



# LE MINERALIZZAZIONI DI FLUORITE E BARITE NEL TERRITORIO DI TERMINI IMERESE E CACCAMO

LA FLUORITE E LA BARITE DI SICILIA

*Nel territorio di Termini Imerese, tra il monte San Calogero e il fiume San Leonardo fino a Caccamo cercando tra le rocce e sul terreno nascosti tra vegetazione si trovano minerali di fluorite e di barite; la fluorite si trova in cristalli cubici anche di grosse dimensioni la barite apparentemente senza forma cristallina invece in masse compatte a formare spesse incrostazioni sulle rocce.*

**FRANCESCO  
SPECIALE**

## L'autore

*Francesco Speciale, insegnante in pensione ha seguito un percorso di studi in scienze geologiche laureandosi con una tesi sulla geologia del territorio di Termini Imerese e Caccamo, Sicilia.*

*Appassionato di programmazione si è dedicato a progettare e sviluppare programmi al computer orientati alla matematica e alla fisica e al trattamento di dati di database relazionali.*

*All'autore successe di fare durante le ricerche per il lavoro della tesi di laurea ad indirizzo stratigrafico una scoperta di natura geochimica, che è oggetto di questa pubblicazione.*

*In copertina fluorite zonata. Campione prelevato in località Poggio Balate, Termini Imerese, fotografato a forte ingrandimento con obiettivo Yashinon 50mm f/1.7 montato invertito tramite anello adattatore. La zonatura è l'effetto del non regolare accrescimento del minerale durante la sua formazione, causato da un ciclico cambiamento della composizione dei fluidi mineralizzanti; in questo caso da una probabile variazione della concentrazione ionica.*

## Sommario

Questo articolo parla delle mineralizzazioni di fluorite e di barite esistenti in un settore della Sicilia occidentale vicino al Mar Tirreno. Le mineralizzazioni, in una piccola area, collina di Poggio Balate, a nord-ovest del Monte San Calogero Termini Imerese (Sicilia) assumono le caratteristiche di un vero e proprio giacimento minerario, intensamente mineralizzato. Si tratta di un deposito idrotermale di basso grado che coinvolge rocce calcaree mesozoiche clastiche ben cementate. La scoperta avviene durante la ricerca di un'opera di geologia stratigrafica nei primi anni '70. Il giacimento minerario di fluorite e barite di Poggio Balate è l'unico esistente in tutta la Sicilia. Alcuni aspetti geologici trattati rendono questa pubblicazione ancora rilevante alla luce dei risultati di recenti studi geofisici sulle risorse geotermiche all'interno dei bacini carbonatici della Sicilia occidentale (Italia). Il fenomeno geochemico che ha prodotto questa sorprendente mineralizzazione potrebbe essere correlato alla profonda circolazione idrotermale in prossimità del basamento cristallino mantellico risalendo lungo il sistema di faglie che interessa la copertura sedimentaria, principalmente rocce carbonatiche mesozoiche

## Summary

This article talks about fluorite and barite mineralization in a western Sicily sector close to the Tyrrhenian Sea. This mineralization in a small area, Poggio Balate hill, north-west of Monte San Calogero Termini Imerese (Sicily) takes on the features of a real mineral deposit, intensively mineralized. It is a low-grade hydrothermal deposit involving well-cemented clastic Mesozoic limestone rocks. The discovery takes place during the search for a stratigraphic geology work in the early 1970s. The Poggio Balate fluorite and barite mineral deposit is the only one existing in all of Sicily. Some geological aspects dealt with make this publication still relevant in the light of the results of recent geophysical studies on geothermal resources within the carbonate reservoirs of western Sicily (Italy). The geochemical phenomenon that produced this amazing mineralization could be correlated to the deep hydrothermal circulation near the mantle crystalline basement going up along the fault system that affects the sedimentary cover, mainly Mesozoic carbonate rocks.

## Il Piacere della Scoperta

Nel territorio di Termini Imerese, tra Monte San Calogero e Fiume San Leonardo fino a Caccamo, cercando tra le rocce e sul terreno, nascosti tra la vegetazione, si trovano minerali di fluorite e di barite; la fluorite si trova in cristalli cubici anche di grosse dimensioni; la barite, in masse compatte apparentemente senza forma cristallina, a formare incrostazioni sulle rocce. Dell'esistenza di questi minerali però fino al giorno della scoperta non se ne avevano notizie.



*Lo scenario delle mineralizzazioni. Sullo sfondo la dorsale del Monte San Calogero.*

La scoperta dei minerali risale ai primi anni Settanta, proprio durante le indagini condotte sul territorio per un lavoro di tesi di laurea di geologia, e fu del tutto casuale.

Tra i compiti del lavoro di tesi infatti non c'era la ricerca di minerali; il compito era essenzialmente di rilevamento geologico e le osservazioni sul terreno dovevano essere indirizzate alla identificazione della litologia e dei fossili contenuti nei distinti strati di rocce.

Sulle tracce delle mineralizzazioni c'ero finito per caso calpestando quanto in un primo momento era sembrato trattarsi di frammenti di vetro, all'apparenza fondi di bottiglia, sparsi e mescolati al terriccio, mentre risalivo un sentiero tracciato dagli animali al pascolo, al margine di una scarpata sopra un uliveto, di

ritorno da un'escursione esplorativa lontano dal luogo dove avevo lasciato la macchina, nei pressi di una piccola cava di pietrame.

Il riconoscimento, raccogliendo un po' terriccio sul palmo della mano e portandolo sotto gli occhi senza neanche soffermarmi "più di tanto", fu pressoché immediato; scartando il vetro che mostra sempre la tipica frattura concoide e l'onnipresente e diffusissima calcite, che non mostra angoli retti tra le facce, la conclusione, con mio stupore, dopo un rapido assaggio per controllare che non si trattasse stranamente per caso di frammenti di salgemma, fu:

“ma questa è fluorite!”.

I primi grossi cristalli di fluorite però li trovai in un blocco di pietra estratto da un muretto a secco nelle vicinanze costruito per il terrazzamento di quell'uliveto. Sulle tracce della barite mi ci ero imbattuto mesi prima, ma non ci avevo prestato molta attenzione, avendo ritenuto trattarsi di incrostazioni di calcite opaca, non trasparente che ricopriva localmente gli affioramenti rocciosi di natura calcarea, ma pure come riempimento di fratture e piccole cavità.



*Cristallo di calcite e di fluorite a confronto. I cristalli di calcite in natura si presentano in due forme distinte, romboedro e scalenoedro. La fluorite invece si trova di solito nella tipica forma cubica*

In quegli anni, nel redigere il testo della tesi, in un breve capitolo dedicato alla scoperta, mi ero limitato soltanto alla descrizione di quanto c'era nelle rocce in affioramento; i soli dati mineralogici di laboratorio riportati sulla scoperta furono i risultati delle analisi di diffrazione ai raggi X eseguite su campioni di roccia all'Istituto di Mineralogia di Palermo, che confermavano la presenza dei minerali.

Gli aspetti generali della geologia dei dintorni e le evidenze emerse dall'osservazione diretta sui minerali in relazione con le rocce, facevano ipotizzare fin dall'allora per i minerali una natura e una genesi di tipo idrotermale; cioè una origine legata in qualche modo a una risalita di fluidi termali, fenomeno che nel territorio non è certo una novità.

Negli anni successivi furono condotti studi e ricerche specifiche e, sulla base dei dati ricavati dalle ricerche e dalle analisi geochimiche sugli isotopi dell'ossigeno e sulle Terre Rare, fu da escludere un collegamento dell'origine dei fluidi termali con serbatoi magmatici anche lontani.

**CALCITE FLUORITE BARITE:** I minerali di calcite fluorite e barite appartengono distinte classi cristalline e hanno forma e caratteristiche generali del tutto diverse; ma ciò che rende più facile il pronto riconoscimento della fluorite è l'aspetto vetroso e l'angolo tra gli spigoli delle facce, che di solito è sempre un angolo retto. Per un facile e immediato confronto si presti attenzione alle immagini.



*Massa di aggregati tabulari di barite incrostante così come si trova cercandola tra le rocce.*

Al presente queste mineralizzazioni sono uniche, almeno per l'entità e per gli aspetti legati alla giacitura, in tutto il territorio regionale, costituendo una mera curiosità nel panorama geologico siciliano, che interessa soltanto studiosi e ricercatori universitari e collezionisti di minerali.

Il fatto che le mineralizzazioni non siano state oggetto di sfruttamento economico è stato per certi aspetti positivo; in quanto morfologia e ambiente naturale ne avrebbero sofferto pesantemente e irrimediabilmente; d'altra parte, l'entità del volume di roccia mineralizzata non induceva a ritenere plausibile la convenienza economica di un'eventuale estrazione del minerale, fluorite e barite.

L'intera area della scoperta ricade in una proprietà privata a confine con la Riserva Naturale di Monte San Calogero in territorio comunale di Termini Imerese; il luogo della scoperta è noto nella toponomastica locale come *Poggio Balate*.

## Poggio Balate

Poggio Balate è una collina che sorge al margine nord occidentale di *Monte San Calogero*, a pochi chilometri dalla costa settentrionale della Sicilia, nel territorio comunale di *Termini Imerese*. Visto da lontano, dal belvedere di Termini Imerese, il suo aspetto nel paesaggio intorno non suscita particolare attenzione, ma si riesce a localizzare facilmente sullo sfondo dell'imponente rilievo montuoso del San Calogero per via delle antenne della telefonia mobile che spuntano dalla sommità della collinetta.

Nel panorama geologico generale Poggio Balate potrebbe pure non suscitare interesse, se non fosse per certe curiose forme di corrosione carsica superficiali che modellano variamente le rocce, capaci di destare l'attenzione del visitatore distratto che capitasse da quelle parti.

Il tipo litologico che forma il rilievo è la roccia calcarea; si tratta di un tipo di roccia di colore marcatamente grigio, dall'aspetto massivo, a tratti fessurato, molto ruvido, tenace e resistente al colpo del martello, tuttavia particolarmente aggredibile dall'acido carbonico disciolto nelle piogge.

Questo tipo litologico è molto diffuso nei rilievi del settore settentrionale della Sicilia, dalle Madonie fino ai monti intorno a Palermo; nella geologia regionale viene identificato come una calcirudite, una roccia calcarea detritica tenacemente cementata, ricca di frammenti di fossili del periodo geologico Giurassico Superiore.

Le forme di corrosione carsica diffuse sulla sommità predominano su tutto e hanno determinato sia la morfologia del suolo che il tipo di vegetazione e perciò dell'ambiente biotico naturale. Per il resto Poggio Balate è un colle brullo, battuto dai venti, con poco suolo vegetale disponibile, ricoperto da una vegetazione bassa, la tipica bassa macchia mediterranea, da quelle parti parecchio degradata.

Ci crescono isolati arbusti di lentisco, qualche basso carrubo, radi olivastri e tra gli anfratti delle rocce cresce fitta la "*ddisa*", ovvero *l'Ampelodesmo*, e il "*cipuddazzu*", termine generico con cui vengono indicate tutte le *Liliacee*, ad esempio *l'Asfodelo* e la *Scilla*.

*L'Ampelodesmo* comunque predomina su tutte le essenze vegetali; la sua diffusione tuttavia è una conseguenza degli incendi ricorrenti che hanno pesantemente compromesso la preesistente vegetazione.

Il lato acclive di Poggio Balate, che per un lungo tratto segue la stratificazione delle rocce, è inciso profondamente da un torrente, terminando a precipizio sul greto colmo di ciottoli e massi di varie dimensioni levigati e arrotondati dalla furia dell'acqua che vi scorre in occasione di intensi temporali.

Lo stesso torrente ha impostato il suo corso seguendo l'andamento del margine occidentale del complesso montuoso del San Calogero, scavando una profonda gola nelle rocce fino a qualche chilometro dalla costa. Il torrente è indicato con due distinti toponimi: *Vallone Della Pernice*, che raccoglie tutta l'acqua del versante sud occidentale del San Calogero, e *Vallone Tre Pietre* nel tratto terminale. Nel torrente confluisce pure l'acqua che scende lungo il ripido e scosceso canalone del *Vallone Dello Stingi*, stretto tra i ripidi versanti a parete di *Cozzo Grattaccio* e *Monte Stingi*. Sul greto del torrente tra massi e grossi ciottoli disseminati caoticamente prospera la tipica vegetazione cespugliosa ombrofila resistente alle piene improvvise.

Lì è il regno dell'oleandro, che cresce vigoroso, e dell'edera, che avvolge tutto arrampicandosi sulle ripide pareti a picco; per lunghi tratti la vegetazione è tanto fitta e intricata da rendere inaccessibile l'esplorazione dei luoghi.

A Poggio Balate le stupefacenti mineralizzazioni di fluorite e barite sono ospitate nei calcari clastici tenacemente cementati del Giurassico e del Cretaceo, che sono separati da strati poco spessi di argilliti silicee scistose varicolori con intercalati diaspri venati di minuti cristalli di quarzo e radiolariti.

I calcari del Giurassico, che formano il cocuzzolo di Poggio Balate, ricchi di frammenti fossili di *Ellipsactinie*, sono vistosamente caratterizzati da forme carsiche epigee; localmente le mineralizzazioni tappezzano le cavità carsiche, la barite forma spesse croste direttamente sugli affioramenti della roccia calcarea.



*Vallone Tre Pietre. Marmitta d'erosione prodotta dallo scorrimento impetuoso dell'acqua del torrente.*

Apparentemente oggi non è cambiato molto a Poggio Balate da quando lo attraversai per la prima volta per andare ad esplorare il margine settentrionale del monte San Calogero e scendere sul fondo del torrente per esaminare le curiose forme di abrasione torrentizia scolpite sui fianchi della stretta gola e raccogliere campioni di roccia. Non c'erano ancora a quei tempi sulla sommità le strutture a servizio dell'antenna per la telefonia mobile e non c'erano pali telefonici, ma solo pali elettrici a servizio di poche case rurali.

La sommità di Poggio Balate vista da lontano, dal belvedere di Termini Imerese appare con un profilo basso, leggermente declinante verso la costa, coperto di una rada vegetazione arbustiva e tutt'intorno ulivi; non c'era null'altro che facesse pensare che da quelle parti si celassero le stupefacenti mineralizzazioni di barite e fluorite.

Oggi, invece, le mineralizzazioni sono a *bella vista*, alla luce del sole, e ci si passa proprio in

mezzo percorrendo un tratto di strada che conduce alla sommità, dove ci sono le strutture a servizio della telefonia mobile.

Quel tratto di strada fu tracciato alla fine degli anni Ottanta come prosecuzione di una antica *trazzera* interpodere adibita al transito di greggi; le operazioni di sbancamento per la costruzione della strada crearono una larga trincea sulla parte più alta del poggio che mise allo scoperto un vasto deposito di minerali, oggi ben visibile in sezione sui lati della strada; altrove invece, sempre nelle immediate vicinanze, i cercatori e i collezionisti di minerali hanno prodotto larghi scavi mettendo a nudo la roccia e ridotto in frantumi masse di fitti aggregati di cristalli di fluorite.

Questi fatti hanno comportato perciò a vario modo un degrado dell'ambiente naturale. Resistono però al degrado il *Vallone Tre Pietre* e il *Vallone Della Pernice*, ma solo perché sono problematici e difficili da raggiungere.

Una parte molto limitata di Poggio Balate, una striscia larga alcune decine di metri, ricade all'interno dell'area protetta della *Riserva Naturale Orientata di Monte San Calogero*. Purtroppo il cocuzzolo, con tutte le cospicue mineralizzazioni, ne è rimasto tagliato fuori; con tutte le spiacevoli conseguenze che ne sono derivate essendo che i luoghi col tempo sono diventati meta di cercatori "domenicali" di minerali provenienti da ogni luogo, armati di "mazza pala e piccone" in cerca dei cristalli più grossi di fluorite da portare via, distruggendo e depredando così importanti depositi di minerale che erano nascosti sotto la vegetazione dentro le rocce.

La fluorite probabilmente era già stata scoperta da qualcuno, ma non fu mai segnalata, restando per anni ai suoi occhi come un fatto curioso privo di alcun interesse scientifico.

Di questo stato di cose, come ricercatore impegnato nelle indagini per un lavoro di geologia, che in sede di esami di laurea descrisse per la prima volta le mineralizzazioni, me ne sento in qualche modo responsabile; di certo, comunque, qualcun altro ne avrebbe dato notizia negli anni successivi, probabilmente proprio in occasione dei lavori di sbancamento per la costruzione della strada e delle strutture a servizio della telefonia mobile, sul finire degli anni Ottanta.



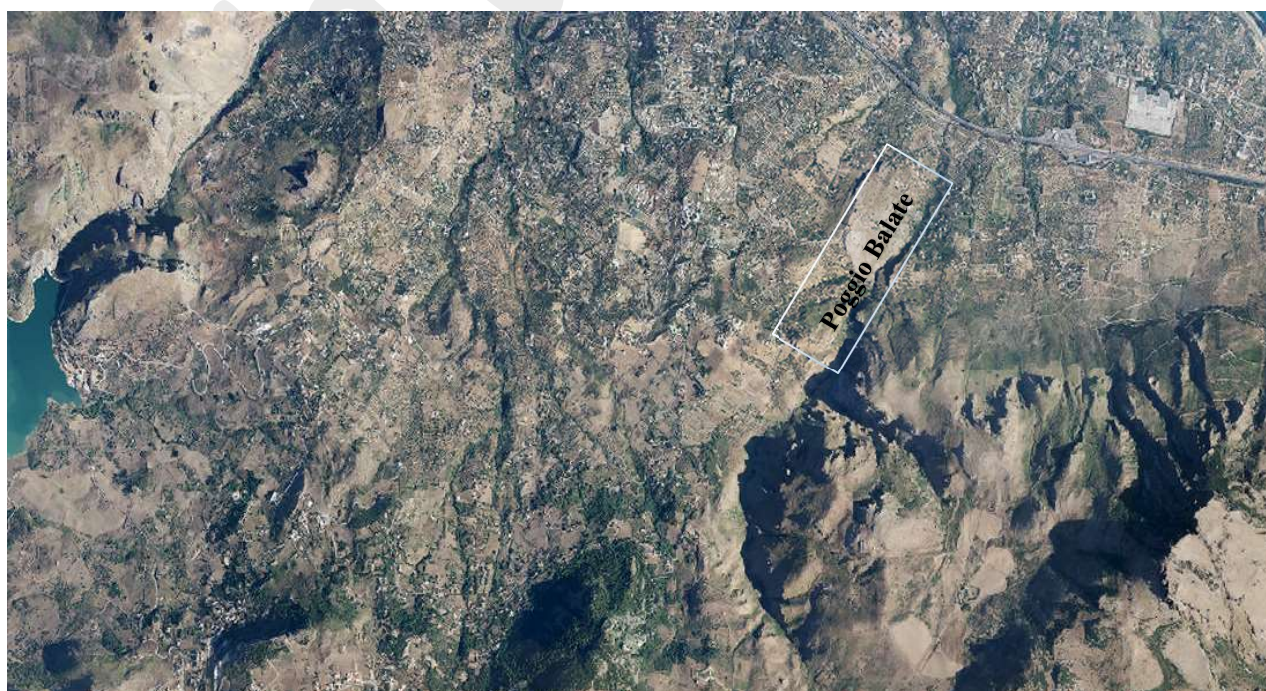
*La collinetta di Poggio Balate appena distinguibile nello scenario montuoso al centro dell'immagine. Sul lato destro Monte Stingi e dietro Cozzo Grattaccio separati dal Vallone dello Stingi.*

**FLUORITE**, fluoruro di calcio, composizione chimica  $\text{CaF}_2$ . È l'unico minerale da cui trarre il fluoro per usi industriali. La fluorite in natura generalmente si presenta sempre in perfetti cristalli cubici, con una perfetta sfaldatura ottaedrica; raramente si trova limpida e nella forma cristallina ottaedrica. Quando limpida di solito esibisce un'ampia gamma di colorazioni; violetto, blu, giallo, verde, rosa. È la materia prima per la preparazione dell'acido fluoridrico da cui si estrae poi il fluoro. La fluorite è utilizzata in metallurgia come fondente, ad esempio nel processo di produzione dell'alluminio, e nell'industria ceramica e del vetro. In ottica si utilizza per la fabbricazione di particolari lenti e prismi ottici a basso indice di rifrazione. Il minerale di particolare pregio è utilizzato per la produzione di oggetti ornamentali.



**BARITE**, solfato di bario, composizione chimica  $\text{BaSO}_4$ . I suoi usi principali sono destinati alla preparazione di altri composti di bario e come pigmento bianco. In forma granulare viene mischiata al cemento allo scopo di migliorarne le proprietà schermanti nei confronti delle radiazioni, il cosiddetto prodotto industriale Calcestruzzo Baritico. In forma polverulenta viene utilizzata insieme alla bentonite per formare i fanghi delle perforazioni petrolifere. La barite a Poggio Balate si presenta in fitti aggregati di cristalli tabulari opachi di colore chiaro. Un utile indizio per il riconosce masse informi di barite è l'elevato peso specifico percepito rispetto alle rocce.

8



*Il territorio delle mineralizzazioni, tra il Fiume San Leonardo e il complesso montuoso del San Calogero*



**Poggio Balate.** Una faglia, a un terzo dal margine sinistro nella foto, mette a contatto gli strati rocciosi del Cretaceo con i calcari del Giurassico visibili a sinistra e in alto nell'immagine; questi risultano profondamente alterati nella zona di faglia dove si può notare un materiale di alterazione che ingloba pezzi di roccia sana e una vena di minerale di barite.

### **La geologia e le forme dei rilievi**

Il territorio delle mineralizzazioni ricade nel settore settentrionale della catena montuosa nord siciliana ed è compreso tra la dorsale montuosa di Monte San Calogero e i monti di Trabia e Ventimiglia, anticamente *Calamigna*.

Le rocce che formano i rilievi montuosi appartengono ad una unità stratigrafica che in geologia regionale sono indicate come rocce del *Dominio Paleogeografico Imerese*; si tratta di rocce sedimentarie di varia natura, prevalentemente calcari detritici e argilliti silicee (noti in letteratura scientifica depositi terrigeni di mare aperto in *Facies Imerese*), che si sono accumulate in un lungo intervallo di tempo geologico che va dal Trias all'Oligocene.

Un'ampia parte del territorio, delimitato dal margine occidentale del complesso del San Calogero e dalla vallata del fiume San Leonardo, è costituita però di una copertura sedimentaria terrigena di natura argillosa arenacea (il *Flysch Numidico, del periodo Oligocene Sup. Miocene Inf.*) e marnosa

argillosa calcarea (*Formazione Polizzi, del periodo Eocene Sup. Oligocene, e le Argille Variegate del periodo Cretaceo Sup. Paleocene*) che nel complesso conferiscono al territorio un aspetto collinare con forme morbide, tipiche dei terreni argillosi.

I rapporti strutturali tra queste formazioni sedimentarie si sono impostati a partire dal Miocene per effetto delle deformazioni tettoniche indotte dall'Orogenesi Alpina che ha prodotto ripiegamenti e sovrascorrimenti di formazioni rocciose più antiche su quelle più recenti, cosicché l'evoluzione tettonica del territorio ha molti tratti in comune con quella che ha prodotto l'orografia del settore settentrionale siciliano a ridosso della fascia costiera, dalle Madonie ai Monti intorno a Palermo. Soltanto a partire dal Pleistocene in questo territorio si è impostato l'attuale assetto strutturale, caratterizzato da vistose fratture verticali e da spostamenti orizzontali (faglie trascorrenti) di parti di blocchi montuosi per effetto di una attività tettonica di tipo disgiuntivo.

È pensabile che questa fase di attività tettonica sia stata determinante per i processi geochimici che hanno prodotto alla fine le mineralizzazioni; infatti è proprio nel Pleistocene che si sarebbero aperte le vie di risalita dei fluidi idrotermali ricchi in componenti mineralizzanti imprigionati in una non identificata falda acquifera profonda.

I fluidi idrotermali sarebbero risaliti lungo fratture che si sono aperte nel sottosuolo tra formazioni di rocce sedimentarie di diversa permeabilità, le formazioni terrigene impermeabili del Cenozoico e le rocce calcaree del Mesozoico, infiltrandosi però preferenzialmente in quelle calcaree. Tuttavia finora non sono stati trovati indizi certi della presenza dei minerali di fluorite e barite in livelli profondi della serie litostratigrafica. Peraltro in campioni di carotaggio abbandonati, prelevati nei pressi di un cantiere della diga Rosamarina, non è stata trovata traccia visibile di fluorite e barite.

I campioni esaminati riguardavano calcari giurassici dell'*Unità Sedimentaria Facies Imerese* e quarzareniti del *Flysch Numidico*, ma non è stato possibile trovare il sito del carotaggio, essendo che peraltro il cantiere era chiuso ormai da tempo. Tuttavia tracce interessanti di mineralizzazioni si trovano negli affioramenti calcarei a ridosso dell'imponente diga a doppio arco del lago Rosamarina.

Nel territorio comunque le mineralizzazioni sono ospitate in modo esclusivo nelle rocce calcaree giurassiche e cretacee dell'unità sedimentaria in Facies Imerese e, a oggi, solo nei loro affioramenti. Pertanto nelle ricerche l'attenzione deve essere rivolta su queste rocce che nel territorio formano l'ossatura rigida dei rilievi montuosi.

Questi rilievi hanno morfologia e litologia sempre uguali e sono uno degli aspetti panoramici distintivi dei luoghi. In geologia questo tipo di rilievo prende nome di monoclinale. Una struttura monoclinale si distingue facilmente in un panorama montuoso perché è caratterizzata da un profilo con una forma non simmetrica dovuta alla presenza di un fronte, il fronte della monoclinale, in genere assai ripido, e dalla parte opposta un dosso acclive, che di solito coincide con la stratificazione delle rocce.

Le strutture monoclinali sono legate a formazioni rocciose intensamente stratificate, con strati di spessore variabile. Nel territorio questi rilievi presentano generalmente il lato acclive in forte pendenza e sono pressoché privi di una copertura vegetale ad alto fusto; nella topografia del territorio appaiono sempre con un fronte irto e dislocati tra loro come a formare enormi blocchi montuosi disposti a gradinata. La loro distribuzione geologica nel territorio è indice di un'attività tettonica iniziata milioni di anni fa, ancora in evoluzione.

I segni vistosi di questa attività sono documentati osservando le grandi e piccole fratture verticali, faglie, specchi e scarpate di faglie, falesie, che tagliano intere formazioni rocciose di spessore di molte centinaia di metri, come ad esempio è possibile vedere gettando lo sguardo sul monte San Calogero, oppure guardando il suggestivo ampio fronte pressoché verticale del versante del Monte Rosamarina che sovrasta la profonda vallata del tratto terminale del Fiume San Leonardo.

Gli aspetti morfologici dei rilievi risultano pertanto spettacolari e di grande impatto e suggestione paesaggistica. Lo stesso monte San Calogero, che si erige improvviso a ridosso della costa fino a oltre milletrecento metri di altezza, è un massiccio calcareo che segna l'inizio di una lunga dorsale montuosa che si estende per molti chilometri in direzione nordest sudovest. L'intero complesso montuoso è una monoclinale, probabilmente residuo di una grande anticlinale, interessata da fratture tettoniche di tipo disgiuntivo, prevalentemente un sistema di faglie dirette, che si intersecano ripetutamente, suddividendo la lunga dorsale in blocchi montuosi tra loro sempre raggruppati, affiancati e dislocati a diverse altezze.

In questo assetto montuoso, i torrenti che scorrono sul fondo dei valloni Tre Pietre, dello Stingi e della Pernice hanno inciso il loro corso nel versante occidentale della dorsale, seguendo l'andamento di grandi linee di fratture tettoniche. In questo stesso assetto geologico strutturale la collinetta di Poggio Balate appare come un enorme blocco calcareo scivolato lungo una frattura che corre lungo il fronte nord occidentale del San Calogero venendo a contatto con le formazioni terrigene impermeabili del Cenozoico.



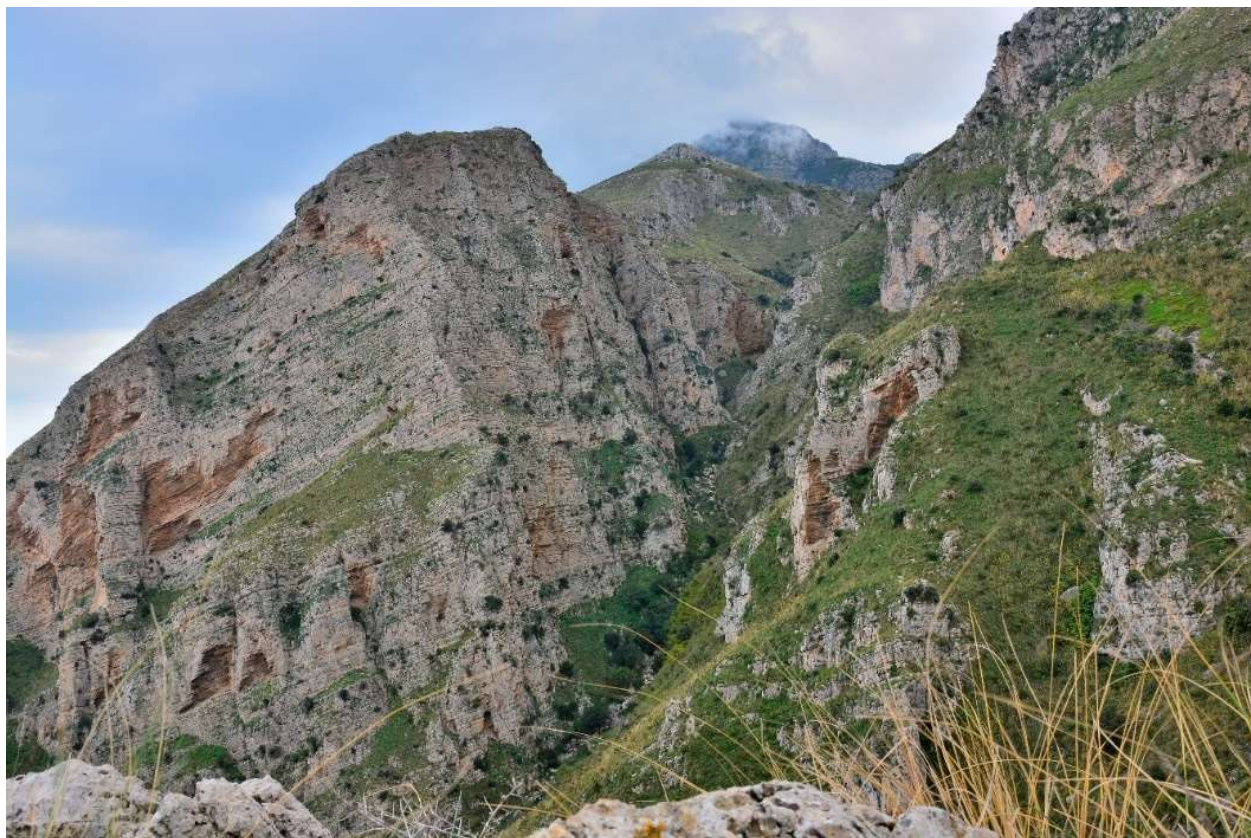
*Narciso autunnale*



*Scilla maritima*, *Drimia maritima*, cipolla marina, "cipuddazzu", in piena fioritura autunnale tra le foglie coriacee dei cespugli di "ddisa", *Ampelodesmo*.



*Manufatto ornamentale* ricavato da un blocco di calcare giurassico, un reperto architettonico abbandonato o dimenticato da chissà quanto tempo



**Monte Stingi - Vallone Tre Pietre.** Ponte dell'acquedotto di Scillato. Il luogo della scoperta del minerale è lungo una pista tracciata dagli animali al pascolo, qui non distinguibile, che risale dall'acquedotto lungo il pendio a destra. Nell'immagine sopra, il vallone dello Stingi e la vetta del M. San Calogero tra le nuvole.

Se gli aspetti morfologici dei rilievi montuosi offrono spunti di riflessione su quanto possa essere accaduto in lontani tempi geologici e soprattutto offrono piacevoli e suggestivi panorami di grande impatto spettacolare da ammirare, di quanto c'è nelle profondità del sottosuolo poco si può dire. Le uniche informazioni certe della parte più prossima alla superficie sono quelle che derivano dalle osservazioni condotte sulla geologia degli affioramenti rocciosi e sulla disposizione reciproca dei rilievi montuosi; tentando poi di dedurre quali possano essere i reali rapporti spaziali delle formazioni rocciose nascoste nel sottosuolo; provando a immaginare di percorrere un tratto di superficie terrestre lungo una direzione, due fatti si possono osservare: - cambiamento pressoché improvviso della litologia; - fratture verticali, faglie, che ribassano gli uni rispetto agli altri gli stessi strati rocciosi di un rilievo.

Questi fatti forniscono informazioni importanti sull'assetto geologico del sottosuolo, almeno fino a limitate profondità, e senza ricorrere a mezzi di indagine diverse da quelle dell'osservazione diretta e dalla raccolta di campioni di rocce. La raccolta e la successiva analisi di campioni sparsi sul terreno perciò resta sempre un'utile pratica preliminare di investigazione del sottosuolo.

La disposizione geometrica delle masse rocciose alla superficie terrestre è conseguenza di portentose forze generate all'interno della Terra; queste forze mutano lentamente nel tempo in direzione e in intensità, cosicché le rocce sottoposte alle tensioni indotte dalle forze reagiscono in modo diverso da luogo a luogo; le rocce infatti si possono comportare come se fossero un corpo dotato di una certa plasticità e quindi si piegano; oppure, essendo più rigide, si rompono lungo estese fratture.

Le forze che si sviluppano all'interno della crosta continentale, ovvero quella parte che comprende i continenti e gli oceani, sono essenzialmente di due tipi: a) forze di trascinamento e b) forze di dislocamento; le forze di trascinamento agiscono tangenzialmente dall'interno della crosta costringendo gli strati rocciosi ad accartocciarsi e ripiegarsi, accavallandosi gli uni sugli altri e producendo così ripiegamenti.

Le forze di dislocamento agiscono in senso verticale, producendo spostamenti relativi di grandi blocchi come conseguenza di fratture che si aprono nelle masse rocciose. Le fratture che producono spostamenti di masse rocciose prendono nome di faglie e lo spostamento relativo, rigetto di faglia. In linea di massima le forze di trascinamento che producono grandi ripiegamenti sono accompagnate da fratture, con piani di faglia di lieve inclinazione. Gli effetti sono a dir poco curiosi: fratture differenziali, accartocciamenti, scivolamenti, estrusione di blocchi enormi di rocce; cosicché sul terreno tutto appare caotico e indecifrabile.

A Poggio Balate le mineralizzazioni sono localizzate in prossimità di frattura lungo un costone calcareo rivolto a sud, questo costone è quanto resta di quello che fu una superficie di faglia, ormai corrosa vistosamente dall'azione del carsismo meteorico. Essa non è unica, ma fa parte di una famiglia di faglie di scivolamento che per così dire "affettano" Poggio Balate e sono tutte piuttosto recenti in termini di tempi geologici, comunque anteriori all'istaurarsi del carsismo e alle mineralizzazioni. Le faglie che potrebbero avere provocato la liberazione dei fluidi termali imprigionati in una probabile sacca profonda hanno invece prodotto il contatto delle rocce calcaree con le formazioni Cenozoiche prevalentemente argillose e impermeabili all'acqua. L'attuale assetto montuoso risalente agli inizi del Pleistocene è una conseguenza dell'attività tettonica connessa a queste faglie.

### **L' Acqua nel Sottosuolo**

Nel territorio di Termini Imerese, in tempi passati sono state segnalate sorgenti effimere di probabili acque con caratteri di termalismo. Le sorgenti però sono ormai svanite, se ne sono perse le tracce e probabilmente la causa risiede nella estesa antropizzazione del territorio; l'unica sorgente termale nota è quella dello stabilimento *Grand Hotel Delle Terme*, già utilizzata in epoca romana.

Queste acque, sfruttate ancora per scopi terapeutici, sgorgano alla base della Rocca di Termini Imerese, ma le mineralizzazioni presenti in tutto il territorio non sono da collegare alle acque termali che alimentano lo stabilimento.

Uno studio specifico condotto sul finire degli anni Settanta sul termalismo del territorio si concludeva stabilendo che le sorgenti termali dello stabilimento sono il prodotto del mescolamento tra l'acqua del mare, adiacente alle terme stesse, e l'acqua meteorica che alimenta le falde acquifere sotterranee in risalita lungo il contatto tettonico tra il *Flysch Numidico* e le rocce calcaree della Rocca.

Questi fluidi termali hanno composizione chimica incompatibile con le mineralizzazioni e sono geologicamente più recenti. Piuttosto, tracce di fluorite si possono rinvenire sulle rocce della Rocca del belvedere di Termini Imerese a meno di un centinaio di metri di altezza dalle sorgenti (vedi foto sotto); questo fatto non sembra perciò confermare che le mineralizzazioni siano coeve delle attuali manifestazioni idrotermali. L'aspetto generale delle mineralizzazioni trovate sulla Rocca

ricalca un poco quanto si osserva a Poggio Balate: presenza di materiale di alterazione nelle rocce calcaree e aggregati cristallini di fluorite impiantati sulla roccia come a formare una vena di minerale.

Probabilmente acque termali, non riconosciute come tali, estratte da pozzi privati lungo la fascia costiera, inquinate da acque di falda superficiale mescolata con acqua marina, sono utilizzata per uso irriguo; e, in occasioni di scavi per la realizzazione di grandi opere che prevedevano perforazioni nel sottosuolo, sono state intercettate a bassa profondità falde freatiche di rilevante portata idrica, con acque insolitamente più calde di quanto si potesse invece aspettare. Le diffuse tracce di mineralizzazioni fanno pensare perciò che un tempo l'idrotermalismo fosse più esteso e qualitativamente diverso da oggi.



***Vena di fluorite alla rocca del Belvedere di Termini Imerese. Uno dei pochi affioramenti di roccia viva esposta alla vista lungo la scalinata che porta alle terrazze in cima alla rocca. Tipo litologico: breccia calcarea del Giurassico.***



***Ellipsactinia.*** Le Ellipsactinie sono spugne a scheletro calcareo che vissero prevalentemente nel Giurassico. Lo scheletro, come mostra in modo parziale l'immagine, è costituito da lamine concentriche sorrette da pilastri ed attraversate da canali e tubi radiali. Erano organismi adattati a vivere in ambienti di scogliera esposti al moto ondoso.

### ***Sulle tracce dei minerali***

Le rocce interessate in modo peculiare dal fenomeno mineralizzante sono i calcari grigi ad *Ellipsactinie* di Poggio Balate, riferibili alla *Formazione Crisanti* e facilmente identificabili dalle altre rocce carbonatiche perché i loro affioramenti sono vistosamente modellati dagli effetti corrosivi del carsismo superficiale prodotto dallo scorrimento delle acque meteoriche. Si tratta di calciruditi, rocce composte di frammenti calcarei che derivano dall'accumulo e successiva litificazione, entro un cemento calcareo, dei resti frantumati di una antica scogliera in cui vivevano organismi marini ormai estinti; le *Ellipsactinie* che identificano nella stratigrafica queste rocce, sono organismi fossili analoghi alle attuali spugne calcaree che vivono oggi nelle barriere coralline tropicali.

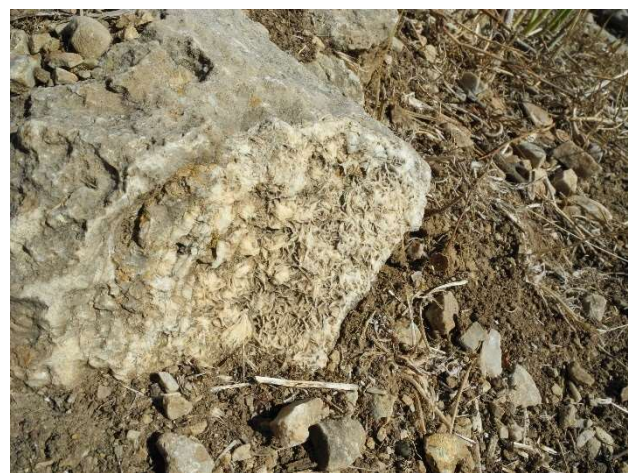
Le tracce dei minerali si possono trovare pure negli strati calcarei dei rilievi montuosi nei dintorni di Caccamo e lungo la strada provinciale che da Termini Imerese porta a Caccamo, tuttavia non sono sempre facilmente riconoscibili a occhio nudo senza l'ausilio di una lente d'ingrandimento. La collinetta di Poggio Balate perciò costituisce un caso singolare, eccezionale, unico pure in tutto il territorio regionale siciliano; lì i fluidi idrotermali circolanti tra le rocce calcaree

hanno infatti prodotto profonde e vistose alterazioni, producendo alla fine grosse masse di fluorite dentro i calcari e spesse croste di aggregati di barite direttamente sulle rocce in affioramento.

A Poggio Balate le mineralizzazioni si trovano facilmente seguendo gli scavi fatti dai cercatori di fluorite. Gli scavi non sono stati fatti a caso, sarebbe stato troppo dispendioso; i cercatori di minerali hanno invece prima imparato a riconoscere il materiale di alterazione tra le rocce e sul terreno e, partendo da questi indizi, hanno iniziato poi a scavare.

Gli scavi seguono un andamento che corre lungo il margine meridionale del rilievo calcareo che termina per contatto di faglia con la formazione terrigena del *Flysch Numidico*, permettendo così di delimitare quello che si potrebbe chiamare, per comodità espositiva, il *filone principale*; allontanandosi da esso, i segni di alterazione e le tracce di minerali riscontrabili a vista diventano difficili da scoprire fino a sparire.

Al di là del Vallone Tre Pietre invece le tracce delle mineralizzazioni devono essere cercate sul versante del Monte Stingi, subito dopo avere attraversato il ponte dell'acquedotto di *Scillato*, cercando il materiale di alterazione che solitamente accompagna ovunque le mineralizzazioni.



*Alcuni aspetti delle mineralizzazioni a fluorite e barite così come può capitare di trovarli sul terreno esplorando la sommità di Poggio Balate e a Cozzo Famo in territorio di Caccamo.*

L'evento che ha prodotto le mineralizzazioni, sebbene recente in termini di tempi geologici, appare essere antecedente alle iniziali manifestazioni sorgive delle acque termali della Rocca. Le evidenze di natura geologica, identificabili nei rilievi calcarei presenti sul territorio, suggeriscono che le mineralizzazioni siano connesse ad una fase tardiva dell'attività tettonica pleistocenica che ha prodotto l'attuale aspetto morfologico nei rilievi del territorio.

La copertura del *Flysch Numidico*, fatto di sedimenti terrigeni impermeabili alla circolazione delle acque sotterranee e perciò anche dei fluidi termali, potrebbe avere svolto un ruolo importante. I fluidi termali, probabilmente spinti anche da gas in risalita in essi disciolti, anidride carbonica  $\text{CO}_2$  e gas metano  $\text{CH}_4$  (trovati in bolle incluse nei cristalli di fluorite), sarebbero stati obbligati a dirigersi verso vie di più facile risalita lungo superfici di fratture che mettono a contatto la copertura terrigena impermeabile del flysch con le rocce calcaree; queste, che per loro natura sono facilmente aggredibili chimicamente perfino dalle acque meteoriche dove è disciolta l'anidride carbonica atmosferica, sono state coinvolte nei complessi fenomeni geochimici che hanno prodotto alla fine le stupefacenti mineralizzazioni nelle rocce calcaree di Poggio Balate.

I cristalli di fluorite di Poggio Balate fin dalla scoperta hanno destato sempre ammirazione e forte curiosità, oltre che per le notevoli dimensioni e per la colorazione in variazioni cromatiche dal verde al blu-violetto intenso, anche per la presenza di inclusioni multiple: minuscole gocce di liquido e bolle di gassose, e minute inclusioni sottili e filamentose anidre, cioè inclusioni solide di altro chimismo

Studi specifici sulle inclusioni esogene nelle fluoriti del territorio di Termini Imerese e Caccamo (vedi riferimenti bibliografici) confermano la presenza di gas da idrocarburi, metano  $\text{CH}_4$ , intrappolati a formare minuscole bolle dentro i cristalli. Le inclusioni più diffuse sono però esili solidi cristallini e minuscole gocce di liquido salino, visibili a occhio nudo osservando i cristalli di fluorite contro un fonte luminosa intensa, magari con una lente di ingrandimento.

Le inclusioni di gas in bolle di gocce saline e di minuscoli corpi solidi nei cristalli di fluorite

non rivestono il carattere dell'eccezionalità; è di qualche anno fa una notizia che in ambito geologico e chimico ha del sensazionale. Nel 2012, per la prima volta, una fonte primaria di gas fluoro allo stato naturale, è stata trovata in una miniera di fluorite in Baviera Germania. Fino a quell'anno si pensava che il gas fluoro non potesse trovarsi libero in natura, perché è chimicamente talmente aggressivo che reagirebbe immediatamente con qualsiasi sostanza con cui viene in contatto. L'origine del fluoro libero, rinchiuso nelle inclusioni, così come hanno scoperto i ricercatori che se ne sono occupati, è comunque legato alla presenza di piccole quantità di uranio nel minerale che emette radiazioni gamma (raggi  $\gamma$ ) sufficientemente energetiche da indurre la separazione del fluoro legato al calcio all'interno del reticolo cristallino della fluorite.

All'interno della struttura cristallina avverrebbe perciò l'ossidazione di alcuni atomi di fluoro  $\text{F}^{-1}$  legati al calcio  $\text{Ca}^{+2}$ . Due ioni di atomi di fluoro,  $2\text{F}^{-1}$ , si riuniscono cedendo ciascuno un elettrone all'atomo calcio,  $\text{Ca}^{+2}$ , venendosi a formare una molecola di gas fluoro  $\text{F}_2$ ; cosicché il fluoro che si libera resta intrappolato allo stato gassoso in microscopiche bolle all'interno del minerale.

Studi geochimici sugli isotopi dell'ossigeno e del carbonio, condotti sulle mineralizzazioni del territorio di Termini Imerese e Caccamo, suggeriscono che i fluidi termali che le hanno prodotte erano all'origine essenzialmente acque meteoriche riscaldate durante il percorso di discesa nelle profondità del sottosuolo; ma il fatto che nei fluidi fosse presente gas metano non significa necessariamente esso sia di derivazione da accumuli sacche di idrocarburi nel sottosuolo, essendo che non è straordinario che gas metano sia presente nei terreni come prodotto di attività biologica.

È probabile che la temperatura dei fluidi in risalita non dovesse essere eccessivamente elevata, e comunque in linea con il gradiente geotermico delle aree geografiche lontane da masse magmatiche nel sottosuolo profondo; presumibilmente il processo mineralizzante potrebbe essersi svolto a temperature al di sotto di  $60^\circ\text{C}$  (dato riferito alla temperatura delle rocce e dei fluidi in essi contenuti intorno a 2.000 m di profondità nel sottosuolo lontano da

aree magmatiche attive); si consideri che un fluido anche molto caldo, in risalita dalle profondità, in prossimità della superficie terrestre incomincia a raffreddarsi avvicinandosi all'equilibrio termico medio delle rocce circostanti.

È probabile che le mineralizzazioni siano iniziate in un contesto ambientale geochimico del tutto peculiare non ancora del tutto emerso che ha favorito in una prima fase la formazione di grandi masse di fluorite dentro le rocce, a spese delle stesse rocce carbonatiche senza variazione di volume. Il carbonato di calcio,  $\text{CaCO}_3$ , costituente esclusivo della roccia calcarea, sarebbe stato sostituito parzialmente o in modo esclusivo dai nuovi minerali di composizione chimica differente, in equilibrio con le condizioni chimico fisiche in cui si è venuta a trovare la roccia a contatto con i fluidi mineralizzanti. I prodotti finali, così come le evidenze sul terreno mostrano, sono stati notevoli masse di fluorite  $\text{CaF}_2$  e di barite  $\text{BaSO}_4$ .

Le mineralizzazioni si rinvencono inoltre in forma di vene e come riempimento di fratture e cavità carsiche preesistenti. In associazione con la fluorite si trovano cristalli di calcite  $\text{CaCO}_3$  di nuova formazione, in due distinte fasi cristalline, scalenoedrica e romboedrica. La barite invece si trova sempre in sottili cristalli tabulari opachi tra i cristalli di fluorite, oltre che a formare spesse croste di masse compatte direttamente sugli affioramenti delle rocce calcaree; in questo caso alla frattura la barite appare madreperlacea. Croste di ossidi di ferro, limonite, in gradazioni dal grigio metallico al rosso mattone scuro e giallo ocra, ricoprono in modo non uniforme le rocce. Sulle incrostazioni ferrose localmente è possibile vedere minuscoli cristalli cubici di fluorite ricoperti di ossido; i cristalli sono di dimensioni millimetriche, lo spessore delle croste è di alcuni millimetri.

Queste evidenze appaiono essere un'ulteriore conferma che le mineralizzazioni siano avvenute dopo che gli effetti del carsismo si erano già stabilizzati. In sintesi, l'evento che ha prodotto le spettacolari mineralizzazioni di Poggio Balate sarebbe stato di breve durata; il complesso fenomeno si è svolto in modo straordinariamente intenso nei calcari giurassici ad Ellipsactine della Formazione Crisanti di

Poggio Balate e in modo molto meno intenso altrove; inoltre, i caratteri della minerogenesi legati alla formazione della fluorite di Poggio Balate sono diversi rispetto agli altri siti.

Il fenomeno sembra presentare una sua evoluzione: cessata la produzione di fluorite, continua la deposizione e l'accrescimento della barite a formare estese e spesse incrostazioni di colore bianco candido sugli affioramenti calcarei. La barite ha lasciato le sue tracce anche sugli affioramenti delle rocce calcaree dolomitiche della Formazione Fanusi che stanno a un livello stratigrafico più profondo; ma in questo caso non sembrerebbe che queste tracce di minerali si siano deposte per risalita di fluidi, quanto per contatto di fluidi ancora ricchi in ioni di bario percolanti lungo superfici di faglia. Con la deposizione della barite si conclude il ciclo delle mineralizzazioni. Il fenomeno che ha prodotto le mineralizzazioni è iniziato quando sui calcari ad *Ellipsactinie* del Giurassico si era già imposto il carsismo epigeo da scorrimento di acque meteoriche. E in considerazione di quanto considerato, si può ritenere che il fenomeno sia parecchio recente, presumibilmente nel Pleistocene terminale; sia durato un breve lasso di tempo, cessando definitivamente come conseguenza del cambiamento della composizione chimica dei fluidi inizialmente particolarmente ricchi in fluoro, oppure per cessazione della loro circolazione. L'attività idrotermale, legata alla deposizione del minerale, una volta cessata definitivamente ha lasciato come sua unica testimonianza le mineralizzazioni di fluorite e barite.

A Rocca Grande, un rilievo monoclinale a ovest di Caccamo, le mineralizzazioni sono ospitate nelle calcareniti del Cretaceo della *Formazione Crisanti*. Qui, le evidenze sul terreno mostrano che il fenomeno si è svolto in modo meno intenso che a Poggio Balate e in modalità piuttosto diverse. Ciò è testimoniato visivamente dal fatto che i cristalli di fluorite appaiono limpidi, non sono ricoperti di patine incrostanti, non formano grossi aggregati e infine manca il vistoso materiale di alterazione che caratterizza le rocce di Poggio Balate. Nel sito esplorato la fluorite si trova soltanto nelle fratture delle rocce in prossimità di faglie ed è assente la barite, che invece si trova nelle rocce

della monoclinale di Cozzo Famo, al solito sempre a formare incrostazioni.

Le diffuse tracce di mineralizzazioni nel territorio, dalla rocca del belvedere di Termini Imerese a Caccamo, starebbero ad indicare perciò che in tempi passati le manifestazioni idrotermali nel territorio fossero state molto più estese rispetto al presente; e in ogni caso da collegare a particolari fasi di più intensa attività tettonica che hanno prodotto le vistose faglie di scivolamento oggi visibili osservando il paesaggio geologico dei rilievi del territorio.

Aspetto di rilevanza geologico è il fatto che le mineralizzazioni di fluorite e barite, più o meno estese arealmente e diversificate come collocazione nelle rocce che le ospitano, sono racchiuse entro limiti geografici ben netti a formare un quadrilatero allungato orientato Nord Est – Sud Ovest delimitato da: margine occidentale del complesso del Monte San Calogero, versante destro del tratto terminale

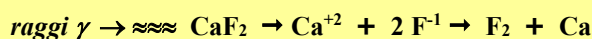
della valle del San Leonardo, la Rocca calcarea del belvedere di Termini Imerese a nord, un allineamento orografico che corre dai rilievi intorno a Caccamo fino alle propaggini del versante montuoso orientale a ridosso della diga a doppio arco del lago Rosamarina, a ovest di Caccamo.

Al di fuori di questa area, nessuna traccia visibile di fluorite e barite. Tuttavia, sui primi degli anni Ottanta, durante una escursione per la ricerca di fossili di ammoniti da collezione, nella cava di pietrame, a *Rocca Chi Parra*, in territorio di *Calatafimi*, in un contesto diverso per modello di formazione (strati calcarei pelagici ricchi di fossili pressoché integri del Giurassico), incuriosito del peso specifico apparente percepito delle rocce, ebbi modo di scoprire con stupore aggregati di cristalli barite, nello stesso identico habitus lamellare della barite di Poggio Balate.



**Croste di ossidi** su superficie di faglia in rocce calcaree giurassiche, Poggio Balate. Sulla crosta, al centro nella foto, sono visibili minuscoli cristalli di fluorite di dimensioni millimetriche, pure essi ricoperti di incrostazioni di ossidi.

**Sull' antozonite.** Probabile reazione di ossidoriduzione all'interno del reticolo cristallino causata da emissioni di raggi gamma



Notizie, informazioni e immagini sull'antozonite sono all'indirizzo <http://en.wikipedia.org/wiki/Antozonite> . Invece un articolo sulla scoperta del gas fluoro allo stato naturale incluso nei cristalli di fluorite si trova in *RSC Advancing The Chemical Sciences* all'indirizzo <http://www.rsc.org/chemistryworld/2012/07/fluorine-finally-found-nature>

Copia dell'autore



*Panoramica dei luoghi delle mineralizzazioni dal cocuzzolo di Poggio Balate. Sullo sfondo da sinistra Monte San Calogero, Monte Stingi, Monte Grattaccio e il sottostante Vallone della Pernice.*



***Poggio Balate**, una lunga superfice di faglia segnata da solchi di scorrimento pluviale presenta una vistosa frattura decimetrica. La faglia mette a contatto i calcari giurassici intensamente mineralizzati con i sedimenti argillosi marnosi più recenti, eocenici.*



**Poggio Balate.** In alto: Vistosi solchi di scorrimento pluviale su superficie di faglia nei calcari giurassici interessati dalle mineralizzazioni. Sopra: Argilliti e marne calcaree eoceniche poggiate contro la superficie di faglia principale che trancia il lato sud di Poggio Balate



*Poggio Balate. Cavità carsica entro calcari giurassici su superfice di faglia a contatto con le argille marnose eoceniche*



*Poggio Balate. Superfice di faglia con striature di scivolamento e vistose incrostazioni di ossidi rugginosi; su queste incrostazioni è possibile scorgere con una lente 10X minuti cristalli di fluorite.*



**Poggio Balate**, lato nord. Strati di calcareniti compatti del Cretaceo. Questo tipo litologico sembra non essere interessato dalle vistose mineralizzazioni.



**Poggio Balate**. Marne silicee, separano le breccie calcaree giurassiche dalle calcareniti compatte.



*Poggio Balate. Marne silicee ripiegate per probabile effetto di slumping intraformazionale*



*Poggio Balate. Curiosa forma tra i sedimenti fangosi silicei. Le immagini che seguono mostrano affioramenti di radiolariti e spessi banchi di diaspri.*





Affioramenti di radiolariti e diaspri in strati e banchi multi decimetrici



*Poggio Balate. Passaggio dalle breccie calcaree giurassiche alle marne silicee del Cretaceo. Notare, in alto a destra, incrostazioni di ossidi vivacemente colorati contornati da una sottile crosta di barite bianco candida.*



*Taglio stradale, Poggio balate. Notevole vena interamente mineralizzata a barite di grosso spessore, a qualche metro sotto l'affioramento della roccia calcarea ospite. Questo deposito è pure visibile su streetview di Google Maps*



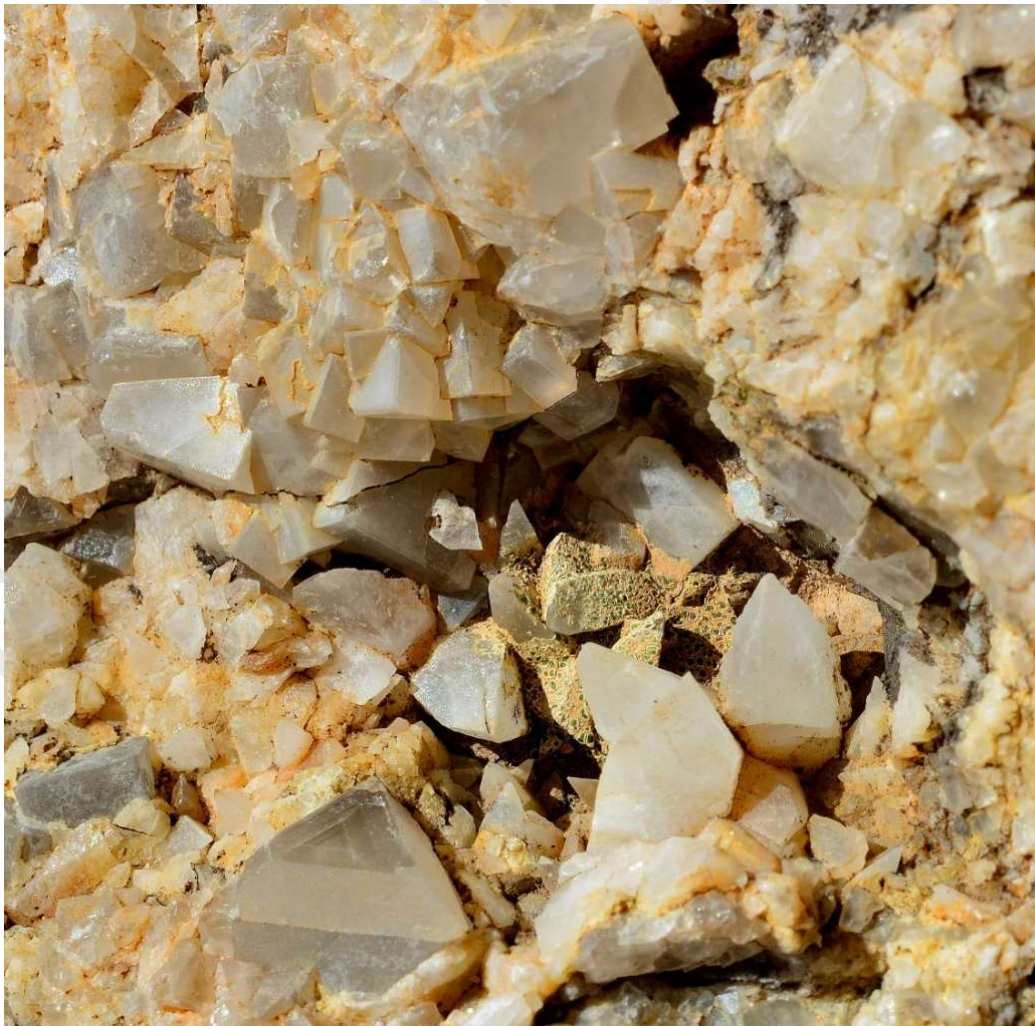
*Monte Stingi. Dettaglio di superficie di faglia verticale. Affioramento di vena mineralizzata a fluorite intensamente ricoperta da crosta calcarea.*



*Grossi cristalli di fluorite estratti da uno scavo abbandonati*



*Drusa di fluorite con cristalli limpidi, immagine seguente con cristalli incrostati*



*Monte Stingi. Aggregato di cristalli di fluorite e di calcite scalenoedrica.*



*Minuscoli cristalli di fluorite tappezzano una superficie di frattura.*



*Poggio Balate. Aggregato di cristalli di fluorite estratto da uno scavo abbandonato*



*Filone di barite assolutamente pura, aspetto madreperlaceo*



*Barite, blocco formato da un fitto aggregato di cristalli tabulari*



*Interstrato di giunto di stratificazione variamente mineralizzato*



*Fluorite a forte ingrandimento, ben visibili inclusione solide non meglio identificate. Tecnica impiegata, obiettivo 28mm montato invertito con anello adattatore, distanza dall'obiettivo qualche centimetro.*



*Poggio Balate, lato ovest. Crostone decimetrico di barite su calcare interessato dalle mineralizzazioni*



*Poggio Balate, lato nord. Cavità carsica ipogea ricoperta da crosta di barite spessa qualche cm*



*Poggio Balate. Crosta centimetrica costituita da un fitto aggregato di cristalli di fluorite su roccia calcarea. I cristalli sono ricoperti da una spessa patina incrostante*



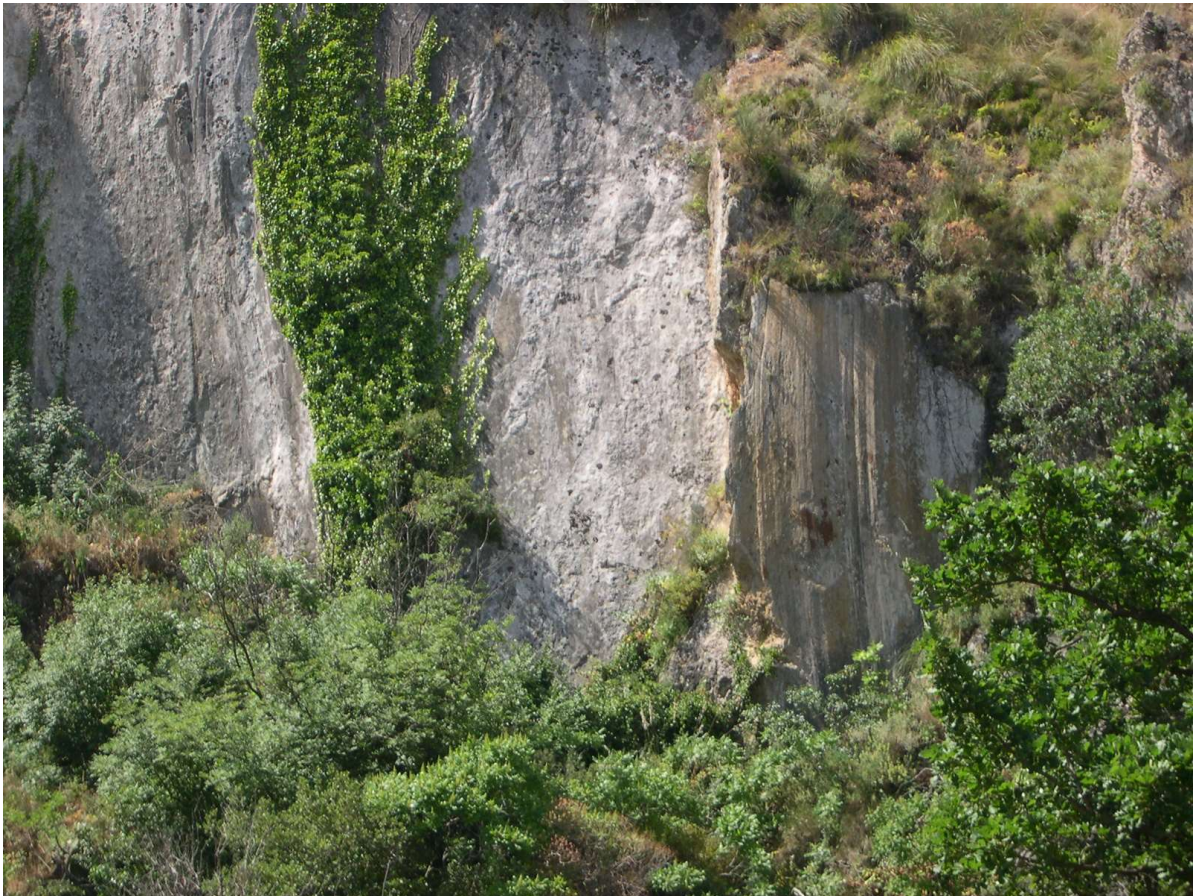
*Poggio Balate, sommità cocuzzolo. Bocca di deflusso di probabile sorgente idrotermale ormai esaurita.*



*Il fenomeno carsico a Poggio balate ha prodotto tutta una serie di forme epigee dove l'acqua di scorrimento ha avuto un ruolo importante. Sovente a queste forme sono associate mineralizzazioni secondarie, come sotto nell'immagine.*



*Cristalli limpidi di fluorite tappezzano una lunga cavità effetto di corrosione carsica.*



*Aspetti naturali e geologici dell'area Monte Stingi -Vallone Tre Pietre, specchio di faglia di scivolamento in rocce dolomitiche della Formazione Fanusi, Giurassico inferiore.*



**Rocca Grande, Caccamo.** *In alto*, faglia di scivolamento che interessa rocce della stessa formazione, l'età dello scivolamento è molto recente. *Sopra*, frattura nelle calcareniti del cretaceo tappezzate di cristalli limpidi di fluorite.



**Rocca Grande, CACCAMO.** Cristalli limpidi perfettamente cubici di fluorite e minuscoli scalenoedri di calcite in habitus dente di cane

Le operazioni di sbancamento per la costruzione della strada e gli scavi fatti dai cercatori di minerali hanno fatto emergere molte e diverse forme di accumulo di minerale, un tempo pressoché completamente nascosti sotto lo strato superficiale di suolo vegetale.

La forma e la disposizione delle mineralizzazioni nelle rocce di Poggio Balate sono varie; a tratti la giacitura appare filoniana, a tratti lenticolare, a tratti discordante con l'andamento delle stratificazioni, a tratti semplicemente a formare croste sugli affioramenti, oppure come riempimento di fratture e di cavità carsiche ipogee. Insomma è difficile catalogare le mineralizzazioni come un unico esempio didattico di filone idrotermale ad andamento lineare con ramificazioni laterali; questo è anche un aspetto che rende uniche le mineralizzazioni di Poggio Balate.

Il processo mineralizzante, come già detto, a Poggio Balate sembra essere durato poco tempo e cessato definitivamente con il deposito della barite sulle rocce in superficie. Allontanandosi dai siti dove è massima la presenza dei minerali, la frequenza apparente percepita di ritrovamento di tracce decade di molto fino a far vagare inutilmente nella speranza di trovare qualche minimo indizio. Gli indizi che precedono probabili scoperte di minerali ancora nascosti sono un materiale di alterazione e le croste di ossidi sulle rocce, nei dintorni di fratture, faglie e contatti tettonici; tutti segni che sembrano essere indicativi della relazione tra gli assestamenti prodotti dalla tettonica

disgiuntiva pleistocenica e la risalita dei fluidi termali di bassa temperatura.



*La peculiarità delle mineralizzazioni del giacimento di Poggio Balate sta nel fatto che queste non sono connesse a processi geochimici riconducibili ad aree magmatiche; queste sono invece legate ad un tipo di idrotermalismo sedimentario di basso grado interessando esclusivamente rocce calcaree del Mesozoico. Le mineralizzazioni in termini di tempo geologico sono invece recenti, ritenendosi essere state prodotte nel Pleistocene superiore.*

*Molte caratteristiche riscontrate sul terreno fanno pensare che ci sia uno stretto legame con il carsismo epigeo, almeno per quanto riguarda la sequenza temporale dei fenomeni geochimici succedutisi; frequente infatti trovare le mineralizzazioni all'interno di cavità carsiche direttamente impiantate su superfici già corrose dagli effetti del carsismo epigeo, come pure anche in diaclasi e tra giunti di strati.*

*Pertanto nel complesso quanto c'è a Poggio Balate potrebbe trattarsi di un deposito minerario prodotto dal mescolamento di acque di origine meteorica con quelle di risalita termale; mescolamento per altro confermato dalle analisi geochimiche sugli isotopi dell'ossigeno. Il fenomeno che ha prodotto le mineralizzazioni sembra essersi protratto per un breve arco temporale, in modo intenso attorno al cocuzzolo di Poggio Balate e fino alle propaggini del versante nord di Monte Stingi; che sono separati da una importante linea di frattura tettonica caratterizzata da un rigetto relativo valutabile in parecchie centinaia di metri.*

*A Poggio Balate le mineralizzazioni assumono i caratteri di un vero e proprio giacimento minerario potenzialmente*

*coltivabile, di questo aspetto però ne hanno profittato soltanto gli appassionati collezionisti di minerali, che purtroppo di fatto lo hanno depauperato di grandi volumi di minerale.*

*Molti fatti osservati in giro e i ritrovamenti di cristalli di fluorite con spigoli lunghi fino a 13cm giustificano l'uso degli attributi di qualità quali, intenso spettacolare unico per descrivere taluni degli aspetti mineralogici e geologici di Poggio Balate.*

*Per approfondimenti specialistici sulle mineralizzazioni del territorio, esiste una discreta letteratura scientifica ricca di dati geochimici prodotta dai ricercatori dell'Istituto di Mineralogia del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare dell'Università di Palermo, indicata nella sezione bibliografia.*

*Nelle pagine successive informazioni supplementari, una scala dei tempi geologici, riferimenti bibliografici essenziali e una guida utile per la comprensione di termini utilizzati.*

TABELLA DEI TEMPI GEOLOGICI

ERE	PERIODO	EPOCA – ETÀ'	Formazioni rocciose	Milioni di anni	Attività tettonica Puramente indicativa della successione degli eventi
NEOZOICO	QUATERNARIO	OLOCENE	la separazione tra le formazioni è puramente indicativa	0,1	I - Apertura Oceano Tetide: formazione di piattaforme carbonatiche e dei bacini di sedimentazione  II - Collisione margini continentali, Chiusura Oceano Tetide, Miocene - Pliocene: Tettonica Plicativa  III - Tettonica recente, Pleistocene: Sollevamenti differenziale, Tettonica disgiuntiva
		PLEISTOCENE		1,9	
CENOZOICO	NEOGENE	PLIOCENE	Flysch Numidico <i>Non in continuità con le formazioni sottostanti</i>	5,3	
		MIOCENE		23	
	PALEOGENE	OLIGOCENE		23,9	
		EOCENE		55,8	
		PALEOCENE		66,5	
		MESOZOICO		CRETACEO	
INFERIORE					
GIURASSICO	SUPERIORE		F.ne Crisanti Rocce: calciruditi ad Ellipsactinie, radiolariti	213	
	MEDIO				
	INFERIORE				
TRIASSICO	SUPERIORE	F.ne Fanusi Rocce: breccie dolomitiche	228		
	MEDIO	F.ne Scillato Rocce: calcilutiti e calcareniti e a liste e noduli di selce.	251		
	INFERIORE				
PALEOZOICO	PERIODO	PERMIANO	248		
		CARBONIFERO	245		
		DEVONIANO	395		
		SILURIANO	440		
		ORDOVICIANO	500		
		CAMBRIANO	570		
PRECAMBRIANO					

## *APPENDICE*

Le rocce dell'unità sedimentaria in Facies Imerese

La Storia geologica

Idrotermalismo

Significato di alcuni termini

Riferimenti bibliografici

## LE ROCCE DELL'UNITÀ SEDIMENTARIA IN FACIES IMERESE

La successione delle rocce sedimentarie della Facies Imerese è stata suddivisa in distinte formazioni che coprono un lungo intervallo di tempo che si estende dal Triassico all'Oligocene: **Formazione Mufara** (CARNICO MEDIO-SUPERIORE), **Formazione Scillato** (CARNICO SUPERIORE-RETICO), **Formazione Fanusi** (LIAS INFERIORE), **Formazione Crisanti** (LIAS SUPERIORE – CRETACEO SUPERIORE), **Formazione Caltavuturo** (EOCENE – OLIGOCENE INFERIORE). Detto sommariamente si tratta di una successione discontinua e alternata fatta di rocce calcaree detritiche e sedimenti terrigeni fangosi argillosi compatti di natura silicea e strati di radiolariti. Le rocce calcaree di queste formazioni sono una caratteristica dell'assetto montuoso centro settentrionale siciliano che si estende dalle Madonie ai monti intorno a Palermo. Queste rocce si sono depositate sul fondo di un mare, Oceano della Tetide, coinvolto nell'evoluzione di antichi margini continentali e dei connessi bacini di sedimentazione ormai non più esistenti. La componente calcarea è essenzialmente costituita di rocce detritiche che si sono formate per l'accumulo di frammenti di varia entità, come prodotto dell'erosione di antiche scogliere di una piattaforma carbonatica, analoghe a quelle oggi esistenti nei mari e nelle acque degli oceani tropicali; dell'entità dello spessore degli strati calcarei se ne può avere un'idea guardando il ripido fronte del Monte San Calogero alto oltre i milletrecento metri. Tuttavia il vero carattere della successione sedimentaria in Facies Imerese sembrerebbe essere la parte non calcarea che si riconosce facilmente anche ad una sommaria osservazione, che corrisponde ad almeno due distinti tipi di sedimenti terrigeni separati dai calcari giurassici: 1) marne silicee e sedimenti fangosi argillitici compatti di natura silicea, sottilmente stratificati che contengono radiolari e spicole di spugna silicee (da cui il nome identificativo: spongolite) con intercalazione di strati irregolari, per spessore ed estensione laterale, contenenti banchi di silice opalina, variamente e vivacemente colorati, e diaspri entro i quali si possono trovare piccoli geodi tappezzati di cristalli di quarzo ialino, il periodo geologico è Cretaceo medio inferiore; 2) strati selciosi duri e compatti di radiolariti (selce stratificata, letti di selce, bedded chert), osservabili proprio lungo la salita che porta al belvedere della Rocca di Termini Imerese, il periodo geologico è Giurassico inferiore. L'entità complessiva dello spessore di questi due livelli terrigeni marcatamente silicei è nettamente inferiore alla parte calcarea che conferisce ai rilievi montuosi un caratteristico aspetto rigido e imponente. A questi livelli sedimentari sommariamente descritti se ne deve aggiungere un altro poco esteso nel territorio, ma molto profondo nella successione della litologia. Si tratta pure di sedimenti terrigeni costituiti di marne, fanghi calcarei, argilliti silicee con radiolari e lamellibranchi pelagici di dimensioni minuscole che marcano un periodo geologico esteso al periodo Triassico, si dividono facilmente in scagliette secondo i sottili piani di stratificazione e possono contenere aggregati di pirite di solito ossidata perciò solitamente di colore nero; questi sedimenti affiorano in un'area limitata del territorio, nella parte terminale della Valle del fiume San Leonardo. Fa parte dei sedimenti di bacino di mare aperto anche il Flysch Numidico, un corpo sedimentario costituito di argilliti e arenarie torbiditiche e quarzareniti; questo corpo sedimentario, imponente per vastità e potenza, inizia a depositarsi quando i margini continentali furono coinvolti in profonde deformazioni tettoniche a partire dall'Oligocene fino al Miocene. Il Flysch Numidico (OLIGOCENE – MIOCENE) è stato collocato a parte rispetto all'unità litologica in Facies Imerese per motivi legati alla formazione e al modello deposizionale; infatti non è stata riconosciuta la sua sicura continuità deposizionale con i sedimenti della Formazione Caltavuturo dell'unità in Facies Imerese. Nel territorio sono presenti altre formazioni sedimentarie, le Argille Variegate del periodo Cretaceo e la Formazione Polizzi (EOCENE SUPERIORE – OLIGOCENE), che non hanno alcun rapporto di affinità di modello deposizionale con le precedenti formazioni elencate. Queste ultime due formazioni sembrano non essere state coinvolte nelle mineralizzazioni oggetto di questa pubblicazione, il Flysch Numidico in qualche modo invece ha contribuito indirettamente offrendo probabilmente una copertura impermeabile alla risalita dei fluidi termali: se i fluidi in risalita sono impediti da una copertura impermeabile a fuoruscire, dovranno pur trovare altrove una via di fuoruscita.

## LA STORIA GEOLOGICA

Per semplificare l'esposizione degli eventi geologici che hanno determinato l'attuale assetto montuoso nel territorio, è sufficiente pensare immaginando, così da come è stata ricostruita la storia geologica della Terra nel corso degli ultimi anni di studi e ricerche, che all'inizio e per un lungo periodo molto lontano nel tempo centinaia di milioni di anni fa e prima che incominciassero ad agire le forze che hanno origine a grandi profondità all'interno della crosta terrestre, gli strati rocciosi ancora sottoposti ai processi di compattazione e litificazione avessero una disposizione pressoché piana sul fondo di un antico oceano in apertura e formazione, **Oceano Tetide**, e successivamente questa disposizione incominciò ad essere sottoposta a deformazioni ripiegamenti e fratturazioni perché quell'antico oceano fu coinvolto in altri processi deformativi come conseguenza di lenti e costanti movimenti di collisione di antiche placche continentali; tutto quanto mentre continuavano a depositarsi sul fondo di quell'antico bacino oceanico altri sedimenti. Questi eventi geologici iniziati già agli inizi dell'era **Mesozoica** e proseguiti fino all'**Oligocene**, come conseguenza dell'evoluzione tettonica a scala planetaria di antichi margini continentali, si intensificarono con mutate vicende di tettonica continentale di tipo compressivo in un intervallo di tempo compreso tra i ventiquattro

milioni e dieci milioni di anni fa, dall'**Oligocene** al **Miocene**, sconvolgendo profondamente l'antico bacino oceanico di sedimentazione. A questi eventi tettonici durante il **Pliocene** ne seguirono altri di rilevanza regionale, collegati all'**Orogenesi Alpina**, che hanno portato alla formazione dell'attuale struttura montuosa le cui rocce un tempo erano confinate nella crosta continentale. Da questo momento geologico in poi ha inizio il sollevamento di diversi settori geografici, accompagnato da un'attività tettonica di tipo disgiuntivo in ristrette aree di blocchi montuosi i cui effetti finali sono oggi visibili osservando i panorami montuosi intorno. Dell'antico **Oceano Tetide** restano ormai a testimonianza solo i sedimenti che vi si depositarono, oggi visibili come rocce che formano grandi complessi montuosi e rilievi isolati. Il fenomeno che ha prodotto le mineralizzazioni appare in qualche modo essere connesso alle ultime fasi dell'ultima parte dell'attività tettonica, durante la quale sono avvenuti sollevamenti differenziali di aree ancora sommerse e si sono prodotte le fratture di scivolamento che hanno messo a contatto rocce di formazioni diverse; le faglie avrebbero così offerto vie di risalita rapide ai fluidi idrotermali. Quest'ultima attività tettonica, abbastanza recente in termini di tempo geologico, è avvenuta nel **Pleistocene**, meglio noto come il **Quaternario**, non ancora cessata e in evoluzione.

## **IDROTERMALISMO**

L'acqua, sorgente di vita, nei confronti delle rocce è però un temibile agente corrosivo; scorrendo sul terreno e sulle rocce disgrega i minerali che le compongono e si carica di componenti chimici, producendo alla fine, in dipendenza delle condizioni ambientali, anche trasformazioni profonde nelle stesse rocce. Gran parte dell'acqua che cade sulla superficie della Terra si infiltra nel terreno iniziando un lungo cammino nelle profondità del sottosuolo; il percorso e la durata della permanenza dell'acqua nelle profondità dipendono dalla natura e dalla disposizione reciproca degli strati di rocce. La velocità di spostamento di infiltrazione dipende in ogni caso dalla natura delle rocce e da certe caratteristiche legate alla loro struttura. In particolari situazioni e condizioni strutturali della geologia del sottosuolo, le acque che si infiltrano, oltre a riscaldarsi secondo il gradiente geotermico locale, si arricchiscono di elementi chimici sottratti dalle rocce, trasformandosi in quelli che vengono chiamati genericamente fluidi termali o idrotermali più o meno ricchi di cationi di ioni alcalini e di gruppi anionici acidi. I gruppi anionici principalmente e solitamente disciolti in soluzione ionica nei fluidi sono il biossido di carbonio  $CO_2$ , e l'acido solfidrico  $H_2S$ . I fluidi termali alla fine del loro cammino risalgono rapidamente dal sottosuolo profondo lungo fratture che mettono a contatto rocce di diversa permeabilità, ad esempio strati di argille che sono impermeabili con strati di rocce calcaree che per natura e caratteristiche fisiche invece sono permeabili per fratturazione. In questo modo questi giungono alle sorgenti ancora relativamente caldi; in aree vulcaniche invece possono fuoriuscire con temperatura alta, prossime alla quella di ebollizione, e ricchi di minerali disciolti in soluzione. Delle acque del sottosuolo si può affermare che l'origine è esclusivamente meteorica; è acqua che scorre sul terreno dopo le piogge e lo scioglimento del manto nevoso, parte della quale si infiltra nel suolo iniziando un lungo e lento cammino nelle profondità del sottosuolo, permeando le rocce e diffondendosi fino a grandi distanze. Nel sottosuolo, in particolari situazioni geografiche e geologiche, sono possibili mescolamenti con acque di altra provenienza: acqua marina, oppure juvenile, ovvero acqua di origine vulcanica. Tuttavia studi sulle acque juvenili mediante analisi chimiche fisiche sugli isotopi dell'ossigeno hanno portato a concludere che il contributo dell'acqua juvenile nella composizione percentuale dell'acqua che circola nel sottosuolo è pressoché irrilevante e perciò la composizione delle acque termali può essere spiegata come un'evoluzione delle acque meteoriche che si infiltrano nelle profondità della crosta terrestre dove avvengono scambi di isotopi dell'ossigeno con le rocce. In definitiva le acque termali non sono che riciclaggio di acque superficiali di origine meteorica che si riscaldano scendendo in profondità (il gradiente geotermico è intorno a tre gradi centigrado per ogni cento metri,  $3^\circ C/100m$ , oscillando tra  $1,5^\circ C/100m$  e  $5,0^\circ C/100m$  e ancora di più nelle aree vulcaniche attive). I fluidi termali durante la permanenza a contatto con le rocce interagiscono con le stesse rocce comportando questo fatto uno scambio di componenti chimici che può produrre al termine una profonda alterazione nelle rocce; si tratta in questo caso di una trasformazione senza variazione di volume analoga al metasomatismo, che è una forma spinta di diagenesi, simile a quella che subiscono le rocce sedimentarie nelle quali, durante il seppellimento dei sedimenti, vecchi minerali vengono sostituiti parzialmente o totalmente da nuovi minerali di composizione chimica differente, in equilibrio con le nuove condizioni chimico fisiche in cui si trova la roccia; i minerali infatti si formano dalla precipitazioni e successivo accrescimento come aggregati cristallini a partire da ioni e cationi disciolti nei fluidi idrotermali e come conseguenza anche negli stessi fluidi può avvenire una cambiamento di composizione chimica. Durante l'interazione tra l'acqua e le rocce gli atomi dei componenti chimici subiscono un processo fisico selettivo di frazionamento dei rispettivi isotopi. Importanti informazioni, che possono essere rilevate con analisi geochimiche opportune, si registrano di conseguenza nella composizione chimica dei nuovi minerali e nelle rocce coinvolte. Lo studio dei risultati delle analisi chimiche condotti sugli isotopi possono fornire pertanto indicazioni sul percorso che compiono i fluidi, sulla loro origine e sulla formazione di nuovi minerali. L'alterazione idrotermale è un processo molto complesso che comprende una serie di modificazioni mineralogiche, chimiche e tessiturali derivanti dall'interazione delle

*soluzioni acquose calde con le rocce da esse attraversate. Le rocce che ne risultano assumono i tratti della eccezionalità, oltretutto di solito vi si trovano minerali in concentrazioni elevate. In definitiva, i processi di alterazione idrotermale sono controllati dalla natura delle rocce nelle quali avviene il processo, dalla la composizione dei fluidi in termini di concentrazione e attività chimica dei componenti disciolti in soluzione e infine dalla temperatura. Queste alterazioni delle rocce in campo minerario vengono denominati depositi idrotermali. I depositi di minerali di origine idrotermale sono in definitiva rocce geochimicamente e mineralogicamente anomale che si formano in risposta a complessi processi e reazioni fisiche e chimiche.*

## **IL FRAZIONAMENTO ISOTOPICO**

Il frazionamento isotopico è l'insieme dei processi chimici, fisici e biologici che conducono alla separazione delle diverse "specie" isotopiche di uno stesso elemento, con conseguenti diverse concentrazioni nell'ambiente. Trova impiego nello studio dei processi geochimici come la precipitazione della calcite, in quelli atmosferici nei processi legati al ciclo evaporazione e condensazione dell'acqua e in quelli biologici legati alla fotosintesi; e altri campi ancora dove gli isotopi degli elementi sono coinvolti in reazioni chimiche.

*Le cause che stanno alla base del frazionamento isotopico sono legate al comportamento degli isotopi di uno stesso elemento quando i composti chimici che li contengono sono coinvolti in fenomeni fisici oppure chimici; detto molto semplicemente gli isotopi più leggeri sono più reattivi di quelli pesanti. Come conseguenza, i composti chimici che contengono gli isotopi più leggeri di una stessa specie atomica: a) reagiscono più velocemente nei fenomeni chimici, cosicché gli isotopi più leggeri tendono a concentrarsi nei prodotti finali; b) si muovono più rapidamente nei processi fisici di trasporto, ad esempio nell'evaporazione, cosicché gli isotopi più leggeri tendono a concentrarsi nei gas o nei vapori. L'entità di queste concentrazioni può essere misurata solo con apparecchiature in grado di rilevare il peso atomico di piccole quantità dei composti. Un esempio. Per stabilire l'origine, il percorso e la permanenza delle acque nel sottosuolo si ricorre ad analisi geochimiche basate sulla determinazione finale del rapporto tra gli isotopi dell'Ossigeno su campioni di acqua prelevati opportunamente in punti diversi di una area che presenti caratteri di unitarietà geologica. In particolare, l'isotopo che per così dire marca l'origine delle acque è l'isotopo pesante dell'ossigeno, ovvero Ossigeno Diciotto indicato in chimica con la notazione  $^{18}\text{O}$ . In sostanza variazioni significative del  $^{18}\text{O}$  possono rivelare la provenienza dell'acqua, oppure consentire di costruire un modello geochimico di formazione dei minerali che nella composizione chimica mineralogica contengono l'ossigeno. L'Ossigeno in natura è presente principalmente e significativamente con due suoi distinti isotopi, uno detto ossigeno leggero, ovvero Ossigeno Sedici  $^{16}\text{O}$ , abbondante in natura con percentuali intorno 99,76% e l'altro ossigeno pesante, ovvero ossigeno  $^{18}\text{O}$ , con percentuali intorno a 0,20%. Ne esiste un altro isotopo, Ossigeno Diciassette,  $^{17}\text{O}$ , ma in percentuali pressoché irrilevanti intorno a 0,04%. L'ossigeno è legato all'acqua e perciò la accompagna nel suo ciclo naturale, evaporazione condensazione e precipitazione sotto forma di pioggia o neve; in questo processo l'acqua di evaporazione, che va a formare poi le nuvole risulta impoverita di  $^{18}\text{O}$  che pesa di più del  $^{16}\text{O}$ . Considerazioni analoghe valgono pure per il Carbonio, che in natura è presente con gli isotopi Carbonio Dodici,  $^{12}\text{C}$  e Carbonio Tredici,  $^{13}\text{C}$ ; in verità esiste una lunga serie di isotopi del carbonio, fino a Carbonio Ventidue,  $^{22}\text{C}$ , di questi, il Carbonio Quattordici  $^{14}\text{C}$ , un isotopo radioattivo, ha un uso pratico, venendo utilizzato per datare l'età di antichi documenti, ossa di animali, oppure piante. I fluidi idrotermali sono costituiti essenzialmente di acqua che nella composizione chimica contiene atomi di ossigeno in un ben determinato rapporto isotopico di Ossigeno Diciotto e Ossigeno Sedici, cioè dal rapporto  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . Dalla conoscenza di questo rapporto, nel caso dell'acqua, si può tentare di risalire all'origine del fenomeno e ai processi geochimici che hanno prodotto i minerali; analoghe considerazioni valgono per gli isotopi del Carbonio e dello Zolfo, cosicché è possibile ricostruire quali interazioni sono avvenute tra fluidi e minerali. Per essere precisi, quello che si calcola non è, nel caso dell'ossigeno, il rapporto  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , ma lo scarto relativo del rapporto rispetto ad un valore standard assunto come rappresentativo, di solito riferito all'ossigeno dell'acqua marina; lo scarto può essere positivo oppure negativo, in dipendenza di un arricchimento o un impoverimento di  $^{18}\text{O}$ .*

## Significato di alcuni termini

**Analisi diffrattometrica** - La diffrattometria, a raggi X, è uno metodo di analisi per determinare la composizione mineralogica delle rocce sedimentarie; la tecnica si basa nella fratturazione dei campioni di rocce fino a ridurli in polvere e nella successiva esposizione a un fascio di raggi X; dall'esame delle analisi si ottengono informazioni sulla composizione dei minerali presenti nelle rocce

**Bentonite** - un minerale argilloso prodotto dalla decomposizione della cenere vulcanica.

**Calcarenite** - roccia calcarea detritica a grana media, composto da frammenti calcarei di dimensioni tra mm 0,062 - 2,00 con cemento frequentemente calcareo. Gli inclusi possono essere costituiti da impalcature di frammenti di organismi fossili (biocalcareniti) o da sabbia calcarea.

**Calcirudite** - Calcarea detritica grossolana composta da frammenti calcarei di dimensioni singole maggiori di 2 mm, con cemento frequentemente calcareo. Gli inclusi possono essere costituiti da impalcature frammentarie di organismi fossili o da elementi calcarei litoidi.

**Carotaggio** - da Wikipedia: tecnica di campionamento adottata durante la ricerca di risorse minerarie nel sottosuolo con perforazione di pozzi o sondaggi, in archeologia, per l'analisi del terreno, per la ricerca del petrolio o altre attività di scavo a scopi di ingegneria civile, e consiste in prelievi di campioni di roccia cilindrici a scopo di analisi chiamati carote.

**Carsismo** - Il termine carsismo indica l'attività chimica esercitata dall'acqua, soprattutto su rocce calcaree, sia di dissoluzione, che si manifesta con azione corrosiva, sia di precipitazione che si manifesta con formazioni di concrezioni, ad esempio formazione di stalattiti nelle grotte. - **c. epigeo**, che interessa le rocce affioranti in superficie esposte alla pioggia.

**Clivaggio** - sinonimo di frattura.

**Diaclasi** - frattura nella roccia dove non vi è stato alcun movimento laterale nel piano della frattura. Le diaclasi in genere hanno una spaziatura regolare e, in genere, si trovano a raggruppate come a formare un reticolo di fratture. Le diaclasi possono essere aperte oppure chiuse, riempite di materiale secondario.

**Diagenesi** - l'insieme dei processi fisici e chimici che subiscono i sedimenti, in tempi più o meno lunghi, durante e dopo la loro deposizione, che li trasformano in una roccia sedimentaria stabile; questo processo si svolge a profondità moderate sotto il fondo dei bacini di accumulo dei sedimenti ed è controllato perciò dalla pressione e dalla temperatura dei sedimenti stessi. Il processo avviene con espulsione dell'acqua presente nei sedimenti ancora sciolti.

**Diaspro** - è una roccia sedimentaria formata da un unico minerale, composta da quarzo microcristallino, SiO<sub>2</sub>, contenente di solito impurità che conferiscono alla roccia vivaci colorazioni. Si forma per sedimentazione e precipitazione di silice forma di "gel" che in seguito si solidifica formando rocce stratificate dall'aspetto molto caratteristico, le **radiolariti**.

**Diffrattometria** - vedi Analisi diffrattometrica.

**Dolomia dolomitica** - è una roccia sedimentaria carbonatica costituita principalmente dal minerale dolomite, chimicamente un carbonato doppio di calcio e magnesio.

**Ellipsactine** - sono spugne a scheletro calcareo che vissero prevalentemente dal Giurassico superiore al Cretaceo inferiore, cioè tra circa 150 e 130 milioni di anni fa. Il loro scheletro è costituito da lamine concentriche sorrette da pilastri ed attraversate da canali e tubi radiali.

**Energia  $\gamma$**  - energia da raggi gamma, in fisica nucleare i raggi gamma, indicati con la lettera greca minuscola gamma  $\gamma$ , sono una forma di radiazione luminosa invisibile prodotta nei processi nucleari o subatomici consistente nell'emissione di fotoni ad alta energia. I raggi gamma,  $\gamma$ , sono molto più penetranti e pericolosi dei raggi X impiegati nelle comuni radiografie

**Epirogenesi** - movimenti lentissimi d'innalzamento o abbassamento della crosta terrestre, cui sono generalmente associati avanzamenti o ritiro delle acque marine con importanti modificazioni delle linee di costa. I movimenti epirogenetici possono produrre faglie e distorsioni differenziali nelle rocce. Le cause di tali movimenti sarebbero da ricercarsi nel riequilibrio isostatico cui tendono le masse continentali coinvolte in grandi processi orogenetici.

**Faglia** - frattura delle rocce che ha prodotto un movimento relativo delle parti in contatto, le fratture si possono estendere fino a migliaia di chilometri lungo la superficie terrestre e decine di chilometri in profondità. Le faglie si classificano in: faglia normale o di distensione, faglia inversa o di compressione, faglia trascorrente con spostamento tra le parti sul piano orizzontale.

**Falesia** - è una costa rocciosa con pareti a picco, alte e continue.

**Flysch Numidico** - una vasta formazione di arenarie quarzose alternate con argille sabbiose a grana molto fine presente in tutta la regione, raggiunge notevoli spessori dell'ordine di qualche migliaio di metri.

**Frattura** - in geologia il termine implica una rottura delle rocce lungo una o più direzioni; il termine si applica sia a rocce che a minerali.

**Frazionamento isotopico** - **a)** processo di natura chimica che comporta una diversa distribuzione degli isotopi di uno stesso elemento in composti finali di composizione chimica diversa, oppure **b)** processo di natura essenzialmente fisica, ad esempio evaporazione dell'acqua, che comporta la separazione degli isotopi di ossigeno più pesanti nella fase liquida da quelli più leggeri che invece tendono ad accumularsi nella fase di vapore.

**Freatico, acqua freatica** - acqua sotterranea che scorre su strati rocciosi impermeabili.

**Ganga** - il materiale sterile, ovvero privo di interesse economico, che si trova associato ai minerali utili in una miniera.

**Isotopo** - Un atomo che differisce da un altro atomo di identiche caratteristiche chimiche solo per il suo peso. Tutto l'Universo è formato di atomi, il numero dei singoli tipi di atomi esistenti in natura non supera il centinaio, ciascun tipo di atomo però è presente nell'Universo in una quantità numerica pressoché infinita. Ogni atomo è formato di elettroni protoni e neutroni, la somma dei protoni e dei neutroni è il peso atomico dell'atomo, gli elettroni non si considerano perché circa 2000 elettroni pesano quanto un protone, o un neutrone; per ciascun tipo di atomo il numero dei protoni è sempre lo stesso. In natura ciascun atomo, esempio l'atomo di oro di ferro di ossigeno zolfo carbonio ecc., però può avere uno o più isotopi; perciò gli isotopi differiscono tra loro solo per il numero di neutroni presenti nel nucleo atomico, cosicché isotopi dello stesso atomo hanno peso atomico diverso.

**Litificazione** - La litificazione è la trasformazione di un sedimento in una roccia sedimentaria a partire dalla deposizione di un sedimento sul fondo del mare o di un lago; la trasformazione conduce, per l'appunto, alla litificazione. La trasformazione avviene in due fasi successive, costipamento dei sedimenti e diagenesi del materiale che compone il sedimento.

**Lutite** - dal latino lutum, fango, granulometria dim. mm 0,04-0,062.

**Metasomatismo** - processo che comporta la parziale o totale trasformazione chimica delle rocce, con sostituzione e rimpiazzamento di alcuni composti; il processo si svolge a grandi profondità oppure e anche a diretto contatto con masse magmatiche.

**Micrite** - calcilitite = argilla calcarea litificata.

**Minerogenesi** - è il processo che porta alla formazione dei minerali. I minerali sono il risultato di una serie di trasformazioni fisiche e chimiche che si sono verificate nel corso delle varie ere geologiche e che si verificano tuttora. Il tempo occorrente può variare enormemente, da pochi secondi a migliaia di anni. La formazione può avvenire in ambiti geologici diversi: magmatico, sedimentario e metamorfico.

**Minerogenesi minerogenetica** - processo che porta alla formazione dei minerali. I minerali sono il risultato di una serie di trasformazioni fisiche e chimiche che si sono verificate nel corso delle varie ere geologiche e che si verificano tuttora. Il tempo occorrente può variare enormemente, da pochi secondi a migliaia di anni.

**Orogenesi, orogenetica** - è l'insieme dei processi che in un lungo periodo di tempo geologico portano alla nascita e formazione di catene montuose.

**Orografia** - parte della geografia fisica che studia i rilievi della Terra, sia quelli della superficie sia quelli sottomarini.

**Ossidazione e riduzione** - ossidazione e riduzione, indicata anche con redox (composto dall'inglese reduction, riduzione e oxidation, ossidazione), sono processi chimici complementari che comportano una perdita di elettroni (ossidazione) da parte di un reagente e un corrispondente acquisto di elettroni (riduzione) da parte di un altro, il processo di ossidoriduzione avviene contemporaneamente e in quantità corrispondenti.

**Paleogeografia** - si occupa di definire le forme e le caratteristiche presentate dalle terre emerse e dai bacini marini e oceanici nel corso delle ere geologiche attraverso lo studio delle rocce sedimentarie.

**Pelite** - (dal greco πηλός = fango, argilla) una roccia derivata da un originario sedimento fangoso avente granulometria minore di 1/16 di mm, composto prevalentemente di minerali della famiglia delle argille.

**Petrologia** - termine che indica lo studio delle rocce in tutti i loro aspetti, includendo la loro mineralogia, la struttura, la tessitura, l'origine, gli affioramenti, l'alterazione e le possibili relazioni con altre rocce.

**Quarzarenite**: arenite formata di grani di quarzo.

**Radiolari** - I Radiolari sono protozoi caratterizzati da uno scheletro siliceo e dalla divisione del corpo molle in una capsula centrale, contenente l'endoplasma, e l'ectoplasma circostante.

**Radiolarite** - La radiolarite o selce a radiolari è una roccia sedimentaria molto ricca in biossido di silicio che si può considerare una varietà di selce, si forma in depositi primari e contiene microfossili di **radiolari**.

**Rudite** - roccia clastica sedimentaria formata di frammenti di rocce i cui grani sono almeno due millimetri di diametro.

**Selce** - è una roccia sedimentaria composta quasi esclusivamente di silice, ovvero di quarzo microcristallino che nella struttura molecolare contiene acqua ( $\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ ). Si forma per accumulo di resti di organismi a guscio o scheletro siliceo quali radiolari, diatomee e spugne, prendendo il nome di radiolarite o diatomite; oppure per segregazione e accumulo di silice, proveniente da rocce terrigene e rocce carbonatiche. Varietà importanti ricercate per fini ornamentali della selce sono ad esempio: gli opali, le agate, il calcedonio, l'onice.

**Stratigrafia** - studio della natura e delle caratteristiche del terreno attraverso l'esame degli strati rocciosi che affiorano alla superficie della terra oppure nel sottosuolo.

**Terre Rare** - sono un gruppo di 17 elementi chimici della tavola periodica, precisamente scandio, ittrio e i lantanoidi. Scandio e ittrio sono considerati "terre rare" poiché generalmente si trovano negli stessi depositi minerali e possiedono proprietà chimiche simili.

**Tessitura, tessiturale** - in geologia è definita come l'insieme delle caratteristiche geometriche di una roccia, in genere visibili a scala microscopica o con l'aiuto di una lente d'ingrandimento, in taluni casi la tessitura può essere definita anche da osservazioni a occhio nudo.

**Tetide** - antico oceano disposto in senso Est-Ovest che, nei tempi geologici compresi tra il Permiano ed il Miocene, separava l'Africa settentrionale dall'Europa e dall'Asia. L'apertura dell'Oceano Tetide avvenne circa 250 milioni di anni fa, tra il Permiano ed il Triassico inferiore e portò alla separazione tra un blocco continentale settentrionale (Laurasia) ed uno meridionale (Gondwana). L'allontanamento delle due parti del Pangea proseguì fino al Giurassico, quando i movimenti delle placche tettoniche si invertirono ed iniziò una contrazione dell'Oceano Tetide stesso.

**Tettonica** - (dal greco τέκτων, tēktōn che significa "costruttore") studio dei principali caratteri strutturali della crosta terrestre o delle strutture geologica generale di una regione.

**Tettonica delle placche (continentali)** - la teoria della tettonica delle placche suddivide la crosta terrestre in grandi placche continentali o zolle tettoniche, ciascuna delle quali è in lento movimento l'una rispetto all'altra. Questa teoria è in grado di spiegare, in maniera integrata e con conclusioni interdisciplinari, importanti fenomeni che interessano la crosta terrestre quali: attività sismica, orogenesi e vulcani. Le placche maggiori sono: Placca Antartica, Placca Sudamericana, Placca Africana, Placca Indo-Australiana, Placca Pacifica, Placca Nordamericana e Placca Euroasiatica. Nel testo, si fa riferimento alla Placca Euroasiatica e quella Africana.

**Tettonica disgiuntiva** - deformazione tettonica caratterizzata da faglie e fratture;

**T. plicativa** - deformazione tettonica caratterizzata da ripiegamenti degli strati.

## Riferimenti bibliografici

*Documentazione bibliografica reperibile in gran parte solo presso le biblioteche universitarie.*

**Alaimo R. et All.** - GEOCHIMICA DELLE SORGENTI TERMALI SICILIANE – RENDICONTI Società di Mineralogia e Petrografia, 34 (2), 1978: pp-577-590.

**Bellanca A. et All.** - Fluid inclusions in fluorite mineralizations of northwestern Sicily, Italy, Elsevier Chemical Geology - CHEM GEOL 01/1987; 61:209-216. DOI:10.1016/0009-2541(87)90040-4

**Bellanca A. et All.** – RARE AND MINOR ELEMENT DISTRIBUTION AND PETROGRAPHIC FEATURES OF FLUORITES AND ASSOCIATED MESOZOIC LIMESTONES OF NORTHWESTERN SICILY – Chemical Geology, 32 (1981) 255-299 – Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – 1981.

**Bellanca A. et All.** - STUDIO ISOTOPICO, CHIMICO E TESSITURALE SU MATERIALI CARBONATICI ASSOCIATI A MINERALIZZAZIONI DI FLUORITE E BARITE NELL'AREA DI TERMINI IMERESE (SICILIA) – RENDICONTI Società di Mineralogia e Petrografia, 38 (3): pp.1251-1261- 1983.

**Bellanca A. et All.** - RARE-EARTH ELEMENTS AND STABLE ISOTOPES CARBONATE ASSOCIATED WITH FLUORITE BARITE MINERALIZATIONS IN NORTHWESTERN SICILY - RENDICONTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI MINERALOGIA E PETROLOGIA, 1985, Vol. 40 pp. 377-384

**Catalano et All.**, – Note Illustrative della Carta Geologica D'Italia, alla scala 1:50.000, foglio 609-596 TERMINI IMERESE – CAPO PLAIA, ISPRA – 2011.

**Claude-Jean Allègre/ Gil Michard** – LA GEOCHIMICA – Storia e sviluppo delle conoscenze nella chimica della sfera terrestre - Newton Compton editori – 1977.

**D.G.A. Whitten, J.R.N. Brooks** - dizionario di geologia – Arnoldo Mondadori Editore, 1978.

**Ente Parco delle Madonie** - Guida Geologica del Parco delle Madonie, 2012

**P. ORLANDI et All.** - LA MINERALIZZAZIONE IDROTERMALE A SOLFURI DI FERRO E BARITE NEI PRESSI DI CASCIANA TERME (VAL D'ERA, TOSCANA) - Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, 110 (2005) pagg. 61-66.

**Speciale F.** – *La facies del "Bacino Imerese" nell'entroterra termitano.* Tesi di laurea inedita, Università degli studi di Palermo, 1974.

### Testi utili da consultare

**Guida Geologica del Parco delle Madonie**, Ente Parco delle Madonie, Università degli Studi di Palermo, II ed. 2012.

**Monte San Calogero**, la riserva, l'ambiente, la storia, AZIENDA REGIONALE FORESTE DEMANIALI, dicembre 2003.

Prima edizione ISBN 978-88-88335-72-8