

MOSTRA FORNACE CAROTTA DAL 23/3/2007 AL 30/3/2007

“L’ARTE MINERARIA”

In seguito ad accordi con il Consiglio di Quartiere n. 5 Savonarola-Armistizio Vi comunichiamo le date nelle quali sarà effettuata la mostra del G.M.P.E. “L’arte mineraria”:

Da venerdì 23 marzo 2007 a venerdì 30 marzo 2007

Per la preparazione abbiamo a disposizione il giorno **giovedì 22 marzo 2007** (dalle ore 9 alla 12 e dalle 15 alle 17) e per il disallestimento il giorno di **sabato 31 marzo 2007** (dalle ore 9 alle ore 13)

Invitiamo, fin d’ora, tutti i soci a collaborare fattivamente per l’organizzazione e per la assistenza alle visite guidate

Il Comitato Organizzatore

Calendario delle prossime attività

CONFERENZE:

12 gennaio 2007: relatore socio **Giuseppe Sanco** “Il diamante”

2 febbraio 2007: relatore dott. **Paolo Sudiro**: “Origine dei giacimenti petroliferi”

2 marzo 2007: relatore dott. **Alessandro Guastoni**: “Le pegmatiti del Maine (U.S.A.)”

Le riunioni si effettuano presso la sala U. Baro della sede del Quartiere 3 Brenta – Venezia – Forcellini – Camin in via S. Marco 300 a Ponte di Brenta. Le conferenze hanno inizio alle ore 21 e normalmente finiscono entro le 23.

GRUPPO MINERALOGICO PALEONTOLOGICO EUGANEO

c/o Presidenza via Gonzati, 12 - 35127 Padova. Informazioni 340 3927235

Riunioni: il primo venerdì del mese, ore 21 presso il Quartiere 3 “Est”, Via S. Marco, 300 - Padova

e-mail del GMPE: gmpe@gmpe.it

Sito web: <http://www.gmpe.it/>



G.M.P.E.

GRUPPO MINERALOGICO PALEONTOLOGICO EUGANEO

NOTIZIARIO

N. 52 - dicembre 2006

Stampato in proprio

Origine dei giacimenti petroliferi

di Paolo Sudiro

Gli idrocarburi sono composti chimici formati da Carbonio e Idrogeno, con percentuali minori di Ossigeno, Azoto e Zolfo. Si tratta di molecole piuttosto comuni nell’universo: il metano è un normale componente dei gas vulcanici; vari idrocarburi formano l’atmosfera e gli oceani di Titano, il più grande satellite di Saturno, ed erano probabilmente presenti nell’atmosfera originaria della Terra. Gli idrocarburi sono così abbondanti nello spazio da formare un tipo particolare di meteoriti, le condriti carboniose, e sono comuni nelle nubi interstellari di polveri e gas. Infine, sul nostro pianeta si è potuta sviluppare la vita partendo da un ambiente del tutto sterile solo perché molecole complesse di idrocarburi vengono sintetizzate da reazioni inorganiche.

Tuttavia, nonostante l’abbondanza di idrocarburi di origine inorganica, e la relativa facilità con cui si formano, è ormai ampiamente dimostrato gli idrocarburi accumulati nei giacimenti petroliferi hanno avuto un’origine esclusivamente biologica: innanzi tutto gli idrocarburi vengono rapidamente degradati alle alte temperature e sono quindi incompatibili con le condizioni termiche degli ambienti magmatico e metamorfico; inoltre, tutte le rocce ricche di idrocarburi, anche se hanno subito metamorfismo, erano in origine sedimentarie e la grande maggioranza dei giacimenti è ospitata all’interno di rocce sedimentarie, mentre i giacimenti in rocce metamorfiche o magmatiche sono piuttosto rari, quindi esiste un costante rapporto tra gli idrocarburi e l’ambiente sedimentario. Infine, per mezzo di analisi geochimiche sugli idrocarburi dei singoli giacimenti e rocce madri, è possibile identificare il tipo di organismi che li hanno prodotti.

Nelle foreste una grande quantità di detrito vegetale sfugge alla decomposizione perché viene rapidamente coperta da sedimenti alluvionali, o perché cade in stagni e laghi dove l’accumulo continuo di materiale organico in decomposizione elimina tutto l’ossigeno. Con il procedere del seppellimento si formano torba, lignite e infine carbone. Se il carbone viene portato a profondità ancora maggiori, produce gas: il famoso grisou, o gas di miniera, che provoca disastrose esplosioni nelle miniere di carbone, è formato da sacche di metano all’interno dei filoni di carbone.

Altri detriti vegetali vengono trasportati in bacini marini o lacustri e si accumulano sui fondali più profondi o nelle lagune costiere con ridotta circolazione e ricambio di ossigeno. Anche i resti di alghe e organismi planctonici si accumulano continuamente nel sedimento e, se l'ambiente in cui si depositano è povero di ossigeno, oppure il tasso di sedimentazione è molto elevato per cui la materia organica viene sepolta rapidamente, possono sfuggire alla decomposizione: può sembrare incredibile che gran parte del petrolio mondiale sia stato prodotto da batteri e alghe unicellulari, ma è stato calcolato che il plancton costituisca attualmente oltre il 70% della biomassa degli oceani e solo il 30% sia rappresentato dagli organismi pluricellulari (alghe, molluschi, crostacei, pesci, balene...).

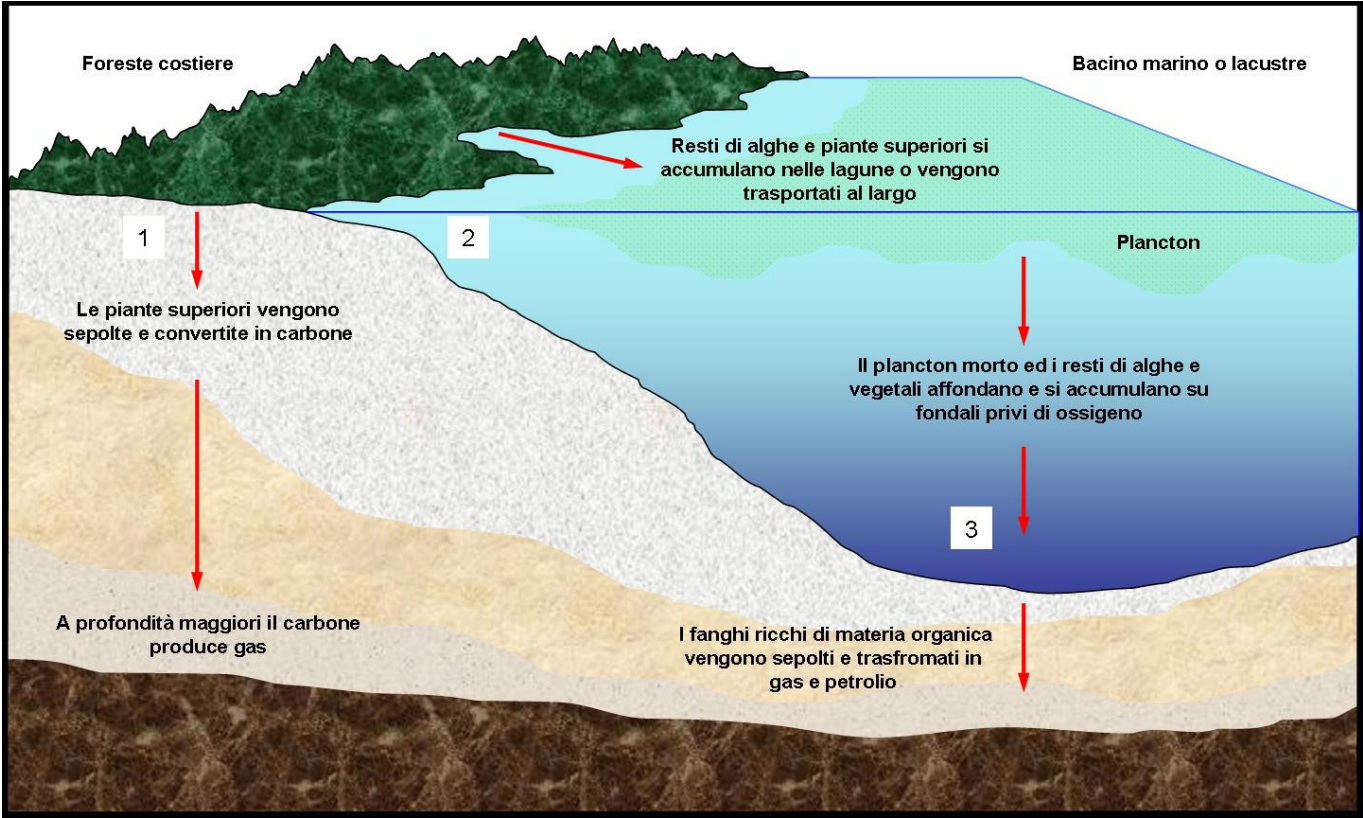


Fig 1 – Esempio di alcuni ambienti in cui può accumularsi la materia organica che verrà poi convertita in idrocarburi: 1) foreste; 2) zone costiere poco profonde, come ad esempio le lagune e le foci dei fiumi; 3) bacini marini e laghi profondi.

Normalmente gli ambienti più favorevoli all'accumulo ed alla preservazione della materia organica sono i fondali marini, le lagune, i laghi e le paludi, dove la concentrazione di ossigeno è ridotta per la scarsa circolazione al fondo e l'assenza di correnti, o perché l'alta produttività biologica in superficie consuma tutto l'ossigeno disponibile. In questi stessi ambienti tendono anche a depositarsi detriti molto fini, come le argille ed i fanghi calcarei, che formano sedimenti poco permeabili in grado di sigillare gli strati sottostanti, impedendo la circolazione di fluidi e l'eventuale ossidazione della materia organica dopo il seppellimento.



Ametista - Vera Cruz (Messico)

La mitologia narra che Ametista era una bellissima ninfa corteggiata prepotentemente da Bacco. Per porre fine a queste continue e pesanti attenzioni volle trasformarsi in uno stupendo quarzo. Bacco indispettito dal fatto, getto sulla stupenda pietra incolore del vino che trasformò il quarzo in ametista. Da qui nasce la leggenda che attribuisce a questo minerale viola la virtù di preservare gli uomini dal vizio dell'alcol.

I principali elementi che entrano nella composizione dell'ametista sono il silicio e l'ossido di manganese, minerale che spesso determina la colorazione violacea dell'ametista, colorazione che viene meno allorquando la pietra venga sottoposta ad elevato calore.

L'ametista viene utilizzata per la fabbricazione di vasi, scatole ed ornamenti per arredi sacri e per altari. In occasione dell'esposizione vaticana per il giubileo di Leone XIII fu esposta una tiara pontificia con incastonate molte gemme fra le quali spiccavano quattro grandi e stupende ametiste.

L'ametista è, inoltre, la gemma che viene usata per ornare l'anello pastorale dei prelati le cui vesti sono pure di color violetto, perciò viene chiamata anche "pietra di vescovo". Questa gemma venne utilizzata dai vescovi, a preferenza di altre, poiché il colore viola rappresenta il simbolo della modestia, virtù che non deve mai essere abbandonata anche se collocati in gradi elevati.

Questa pietra, che è abbastanza dura, fu molto usata dagli antichi per farne cammei con incise sopra delle figure: Plinio la definì "sculpturis facile". Essa si usava per incidervi la figura di Mercurio e si diceva che, per influsso degli astri, colui che la portava diventava sapiente. Altri dicevano che l'ametista, con sopra scolpite le figure del sole e della luna unite a capelli di cinocefalo o a penne di rondine, aveva la proprietà di impedire sortilegi e malie.

Gerolamo Cardano, noto matematico del '600, raccolse nei suoi libri numerose favole e credenze fra cui quella che l'ametista, posta sopra l'ombelico, oltre che impedire che i fumi del vino salissero alla testa, rendeva sveglio e scaltro chi la possedeva, il quale pure, se andava in battaglia, con l'ametista addosso, diventava destro e valoroso.

Si diceva, inoltre, che l'ametista dissipava la forza dei veleni, procurava la stima degli altri e l'amore dei principi. Infine si ricorreva alle arcane virtù dell'ametista nel caso di matrimoni infecondi.

Come bere il vino fa l'uomo più aperto e sincero (è noto l'adagio latino "in vino veritas"), così l'ametista divenne il simbolo della "sincerità" (in quanto godeva già della reputazione di dissipare gli abusi del bere). Per lo stesso motivo esprime anche la "sobrietà", virtù che purtroppo, quando è dimenticata, pone l'essere ragionevole al di sotto degli stessi bruti.

L'ametista ricorda i proverbi:

“dove entra il bere se ne esce il sapere”

e

“uomo di vino non vale un quattrino”.

Già a temperatura e pressione normali, in mancanza di ossigeno, i batteri anaerobici decompongono i resti organici nel giro di pochi giorni liberando metano. Nonostante l'emissione di gas infiammabile dalle paludi fosse un fenomeno noto da secoli, Alessandro Volta fu il primo a studiare in modo sistematico il cosiddetto gas di palude, scoprendo appunto il metano e deducendo che provenisse dalla decomposizione di sostanze animali e vegetali.

Se i depositi fangosi in cui il materiale organico è accumulato vengono sepolti da nuovi sedimenti e portati a profondità sempre maggiori, subiscono un progressivo aumento di pressione e temperatura che trasforma il sedimento in roccia. Mentre il sedimento subisce i processi diagenetici, ovvero le reazioni chimiche e fisiche che trasformano il detrito sciolto in roccia solida, la materia organica al suo interno viene riscaldata a sua volta fino a raggiungere le temperature della finestra petrolifera, tra 80 e 180°C: temperature minori non permettono lo sviluppo delle reazioni che trasformano la materia organica in petrolio e temperature superiori la distruggerebbero producendo metano, acqua e anidride carbonica.

La generazione di idrocarburi a partire dalla materia organica indecomposta viene chiamata maturazione e consiste essenzialmente nella progressiva trasformazione delle molecole organiche che perdono gradualmente Idrogeno e Ossigeno (sotto forma di acqua) e altri elementi minori, concentrando il Carbonio. I sedimenti argillosi in cui si accumula la materia organica sono spesso ricchi di elementi metallici che agiscono da catalizzatori, abbassando la temperatura necessaria al procedere delle reazioni chimiche. La materia organica di Tipo I (alghe marine e di acqua dolce) e Tipo II (fitoplancton, spore e batteri) produce prima petrolio e poi gas; il Tipo III (resti di piante superiori), a causa degli Indici di Ossigeno e Idrogeno iniziali, può produrre solo gas; il Tipo IV è la materia organica "esausta", ovvero il residuo rimasto intrappolato in una roccia madre che ha già prodotto idrocarburi ma che può ancora generare gas disgregandosi in molecole più semplici per ulteriore riscaldamento. Se tutto l'Idrogeno e tutto l'Ossigeno venissero espulsi, e con loro anche gli altri elementi minori come Zolfo e Azoto, si otterrebbero molecole di Carbonio puro. Il carbonio puro forma, a pressioni relativamente basse, la Grafite, che è un minerale abbastanza comune di alcune rocce metamorfiche, e, a pressioni molto alte (migliaia di atmosfere, corrispondenti ad una profondità di centinaia di chilometri) il Diamante.

Le rocce all'interno delle quali si è accumulata la materia organica, e nelle quali si sviluppano le reazioni che la trasformano in petrolio, sono dette rocce madri e, normalmente, non sono le stesse dalle quali il petrolio viene poi estratto: infatti, nonostante siano ricche di idrocarburi e possano costituire degli accumuli importanti, sono molto poco permeabili e non li lasciano fluire con la velocità necessaria allo sfruttamento economicamente vantaggioso con i metodi tradizionali dell'industria petrolifera.

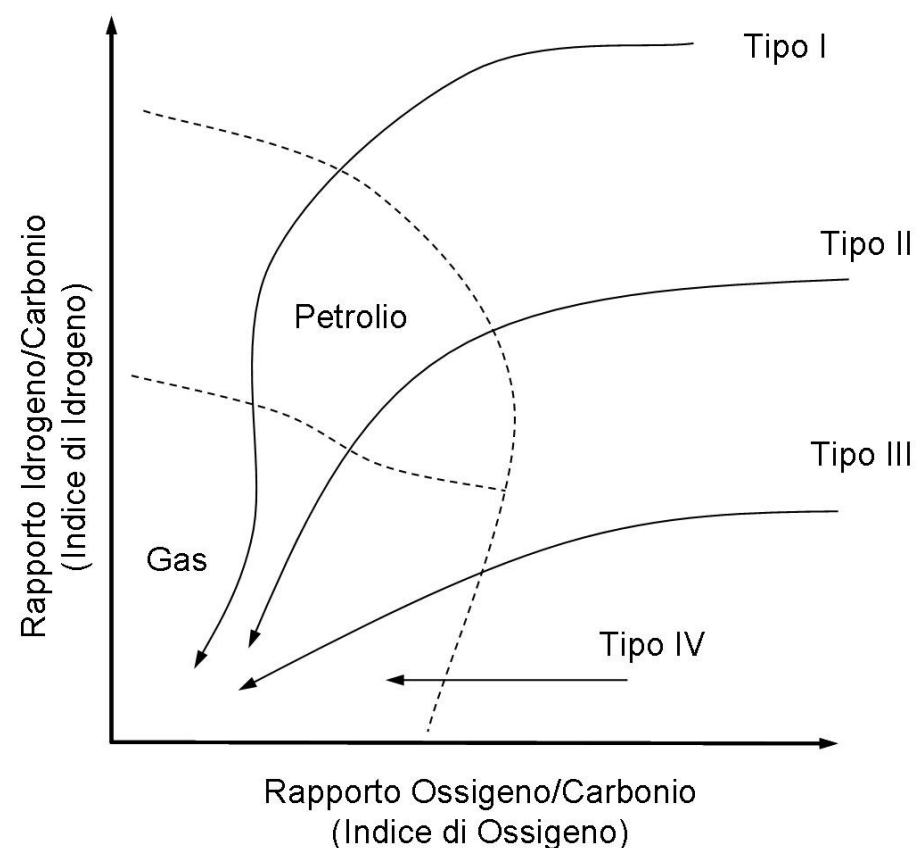


Fig 2 – Il diagramma di van Krevelen illustra i percorsi di maturazione dei vari tipi di materiale organico: all'aumentare della maturazione (crescente da destra verso sinistra e dall'alto in basso) la concentrazione di Carbonio nelle molecole organiche aumenta rispetto all'Ossigeno e all'Idrogeno.

Tuttavia, durante la compattazione i fluidi presenti nei pori della roccia (acqua salata e idrocarburi) vengono espulsi e, nel corso di alcuni milioni di anni, migrano lateralmente per distanze spesso considerevoli (alcune decine di chilometri) verso zone a minore pressione accumulandosi nelle rocce serbatoio.

In passato, nel XVIII e XIX secolo, gli “scisti bituminosi” erano sfruttati sistematicamente: la prima attività “petrolifera” in Scozia, ad esempio, risale alla metà dell’800, quando si scavavano rocce ricche di materia organica in cave e miniere e poi le si “cuoceva” per estrarne il bitume. Alcuni grandi giacimenti del Mare del Nord sono stati alimentati da idrocarburi provenienti dalla stessa roccia madre, sepolta sotto il fondale marino, che sulla terraferma veniva sfruttata nelle miniere. Sempre gli scisti bituminosi stanno attirando oggi l’interesse delle grandi compagnie petrolifere, perché l’attuale prezzo del petrolio rende conveniente lo sfruttamento anche di questi giacimenti costosi da produrre: in Canada ci sono giacimenti di scisti bituminosi poco profondi, all’interno dei quali viene pompato del vapore ad alta temperatura attraverso pozzi di iniezione, in modo da fluidificare il petrolio viscoso che viene estratto dai pozzi di produzione. Per garantire il flusso del petrolio attraverso la roccia poco porosa, il giacimento viene pressurizzato per indurre la fratturazione della roccia ed aumentarne artificialmente la permeabilità.

L’ ametista nella credenza popolare

di Giuseppe Sanco

Il nome deriva dal greco (letteralmente: “non sono ubriaco”); termine che i greci le diedero perché era generalmente opinione che questa pietra avesse il potere di togliere i fumi dell’ubriachezza, anzi di impedirla in coloro che erano particolarmente dediti al vino.

Per un’altra ragione gli ebrei la chiamarono “acholma” (da “cholm = sogno), attribuendole la proprietà di procurare sogni piacevoli a chi si muniva di questa pietra; mentre i caldei la chiamarono “onkelos” (occhio di vitello), traendone il nome dalla sua forma.

Come si può vedere i popoli più antichi conobbero l’ametista e la tennero in grande onore. Ciò si desume anzitutto dalla lettura della Bibbia: si legge, infatti, nell’Esodo che, tra le pietre preziose di cui erano fregiate le vesti del sommo sacerdote, vi era pure l’ametista. Nell’Apocalisse viene figurato di ametista il dodicesimo fondamento della celeste Gerusalemme da parte del rapito di Patos.

Una pia tradizione vorrebbe anche che l’anello nuziale regalato da Giuseppe a Maria avesse nel castone una gemma di ametista.

L’ametista venne ritenuta per molto tempo una pietra preziosa di natura particolare, mentre fu poi stabilito che si trattava di una specie di quarzo ialino, le cui tinte possono variare dal purpureo carico al violetto, al roseo ed al bianco; ma il colore più ricercato in questa gemma, e quello che propriamente la caratterizza, è un bel violetto, che quando si riscontra in una pietra diafana e perfettamente trasparente, non manca di splendore e la rende assai pregevole.

La varietà di tinte dell’ametista fece credere agli antichi che ve ne fossero di varie sorti. Infatti Plinio ne distingue 5 specie: l’“indiana” dal color porpora; il “sacondium” dal color del giacinto, il “sapinos” alquanto più sbiadito, e due altre qualità che tirano al roseo e al bianchiccio.

In natura si trovano magnifici cristalli di ametista, talora in notevoli quantità, raggruppati sopra uno strato roccioso che hanno raramente un colore uniforme: si rinvencono spesso con un colore purpureo violetto alla sommità, digradante al bianco verso la base.

Plinio, parlando delle località dove ai suoi tempi si estraeva questa gemma, afferma che buona parte proveniva dall’India, ed era considerata la qualità migliore. Se ne trovava, poi, nell’Arabia Petrea, nell’Armenia e nell’Egitto; veniva inoltre importata da Tarso, da Cipro, dalla Spagna, ma questa era di qualità più scarsa e perciò meno pregiata. Attualmente i maggiori produttori di ametista sono il Brasile e l’Uruguay dove vengono rinvenute geodi di notevoli dimensioni e di ottima qualità.

La maggioranza dei principali giacimenti petroliferi oggi in produzione, e dai quali proviene la gran parte del petrolio mondiale, sono stati scoperti tra gli anni 50 e 70 del '900, mentre le nuove scoperte faticano a sostituire i giacimenti ormai esauriti. Gli stessi criteri con cui un semplice accumulo di idrocarburi viene classificato come giacimento non sono sostanzialmente cambiati durante i 150 anni di vita dell'industria petrolifera; ma oggi, con il prezzo del petrolio sempre crescente, con una richiesta di energia in continuo aumento e grazie all'introduzione di nuove tecnologie di perforazione e sfruttamento, il concetto di giacimento petrolifero si sta rapidamente allargando per includere situazioni geologiche sempre più estreme. Sfortunatamente, i nuovi giacimenti "non convenzionali" non sono solo più costosi da sfruttare, ma quasi sempre producono idrocarburi di scarsa qualità che richiedono complessi sistemi di raffinazione per essere commercializzati, oppure hanno un impatto ambientale decisamente superiore ai giacimenti "convenzionali".



Operai in un pozzo petrolifero

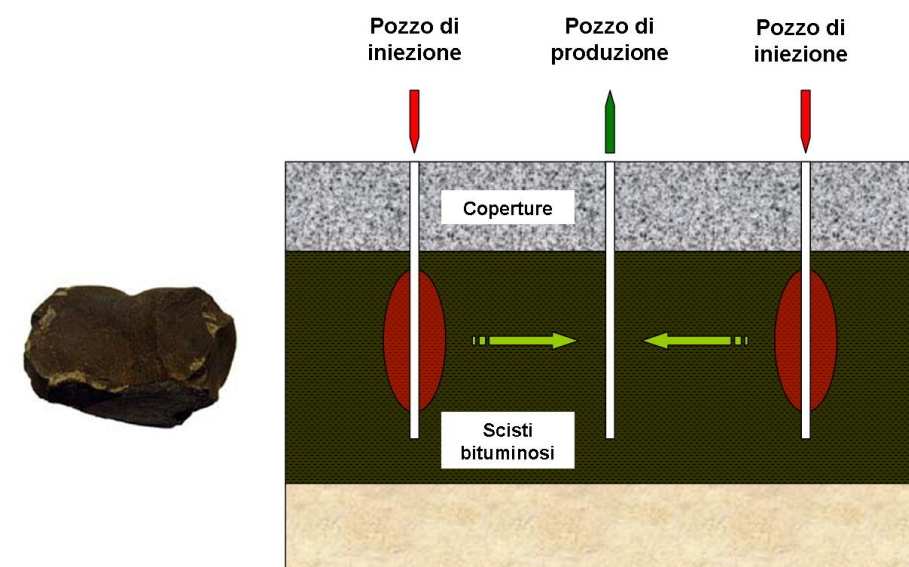


Fig 3 – Il sistema di pozzi di iniezione e produzione utilizzato per sfruttare i giacimenti canadesi di scisti bituminosi.

Una roccia serbatoio non è, come molti possono pensare, una gigantesca caverna piena di petrolio o gas. Si tratta invece di un corpo roccioso molto poroso e permeabile, caratterizzato da una struttura rigida capace di sostenere il carico dei depositi soprastanti riducendo di poco il suo volume iniziale. In questo modo i pori esistenti tra i granuli che formano la roccia, o i sistemi di fratture, o il reticolo di cavità carsiche, rimangono aperti e consentono l'accumulo di fluidi.

L'ambiente in cui la roccia serbatoio si è formata non ha una particolare importanza per il successivo accumulo degli idrocarburi, mentre sono più importanti i cambiamenti che la roccia ha subito in seguito al seppellimento: i calcari di scogliera, ricchi di cavità formate dall'intreccio degli scheletri di organismi biocostruttori, e le antiche dune di ambiente desertico, formate da granuli di sabbia molto ben selezionata, sono spesso ottime rocce serbatoio, ma la circolazione di fluidi all'interno della roccia può provocare la precipitazione di cemento all'interno dei pori, che quindi vengono chiusi riducendo porosità e permeabilità; oppure gli stessi fluidi possono provocare delle trasformazioni mineralogiche che invece aumentano la porosità, come nel caso della dolomitizzazione dei calcari di piattaforma carbonatica. Un calcare compatto, un plutone granitico o delle colate di lava possono diventare molto porosi e permeabili perché gli sforzi tettonici hanno prodotto un fitto reticolo di fratture. Quindi, effettivamente, le rocce che ospitano i giacimenti si sono spesso formate in ambienti dove non è possibile la preservazione della materia organica, perché erano molto ossigenati, oppure sono stati sottoposti dall'azione di fluidi mineralizzanti o ad alte temperature; ma queste stesse condizioni hanno determinato lo sviluppo delle caratteristiche meccaniche necessarie alla formazione di un serbatoio.

Se quindi c'è una varietà limitata di potenziali rocce madri, fondamentalmente solo fanghi argillosi o calcarei ricchi di materia organica, le possibili rocce serbatoio sono molto più numerose.

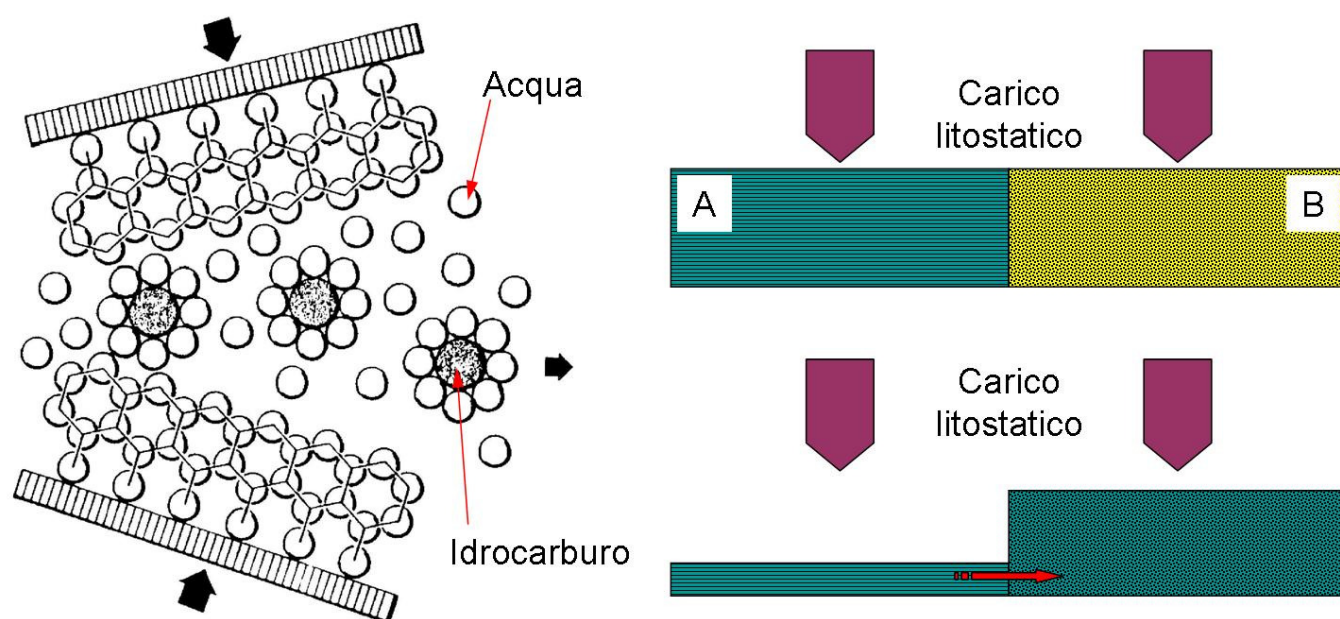


Fig 4 – Un deposito di argilla ricca di materia organica (A) è a contatto con un deposito sabbioso (B). I sedimenti sciolti vengono sepolti a profondità sempre maggiori e il peso del carico litostatico aumenta progressivamente. Mentre l'argilla si compatta diminuendo il volume dei pori, la sabbia riduce molto poco il suo volume. I fluidi espulsi dai pori dell'argilla possono quindi migrare e accumularsi nella sabbia (ormai divenuta un'arenaria).

Nel Mare del Nord, ad esempio, gran parte dei giacimenti sono accumulati in depositi sabbiosi: dune desertiche del Permiano, canali fluviali del Triassico, arenarie e ghiaie costiere del Giurassico o di conoide deltizia del Terziario. Le dune del Permiano sono state mineralizzate a gas dai livelli di carbone del Carbonifero, che in terraferma sono stati coltivati direttamente per oltre 200 anni dando l'avvio alla Rivoluzione Industriale, e ad olio dalle dolomie bituminose del Permiano superiore. Le dolomie bituminose hanno mineralizzato anche le alluvioni del Triassico; mentre l'olio delle sabbie e ghiaie costiere del Giurassico proviene dagli scisti bituminosi di mare profondo della Kimmeridge Clay (sempre del Giurassico). Le ghiaie e sabbie del Terziario sono state invece mineralizzate da diverse rocce madri più antiche.

In Italia si trovano giacimenti a gas nelle arenarie presenti lungo tutto l'arco esterno dell'Appennino e nel Mar Adriatico. Questo tipo di arenarie è formato nel Pliocene, quando l'erosione della catena appenninica in rapido sollevamento produceva enormi quantità di detrito che si è accumulato di condizioni di mare profondo in seguito a ripetute frane sottomarine che hanno prodotto alternanze regolari di strati di sabbia e di argilla. L'abbondanza e la rapidità della sedimentazione ha impedito la degradazione della materia organica intrappolata nelle sabbie e nelle argille e, poiché la roccia non ha raggiunto le temperature della finestra petrolifera, è stato generato solo il metano.

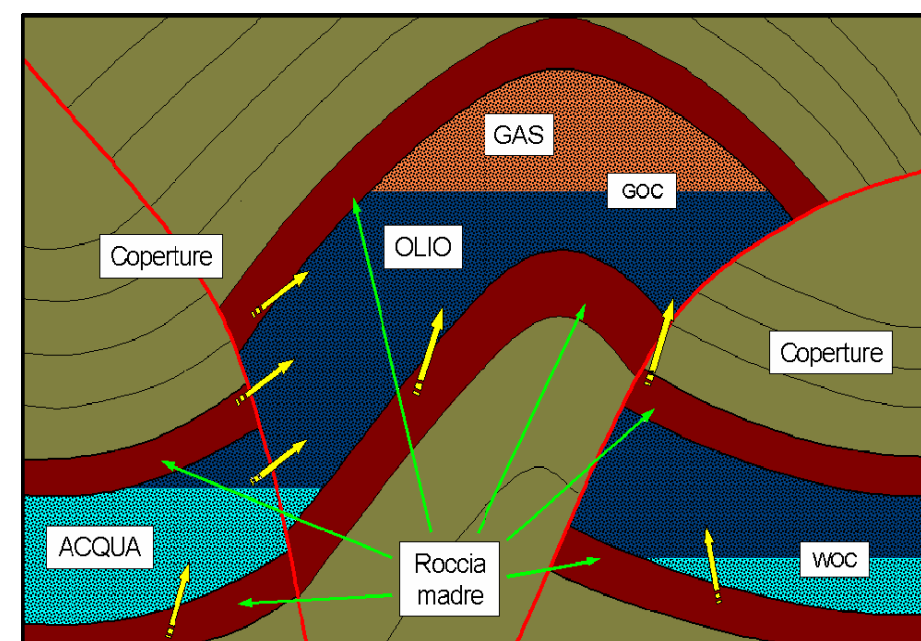


Fig 8 – Schema di giacimento petrolifero e dei rapporti tra rocce madri, rocce serbatoio e coperture: WOC: Water Oil Contact, Contatto Acqua-Petrolio; GOC: Gas Oil Contact, Contatto Gas-Olio.

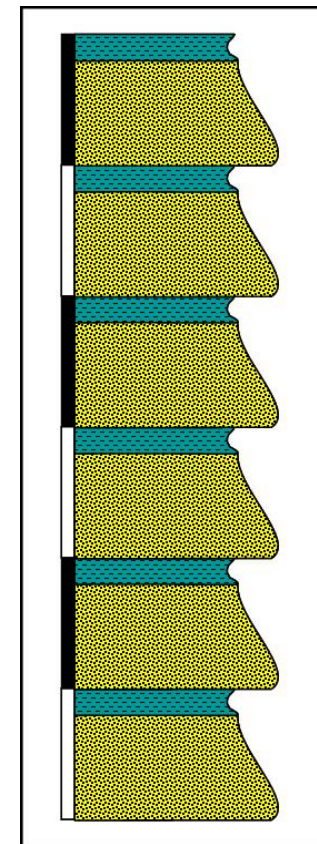
Se la chiusura della trappola non è completa, o le rocce di copertura sono moderatamente permeabili, si può verificare una fuga parziale degli idrocarburi dal giacimento. Anche le zone permeabili dovute alla fratturazione delle rocce lungo i piani di faglia possono permettere ai fluidi di sfuggire verso la superficie. In Sicilia e in Abruzzo, ad esempio, il gas risale dal sottosuolo attraverso discontinuità del terreno e trascina con sé sedimenti argillosi ed acqua che in superficie formano dei coni di fango dalla cui sommità fuoriesce il gas. A questo tipo di manifestazioni appartengono anche le "acque salse" emiliane, usate a scopo termale: l'acqua che alimenta le sorgenti, comunemente associata a metano, proviene da serbatoi profondi dai quali i fluidi di strato sfuggono attraverso orizzonti permeabili costituiti da bancate sabbiose che affiorano in superficie e zone di rocce fratturate lungo i piani di faglia. Proprio la presenza di queste manifestazioni di gas e acque oleose in superficie ha guidato le prime perforazioni per idrocarburi in Italia, iniziate nell'800 nell'Appennino Emiliano e Abruzzese.

In molti casi la fuga di idrocarburi dal serbatoio non si limita al solo gas, ma possono sfuggire anche gli idrocarburi liquidi. Una volta giunto in superficie il petrolio comincia ad ossidare, perde le molecole più volatili (con pochi atomi di carbonio) e concentra quelle più pesanti (con molti atomi di carbonio). In questo modo si formano i laghi di asfalto che in Medio Oriente venivano sfruttati fin dal tempo dei Babilonesi e negli anni '20 del secolo scorso sono serviti per selezionare le aree dove perforare i primi pozzi esplorativi. La presenza di manifestazioni di idrocarburi liquidi o gassosi è anche oggi un indizio importante nell'esplorazione di regioni non sfruttate e poco conosciute.

Il petrolio, una volta raggiunta la roccia serbatoio, sotto la spinta del continuo afflusso di fluidi dalle rocce circostanti tenderebbe a proseguire la sua migrazione fino a raggiungere la superficie, quindi per formare un giacimento la roccia serbatoio deve essere coperta e circondata da rocce impermeabili che intrappolino i fluidi accumulati al suo interno. Le rocce di copertura sono spesso argilliti, calcari fini e compatti, depositi evaporitici di gesso o sale. Se l'origine del serbatoio è dovuta a fenomeni diagenetici (dolomitizzazione) o tettonici (fratturazione), altre regioni dello stesso ammasso roccioso che costituisce il serbatoio, e che non hanno subito lo stesso tipo di trasformazioni, possono sigillare la trappola. In molti casi le rocce madri che hanno alimentato di idrocarburi il serbatoio agiscono anche da copertura. Un'altra condizione per avere un giacimento è di tipo geometrico: la trappola, infatti, deve avere un certo sviluppo verticale, perché a parità di volume è più facile ed economicamente vantaggioso mettere in produzione un giacimento a forma di cilindro, piuttosto che uno tabulare molto esteso ma di modesto spessore: nel primo caso pochi pozzi verticali sono sufficienti a drenare tutto il serbatoio, nel secondo sarà necessario attraversarlo con molti pozzi per avere la stessa superficie di drenaggio. In alternativa un giacimento esteso e sottile può venire sfruttato perforando pochi pozzi orizzontali, che però sono più costosi e tecnicamente difficili da perforare dei pozzi verticali. Oltre agli idrocarburi (gas e petrolio) dalle rocce madri migra anche acqua salata, quindi nel serbatoio è comune avere una stratificazione dei fluidi con l'acqua in basso, il petrolio al centro ed il gas alla sommità del giacimento.

Per produrre petrolio o gas dal giacimento è normalmente sufficiente, almeno nelle fasi iniziali di sviluppo, aprire una via di fuga perforando i pozzi: poiché i fluidi nel giacimento sono pressurizzati, questi risalgono spontaneamente. Uno dei maggiori pericoli delle operazioni di perforazione è proprio rappresentato dalla pressione del giacimento che, se non viene adeguatamente valutata e bilanciata, può provocare la cosiddetta “eruzione” del pozzo, ovvero l'espulsione violenta dei fluidi del giacimento con il rischio di provocare vittime tra il personale, distruggere completamente l'impianto di perforazione e inquinare pesantemente l'area circostante con una “pioggia” di petrolio. Durante la corsa al petrolio nel Texas di fine '800 era normale perforare senza le necessarie precauzioni per controllare la pressione del giacimento perché all'epoca solo se si verificava un'eruzione si poteva sapere se si era effettivamente trovato un giacimento. Fortunatamente, poiché i giacimenti erano poco profondi e a bassa pressione, le fontane di petrolio che si vedono in molti film erano di breve durata o facili da controllare.

Col procedere della produzione, la pressione tende a diminuire ma, se sopra il petrolio c'è anche un accumulo di gas, il gas si espande e continua a spingere gli idrocarburi liquidi verso i pozzi. Quando anche la spinta del gas si è esaurita, si interviene con delle pompe sommerse o pompando nel giacimento altri fluidi da pozzi di iniezione: in origine si utilizzava l'acqua, ma oggi le compagnie petrolifere sfruttano anche l'anidride carbonica in modo da ridurre l'impatto ambientale dell'attività estrattiva.



Giacimenti di questo tipo sono definiti “multistrato”, perché ogni livello di arenaria forma un singolo accumulo, isolato dagli altri dalle intercalazioni argillose che hanno agito anche da rocce madri. In questi giacimenti il gas è mescolato all'acqua di strato, che deve essere eliminata con opportuni impianti di separazione. L'acqua salata viene poi pompata di nuovo nel giacimento, sia per ridurre i costi di smaltimento che per stimolare la produzione del gas mantenendo una pressione dei fluidi elevata. Pompare nuovamente l'acqua nel giacimento è utile anche perché gli interstrati argillosi non sono completamente compattati e, se la pressione dei fluidi negli strati sabbiosi diminuisce, espellerebbero altra acqua diminuendo ulteriormente di volume. Questo provocherebbe una riduzione dello spessore degli interstrati argillosi e, considerando i volumi coinvolti, avrebbe l'effetto di far abbassare il terreno in superficie sopra i giacimenti: le piattaforme di produzione a mare, poggiate sul fondo, tenderebbero ad affondare e le regioni costiere potrebbero essere invase dal mare.

Fig 5 – Alternanza di strati di sabbia e argilla in una sequenza torbida prodotta da ripetuti eventi di frana sottomarina.

In Medio Oriente, dove è ospitato l'80% delle riserve mondiali di petrolio, sono comuni i giacimenti in rocce carbonatiche, appartenenti a vari ambienti di piattaforma carbonatica come scogliere organogene, dune sottomarine di sabbie calcaree, dolomie porose, calcari massicci fortemente fratturati o attraversati da cavità carsiche, conglomerati grossolani della scarpata della piattaforma. Le piattaforme carbonatiche sono ambienti simili agli atolli corallini attuali, fondamentalmente costituite da due ambienti principali: una laguna poco profonda, al massimo pochi metri, e una scarpata detritica che raccorda la laguna ai fondali marini circostanti, che possono trovarsi anche oltre 1000 m più in basso. Alla sommità della scarpata, dove l'acqua è più agitata e ben ossigenata, si trovano scogliere coralline o dune di sabbia che circondano la laguna isolandola dal mare aperto. Nella laguna la circolazione è ridotta, la produttività biologica elevata, e si accumulano abbondanti resti di alghe. Anche i fanghi di mare aperto contengono spesso molto detrito organico, mentre la scarpata e il margine, porosi e soggetti alle correnti, non permettono la preservazione dei resti organici. Con il seppellimento i fanghi della laguna generano idrocarburi che possono migrare e accumularsi nei depositi di scarpata o nelle scogliere e barre sabbiose del margine. In qualche caso, se sono intensamente fratturati o se la dolomitizzazione ha trasformato l'originale sedimento calcareo aumentando la porosità, gli stessi depositi di laguna possono diventare rocce serbatoio.

Anche in Italia si trovano giacimenti petroliferi all'interno di depositi di piattaforma carbonatica, in particolare in Basilicata (piattaforme carbonatiche del Cretaceo) e nella Pianura Padana (piattaforme carbonatiche del Triassico e Giurassico).

Importanti giacimenti ospitati in depositi di piattaforma carbonatica si trovano anche nella regione del Mar Caspio, considerata la seconda più ricca provincia petrolifera dopo il Medio Oriente. In questo tipo di giacimenti è però molto comune un'elevata concentrazione di Zolfo che, per rispettare i regolamenti introdotti per evitare il pericolo delle piogge acide, deve essere rimosso prima che il petrolio raffinato possa essere venduto ai mercati occidentali.

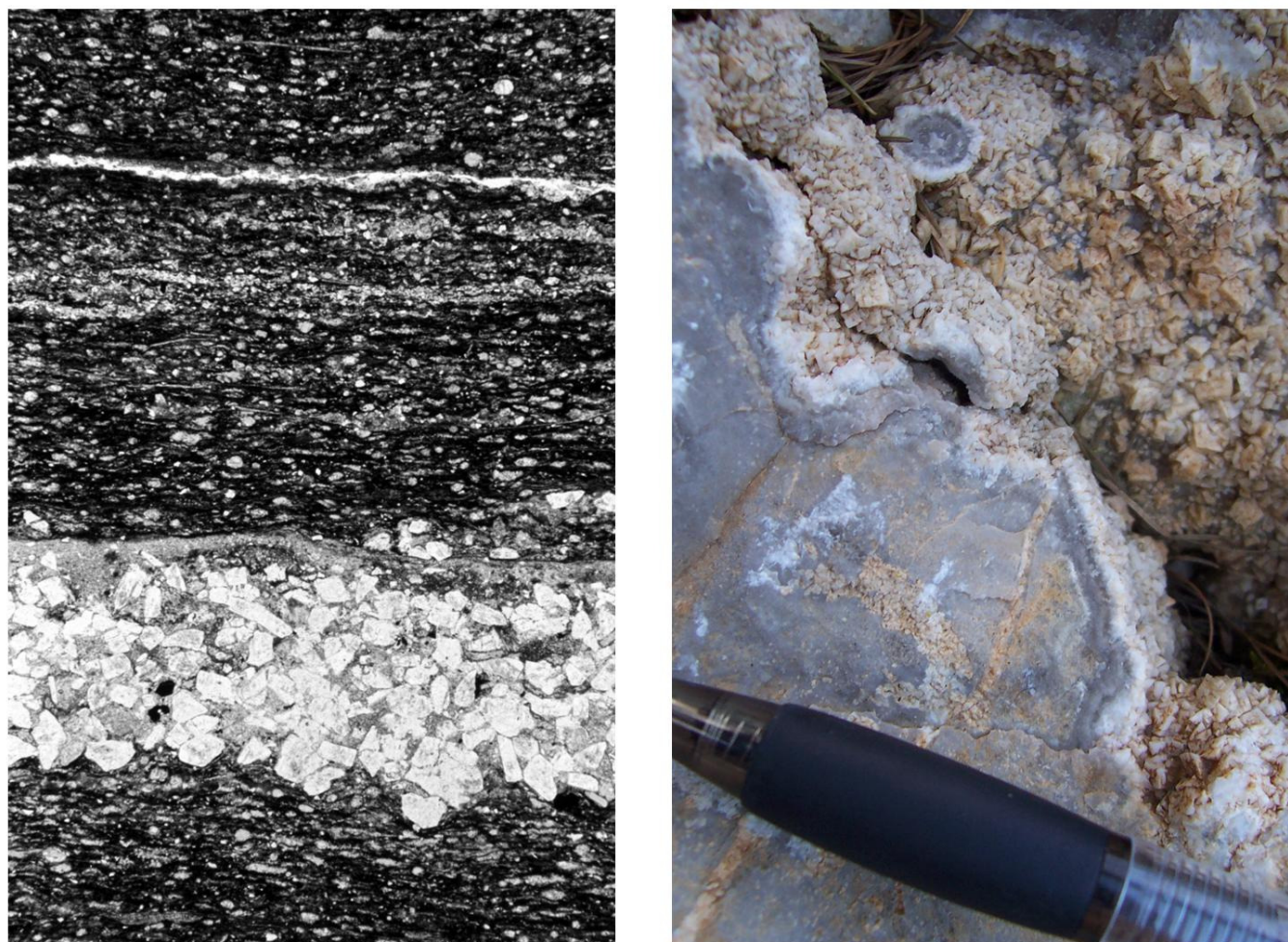


Fig 6 – Esempi di roccia madre e roccia serbatoio. La sezione sottile della microfotografia a sinistra è stata tagliata da un campione di calcare microcristallino, ricco di materia organica (nera) di origine planctonica (i circoletti e le barrette bianchi sono gusci e spine di radiolari), deposto in ambiente marino profondo. I frammenti più grossi e spigolosi nella metà inferiore della foto sono cristalli di feldspati di origine vulcanica. L'analisi della materia organica ha confermato il grande potenziale petrolifero di questa roccia madre. Nella foto a destra si vede invece una cavità all'interno di una breccia calcarea depositasi lungo il pendio di una piattaforma carbonatica: cavità di questo tipo, anche di dimensioni più piccole, quando sono collegate tra loro da un reticolo di fratture possono ospitare enormi accumuli di idrocarburi. Le due rocce qui illustrate hanno la stessa età (Triassico medio) e si sono depositate in ambienti contigui, perciò avrebbero potuto originare un giacimento petrolifero se fossero state esposte alle giuste condizioni di temperatura per un periodo sufficientemente lungo. Rocce di questo tipo, ma risalenti al Siluriano, formano importanti giacimenti petroliferi in Nord America.

Nel Bacino Pannonico, esteso tra Croazia, Austria e Ungheria, si trovano numerosi importanti giacimenti petroliferi, in qualche caso ospitati all'interno di insoliti serbatoi costituiti da rocce metamorfiche fratturate. Durante il Terziario questa regione costituiva l'estremità occidentale della Paratetide, un sistema di bacini marini esteso dall'Europa centro-meridionale all'Asia centrale. La Paratetide comprendeva ampi bacini e fosse profonde, formatesi sul margine della placca Euroasiatica lungo il fronte della catena Alpino-Himalayana in sollevamento. L'isolamento di questi bacini, profondi a volte fino a 1000 m, porterà ad una ricorrente stagnazione e all'accumulo di sedimenti ricchi di materia organica, dai quali si è poi generato un petrolio leggero di ottima qualità.

I bacini che formavano il sistema della Paratetide erano circondati da aree emerse formate da rocce più antiche. Quando gli idrocarburi generati dalle rocce madri asfittiche sedimentatesi nei bacini iniziarono a migrare lateralmente, poterono quindi accumularsi in serbatoi ospitati all'interno di isolotti o rilievi sommersi presenti nei bacini marini, a volte formati da ammassi di rocce metamorfiche fratturate.

Il Bacino Pannonico è attualmente un'area dalle caratteristiche geologiche particolari, dove il gradiente geotermico (cioè la velocità con cui cresce la temperatura nel sottosuolo all'aumentare della profondità) è molto superiore alla media. I giacimenti di questa regione si trovano quindi vicini al limite massimo della finestra petrolifera (sono normali temperature di fondo pozzo superiori a 170°C), perciò gli idrocarburi sono parzialmente degradati e si trovano grandi quantità di metano e altri gas, come anidride carbonica e acido solfidrico, che sono molto corrosivi e usurano rapidamente le attrezzature di produzione. L'acido solfidrico, in particolare, è anche mortale già in concentrazioni molto basse (50 parti per milione) e richiede adeguate attrezzature di protezione e uno specifico addestramento per mettere in grado il personale di cantiere di fronteggiare eventuali emissioni di questo gas.

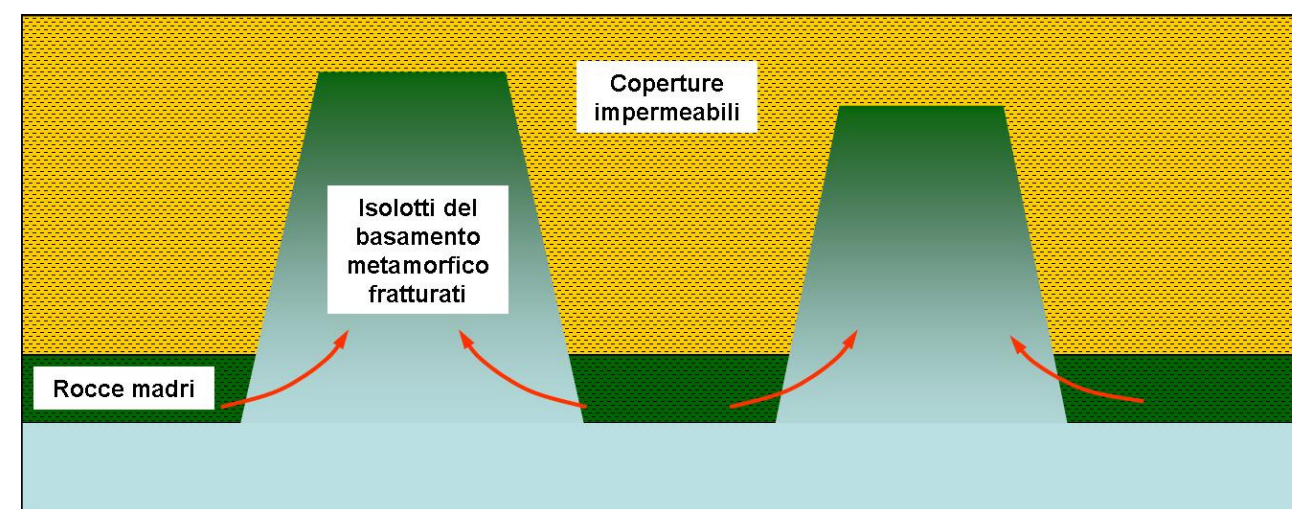


Fig 7 – Schema dei giacimenti del Bacino Pannonico ospitati all'interno di rilievi metamorfici fratturati.