

CONCESSIONE POGGIOFIORITO STOCCAGGIO

NOTA TECNICA SUI RISCHI CONNESSI
AL GIACIMENTO DI GAS NATURALE
(ALLEGATO AL RAPPORTO DI SICUREZZA)

Mauro Gatti
per presa visione

[Signature]
Gas Plus Storage S.r.l.

INDICE

1. Premessa.....	3
2. Inquadramento geografico.....	4
3. La normativa vigente (cenni)	5
4. Descrizione dei parametri petrofisici e geodinamici del sito di stoccaggio.....	5
5. Inquadramento geologico del sito di stoccaggio.....	8
6. Potenziali fattori di rischio geologico.....	10
7. Fughe di gas verso la superficie.....	11
8. Sismicità naturale, indotta o attivata.....	11
9. Possibilità di rottura del serbatoio in seguito a sollecitazione sismica.....	15
10. Rischio di incendio ed esplosione.....	16

Bibliografia

1. Premessa

La Commissione europea, nel corso della XX riunione del “*Committee of Competent Authorities –CCA*”, svoltasi a Bordeaux (Francia) il 9 ottobre 2008, ha chiarito che tutti gli stoccaggi di sostanze pericolose, incluso il gas naturale, compresi quelli in miniere (*salt cavern*) e giacimenti esauriti, sono soggetti agli obblighi derivanti dalla direttiva n°334/99 e succ. mod. Tale indicazione è stata recepita il 21/10/2009 con Circolare Interministeriale MSE-MATTM-MI “Seveso-ter per stoccaggi” (“*Indirizzi per l’applicazione del decreto legislativo 17 agosto 1999, n.334, in materia di controllo dei pericoli di incidenti rilevanti, agli stoccaggi sotterranei di gas naturale in giacimenti o unità geologiche profonde*”). Questa circolare prevede la stesura di un Rapporto di Sicurezza dedicato in particolare alla definizione dei pericoli legati alle operazioni di stoccaggio in serbatoi profondi. I giacimenti al tempo stesso, però non possono essere trattati alla stessa stregua degli impianti industriali per la valutazione dei rischi. I processi geologici che concorrono alla formazione del giacimento, ed interagiscono con le operazioni di stoccaggio, sono dotati di una variabilità naturale che necessita di un approccio di analisi complesso e spesso basato su estrapolazioni, valutazioni probabilistiche e modelli le cui condizioni al contorno a volte sono dati da assunzioni semplicistiche. Nonostante le differenze di analisi, si ritiene di poter soddisfare le richieste di un Rapporto di Sicurezza nella certezza che è la presenza stessa di un giacimento da tempi di oltre un milione di anni a garantire le buone caratteristiche geologiche del sito prescelto per lo stoccaggio. Integrati in questi intervalli di tempo, i processi geologici possono considerarsi costantemente attivi e la risposta positiva del giacimento a grandi eventi che possono verificarsi con periodi molto lunghi (per es. forti terremoti) può considerarsi la migliore verifica alle limitate considerazioni che possiamo fare.

La presente relazione intende ottemperare alle indicazioni di questa circolare per quanto attiene agli aspetti geologici: in particolare, dopo una disamina del quadro di riferimento normativo, essa affronterà le principali caratteristiche geologiche del livello “**B**”, interessato ad essere adibito a stoccaggio del campo di Poggiofiorito (concessione Poggiofiorito Stoccaggio, nella concessione di coltivazione Filetto) e, gestito da Gas Plus Storage S.r.l., per poi giungere alla descrizione della geologia dello stesso sito. L’ultima parte di questa nota sarà dedicata alla definizione dei potenziali fattori di rischio (fughe di gas verso la superficie, sismicità naturale) ed alle attività di controllo e prevenzione degli incidenti.

2. Inquadramento geografico

Il giacimento e la centrale esistente di Poggiofiorito, sono compresi fra i comuni di Casacanditella, San Martino alla Marrucina e Filetto, in provincia di Chieti (figg. 1 e 2).

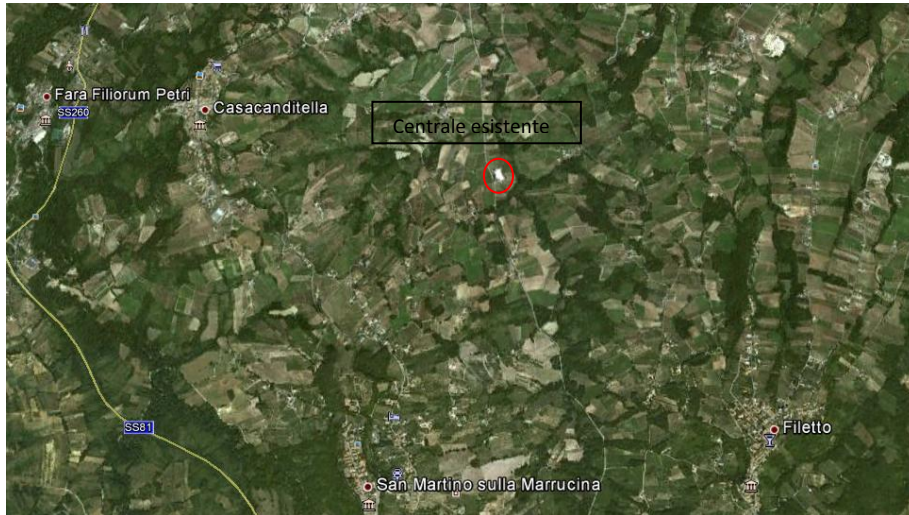


fig.1 Visualizzazione del sito dall'alto.



fig.2 Zoom del sito.

3. La normativa vigente (cenni)

Circolare ministeriale 21-10-2009:

“Indirizzi per l’applicazione del decreto legislativo 17 agosto 1999, n.334, in materia di controllo dei pericoli di incidenti rilevanti, agli stoccaggi sotterranei di gas naturale in giacimenti o unità geologiche profonde.” La Commissione europea, nel corso della XX riunione del *“Committee of Competent Authorities –CCA”*, svoltasi a Bordeaux (Francia) il 9 ottobre 2008, ha chiarito che tutti gli stoccaggi di sostanze pericolose, e quindi anche **gas naturale**, ivi compresi quelli in miniere e pozzi esausti, sono soggetti agli obblighi derivanti dalla direttiva n°334/99 e succ. mod. In particolare, la cosiddetta “Seveso bis” prevede l’adempimento di un Rapporto di sicurezza (art.8,D.Lgs. 334/99) contenente tutto ciò che concerne l’adozione del Sistema di Gestione della Sicurezza, i pericoli di incidente rilevante, le misure necessarie a prevenirli e a limitarne le conseguenze per l’uomo e per l’ambiente, nonché la progettazione, la costruzione, l’esercizio e la manutenzione di qualsiasi impianto, i piani di emergenza interni e gli elementi necessari per l’elaborazione del piano di emergenza esterno.

4. Descrizione dei parametri petrofisici e geodinamici del sito di stoccaggio

Il giacimento a gas di Poggiofiorito è costituito da livelli sabbiosi principali (denominati dal basso verso l’alto con le sigle C, B, A e A cineritico) e il principale di essi, “B”, sarà convertito a stoccaggio. Si tratta di una struttura geologica naturale situata nel sottosuolo ad una profondità di circa 800 m sotto il livello del mare. Data la sua capacità volumetrica totale (stock) e le sue buone caratteristiche petrofisiche (porosità, permeabilità, saturazioni gas/acqua) può essere ampiamente scelto come sito di stoccaggio sotterraneo di gas, grazie anche al fatto che possiede:

- 1) una **roccia serbatoio**, costituita da un intervallo di circa 50 metri, dotata di caratteristiche petrofisiche adatte allo stoccaggio (permeabilità, trasmissività);
- 2) una situazione di **trappola** che ha favorito l’accumulo di fluidi (gas metano e acque salate) ed ha impedito la loro migrazione altrove. Questa trappola è costituita da una blanda struttura anticlinale limitata da faglie sealing (barriere idro-dinamiche);
- 3) una **copertura** di rocce impermeabili, di spessore variabile intorno ai 100 metri, costituiti da argilla a granulometria fine, che garantisce la tenuta idraulica del giacimento. L’abilità delle rocce di copertura a bloccare i movimenti verticali del gas, è dovuta alle dimensioni molto piccole dei loro pori, alla loro bassissima permeabilità, e soprattutto al fatto che sono sature di acqua.

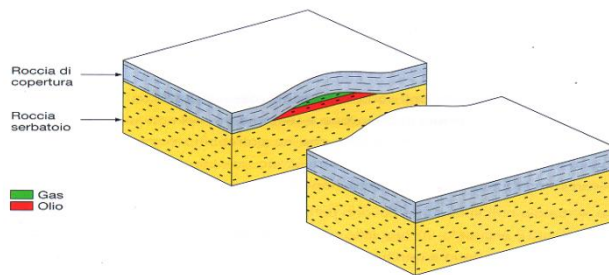


fig.3 Esempio di accumulo di idrocarburi: la trappola

Nel tenere conto delle condizioni di sicurezza, puntualizziamo e sintetizziamo di seguito gli elementi geologici che caratterizzano questo sito:

- **petrofisica del serbatoio**: la porosità delle rocce serbatoio nei casi in esame è primaria, cioè legata alla presenza di pori tra un granulo e l'altro delle arenarie che compongono i serbatoi dei siti di stoccaggio. La dimensione di questi pori è sufficiente a garantire il flusso dei fluidi attraverso la roccia fino ad ottenere la completa saturazione e la loro eventuale stratificazione nel giacimento, con gli idrocarburi ad occupare il settore più elevato sopra la tavola d'acqua, secondo la loro densità. E' bene ricordare che il serbatoio è una roccia in cui l'impalcatura dei granuli in termini di costipazione e cementazione è sufficientemente resistente da sostenere significative oscillazioni della pressione dei fluidi nei pori. La perturbazione poro elastica creata dalle operazioni di stoccaggio tende a dissiparsi in funzione della trasmissività del serbatoio con una tempistica che viene tenuta sotto controllo dall'analisi delle pressioni statiche a testa e fondo nei pozzi di monitoraggio, eseguite ciclicamente ad inizio e fine campagna erogativa ed iniettiva.
- **regime di pressione originario e di esercizio**: la pressione originaria, rilevata al momento dell'inizio dello sfruttamento del giacimento (per il livello interessato "B", $P_i = 131,5 \text{ kg/cm}^2\text{ass.}$), si situa di norma all'interno di due valori limite determinati dall'andamento del gradiente idrostatico e di quello geostatico. Per questi ultimi, si tratta del valore di pressione di una colonna d'acqua di spessore uguale alla profondità del giacimento (gradiente idrostatico) e di quello di una colonna di sedimenti (gradiente geostatico, calcolato su valori di densità medi di 2.3 gr/cm^2). Nel nostro caso, la pressione originaria, si mantiene all'interno di questi due gradienti, anche se la leggera sovrappressione è data dal fatto che il livello sabbioso interessato è collocato all'interno di una sequenza di tipo argilloso, ma comunque non lontano dal valore di pressione calcolato con il gradiente idrostatico (buona caratteristica geotecnica del serbatoio).

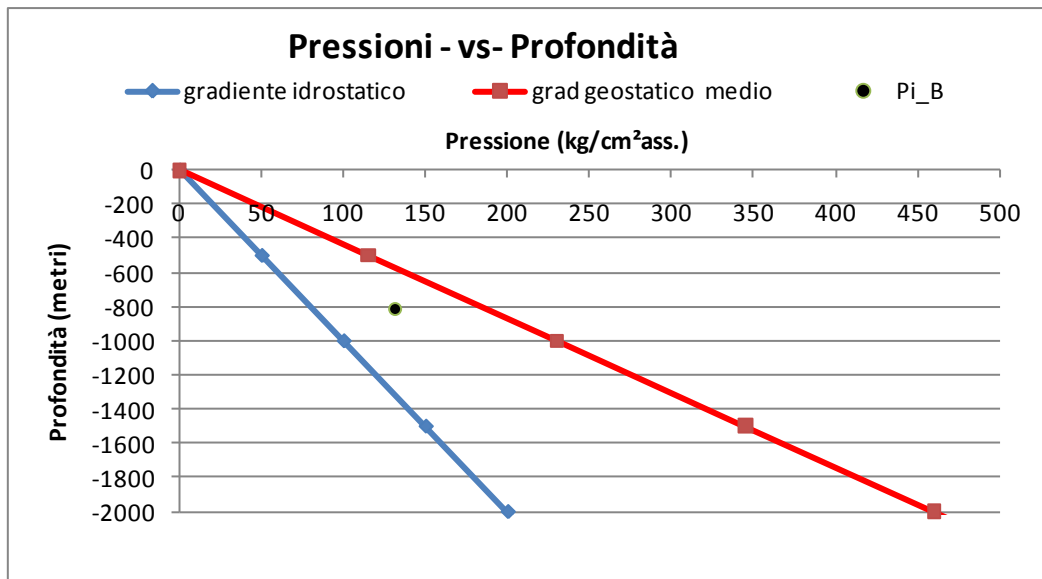


fig.4 Gradienti di pressione a confronto con la pressione originaria del livello B.

- **tenuta idraulica rocce di copertura:** la tenuta idraulica della roccia di copertura di un giacimento utilizzato per lo stoccaggio sotterraneo del gas è assicurata quando la roccia può essere considerata omogenea e la pressione massima di esercizio dello stoccaggio è inferiore alla pressione massima alla quale si verifica la penetrazione del gas nella copertura. La copertura del giacimento di Poggiofiorito è garantita da un complesso caotico costituito da argille, argille scagliettate, marne ed alcuni inserimenti calcarei, dello spessore di circa 80 metri di età non definibile, ma che lo separa idraulicamente dal soprastante Pliocene superiore.

Visto che non si prevede il superamento della pressione iniziale durante le attività di stoccaggio, va da sé che la copertura sarà in grado di garantire la tenuta idraulica del gas presente nel giacimento. Non vi è alcun motivo per cui la tenuta idraulica potrebbe essersi modificata nel breve tempo, se riferito alla scala geologica in cui il gas è rimasto confinato nel giacimento prima della scoperta, intercorso tra l'inizio della produzione e la conversione allo stoccaggio. D'altro canto, i cicli di invaso e svaso del gas non hanno alcun impatto di rilievo sulle caratteristiche della copertura.

5. Inquadramento geologico del sito di stoccaggio

Il giacimento di Poggiofiorito è stato scoperto nel 1971 con il pozzo Poggiofiorito 1, successivamente sono stati perforati diversi pozzi (Poggiofiorito 2, 3, 5, 7, 9 e 9dir A) che avevano come obiettivo tutti i livelli del campo. I risultati di questi pozzi non sono stati del tutto positivi, così che il livello "B" ha prodotto solo dal pozzo 1.

Nel 2006 è stato eseguito un side-track dal pozzo 1 che ha incontrato i livelli in situazione più alta e al momento è ancora produttivo solo dal livello sottostante "C".

Il campo di Poggiofiorito appartiene al bacino di Filetto considerato una componente locale della zona depocentrale del più ampio Bacino di Pescara.

Durante il Pliocene la zona subì un approfondimento in direzione N-NW e lungo il suo margine meridionale si depositavano facies conglomeratiche, mentre nel depocentro si sviluppavano conoidi di scarpata con direzione di apporto da sud verso nord.

L'evoluzione sedimentaria del bacino ne vide pertanto il progressivo riempimento con un alternarsi di sequenze sabbioso-siltose, che costituiscono i reservoir, e sequenze argillose che fungono da copertura ai serbatoi stessi.

Le serie sedimentarie sono poi state deformate e messe in posto dagli ultimi eventi tettonici pliocenici che ne hanno definito l'attuale assetto strutturale.

Il giacimento di Poggiofiorito è costituito da una bancata di circa 50 metri (zona PF 1) di sabbie calcaree leggermente cementate con qualche livello conglomeratico alternato ad argille appartenenti al Pliocene medio. Tale sequenza verso sud (zona PF 3) tende a mantenersi come spessore, ma si riduce in granulometria passando a sabbie siltose o comunque litotipi tendenzialmente più argillosi.

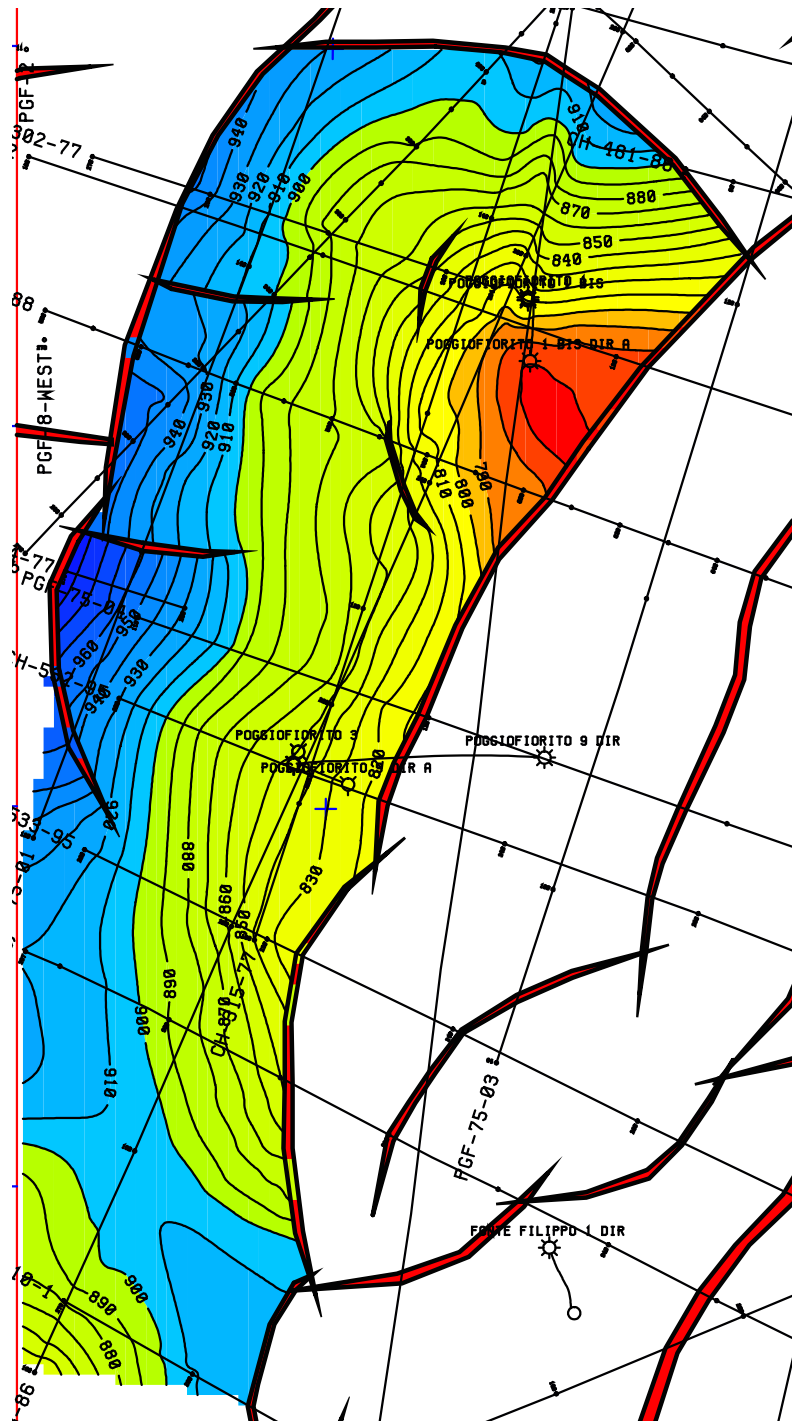


fig.5 Isobate del livello B.

La produzione del livello B è iniziata attraverso il pozzo Poggiofiorito 1 nell'agosto 1974 ed alla chiusura, avvenuta a dicembre 1981 per acqua di strato, la produzione cumulativa è stata di 424.19 MSm³.

L'elaborazione dei dati raccolti durante la vita produttiva del giacimento, ha permesso di eseguire una valutazione sulle possibilità tecniche di adibire a stoccaggio il livello "B" del campo di Poggiofiorito.

La valutazione della capacità di stoccaggio è stata effettuata mediante simulazione, i cui risultati sono da considerarsi affidabili e di buona qualità. E' stata stimata una capacità massima di giacimento in 270 MSm³ ed un quantitativo di gas stoccabile e movimentabile (working gas) di 157 MSm³. La portata massima giornaliera prevista è di circa 1.6 MSm³/g.

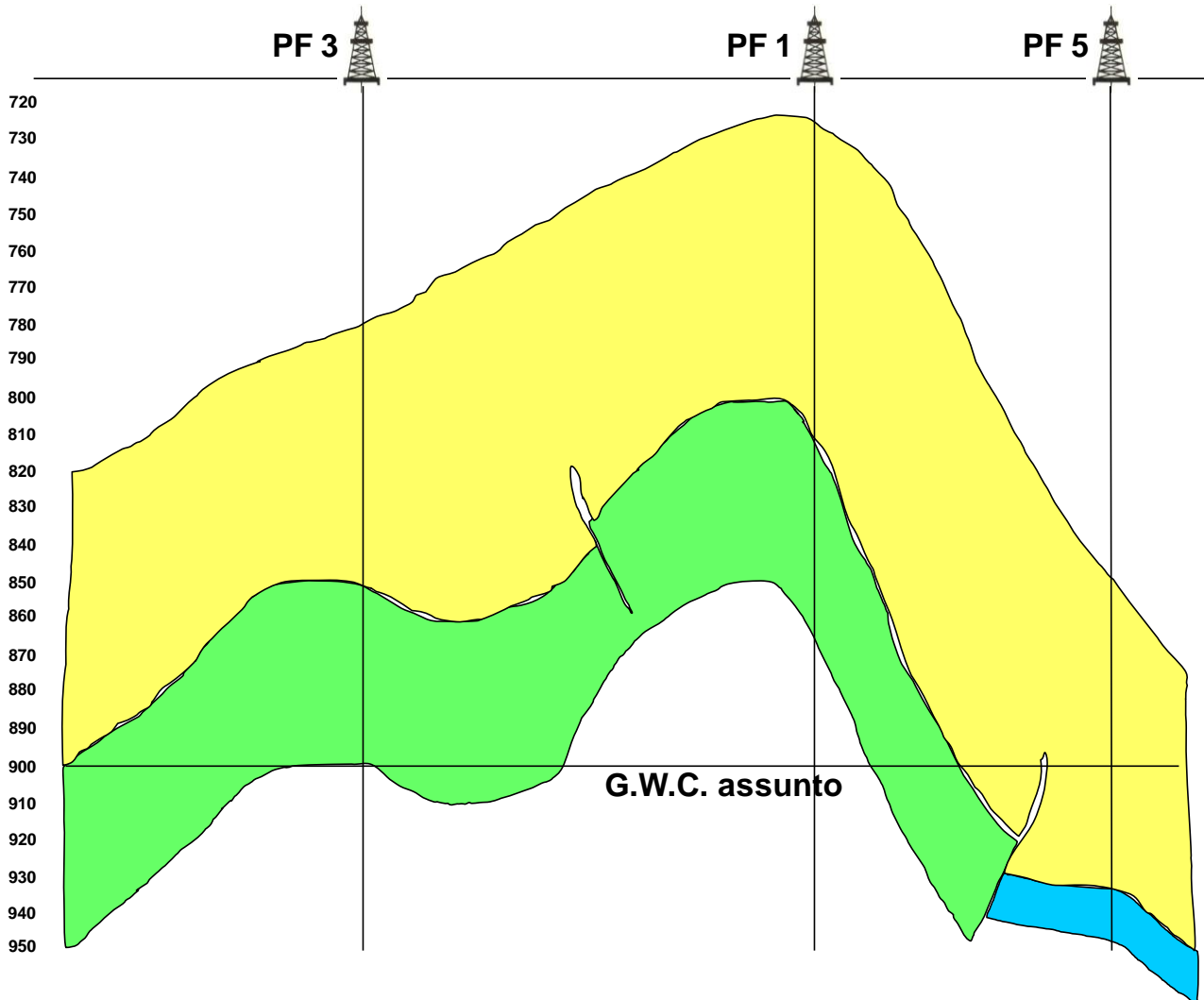


fig. 6 Sezione schematica del livello B di Poggiofiorito e pozzi perforati.

6. Potenziali fattori di rischio geologico

Come richiesto dalla legge, il Rapporto di Sicurezza deve individuare i pericoli di incidente rilevante, in questo caso legati a possibilità di fuga di gas dal serbatoio per rottura delle rocce di copertura in conseguenza di operazioni di stoccaggio o per sismicità naturale, oppure per scarsa tenuta idraulica dei pozzi utilizzati. Di seguito verranno presi in considerazione separatamente i diversi fattori di rischio.

7. Fughe di gas verso la superficie

La possibilità di rottura (faturazione/fessurazione) del serbatoio e della roccia di copertura e conseguente fuga di gas verso la superficie è funzione degli squilibri di pressione rispetto alla pressione originaria (forte sovrappressione) o rispetto alla capacità del serbatoio di dissipare eventuali perturbazioni poro elastiche. Nel caso dello stoccaggio di Poggiofiorito, le future pressioni in esercizio non supereranno la pressione originaria, mantenendo così un grado di sicurezza molto elevato. La possibilità quindi, di creare squilibri di pressione in fase di esercizio, è nulla, in linea con quanto descritto precedentemente sulla tenuta idraulica del serbatoio e della roccia di copertura, nel paragrafo a pag.5.

8. Sismicità naturale, indotta o attivata

Premessa sulla normativa sismica

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003 fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. L'All.1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche vengano individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (a max) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; stabilisce inoltre che la competenza delle Regioni in materia di individuazione delle zone sismiche si eserciti a partire da un elaborato di riferimento (mappa di a max), redatto in modo omogeneo a scala nazionale in accordo con i criteri fissati nello stesso allegato.

L'Abruzzo, fra le zone mediterranee, è tra le più esposte ai terremoti, in relazione soprattutto alle conseguenze dell'orogenesi che ha determinato la formazione della catena appenninica.

La Regione Marche ha riclassificato sismicamente il suo territorio, in base alle norme sopraccitate, con la Delibera di Giunta Regionale n. 438/05 avente come oggetto "Indirizzi generali per la prima applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Abruzzo". Con il presente atto la Giunta Regionale ha approvato gli "Indirizzi generali per la prima applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Abruzzo."

Infine la nuova normativa di settore, come definita dal D.M. 14.01.2008, la definizione dell'azione sismica di progetto è effettuata mediante la stima dei parametri spettrali, calcolandoli direttamente per il sito in esame, poiché la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente" come codificato dalla O.P.C.M. n. 3274/03.

La figura seguente mostra la zonazione sismogenetica del territorio italiano ("Zonazione ZS9 - INGV 2004"). Essa è costituita da 36 zone – sorgente, cui vanno aggiunte 6 zone – sorgente per le quali non è stata valutata la pericolosità sismica (Meletti e Valensise, 2004).

L'area in esame ricade all'interno della zona 918 (corrispondenti alla zona 55 nella ZS4) che, insieme alle zone 913 e 914, risulta dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. La zona 918 comprende alcune sorgenti "silenti" (es. Monti della Laga, Campo Imperatore) legate a fogliazione normale. Studi paleo sismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza della rottura di superficie, vengono stimate tra 6.5 e 7.0 (scala Richter) (Galadini e Galli, 2000).

In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. Le profondità ipocentrali (dell'ordine di 10 Km) sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna; lo testimoniano anche quegli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste (es., eventi del 1799 di Camerino, del 1873 delle marche meridionali e del 1950 del Gran Sasso) (Meletti e Valensise, ibidem).

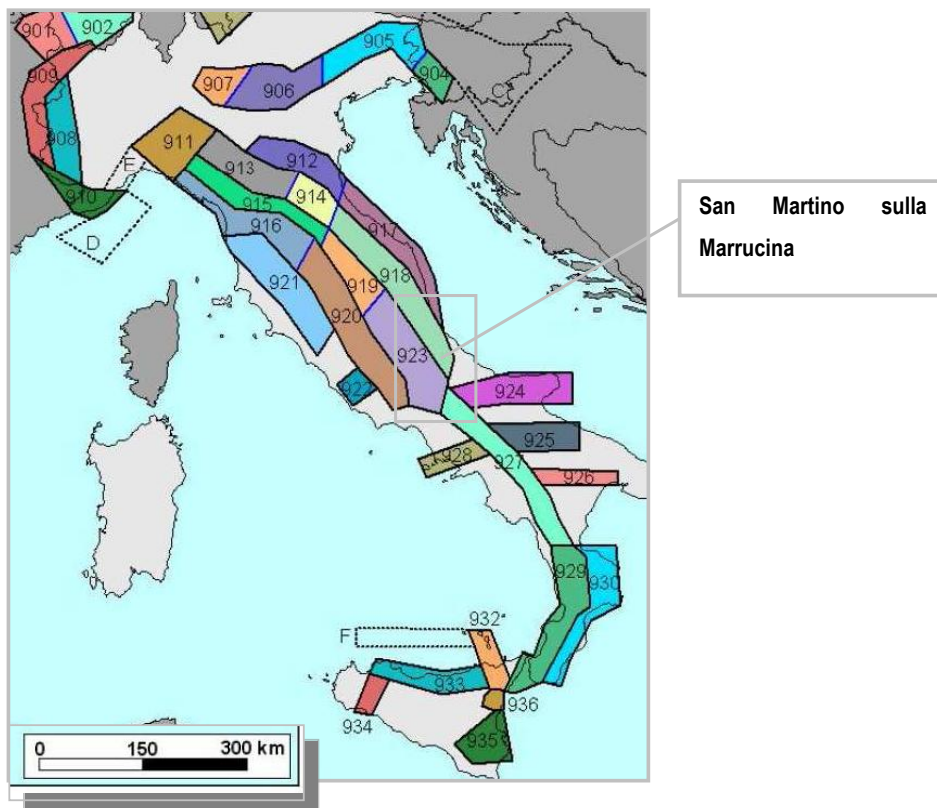


fig. 7 Zonazione sismogenetica.

Per ogni zona ZS9 è stato inoltre determinato il meccanismo di fagliazione prevalente cioè quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi. Tale meccanismo è stato espresso secondo tre tipologie:

- diretto
- inverso
- trascorrente

A questi va aggiunta la tipologia indeterminata per i casi in cui l'insieme dei dati non è risultato sufficiente per una determinazione univoca (Meletti & Valensise, ibidem). Nell'immagine sottostante è possibile osservare come alla zona d'interesse (zona 918) sia stato assegnato un meccanismo di fagliazione inversa come mostrato anche dalla mappatura dei meccanismi focali medi calcolati per la zona (nel riquadro rosso).

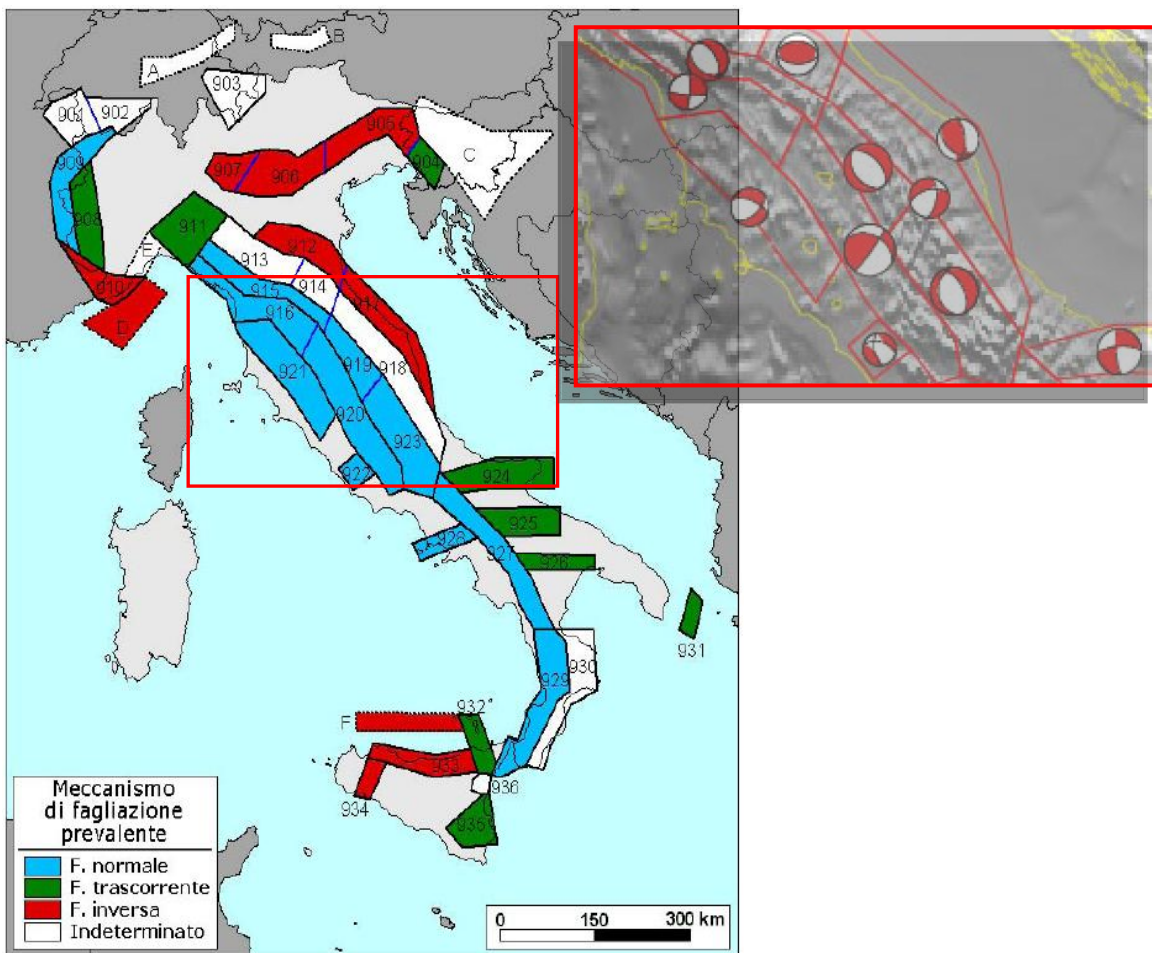


fig. 8 Sistema di fagliazione.

Il comune di San Martino sulla Marrucina fa parte della provincia di Chieti il cui territorio è considerato ad alta pericolosità sismica ed è stato classificato come "zona sismica 1" come visibile in figura (immagine tratta dal D.P.C.M. n.3274/03 e s.m.i).

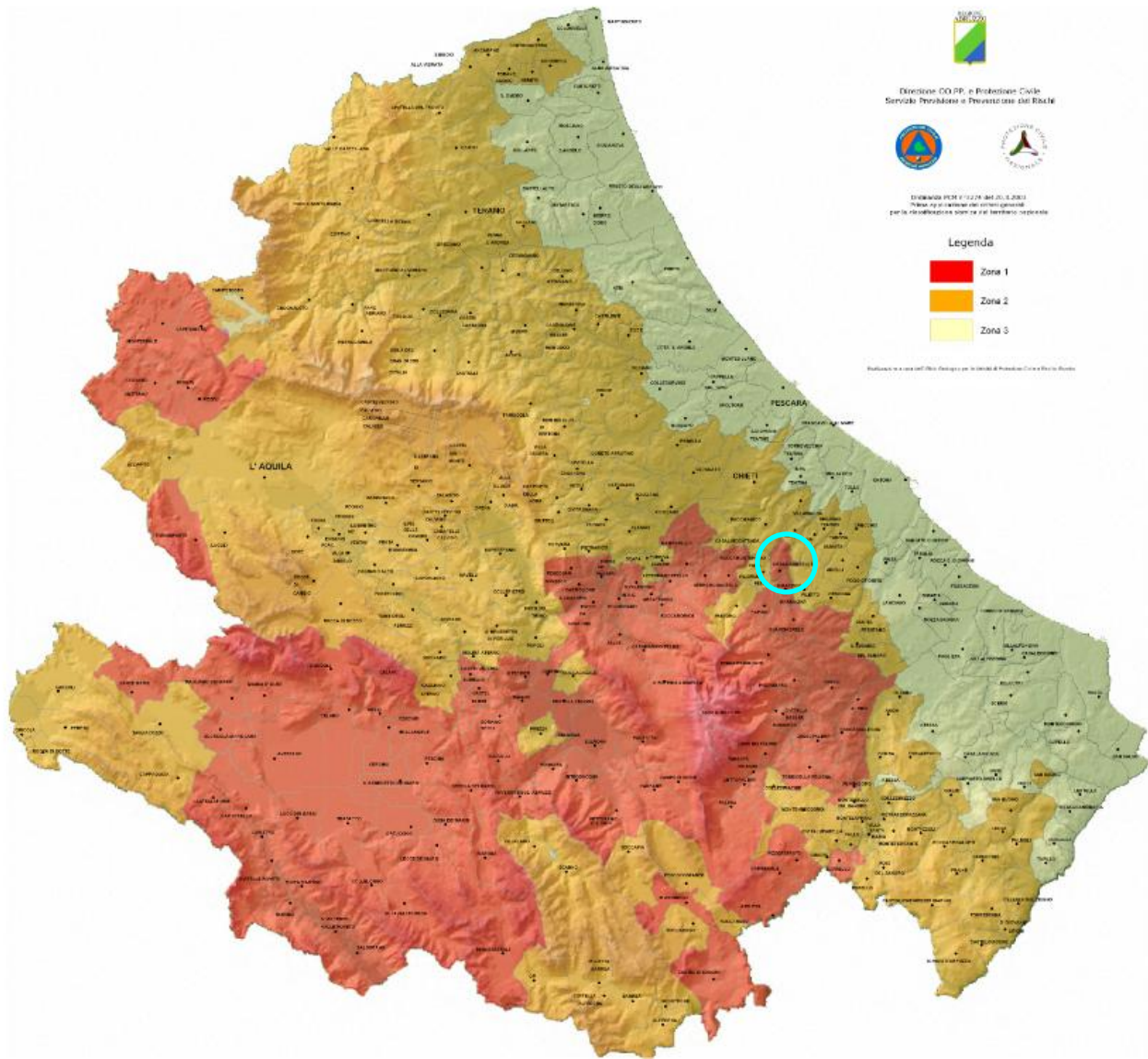


fig. 9 Sistema di fogliazione (in azzurro è indicata l'ubicazione dell'area di studio).

Un'ultima annotazione per quanto concerne il carattere sismico del territorio comunale di San Martino sulla Marrucina è la sua pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (per il comune di San Martino sulla Marrucina pari a 0.125- 0.150) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ed intesa come frazione dell'accelerazione di gravità.

9. Possibilità di rottura del serbatoio in seguito a sollecitazione sismica

La pratica di produzione e stoccaggio idrocarburi ha prodotto una notevole serie di dati da cui si evince che la presenza di sismi in prossimità del giacimento o dello stoccaggio non ha particolari effetti sulla rottura delle rocce serbatoio. Questo fatto implica che la perturbazione poro elastica associata al passaggio delle onde sismiche viene dissipata agevolmente dalle rocce porose, perlomeno nell'ambito delle profondità dei giacimenti.

Bisogna tenere presente che i valori di accelerazione massima previsti dalla normativa sismica si riferiscono alla superficie, mentre nel caso del sottosuolo, le pressioni di confinamento cambiano i valori di scuotimento previsti. Tuttavia, essendo impossibile determinare per via sperimentale la resistenza della roccia serbatoio alla rottura in seguito a terremoti di questa intensità, le altre possibilità sono date dalla costruzione di modelli, che potrebbero essere basati perlopiù su dati indiretti e assunzioni.

Sismi indotti o attivati

In fase di esercizio dello stoccaggio, sarà possibile che l'onda di perturbazione possa creare micro sismicità (cosiddetta **indotta**). Date le buone caratteristiche petrofisiche della roccia serbatoio di Poggiofiorito, e la pratica di controllo della perturbazione poro elastica, si prevede tuttavia che la magnitudo di questi sismi sarà molto bassa, non percepibile dall'uomo, e soprattutto non in grado di modificare negativamente le caratteristiche di tenuta del serbatoio e delle rocce di copertura.

Per quanto riguarda il pericolo di sismicità **attivata**, cioè che lo squilibrio tensionale provocato dalla perturbazione poro elastica possa attivare sismi legati a situazioni tensionali naturali, potenzialmente molto elevati, si ribadisce la grande distanza tra la roccia serbatoio e lo strato sismogenetico (distanza maggiore di 10 km). Data la distanza e la scarsa entità di perturbazione poro elastica associata alle attività di stoccaggio, si ritiene che la possibilità di attivare sismicità naturale nel caso di Poggiofiorito sia nulla.

10. Rischio di incendio ed esplosione

L'incendio è una combustione che si sviluppa in modo incontrollato nel tempo e nello spazio. La combustione è una reazione chimica tra un corpo combustibile e un corpo comburente. In genere i combustibili sono numerosi: legno, carbone, carta, petrolio, gas combustibile, ecc. Il comburente che interviene in un incendio è l'aria o, più precisamente, l'ossigeno presente nell'aria. L'esplosione è una combustione a propagazione molto rapida con violenta liberazione di energia. Può avvenire solo in presenza della cosiddetta «atmosfera esplosiva» (miscela con l'aria di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri). L'esplosione avviene solo nel caso in cui la concentrazione in volume della miscela sia all'interno del campo d'esplosività inteso come l'intervallo tra il limite inferiore d'esplosività (bassa concentrazione di gas con l'ossigeno al disotto della quale non si ha innesco) ed il limite superiore d'esplosività (alta concentrazione di gas al disopra della quale non si ha innesco). Per il metano il campo di esplosività è compreso tra il 5% ed il 15% (percentuale in volume).

Nel nostro caso il gas presente nel giacimento si trova in pressione ed in un ambiente anaerobico e quindi non è a contatto né con il comburente né con possibili inneschi.

Per quanto sopra si può escludere ogni possibile rischio di incendio ed esplosione all'interno della roccia serbatoio.

Bibliografia

Proger Spa, 2011 – Studio di Impatto Ambientale del Progetto Poggiofiorito – Quadro di Riferimento Ambientale – 110 pp.

SIM, Società Ingegneria Mineraria, 2007 – Nota tecnica sulla possibilità di adibire a stoccaggio il campo di Poggiofiorito (Livello "B") – 28 pp.