

## CONCESSIONE SAN BENEDETTO STOCCAGGIO

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

Gas Plus Storage S.r.l.  


  
per presa visione

## INDICE

<b>1. Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Inquadramento geografico</b> .....	<b>4</b>
<b>3. La normativa vigente (cenni)</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Descrizione dei parametri petrofisici e geodinamici del sito di stoccaggio</b> .....	<b>5</b>
<b>5. Inquadramento geologico del sito di stoccaggio</b> .....	<b>6</b>
<b>6. Potenziali fattori di rischio geologico</b> .....	<b>10</b>
<b>7. Fughe di gas verso la superficie</b> .....	<b>10</b>
<b>8. Sismicità naturale, indotta o attivata</b> .....	<b>10</b>
<b>9. Possibilità di rottura del serbatoio in seguito a sollecitazione sismica</b> .....	<b>13</b>
<b>10. Rischio di incendio ed esplosione</b> .....	<b>14</b>

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 dei livelli “**MP1 e MP1z**”, interessati ad essere adibiti a stoccaggio del campo di San Benedetto (concessione San Benedetto Stoccaggio, nella concessione di coltivazione San Benedetto del Tronto) e, gestito da Gas Plus Storage S.r.l. (joint venture: Gas Plus Storage operatore con il 49%, Gaz de France con il 35,7% e Acea S.p.A con il 15,3%), 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 di San Benedetto sono situati nel comune omonimo di San Benedetto del Tronto (AP) (fig. 1).



fig.1 Visualizzazione del sito dall'alto.

## 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 di interesse per lo stoccaggio sotterraneo di gas è costituito dalla Formazione Montepagano ad una profondità di circa 2450 m sotto il livello del mare. La Formazione Montepagano include un livello principale MP1 e un altro livello superiore, meno esteso, ma connesso idraulicamente al principale, detto MP1z. Questi livelli, che hanno un comportamento dinamico identico e costituiscono un unico corpo, sono stati accertati e valutati alla conversione in stoccaggio gas, grazie ai seguenti necessari requisiti:

- 1) una **roccia serbatoio**, costituita da un intervallo di circa 30 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 struttura anticlinale, con chiusura laterale da faglie sealing (barriere idrodinamiche), costituendo di fatto un blocco limitato;
- 3) una **copertura** di rocce impermeabili, di spessore variabile tra i 300 e i 500 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.

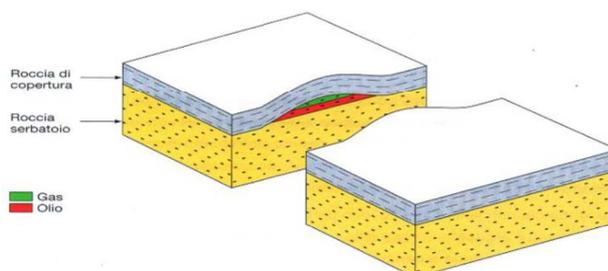


fig.2 Esempio di accumulo di idrocarburi: la trappola

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 i livelli interessati "MP1 e MP1z", è di  $P_i = 302,9 \text{ kg/cm}^2\text{ass. @ } 2456 \text{ mslm}$ . Tale pressione sarà di riferimento e di limite durante le fasi future di esercizio in stoccaggio, senza alcun superamento della stessa. La Gas Plus Storage S.r.l. ha fatto eseguire uno studio geomeccanico (in allegato) dalla Società DREAM s.r.l, spin-off del Politecnico di Torino, al fine di valutare l'evoluzione degli sforzi, le deformazioni e gli spostamenti indotti dalla produzione primaria di gas e quella futura di riconversione a stoccaggio.
- **tenuta idraulica rocce di copertura**: le Argille del Santerno, che rappresentano la copertura della formazione Montepagano, hanno uno spessore complessivo di circa 500 m, se pure interrotte da intercalazioni leggermente sabbiose. Le Argille del Santerno, riconoscibili a scala regionale, costituiscono la copertura di numerosi giacimenti a gas rinvenuti nella pianura padana e sono note per la loro sostanziale omogeneità e per le loro caratteristiche di bassissima permeabilità. 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 essere 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

L'area del giacimento di San Benedetto è situata nella parte centro-occidentale del bacino Ancona-Pescara, che rappresenta a sua volta un segmento dell'avanfossa appenninica pliocenica, in corrispondenza del trend costiero. Questo è costituito dall'allineamento dei thrust più esterni e rappresenta il fronte sepolto della catena a ridosso dell'avampaese adriatico. Nel campo, i reservoir contenenti gli accumuli di gas sono riferibili a due formazioni clastiche del Pliocene inferiore: la Formazione Montepagano e la sottostante Formazione Alternanze.

Pur essendo entrambe di origine torbidityca esse sono molto differenti per associazioni di facies e caratteristiche petrofisiche: la formazione Alternanze è caratterizzata da fitte alternanze di sabbie ed argille che rappresentano il riempimento dell'avanfossa; le facies della formazione Montepagano suggeriscono una sedimentazione di sabbie più irregolare e discontinua, sia in senso verticale che orizzontale. In particolare, il giacimento di San Benedetto si trova all'interno di una struttura formata da un'anticlinale sovra scorsa con direzione NNW-SSE e vergenza E-NE. La profondità media della f.ne Montepagano è circa 2450 mslm, mentre la f.ne Alternanze si trova ad una profondità di circa 3000 mslm.

La f.ne Montepagano risulta costituita principalmente da due livelli: MP1 e MP1z idonei ad un futuro sviluppo di stoccaggio, mentre la f.ne Alternanze risulta costituita da 21 livelli, denominati SB1-SB21, di cui i primi 18 originariamente mineralizzati a gas. Tenuto conto della litologia e delle scadenti caratteristiche petrolfisiche, **la f.ne Alternanze è risultata non idonea ad un sua trasformazione a stoccaggio.**

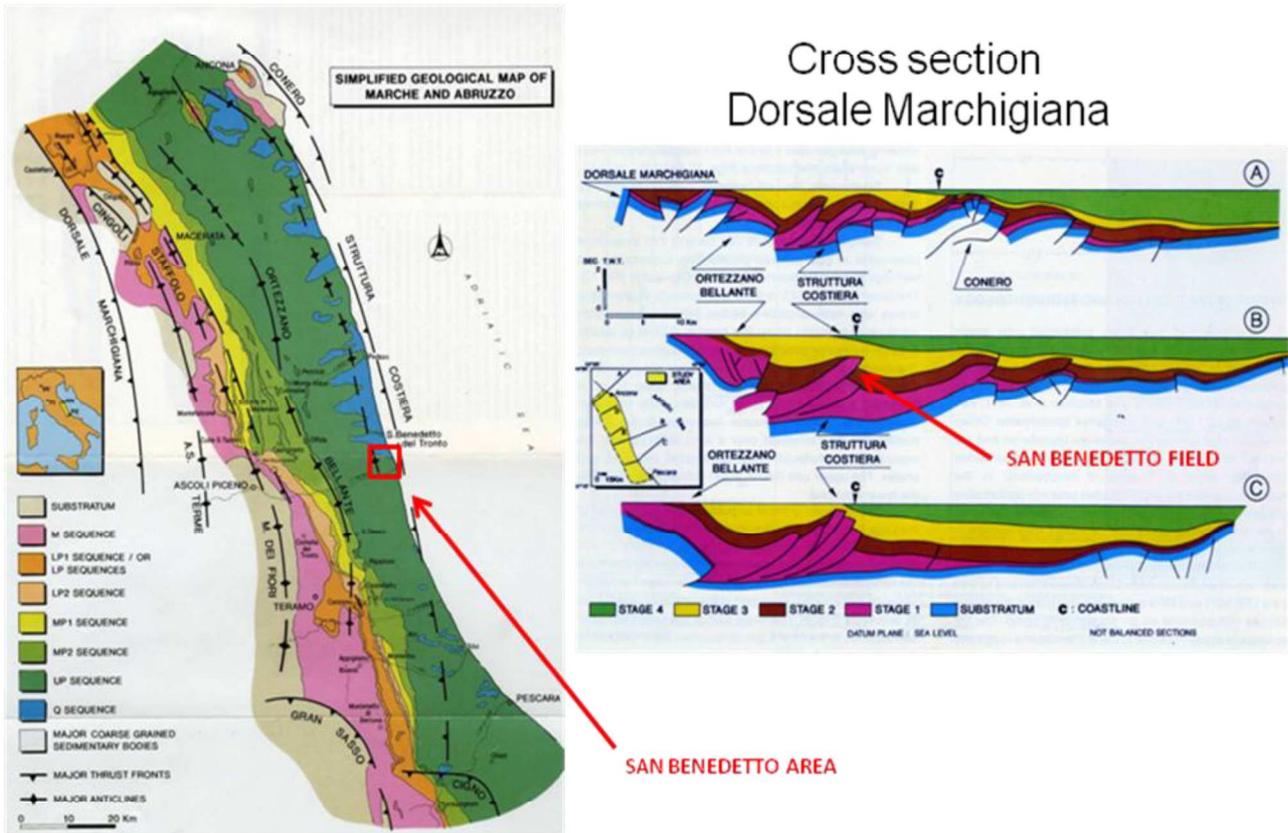


fig.3 Mappa geologica dell'area di interesse

## Generalised Stratigraphic Column

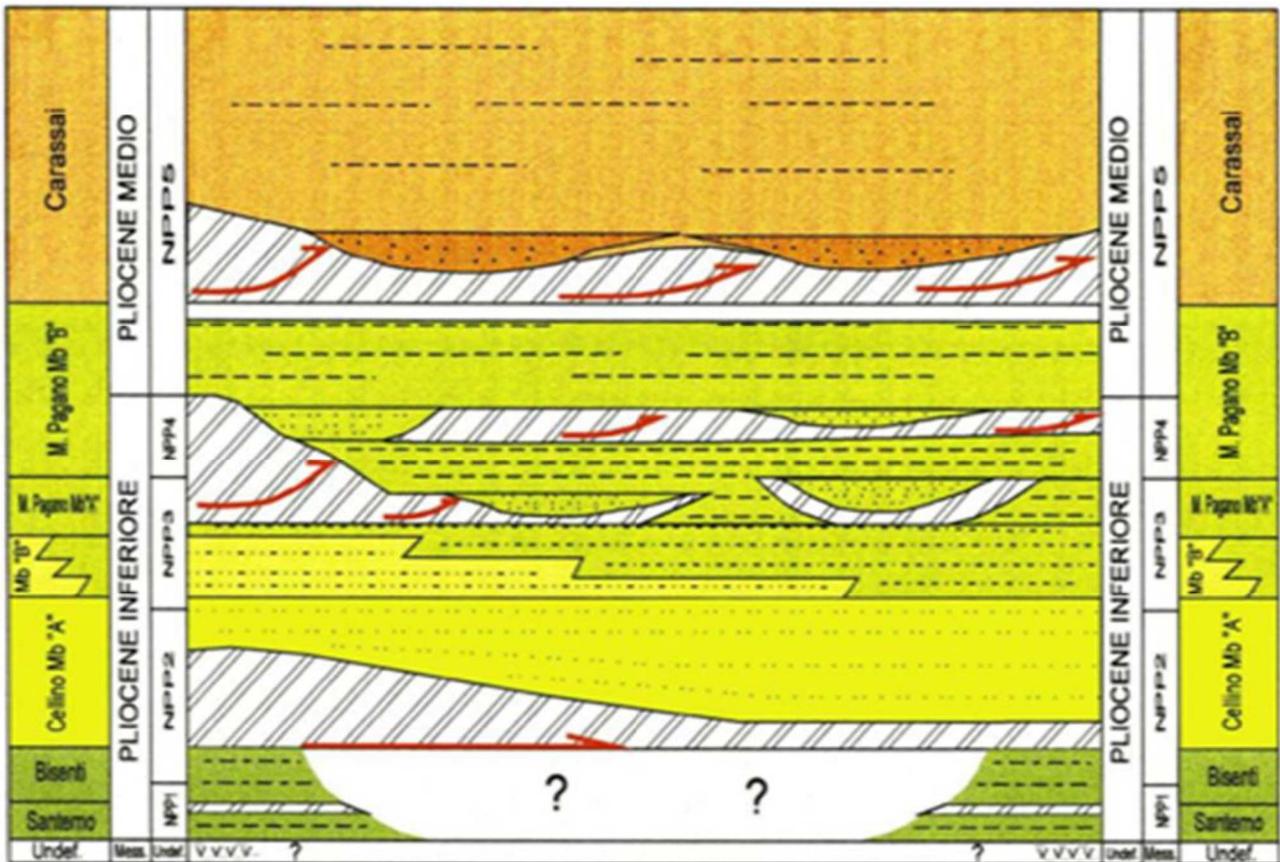


fig.4 Colonna stratigrafica



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 718 MSm<sup>3</sup> ed un quantitativo di gas stoccabile e movimentabile (working gas) di 522 MSm<sup>3</sup>. La portata massima giornaliera prevista è di circa 5.9 MSm<sup>3</sup>/g.

## 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 San Benedetto, 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.6.

## 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.

La Regione Marche ha riclassificato sismicamente il suo territorio, in base alle norme sopraccitate, con la Delibera di Giunta Regionale n. 1046/03, e sue successive modifiche (D.G.R.M. n. 136/04), 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 Marche". 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 Marche.”

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 917 (corrispondenti alla zona 53 nella ZS4) e più precisamente al limite tra questa e la zona 918; la zona 917 rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell’arco appenninico settentrionale. Questa fascia viene chiusa poco più a sud di Porto S.Giorgio, laddove non si hanno più chiare evidenze di tettonica compressiva. La zona 917 comprende le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appenninica esterna, cui è possibile associare la sismicità della costa romagnola e marchigiana (Meletti e Valensise, 2004 e bibliografia relativa). Il numero di terremoti che ricadono in questa zona è decisamente inferiore a quello degli eventi della zona 912. Nella porzione sud-orientale della fascia 918 si verificano, invece, terremoti distensivi che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna (Meletti e Valensise, ibidem).

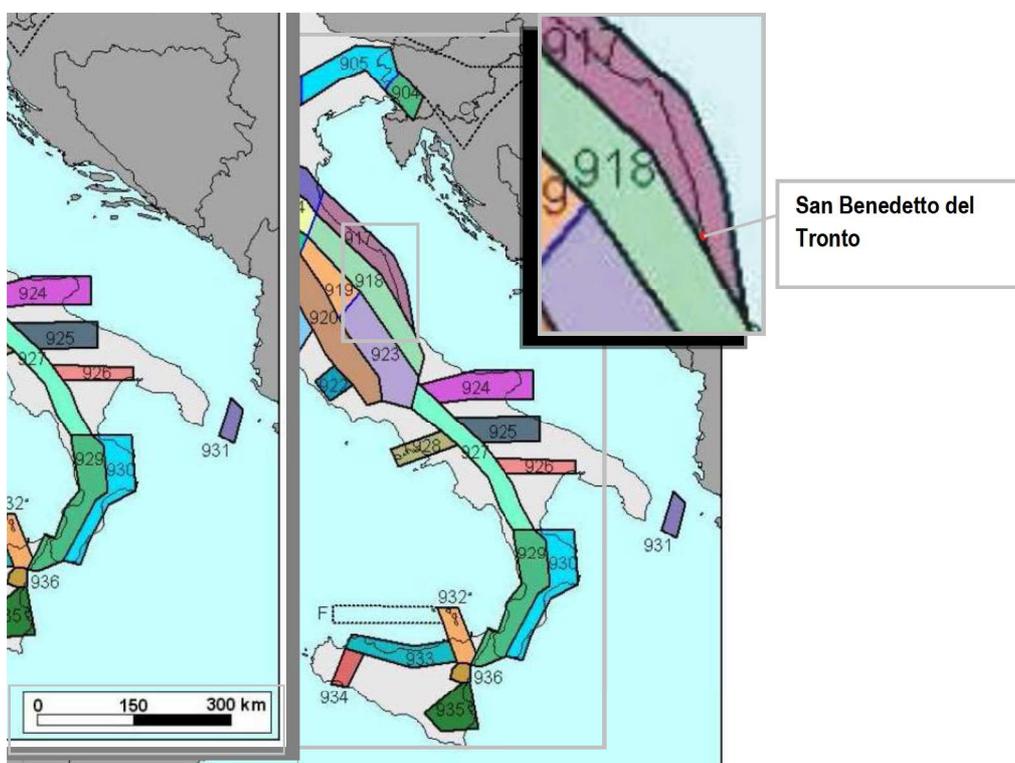


fig.6 Zonazione sismogenetica

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 917) sia stato assegnato un meccanismo di fagliazione inversa come mostrato anche dalla mappatura dei meccanismi focali medi calcolati per la zona (nel riquadro rosso).

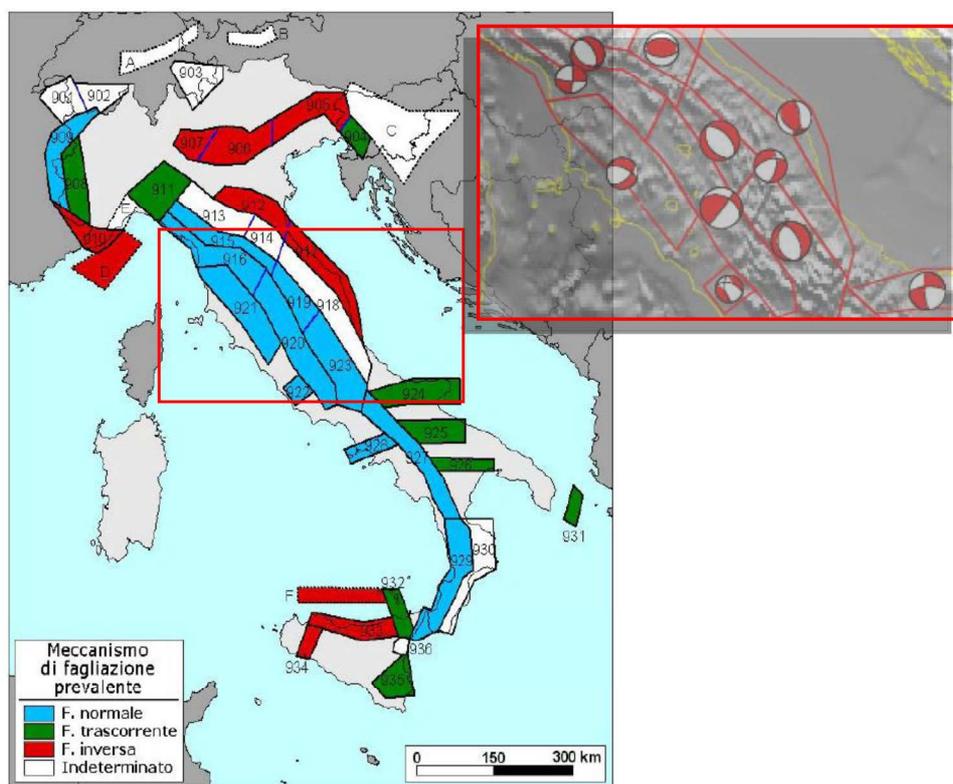


fig.7 Sistema di fagliazione

Il comune di San Benedetto fa parte della provincia di Ascoli Piceno il cui territorio è considerato a media pericolosità sismica. La regione è caratterizzata da una sismicità storica relativamente importante, con eventi che non hanno superato magnitudo 6 (il più importante evento storico dell'area è quello del 1873).

In particolare il comune di San Benedetto, in base alla Ordinanza 3274 è caratterizzato da una bassa attività sismica, ed è stato classificato come "zona sismica 3" come visibile in figura (immagine tratta dal D.G.R. n.136/03 e s.m.i).

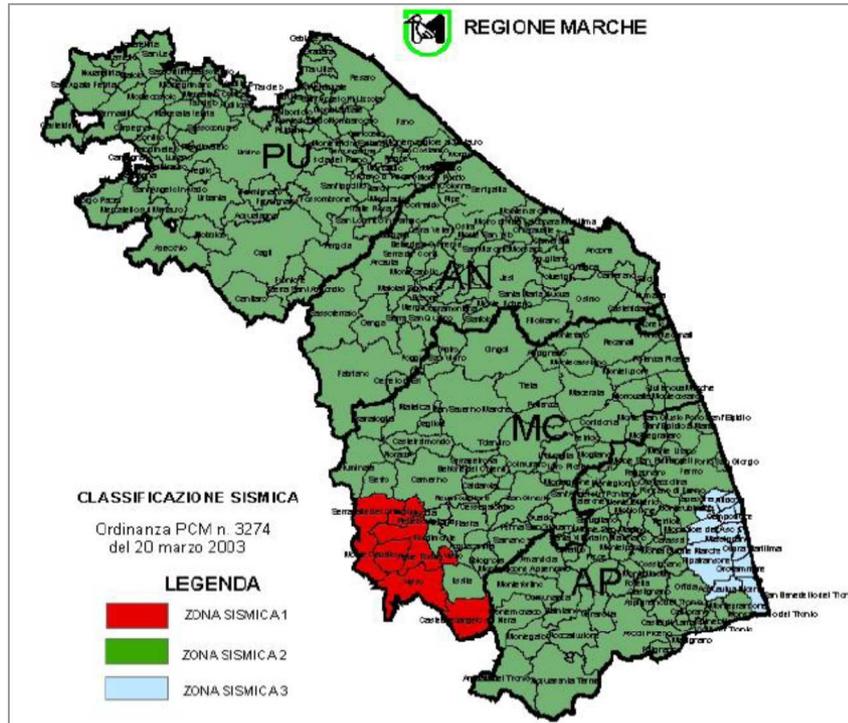


fig.8 Classificazione zone sismiche delle Marche

Un'ultima annotazione per quanto concerne il carattere sismico del territorio comunale di San Benedetto del Tronto è la sua pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (per il comune di San Benedetto del Tronto pari a 0.225-0.250) 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 perlò più 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 San Benedetto, 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 6 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 San Benedetto 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

Dream S.r.l., spin –off del Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell’Ambiente e delle Geotecnologie, 2011 – Studio geomeccanico per lo stoccaggio sotterraneo del gas naturale nella Formazione Montepagano – 27 pp.

SIM, Società Ingegneria Mineraria, 2007 – Studio di giacimento sulla possibilità di adibire a stoccaggio il livello MP1-MP1z – 42 pp.

Proger S.p.A., 2010 – Studio di Impatto Ambientale, Quadro di riferimento Ambientale della Centrale di Stoccaggio di San Benedetto – 90 pp.