



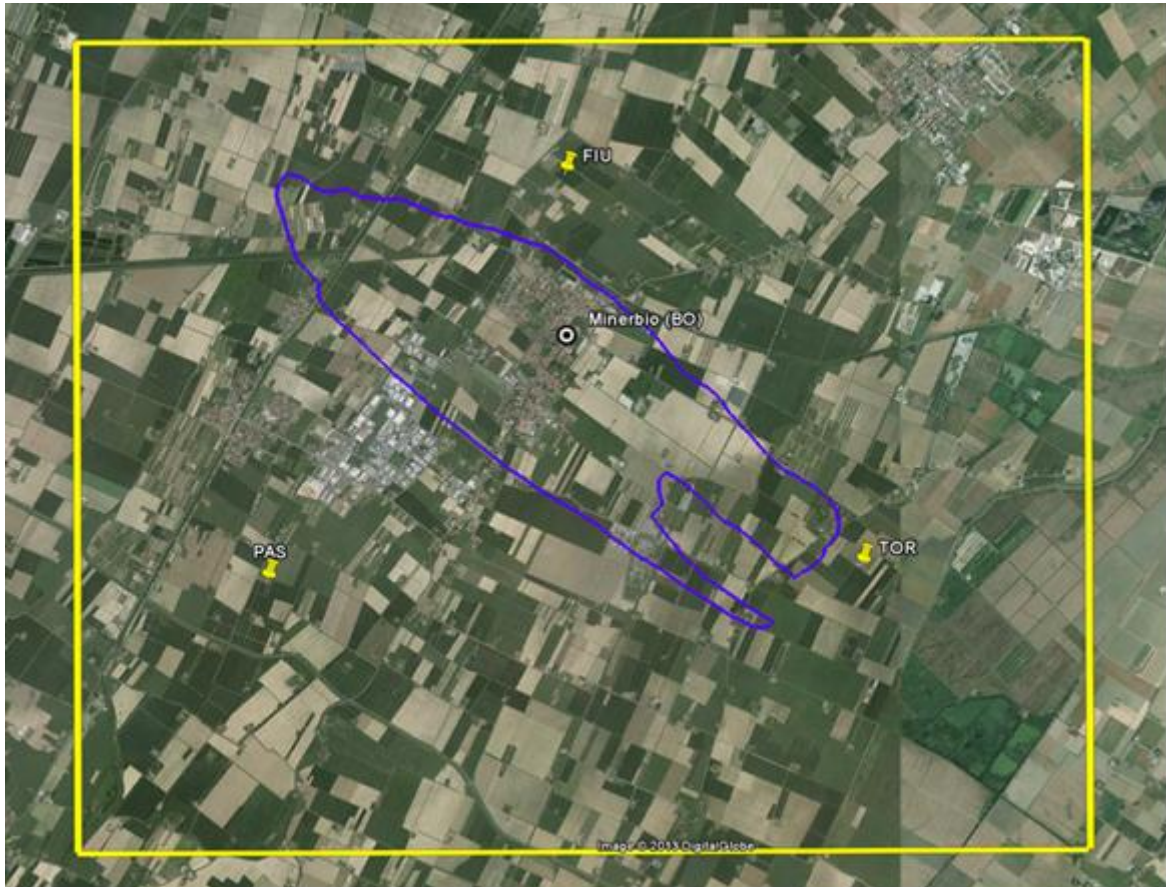
STOGIT

CONCONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO



MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

Ottobre 2013



STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0			
---	--	--	--

SOMMARIO

INTRODUZIONE

INQUADRAMENTO GEOSTRUTTURALE DEL GIACIMENTO

MODELLO GEOMECCANICO

LA RETE SISMICA DI MINERBIO

EVENTI MICROSISMICI LOCALI REGISTRATI

REGISTRAZIONE DEI TERREMOTI EMILIANI DEL MAGGIO 2012

CONCLUSIONI



STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

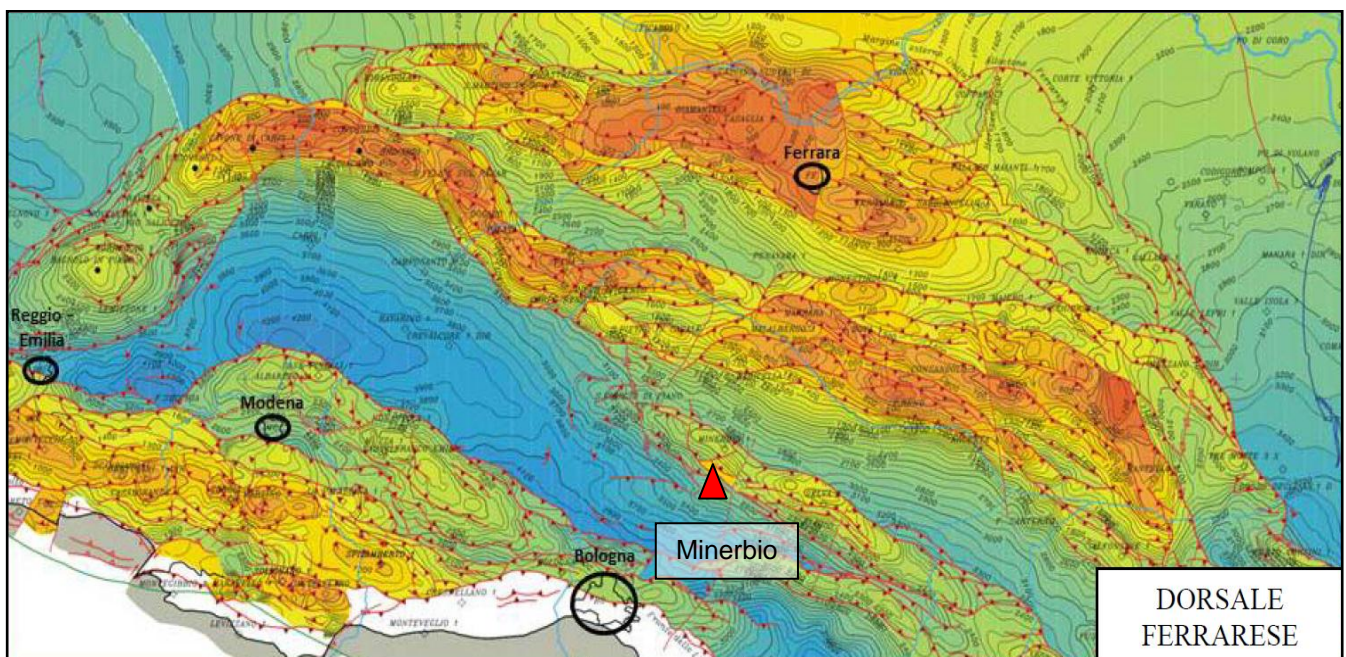
0

INTRODUZIONE

Questa nota illustra gli aspetti legati all'attività di monitoraggio geofisico del sottosuolo del giacimento di Minerbio, il più importante giacimento di stoccaggio in Pianura Padana, eseguita prima da Eni e successivamente da Stogit tramite una rete sismica dedicata attiva dal 1979 a oggi.

La rete è finalizzata a rilevare con estrema sensibilità gli eventi sismici naturali con epicentri lontani ad elevata Magnitudo per verificare le eventuali ripercussioni sul giacimento e la sua strumentazione è in grado di misurare la velocità del fronte d'onda e di determinarne anche l'accelerazione; di fatto la rete è stata impiegata per monitorare anche eventi a basse Magnitudo (< 3) che si verificano nell'area della Concessione con l'obiettivo di rilevare i prodursi di eventuali fenomeni in corrispondenza dell'attività di stoccaggio del gas naturale. I dati acquisiti in 34 anni consentono di affermare che i fenomeni rilevati sono da ricondurre alla sismicità naturale di origine tettonica dell'area e di escludere ogni relazione con l'attività di stoccaggio.

In questa nota si riportano nel dettaglio la descrizione della rete sismica, le caratteristiche tecniche della strumentazione installata e i principali risultati conseguiti in più di trent'anni di attività, dal luglio 1979 a luglio 2013.





STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

INQUADRAMENTO GEOSTRUTTURALE DEL GIACIMENTO

Il giacimento di stoccaggio di Minerbio, ubicato circa 20 km a nord-est di Bologna ad una profondità media di 1300 m, appartiene alla categoria dei giacimenti a gas esauriti (Depleted Field), ossia sfruttato in passato durante la fase di produzione primaria e dal 1975 convertito all'attività di stoccaggio, a seguito di una serie di studi e di valutazioni tecniche di idoneità. Le prospezioni geofisiche e le stratigrafie dei pozzi profondi perforati negli scorsi decenni per la ricerca di idrocarburi in questo settore della Pianura Padana confermano la presenza in profondità di grandi strutture tettoniche, direttamente collegate all'orogenesi dell'adiacente catena appenninica. La mappa strutturale della figura precedente mostra i lineamenti sepolti sopra descritti e l'ubicazione del giacimento di stoccaggio di Minerbio.

Nel sottosuolo modenese e ferrarese, il substrato carbonatico, composto da rocce di natura calcareo-dolomitica a comportamento reologico di tipo rigido, si trova a profondità insolitamente ridotte (circa 3000 metri). Ciò è la conseguenza delle spinte compressive legate all'orogenesi appenninica, che ha generato fronti strutturali sepolti noti nella letteratura geologica come "Dorsale Ferrarese".

Il giacimento di Minerbio, inserito in questo contesto geologico-strutturale, è costituito da un'anticlinale allungata in direzione NW-SE con fianchi fortemente asimmetrici. Il fianco nord-est della struttura è interessato da un sistema di faglie inverse che presentano un rigetto di circa 100 metri e delimitano il giacimento. La chiusura mineraria della struttura è legata ad una trappola di tipo misto, in cui interagiscono fattori di natura tettonica (anticlinale asimmetrica delimitata da faglie marginali) e stratigrafica (geometrie dei livelli sabbiosi con progressiva chiusura stratigrafica).

Il reservoir principale del campo è costituito da livelli sabbiosi con spessore di alcune decine di metri, appartenenti alla Formazione Porto Garibaldi del Pliocene Medio. L'intervallo stratigrafico di interesse minerario ed attualmente adibito all'attività di stoccaggio, è denominato Pool C ed è rappresentato da una serie di livelli sabbiosi ai quali si interpongono livelli argillosi di limitato spessore.

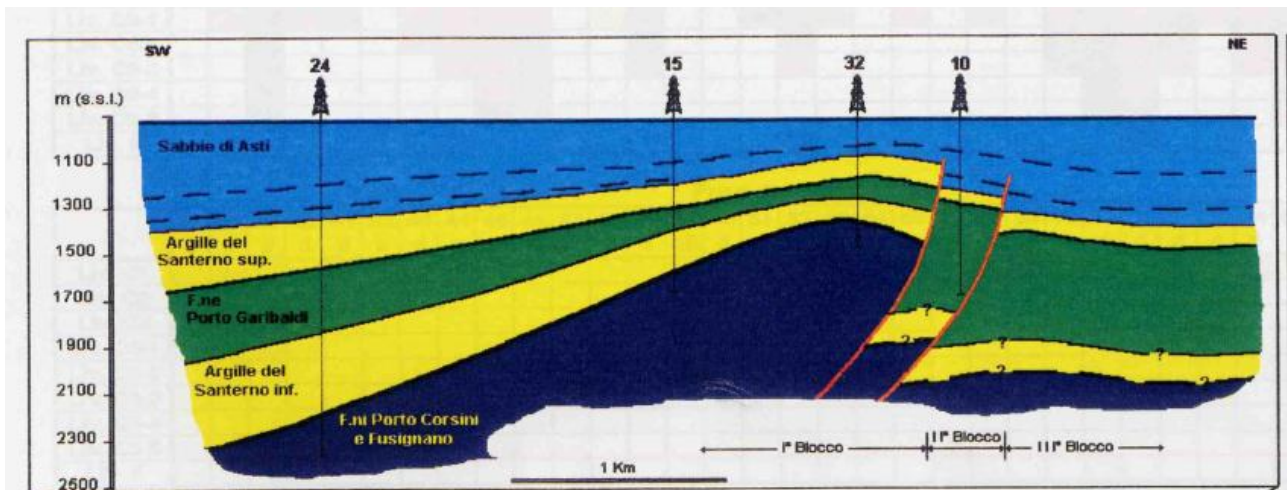
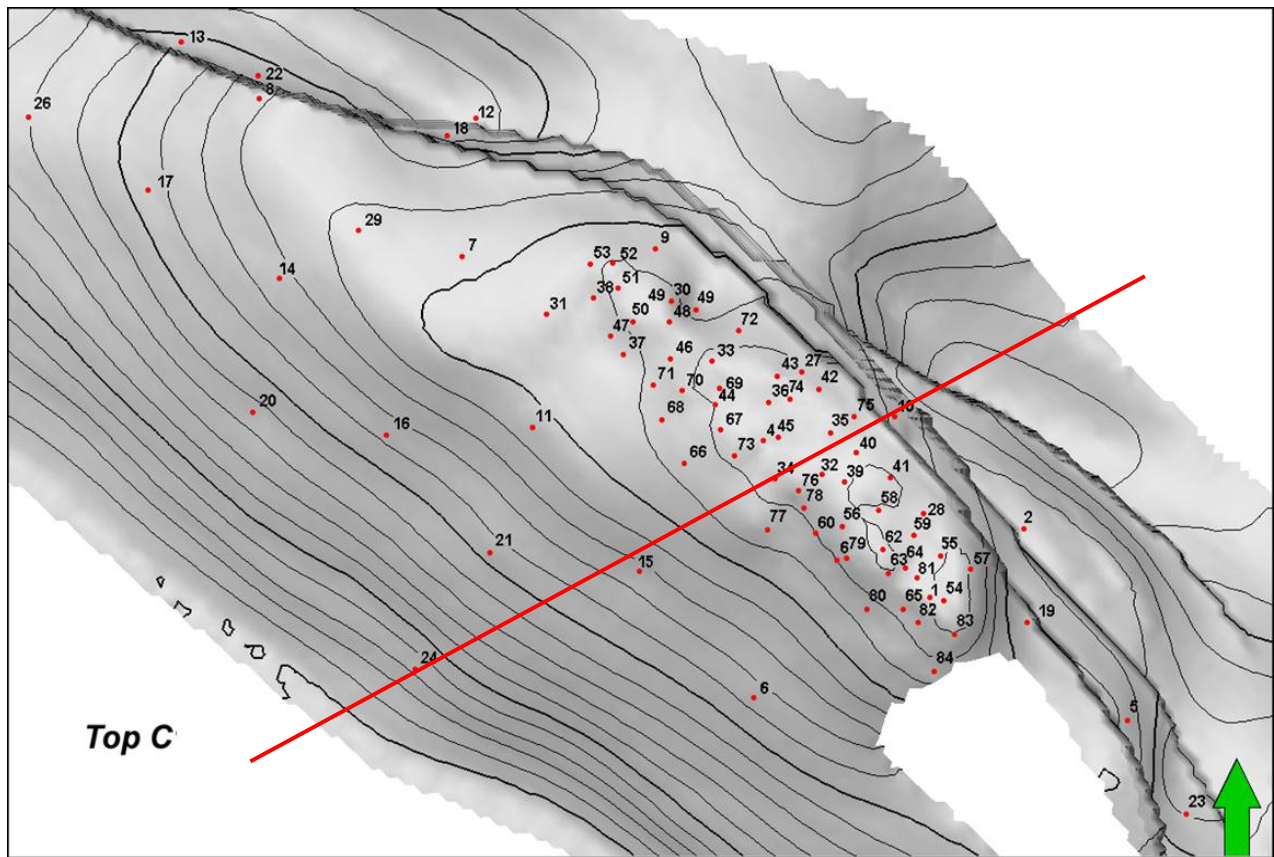
La formazione di copertura è rappresentata da una coltre argillosa di vario spessore (130-300 m), appartenente alla Formazione pliocenica Argille del Santerno, la quale presenta una notevole continuità laterale a livello regionale e possiede caratteristiche petrofisiche di impermeabilità tali da garantire l'isolamento idraulico rispetto ai livelli porosi di superficie.

Il giacimento è pertanto il risultato di una complessa evoluzione geologica e strutturale del bacino sedimentario in cui è inserito, che ha permesso la formazione e la preservazione di



accumuli di idrocarburi rimasti intrappolati nel sottosuolo dal Pliocene Medio ad oggi per almeno 3-4 milioni di anni.

Nelle immagini seguenti sono riportate la mappa del top strutturale del giacimento di Minerbio ed una sezione schematica lo che attraversa.





STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

IL MODELLO GEOMECCANICO

Lo studio geomeccanico, realizzato dal Politecnico di Torino nel maggio 2011, di cui abbiamo già consegnato copia nella procedura di VIA per il progetto P>Pi del campo in oggetto, al fine di confermare l'estraneità dell'attività di stoccaggio nelle ripercussioni di carattere geostrutturali del giacimento. Lo stesso studio ha inoltre definito le condizioni tensionali e deformative che si realizzano nel giacimento di stoccaggio di Minerbio e nella sovrastante cap-rock, in relazione a differenti pressioni di esercizio che possano comportare un'eventuale modifica dello stato tensionale preesistente delle faglie presenti generando microsismicità indotta.

La possibilità di analizzare correttamente il comportamento geomeccanico delle formazioni rocciose profonde circostanti il campo di Minerbio ha richiesto la messa a punto di un modello geologico, in cui è stata ricostruita la geometria dell'intera sequenza che si estende dal piano campagna fino a una profondità di 4500 m. Per la modellizzazione di dettaglio del giacimento sono state utilizzate le superfici acquisite per la realizzazione del modello statico del Pool C, successivamente estese per 13 km in direzione N, per 18 km in direzione S, per 15 km in direzione E e, infine, per 18 km in direzione O, in accordo con l'andamento regionale del top della sequenza a cui appartengono. La dimensione finale delle superfici è quindi di circa 32x39 km. Ai soli fini della modellizzazione geomeccanica, ovvero per eliminare gli effetti di bordo e per garantire la stabilità delle simulazioni, il modello è stato poi ulteriormente esteso, sino a raggiungere dimensioni in pianta di 60x70 km e una profondità di circa 20 km.

La simulazione del comportamento meccanico del campo di Minerbio è consistita nella valutazione dell'evoluzione delle tensioni efficaci e delle deformazioni della roccia indotte dalle attività storiche di produzione primaria e di stoccaggio. Sono state quindi effettuate previsioni del comportamento futuro del sistema secondo differenti scenari di gestione del campo in condizione di sovrappressione.

Dall'esame dei dati di laboratorio disponibili sia per la roccia di giacimento sia per la copertura e in base ai risultati di un'accurata ricerca bibliografica, è stata costruita un'opportuna legge costitutiva e sono stati valutati i relativi parametri di deformabilità. Come criterio di failure è stato adottato quello di Mohr-Coulomb tridimensionale, imponendo opportuni parametri di resistenza.

In tutte le simulazioni effettuate si è verificato che il sistema manifesta sempre un comportamento puramente elastico, ampiamente lontano dal raggiungimento della soglia di



STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

plasticizzazione, il che equivale a dire che nel sistema roccia di giacimento e roccia di copertura non vengono generati stress tali da modificare l'equilibrio geodinamico durante l'attività di stoccaggio anche in condizioni di sovrappressioni.

La necessità di utilizzare un modello numerico complesso, quale quello messo a punto per Minerbio, che consentisse di esaminare separatamente le varie fasi è dovuta alla presenza di faglie con rigetto significativo tale da influenzare la distribuzione delle pressioni dei fluidi e, di conseguenza, delle tensioni efficaci nelle diverse parti del giacimento. È stata quindi valutata la risposta del modello al termine della produzione primaria (aprile 1971), al termine della fase di ricostituzione alla pressione di scoperta del giacimento, al termine di un ciclo di svasso in condizioni normali che prevede il raggiungimento di una pressione minima di testa pozzo pari a 75 bar ed, infine, in corrispondenza di una pressione massima operativa del campo rispettivamente pari al 107% e 120% della pressione iniziale del giacimento.

Nonostante l'utilizzo di parametri di resistenza conservativi, l'analisi dello stato tenso-deformativo del sistema mostra che, per tutti gli scenari analizzati, sussistono condizioni di sicurezza sia rispetto alla rottura per fessurazione delle argille di copertura sia rispetto alla plasticizzazione della roccia serbatoio. Il criterio di resistenza adottato, ovvero quello di Mohr-Coulomb, assume che la resistenza per attrito aumenti all'aumentare delle tensioni efficaci.

Le condizioni di stabilità vengono espresse mediante il parametro di failure, che rappresenta la distanza dalle condizioni di plasticizzazione. Valori negativi di failure denotano un comportamento stabile, mentre valori prossimi allo zero segnalano una possibile evoluzione verso la plasticizzazione. A seguito della produzione (produzione primaria o fase di erogazione durante un ciclo di stoccaggio) si registra un aumento delle tensioni efficaci, che porta il sistema a raggiungere stati tensionali ancora più stabili (valori di failure negativi) rispetto alle condizioni iniziali. Le condizioni potenzialmente più critiche, viceversa, si realizzano in fase di iniezione, quando si ha una riduzione delle tensioni efficaci. Tuttavia, in tutti i casi analizzati i valori di failure si mantengono sempre negativi e lontani da condizioni di rottura.

In conclusione gli sforzi normali alle pareti di faglia dovuti alla gravità sono così elevati da determinare resistenze a taglio anch'esse elevate e di molto maggiori degli sforzi di taglio agenti calcolati mediante le simulazioni. Dal momento che la pressione indotta dalle attività di iniezione incrementa ulteriormente questi sforzi normali, le condizioni di stabilità delle faglie migliorano a seguito della gestione del campo in



STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

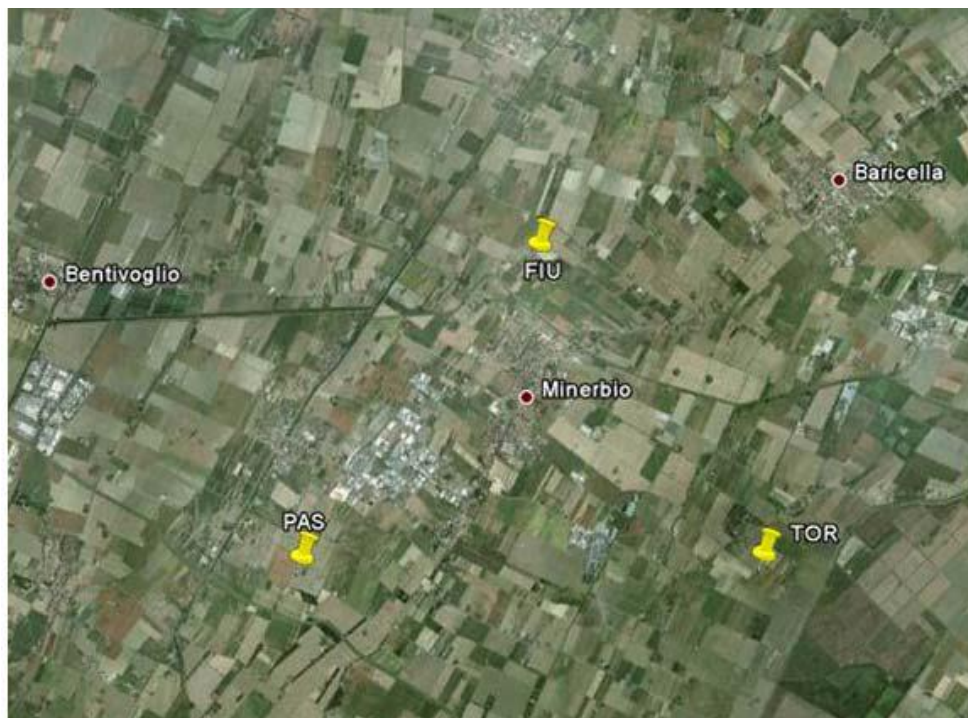
0

condizioni di sovrappressione, garantendo un effetto di sealing e tale da assicurare la loro non riattivazione .

LA RETE SISMICA DI MINERBIO

La rete sismica di Minerbio, attiva sin dal 1979, registra le vibrazioni del terreno generate dal passaggio delle onde sismiche provenienti dal sottosuolo. Tale monitoraggio fornisce indicazioni soprattutto sulla sismicità locale del sito e ha permesso nello stesso tempo di rilevare i microsismi naturali, rappresentati da eventi generati da dislocazioni tettoniche poste anche ad elevata profondità (> 10 km), discriminandoli da quelli con ipocentri ubicati a distanze ed a profondità prossime a quella del giacimento che ad una prima valutazione potrebbero anche essere erroneamente riconducibili all'attività di stoccaggio del gas naturale. Tutti gli eventi registrati dalla rete vengono opportunamente discriminati dal cosiddetto "rumore di fondo" (traffico veicolare e attività antropiche superficiali). La rete è in grado di rilevare con estrema sensibilità anche eventi sismici naturali di elevata Magnitudo con epicentri lontani dall'area della Concessione.

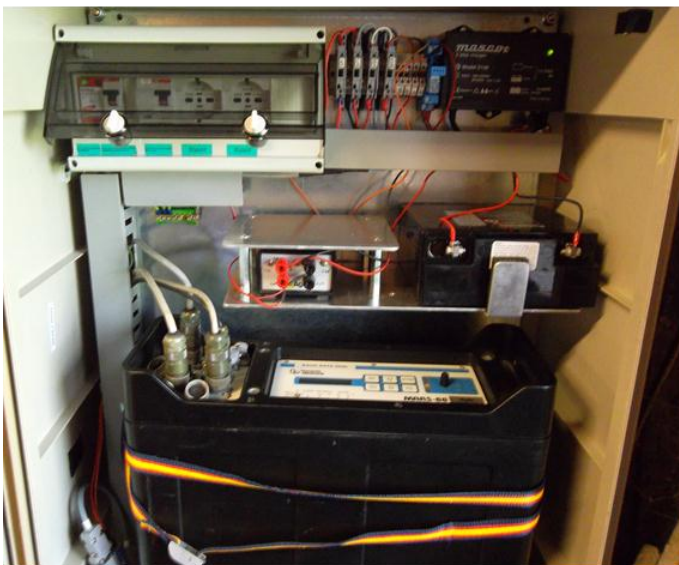
La rete sismica è attualmente costituita da 3 stazioni fisse, denominate FIU, PAS e TOR, opportunamente dislocate sul territorio nell'area da indagare. La figura sottostante mostra l'ubicazione delle 3 stazioni rispetto all'abitato di Minerbio.





Le stazioni sono dotate di sensori sismometrici a 3 componenti e trasmettono i dati via linea telefonica per la loro archiviazione, elaborazione e interpretazione. Nel dettaglio, ciascuna stazione è equipaggiata nel modo seguente:

Sistema di acquisizione



Antenna per segnale radio DCF-77



Pozzetto con sismometro





STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

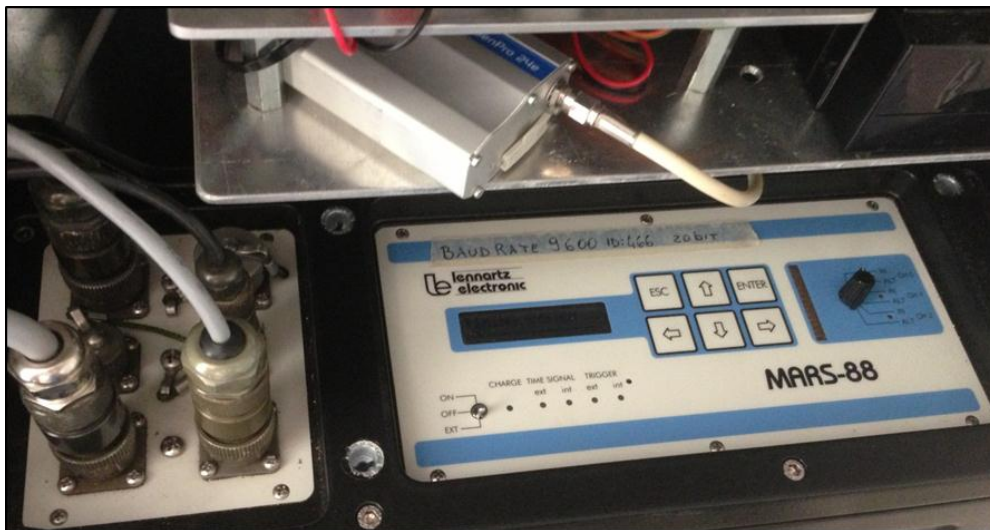
Sismometri

Sismometro tri-direzionale Lennartz LE-3D "classic" preamplificato con le caratteristiche seguenti:

- frequenza naturale dei sensori 4.5 Hz;
- frequenza dopo preamplificazione 1Hz;
- sensibilità 400 V/m/sec;
- fattore di damping 70%.

Sistema di acquisizione

Sistema di acquisizione digitale Lennartz Mars-88/MC (identificato con un codice di fabbricazione chiamato mars_id) dotato di:



- 3 canali di ingresso + 1 canale di monitor;
- acquisizione analogica con conversione A/D;
- filtri antialias digitali in real time;
- frequenza di campionamento 62.5 Hz per una banda effettiva del segnale 0-25 Hz;
- clock al quarzo ad alta stabilità, sincronizzato automaticamente con il segnale radio DCF-77;
- 4 MByte CMOS RAM statica (consente la registrazione continua di 3 canali per 3 ore con una frequenza di 62.5 Hz);
- interfaccia seriale RS-232 per il "networking" tramite modem;

	CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO		
	MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'		
	0		

- controllo remote;
- ricevitore del segnale del tempo DCF-77;
- Cavo di connessione stazione-geofono;
- Modem;
- alimentatore stabilizzato con batteria tampone Panasonic LC-XD1217P da 17 Ah.

Centrale di acquisizione

La centrale di acquisizione dati è sita in San Donato Milanese presso gli uffici eni Divisione E&P dove sono installate le seguenti apparecchiature:

- Personal computer impiegato come Gateway, che provvede al collegamento fisico e logico tramite un'interfaccia seriale tra il modem e la rete Ethernet;
- Workstation Linux, collegata via Ethernet con il Gateway;
- Modem GSM per collegamento tramite rete telefonica cellulare.

Logica di registrazione dati

I segnali registrati sui 3 canali del geofono sono digitizzati ed analizzati direttamente dalle stazioni periferiche tramite un algoritmo di "trigger" del tipo LTA/STA. Il valore del rapporto S/N (Signal/Noise) e la durata degli intervalli temporali LTA e STA sono stabiliti dall'utente.

I blocchi di dati sono registrati in modo continuo dalle Mars-88 su una memoria di lettura/scrittura RAM. Quando un blocco soddisfa le condizioni di "trigger", la stazione provvede a identificare il blocco stesso .

La stazione di acquisizione centrale interroga ogni ora le stazioni periferiche e riceve le informazioni sui tempi di inizio e fine dei segnali triggerati; quindi essa compie una verifica sull'esistenza di coincidenze temporali tra le varie stazioni, secondo criteri indicati dall'utente, quali il numero minimo di stazioni per considerare valida la coincidenza, i pesi per le singole stazioni, ecc. Dopo aver avuto una coincidenza, richiama le stazioni interessate e si fa trasmettere i segnali triggerati più i blocchi laterali (pre e post event) e poi li libera nella memoria delle Mars-88.

EVENTI MICROSISMICI LOCALI REGISTRATI

Da luglio 1979 ad oggi , dalla rete di Minerbio, sono stati registrati pochi microsismi naturali a carattere locale; nessuno dei quali connesso all'attività di stoccaggio. Gli eventi sismici locali, che testimoniano l'esistenza di una sporadica attività sismica naturale, sono riportati nella tabella seguente (aggiornata a luglio 2013):

Data	Ora (UTC)	Prof. (km)	ML
1979.12.19	10:03	1.8	1.2
1980.03.13	02.02	5.5	1.4
1980.03.18	14:43	7.8	2.1
1983.01.11	05:33	8	1.5
1985.03.25	04:19	3	1.2
2000.05.26	02:30	7.7	0.3
2000.09.23	01:08	10.8	0.9
2004.08.07	00:00	9.7	0.6
2004.08.07	16:57	9.7	2
2009.05.02	16:37	8.0	1.6
2009.12.07	22:56	6.6	0.5
2012.07.16	22:22	9.1	1.1
2012.07.17	04:04	9.5	1.2
2012.09.02	22:55	9.4	1.5
2012.10.16	16:39	9.3	1.4
2012.10.16	16:46	8.9	1.0
2012.10.18	04:58	8.1	1.3
2012.10.26	23:16	7.7	1.3
2012.10.27	01.40	7.7	1.0
2012.11.14	01:45	5.7	1.4
2012.11.15	01:34	8.0	1.3
2012.12.02	01:23	9.1	1.1
2012.12.09	03:24	9.7	1.1
2012.12.09	08:10	9.4	1.2
2013.01.07	04:01	9	1.1
2013.01.16	10:24	9.6	1.7



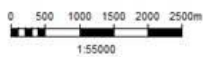
STOGIT

CONCONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

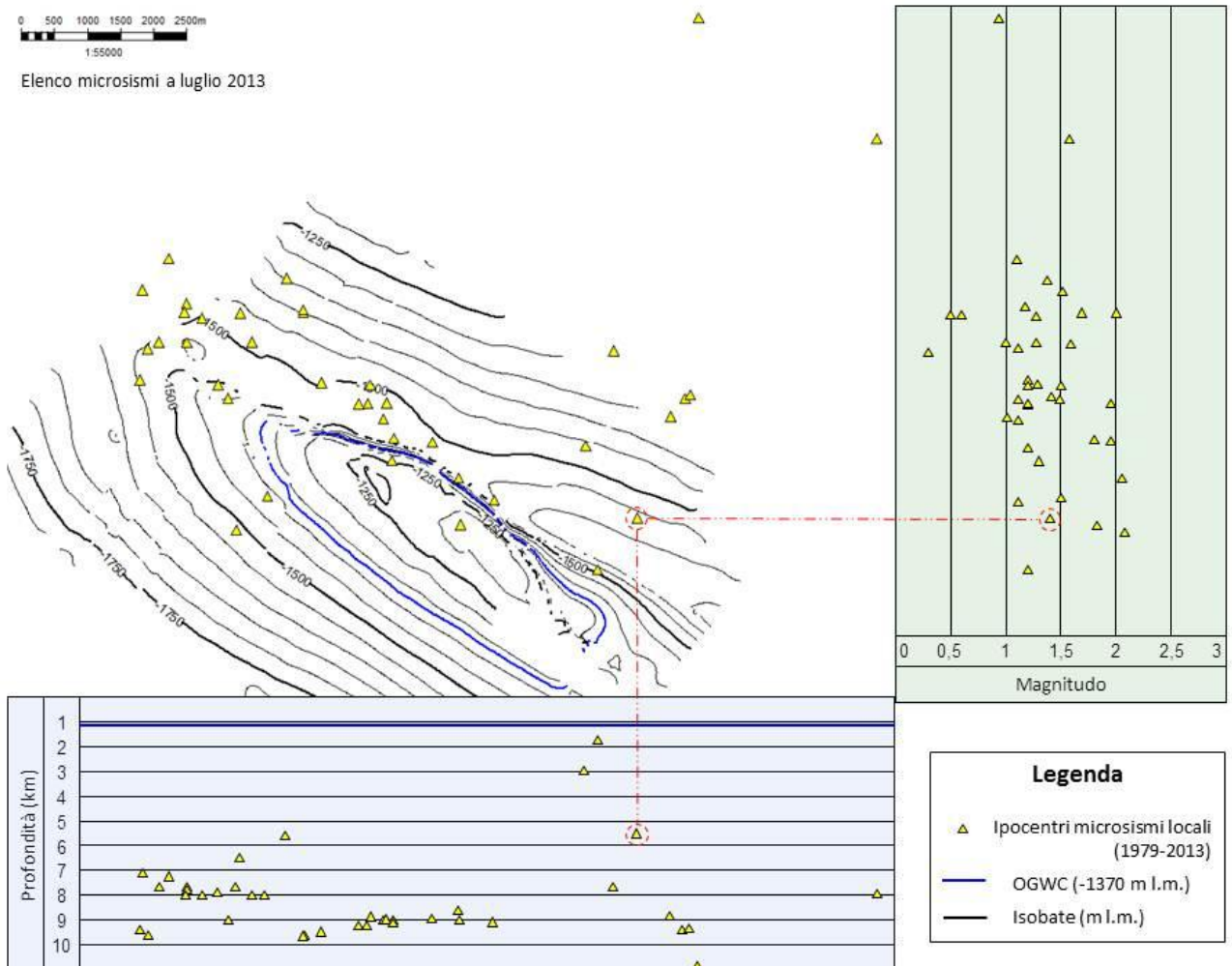
MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

2013.01.16	18:45	9	1.3
2013.02.05	06:32	8.6	2.1
2013.02.05	06:33	9.2	1.3
2013.02.05	06:41	8.9	1.5
2013.02.05	06:45	9	1.9
2013.02.06	03:39	9.2	1.2
2013.02.11	11:12	9.1	1.6
2013.02.14	08:58	9	1.9
2013.03.01	00:51	8	1.6
2013.03.09	06:25	7.8	1.2
2013.03.09	19:11	7.2	1.1
2013.03.12	13:20	8	1.7
2013.03.12	13:45	7.1	1.5



Elenco microsismi a luglio 2013



La figura precedente mostra la localizzazione degli ipocentri dei sismi locali registrati (elencati in tabella) rispetto al giacimento di Minerbio, dove per ciascun evento, si riporta a destra la magnitudo e in basso la sua profondità.

Si può notare come tutti gli eventi microsismici locali risultino più profondi rispetto al giacimento di stoccaggio, posto ad una profondità media di circa -1300 m l.m. e con tavola d'acqua originaria (OGWC) a -1370 m l.m.. **In particolare, salvo due episodi (Dic. 79 e Marzo '75) tutti gli eventi si sono verificati a profondità superiori a 5,5 km ed il 92 % di loro è compreso tra 7 e 9 km di profondità con magnitudo locale inferiore a 2. Si tratta quindi di eventi profondi relativi ai movimenti tettonici ricollegabili all'orogenesi appenninica.**

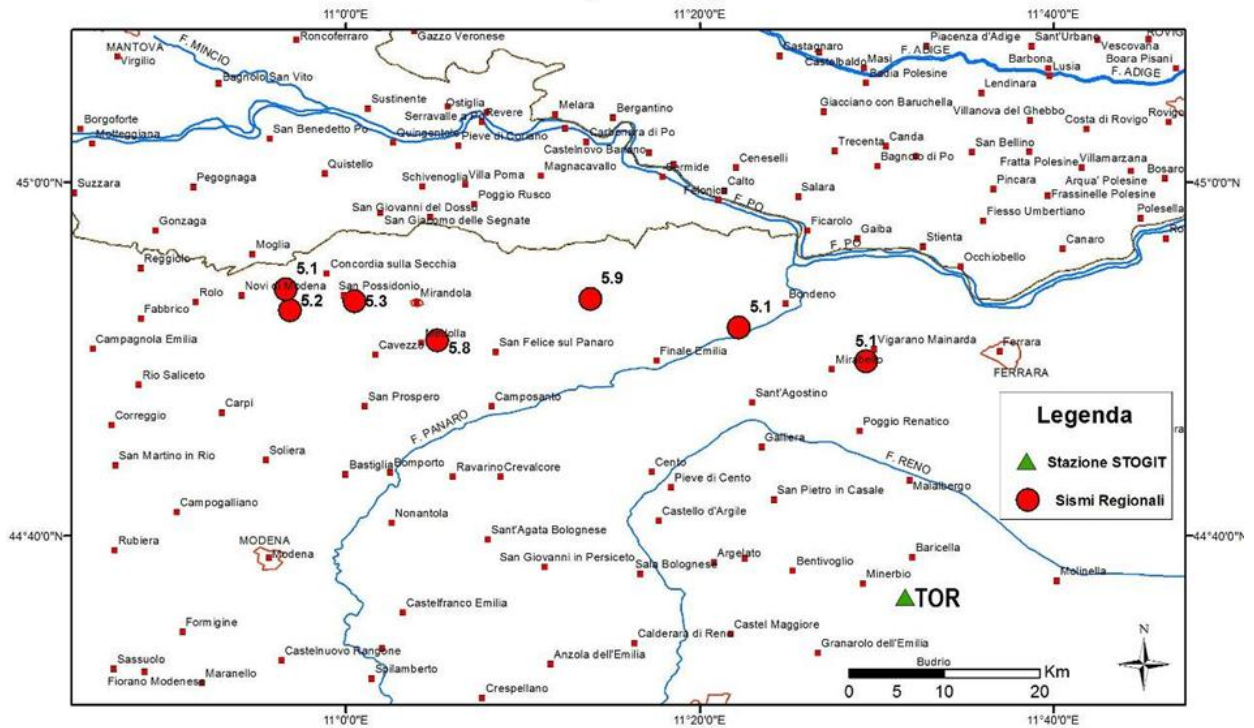
REGISTRAZIONE DEI TERREMOTI EMILIANI DEL MAGGIO 2012

La rete sismica di superficie Minerbio ha registrato gli eventi sismici emiliani del maggio 2012. In particolare, vengono riportati i dati relativi alle onde sismiche generate dai terremoti e registrate dalla stazione TOR (la più vicina agli epicentri), la cui distanza dagli epicentri varia da 25 ad oltre 50 km. La tabella e la figura seguenti riportano i principali elementi identificativi dei sismi e l'ubicazione degli epicentri in mappa.

Data	Ora UTC	ML	Zona	Distanza Epicentro - TOR
20/05/2012	02.03	5.9	Mirandola	39 km
29/05/2012	06.59	5.8	Mirandola	44 km
29/05/2012	10.55	5.3	Mirandola	51 km
29/05/2012	11.00	5.2	Reggio nell'Emilia	55 km
20/05/2012	02.07	5.1	Mirandola	31 km
20/05/2012	13.17	5.1	Ferrara	25 km
03/06/2012	19.20	5.1	Reggio nell'Emilia	56 km



Sequenza del Modenese 2012
Terremoti di Magnitudo Maggiore di 5



Nella tabella sottostante sono riportati, per ognuna delle scosse di Magnitudo superiore a 5, i valori massimi di velocità e di accelerazione delle onde sismiche raggiunti su ciascuna delle 3 componenti ortogonali di registrazione della stazione TOR. Per ogni componente è riportato il valore di Peak Component Particle Velocity (P.C.P.V.) e Peak Component Particle Acceleration (P.C.P.A.).

Data	Ora UTC	ML	Canale Verticale		Canale N-S		Canale E-W	
			P.C.P.V. (mm/s)	P.C.P.A. (mm/s ²)	P.C.P.V. (mm/s)	P.C.P.A. (mm/s ²)	P.C.P.V. (mm/s)	P.C.P.A. (mm/s ²)
20/05/2012	02.03	5.9	-10.49	-266.4	-10.49	633.4	-10.49	-526.4
29/05/2012	06.59	5.8	3.64	56.0	-10.49	244.2	-9.39	100.9
29/05/2012	10.55	5.3	0.53	-11.0	1.43	23.1	1.62	23.7
29/05/2012	11.00	5.2	-0.56	-10.4	-2.41	-26.9	-2.08	21.5
20/05/2012	02.07	5.1	0.65	28.5	1.15	-48.5	1.21	31.1
20/05/2012	13.17	5.1	-3.70	-81.7	-10.49	298.3	10.49	-229.2
03/06/2012	19.20	5.1	0.40	7.3	-1.78	-21.0	0.80	11.7



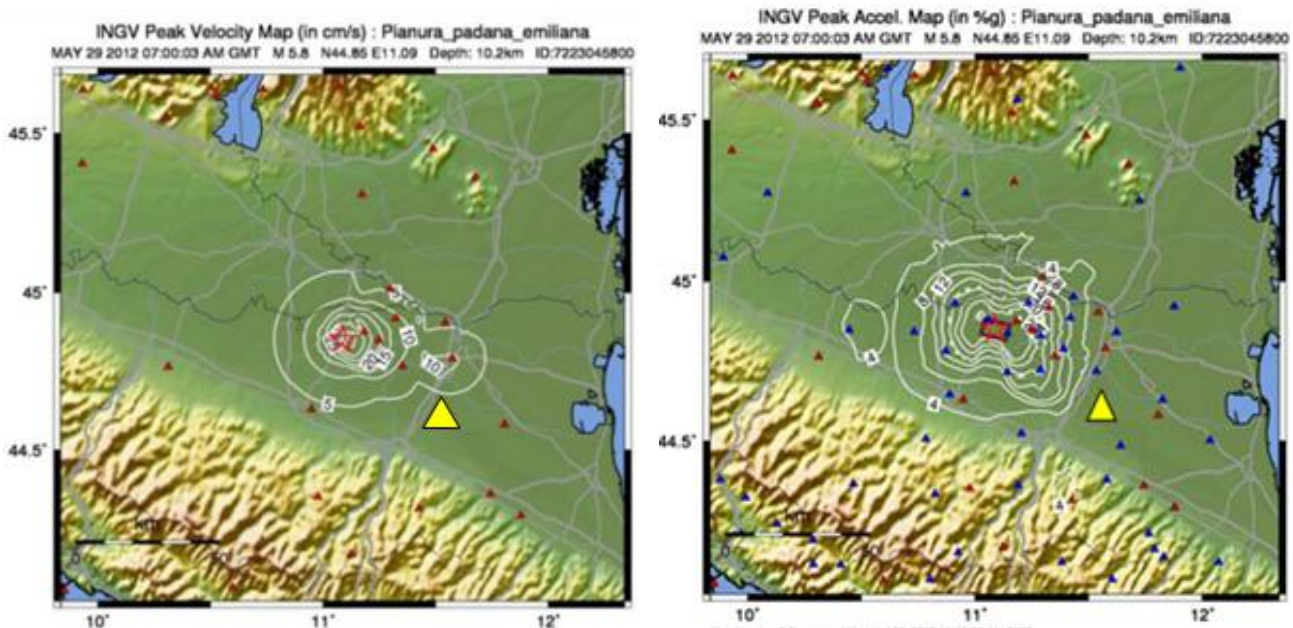
STOGIT

CONCONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0

Da questi dati si evidenzia come la velocità delle onde sismiche (P.C.P.V.) registrata dalla stazione TOR in corrispondenza di tali eventi sismici, sia generalmente dell'ordine di pochi mm/sec; solo in alcuni casi si è verificata una saturazione di almeno una delle componenti del sismometro, in quanto la velocità registrata è risultata superiore a 10 mm/sec (evidenziati in grassetto in tabella). La rete nazionale di INGV ha registrato, in corrispondenza della zona epicentrale, una velocità di circa 300 mm/sec per l'evento di Magnitudo 5.8 del 29 maggio 2012 a dimostrazione di una forte attenuazione delle velocità di propagazione delle onde sismiche nell'area di Minerbio rispetto all'area epicentrale del terremoto (figura sottostante a sinistra recuperata dal sito www.INGV.it). La stessa marcata attenuazione si verifica anche in termini di accelerazione delle onde sismiche (P.C.P.A.) come evidenziato nella figura sottostante a destra (espressa in %g).

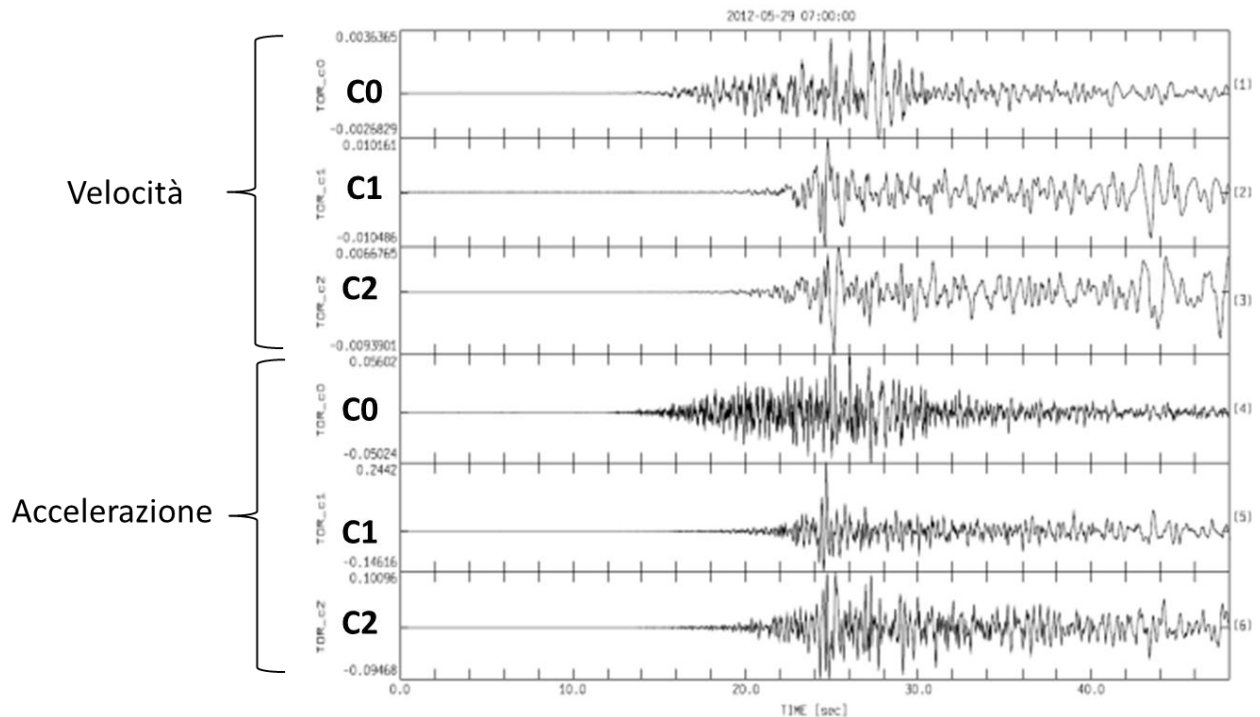


Nella figura seguente sono riportate, a titolo di esempio, le tracce relative al sisma con ML=5.8 della sequenza emiliana del Maggio 2012. Le tracce 1-3 (a destra della figura) sono quelle originali registrate dal sismometro come velocità, espressa in m/s; le tracce 4-6 sono le precedenti trasformate in accelerazione, espressa in m/s^2 . L'associazione delle tracce è la seguente:

c0 = verticale

c1 = orizzontale N-S

c2 = orizzontale E-W



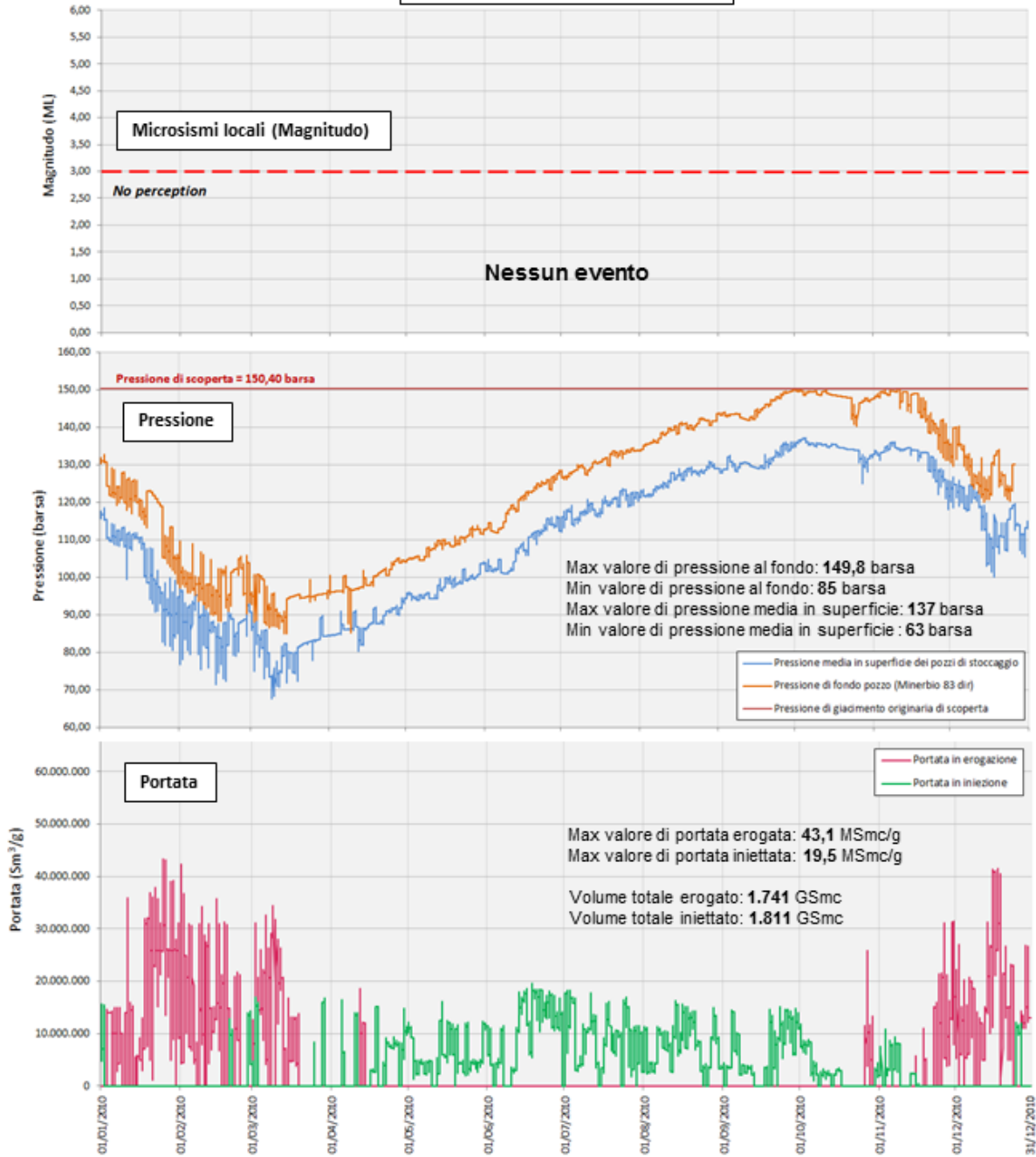
Per quanto riguarda l'integrità del giacimento di stoccaggio di Minerbio, vengono riportati, per gli anni 2010, 2011 e 2012, i grafici annuali che mettono in relazione i dati di microsismicità, i valori di pressione e le misure di portata registrati.

Per ogni anno, nel primo grafico in alto sono riportati i microsismi locali registrati nel corso dell'anno in termini di Magnitudo e, per l'anno 2012, anche in termini di profondità. Il grafico in mezzo riporta i valori di pressione registrati, in particolare la linea blu rappresenta la pressione media in superficie di tutti i pozzi del campo e la linea arancione indica la pressione di fondo pozzo registrata al pozzo Minerbio 83 Dir in condizioni dinamiche. L'ultimo grafico in basso riporta infine le misure di portata giornaliera del campo in erogazione (rosso) e in iniezione (verde).

Nel 2011 è stata eseguito il test di iniezione in sovrappressione al 107% della pressione originaria di scoperta.

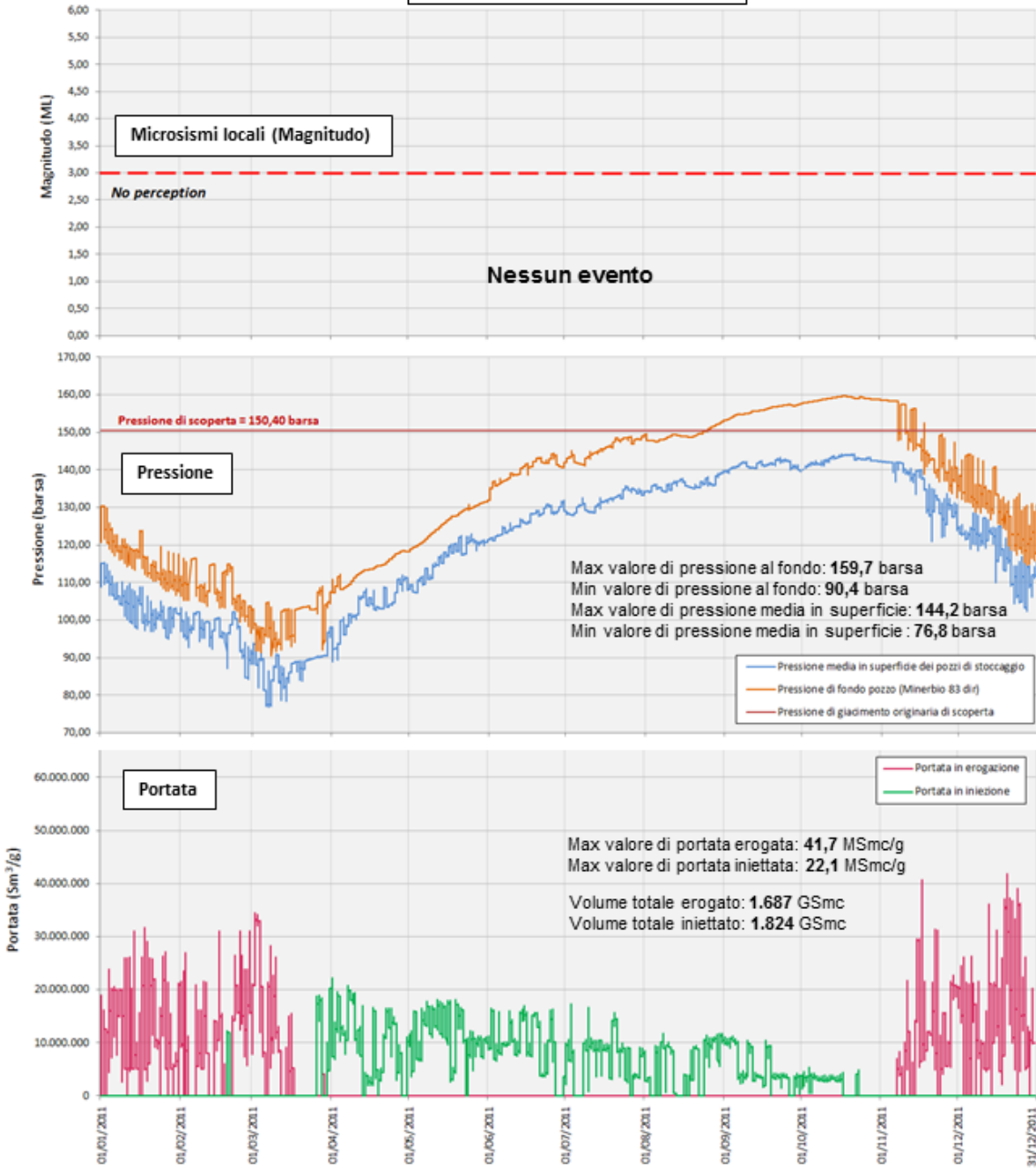


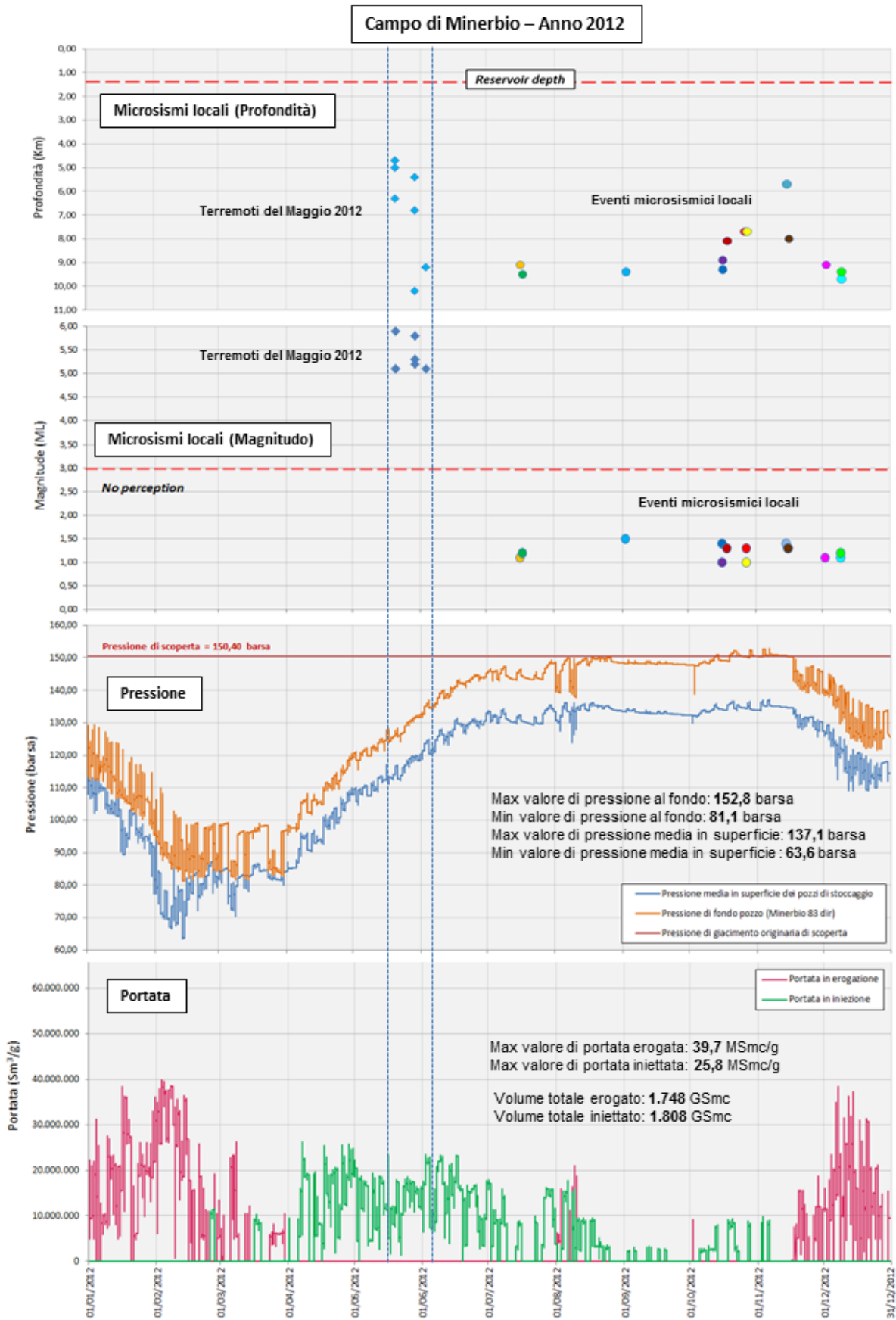
Campo di Minerbio – Anno 2010





Campo di Minerbio – Anno 2011



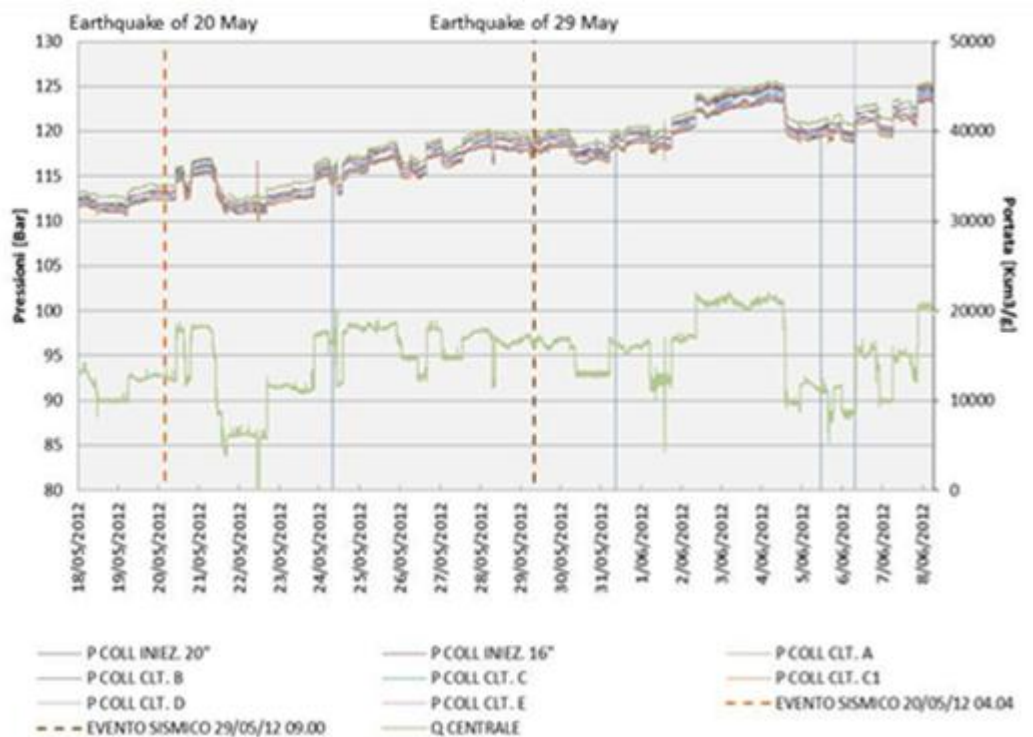




Dal confronto tra i grafici, si osserva che non sono stati registrati eventi microsismici locali nel 2010 e nel 2011, quest'ultimo anno corrispondente alla campagna sperimentale di iniezione di gas in giacimento con raggiungimento di condizioni di pressione superiore (107% Pi) alla pressione di scoperta della formazione. Tale risultato conferma l'assoluta estraneità dell'attività di stoccaggio in sovrappressione con i terremoti anche di bassa magnitudo.

Nel 2012, anno in cui si è verificato a maggio il terremoto in Emilia, e di cui vengono riportati sia i valori di magnitudo che le profondità (in km) a cui sono avvenuti, è stata registrata una serie di eventi microsismici locali di bassa Magnitudo (sempre inferiore a 1,5) successivi all'evento sismico principale. Tali microsismi costituiscono lo sciame sismico dell'evento principale e, come risulta evidente dal grafico, si sono verificati a profondità nettamente maggiori (8 - 9 km) rispetto a quella del giacimento di stoccaggio. Inoltre, dal confronto con i grafici di pressione e portata relativi all'attività di stoccaggio, si evince che non esiste alcuna correlazione tra detti eventi e l'attività stessa.

Medesime conclusioni sono supportate dal grafico seguente, che riporta i valori di pressione dei vari collettori posti in superficie nel periodo interessato dall'evento principale (18 maggio – 8 giugno 2012). Anche in questo caso si può osservare, in assenza di anomalie di pressione, che non vi è stata alcuna ripercussione al in corrispondenza dei due eventi sismici principali (20 e 29 maggio 2012).





STOGIT

CON CONCESSIONE STOCCAGGIO MINERBIO

MONITORAGGIO DELLA SISMICITA'

0			
---	--	--	--

CONCLUSIONI

In conclusione, i dati acquisiti in 34 anni di monitoraggio microsismico evidenziano che i sismi rilevati sono tutti riconducibili alla sismicità naturale di origine tettonica dell'area, riferibile all'attività tettonica delle vicine strutture appenniniche, escludendo di fatto ogni relazione con l'attività di stoccaggio.

Peraltro, la fitta e lunga serie di rilevazioni effettuate nell'area di Minerbio, oltre a dimostrare l'assenza di qualsiasi correlazione tra terremoti e attività di stoccaggio, consente di confermare come il giacimento non abbia patito alcuna ripercussione a seguito dei terremoti di magnitudo > 5 del maggio 2012 verificatisi nel modenese.

Crema, 10 ottobre 2013