



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 1 DI 30

CONCESSIONE SERGNANO STOCCAGGIO

Risultati del monitoraggio durante l'esercizio in sovrappressione

(Ciclo di stoccaggio 2023-2024)

MONITORAGGIO MICROSISMICO

	S. Del Gaudio	A. Mantegazzi	C. Coti
Aprile 2024	M. Liberati	G. Tango	
DATA DI EMISSIONE	PREPARATO	VERIFICATO	APPROVATO

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 2 DI 30

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
2. SISMICITÀ NATURALE DELL'AREA	5
2.1 SISMICITÀ STORICA E RECENTE	5
2.2 CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO.....	6
2.3 ZONAZIONE SISMOGENETICA.....	7
2.4 SORGENTI SISMOGENETICHE.....	8
2.5 PERICOLOSITÀ SISMICA.....	8
3. CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	9
3.1 ASPETTI METODOLOGICI	9
3.2 RETE DI SUPERFICIE	10
3.3 STRUMENTAZIONE DI POZZO PROFONDO	12
3.4 OPERATIVITÀ DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	14
3.5 SISTEMA DI TRASMISSIONE E ACQUISIZIONE DATI	14
4. RISULTATI DEL MONITORAGGIO	15
4.1 CLASSIFICAZIONE DEGLI EVENTI.....	15
4.2 ANALISI ED ELABORAZIONE DEI SEGNALI	17
4.3 INTERPRETAZIONE DEI DATI	19
5. CONCLUSIONI	21



1. INTRODUZIONE

Il giacimento di Sergnano (CR), attivo allo stoccaggio dal 1965 nei Livelli SER-A e SER-B (Formazione Ghiaie di Sergnano), è gestito in regime di sovrappressione a partire dal ciclo di iniezione 2023/2024. L'esercizio in sovrappressione ha ricevuto VIA favorevole con Decreto di Valutazione di Impatto Ambientale DEC-VA n. 532 del 05/10/2012 ed è autorizzato e disciplinato dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica del 27/07/2023, rilasciato a seguito dell'esito positivo di una fase di sperimentazione tecnica realizzata nei cicli di iniezione 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011.

Il valore massimo di pressione autorizzato è pari a 162,1 barsa ($165,3 \text{ kg/cm}^2_{\text{ass}}$), corrispondente al 105% della pressione statica originaria di scoperta del giacimento, pari a 154,4 barsa ($157,4 \text{ kg/cm}^2_{\text{ass}}$).

Al fine di verificare il corretto andamento delle operazioni, i provvedimenti ministeriali di autorizzazione all'esercizio in sovrappressione del giacimento prevedono l'ottemperanza ad una serie di adempimenti e prescrizioni mediante l'esecuzione di alcuni monitoraggi di natura geologica e dinamica.

Questa relazione tecnica intende dare riscontro in merito agli esiti delle analisi dei sistemi di monitoraggio microsismico attivi, in ottemperanza alle seguenti prescrizioni:

- la prescrizione A6 del decreto DVA-DEC-000532 del 05.10.2012: *"Qualora la sismicità indotta superi Magnitudo 3,0 – considerando l'epicentro all'interno di un'area definita di raggio uguale a dieci chilometri attorno della testa del pozzo, la pressione di esercizio massima e la frequenza del ciclo di iniezione e di estrazione dovranno essere ridefinite in modo da riportare la magnitudo massima al di sotto di tale valore"*;
- la prescrizione C3 punti a-c del decreto DVA-DEC-000532 del 05.10.2012: *"In merito al piano di monitoraggio, in accordo con la Provincia di Cremona e con Arpa Lombardia:*
 - o *a) con particolare riferimento alla tematica della microsismicità (sia naturale che indotta) prevedere specifiche prove ad impianto autorizzato in esercizio in condizioni "standard" – e i dati registrati nel corso delle prove di pompaggio in condizioni di esercizio sperimentale in sovrappressione"; [...]*
 - o *c) prevedere un controllo delle vibrazioni del suolo mediante l'utilizzo di geofoni superficiali ovvero posizionati in specifico pozzo di monitoraggio"*.
- l'articolo 3, comma 2, dell'accordo sottoscritto in data 04/07/2023 da Stogit, Provincia di Cremona e Regione Lombardia nell'ambito del rilascio dell'Intesa Stato-Regione.

Nella Concessione di Sergnano il monitoraggio microsismico di superficie viene eseguito attraverso una rete attualmente composta da sette stazioni, dotate di sensori sismometrici a corto periodo a tre canali. La rete è stata sviluppata da Stogit seguendo le indicazioni fornite dagli Indirizzi e Linee Guida per i Monitoraggi (di seguito ILG) in esito alla sperimentazione effettuata sul campo pilota di Minerbio.

L'installazione della rete microsismica di Sergnano è avvenuta in più fasi:

- Nel 2016 sono state installate le prime stazioni (CR01, SE01 e SE02);



- A partire da novembre 2021, grazie alla realizzazione della stazione SE03, è attivo un monitoraggio microsismico con rete dedicata;
- Nel corso del 2022, ai fini del raggiungimento dei valori di soglia previsti dagli ILG, sono state realizzate le stazioni SE04, SE05 e nella stazione CR01 il sensore è stato reinstallato in pozzetto a 150 m di profondità.
- Nel 2023 è stata ultimata la configurazione della rete tramite l'installazione della stazione SE06 nell'area nord-occidentale, in ottemperanza all'articolo 3, comma 2, dell'accordo sopra citato.

Sei stazioni sono state posizionate in pozzetto (una stazione a 100 m, mentre le restanti cinque a 150 m di profondità) per migliorare ulteriormente la qualità del segnale. La rete di superficie è stata inoltre dotata di un accelerometro. La rete microsismica di superficie è stata validata nel 2023 dall'Università di Padova, che ne ha verificato il rispetto delle performance di magnitudo definite dagli Indirizzi e Linee Guida per i Monitoraggi (documentazione trasmessa a Regione Lombardia con lettera prot. n. 164 del 28.02.2023).

È attualmente in corso l'installazione di un sensore broad-band, come esplicitamente richiesto da Regione Lombardia nell'articolo 3, comma 2, dell'accordo sottoscritto in data 04/07/2023 nell'ambito del rilascio dell'Intesa Stato-Regione.

Nell'ambito del piano di monitoraggio messo a punto da Stogit per la gestione in sovrappressione del giacimento di Sergnano, si è inoltre provveduto all'installazione di apposita strumentazione a carattere permanente nel pozzo dedicato Sergnano 45 dir, posizionata alla profondità del giacimento, della roccia argillosa di copertura e della roccia basale. I geofoni di fondo-pozzo consentono di ridurre sensibilmente il disturbo causato dal rumore ambientale di superficie; le registrazioni forniscono indicazioni soprattutto su eventi microsismici, anche di ridotta intensità, localizzati all'interno o nell'intorno del giacimento.

Il sistema di acquisizione nel suo complesso (rete di superficie e pozzo profondo), basato sulle registrazioni dei dati in continuo, consente di registrare eventuali fenomeni associabili all'esercizio dello stoccaggio, attraverso controlli di elevato standard tecnologico.

La presente relazione contiene nella prima parte una serie di informazioni sulla sismicità naturale dell'area, ai fini di un inquadramento dell'area di interesse; successivamente sono descritti e commentati i principali dati acquisiti ed elaborati da:

- rete di superficie, in ottemperanza alla **prescrizione C.3a**, nel corso del 2022 (per il monitoraggio ante-operam o del periodo di "bianco") e del 2023 (anno in cui è stato effettuato il primo ciclo di stoccaggio in sovrappressione);
- strumentazione di pozzo profondo, nel corso del 2023.

L'interpretazione dei dati microsismici registrati non evidenzia eventi microsismici riconducibili all'attività di stoccaggio. I risultati conseguiti **confermano pertanto l'idoneità tecnica e le condizioni di sicurezza nell'esercizio in sovrappressione del giacimento di Sergnano, realizzato a partire dal ciclo di iniezione 2023/2024.**



2. SISMICITÀ NATURALE DELL'AREA

La Pianura Padana è caratterizzata da una sismicità relativamente moderata di natura tettonica, concentrata prevalentemente lungo il margine pedeappenninico emiliano-romagnolo e con terremoti meno frequenti e più sparsi arealmente a nord del Fiume Po.

Il settore di pianura lombarda in cui è ubicata la Concessione Sergnano Stoccaggio è infatti caratterizzato storicamente da un'attività molto ridotta, in quanto i principali lineamenti tettonici sono posti a profondità elevata, molto superiore a quella del giacimento di stoccaggio.

2.1 Sismicità storica e recente

La raccolta di dati sulla sismicità storica e recente dell'area si è basata su informazioni disponibili in rete e sulla consultazione di cataloghi di INGV. In particolare, per quanto riguarda l'analisi della sismicità storica, sono stati utilizzati il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani ver. 4.0 del 2022 (CPTI15) ed il Database Macrosismico Italiano ver. 4.0 del 2022 (DBMI15): ciò ha consentito l'analisi e la stima della sismicità storica in un arco di tempo compreso tra l'anno 1000 e l'anno 2020. In particolare, i cataloghi contemplati forniscono dati parametrici sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2020.

La ricerca effettuata ha individuato cinque eventi macrosismici con epicentri posti entro un raggio di circa 20 km dal Comune di Sergnano (CR); la tabella seguente ne riporta la data, l'area epicentrale ed i valori di magnitudo (Mw).

Data ed Ora (UTC)	Area Epicentrale	Magnitudo (Mw)
13 giugno 1642	Pianura Lombarda	4.9
15 agosto 1771	Pianura Lombarda	4.2
10 settembre 1781	Pianura Lombarda	4.9
12 maggio 1802	Valle dell'Oglio	5.6
12 settembre 1884	Pianura Lombarda	4.7

Ad integrazione di queste informazioni, per considerare anche eventuali eventi di magnitudo inferiore a 4, è stata effettuata sul sito internet di INGV (<http://iside.rm.ingv.it/>) un'indagine sulla sismicità recente, sempre considerando un'area di 20 km di raggio dal Comune di Sergnano (CR). Estraeendo i dati disponibili dal database ISIDE e dal Catalogo della Sismicità Italiana (CSI 1.1), è stata condotta una ricerca per il periodo compreso tra il 1985 e il 2023, che ha evidenziato come l'area appartenente alla Concessione Sergnano Stoccaggio sia caratterizzata da un tasso di sismicità naturale ridotto. In conclusione, le profondità degli

ipocentri dei sismi più recenti mostrano come tali eventi non siano ricollegabili all'attività di stoccaggio ma ad assestamenti tettonici naturali profondi dell'area (il giacimento di Sergnano è ubicato ad una profondità media di 1.200 m s.l.m.).

2.2 Classificazione del rischio sismico

Sulla base di specifici provvedimenti legislativi (O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiornato con la delibera n.1164 del 23 luglio 2018) il territorio nazionale è stato classificato in quattro categorie a differente rischio sismico, calcolato sia in base alla frequenza degli eventi che alla loro intensità. La zonazione, effettuata su base comunale, prevede il seguente schema di classificazione:

- Zona 1: sismicità alta
- Zona 2: sismicità media
- Zona 3: sismicità bassa
- Zona 4: sismicità molto bassa

A seguito di delibera della Regione Lombardia (D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129), entrata in vigore il 16 aprile 2016, tutti i Comuni ricadenti all'interno della Concessione Sergnano Stoccaggio sono classificati in Zona 3 (Figura 1), quindi a bassa sismicità.

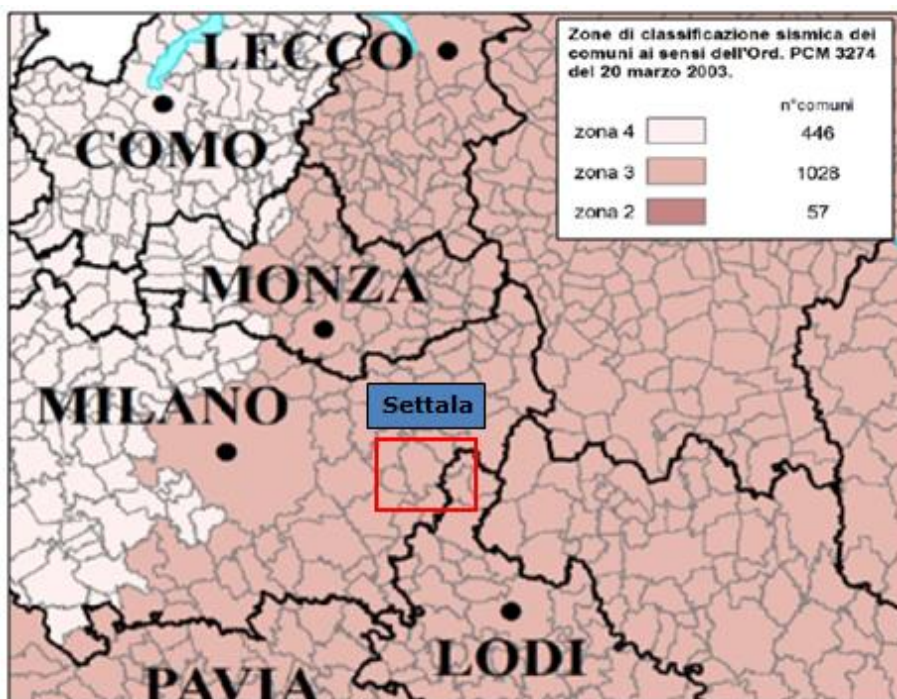


Figura 1

2.3 Zonazione sismogenetica

In base ad uno studio condotto da INGV (Meletti e Valensise, 2004) sono state individuate nel territorio nazionale una serie di aree sismogenetiche, rappresentate da zone nelle quali sono attesi terremoti con magnitudo $M \geq 5$; questa zonazione, denominata ZS9, rappresenta il principale punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica del territorio, in particolare per quanto attiene ai criteri di costruzione degli edifici. La ZS9 si basa su dati derivanti dal catalogo dei terremoti e dalla localizzazione delle sorgenti sismogenetiche (faglie attive) ed è quindi coerente ed aggiornato con il quadro sismotettonico del territorio nazionale ad oggi disponibile.

Nel dettaglio, la Figura 2 mostra che la Concessione di Sergnano risulta parzialmente inclusa nella zona sismogenetica 907, come illustrato nella mappa sottostante. La zona sismogenetica 907, appartenente all'Arco Alpino, include la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa, con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 1802, cui viene assegnata una magnitudo di 5.6.

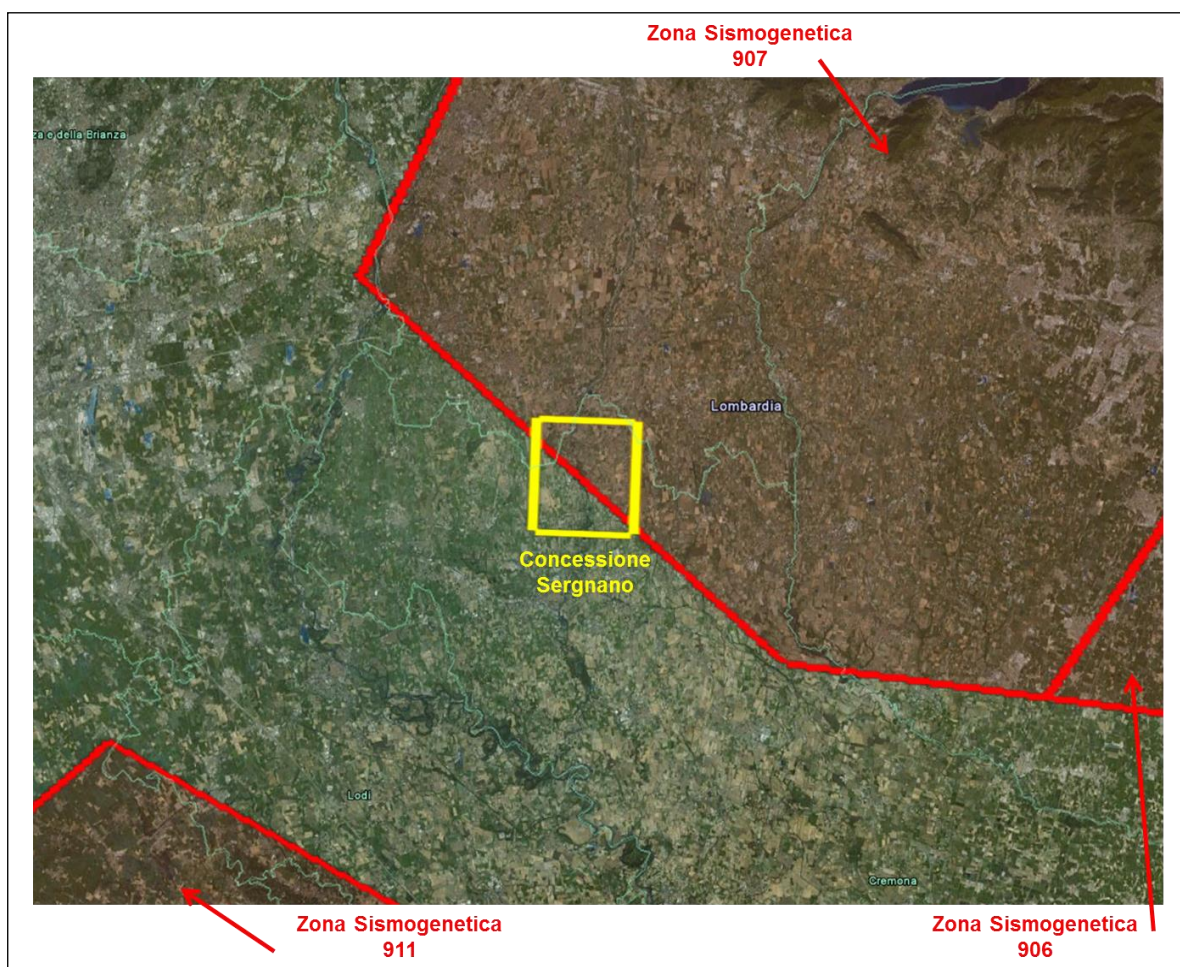


Figura 2

2.4 Sorgenti sismogenetiche

Verso la fine degli anni '90, l'INGV ha avviato uno studio volto alla creazione di un catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (DISS, "Database of Individual Seismogenic Sources"). Questo catalogo viene continuamente aggiornato e l'ultima versione è stata rilasciata a dicembre 2021 (DISS 3.3.0). Come si nota dalla Figura 3, il giacimento di Sergnano non è interessato dalla presenza di sorgenti sismogenetiche (in blu la proiezione in superficie del contatto gas-acqua originale e in arancione la proiezione in superficie delle sorgenti sismogenetiche composite).

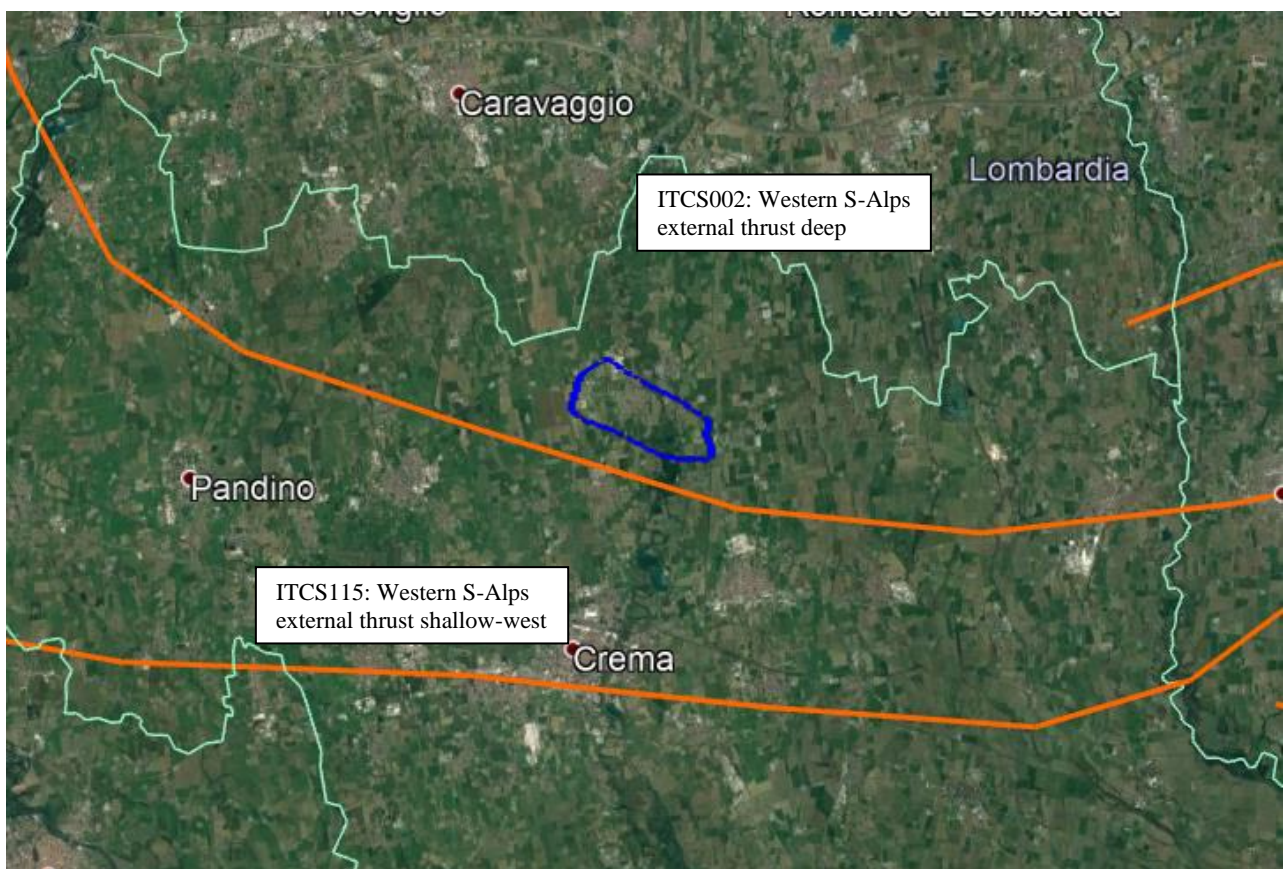


Figura 3

2.5 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo. Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi (catalogo dei terremoti, zone sorgenti, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.). La pericolosità sismica di base, ricavata mediante studi di zonazione, può essere rappresentata in mappe di pericolosità sismica, nelle quali vengono riportati i valori di accelerazione massima del suolo. Nell'ambito del progetto INGV-DPC S1 (2005-2007) Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.

sono state rilasciate una serie di mappe di pericolosità sismica per diverse probabilità di eccedenza in 50 anni, basate sullo stesso impianto metodologico e sugli stessi dati di input di MPS04.

Nella Figura 4 è riportata la mappa probabilistica simulata relativa al sito di stoccaggio di Sergnano, che riporta il parametro dello scuotimento $a(g)$ (accelerazione orizzontale massima del suolo), elaborata per una probabilità di accadimento del 10% che nell'arco di 50 anni si verifichi il superamento dei limiti di $a(g)$ stimati, indicati nella mappa con scala cromatica. **I valori di $a(g)$ attesi nell'area della Concessione di Sergnano sono compresi tra 0,0750 e 0,125, per cui essa risulta essere classificata come area a bassa pericolosità sismica.**

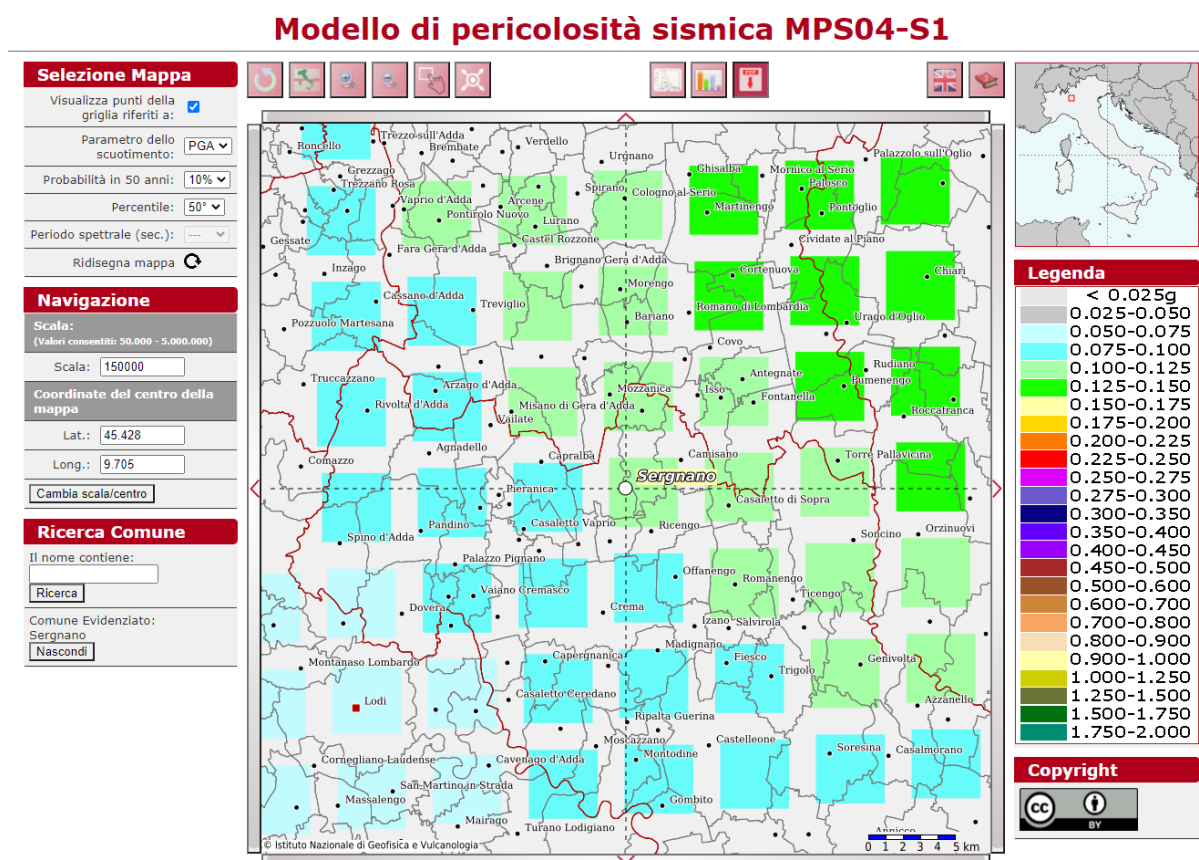


Figura 4

3. CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

3.1 Aspetti metodologici

La sorveglianza degli aspetti di carattere microsismico è mirata alla detezione della sismicità naturale del sito e alla verifica di microsismi eventualmente associabili all'esercizio del giacimento a seguito delle variazioni di pressione indotte dal gas-cycling. Il monitoraggio microsismico nei campi di stoccaggio viene

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



condotto da Stogit secondo due differenti modalità operative (rete di superficie e/o strumentazione di pozzo), in funzione delle caratteristiche geologiche del giacimento e di eventuali prescrizioni associate a decreti autorizzativi all'esercizio.

Nella Concessione Sergnano Stoccaggio il monitoraggio microsismico è eseguito, in ottemperanza alla **prescrizione C.3c**, attraverso una rete di superficie composta da 7 stazioni e da apposita strumentazione di pozzo profondo. Il principale sistema di monitoraggio è rappresentato dalla rete microsismica di superficie, la quale permette una copertura del giacimento e dell'area ad esso circostante. La strumentazione di pozzo profondo permette invece di ridurre gli effetti indesiderati legati al rumore ambientale di superficie, garantendo la localizzazione di eventi microsismici a ridotta intensità all'interno del giacimento e della relativa roccia di copertura.

3.2 Rete di superficie

Le sette stazioni, denominate SE01, SE02, SE03, SE04, SE05, SE06 e CR01, sono dotate di sensori sismometrici a corto periodo a tre canali. La loro ubicazione è riportata in Figura 5 (con linea gialla il limite della concessione di stoccaggio e con linea blu la proiezione in superficie del limite del giacimento; con triangolo blu le stazioni con sismometro in superficie e con triangolo arancione le stazioni con sismometro in pozzetto).

Nella Tabella 1 sono riportate le sigle e le coordinate di ogni stazione (quote in metri riferite a livello mare, riferimento cartografico WGS84).

La stazione SE01 è stata posizionata in pozzetto a 100 m di profondità, mentre le stazioni SE03, SE04, SE05, SE06 e CR01 sono state posizionate in pozzetto a 150 m di profondità: questo espediente consente di migliorare ulteriormente la qualità del segnale, meno affetto dal disturbo superficiale di origine antropica, garantendo una più elevata sensibilità della rete e una riduzione della soglia di detezione. La stazione CR01, ubicata presso la sede operativa Stogit di Crema, viene considerata come parte integrante della rete microsismica di Sergnano. Nel corso del 2018 si è provveduto all'installazione di un accelerometro nella stazione SE02. In particolare, nel corso del 2023 è stata ultimata la configurazione della rete tramite l'installazione della stazione SE06, in ottemperanza all'articolo 3, comma 2, dell'accordo sottoscritto in data 04/07/2023 da Stogit, Provincia di Cremona e Regione Lombardia nell'ambito del rilascio dell'Intesa Stato-Regione.

In Allegato 1 sono fornite le schede monografiche delle sette stazioni.

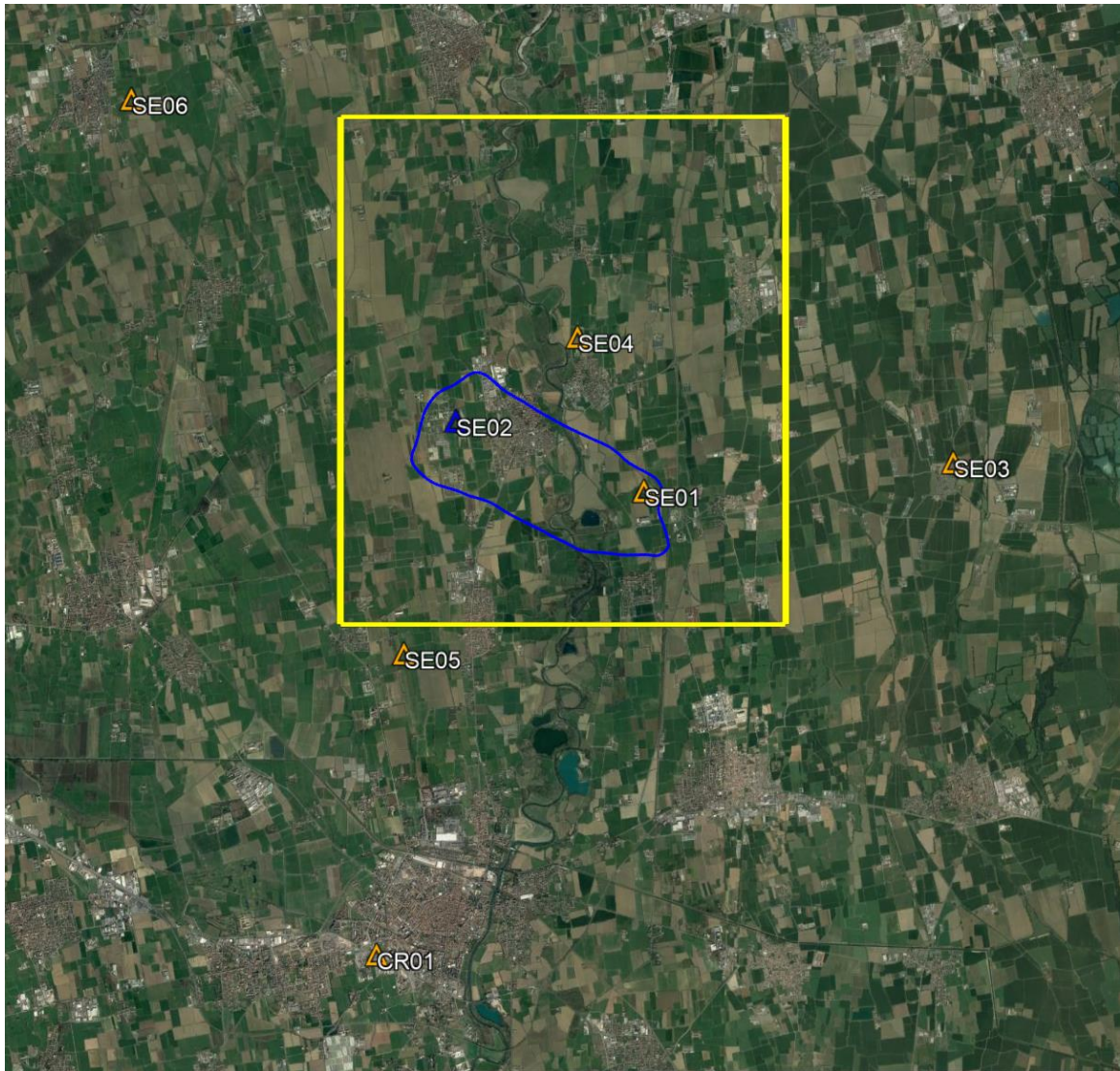


Figura 5

STAZIONE	LATITUDINE	LONGITUDINE	Quota rispetto al liv. mare (m)	Profondità geofoni da piano campagna (m)
SE01	45°25'5.370"N	9°43'31.979"E	-11	100
SE02	45°25'38.492"N	9°41'25.160"E	88	0
SE03	45°25'19.31"N	9°47'0.93"E	-62	150
SE04	45°26'18.24"N	9°42'49.98"E	-64	150
SE05	45°23'48.41"N	9°40'50.32"E	-67	150
SE06	45°28'10.78"N	9°37'46.09"E	-46	150
CR01	45°21'26.149"N	9°40'31.824"E	-73.5	150

Tabella 1: Coordinate delle stazioni microsismiche



Le stazioni di monitoraggio microsismico sono ubicate in aree di circa 50 mq, all'interno delle quali è collocata la seguente strumentazione:

- sismometro a 3 componenti a corto periodo, con frequenza naturale pari a 1 Hz
- registratore/Digitizer a 24 bit DYMAS24 (SolGeo s.r.l.) con dinamica >132 dB e con frequenza di campionamento a 200 Hz
- antenna GPS per la sincronizzazione temporale
- sistema di alimentazione
- batterie tampone

Le stazioni SE01 e CR01 sono collegate alla rete elettrica, mentre le stazioni SE02, SE03, SE04, SE05 e SE06 sono alimentate a pannelli solari.

La stazione SE02 è dotata anche di un sensore accelerometrico di superficie Mod. SA/10 con le seguenti caratteristiche tecniche:

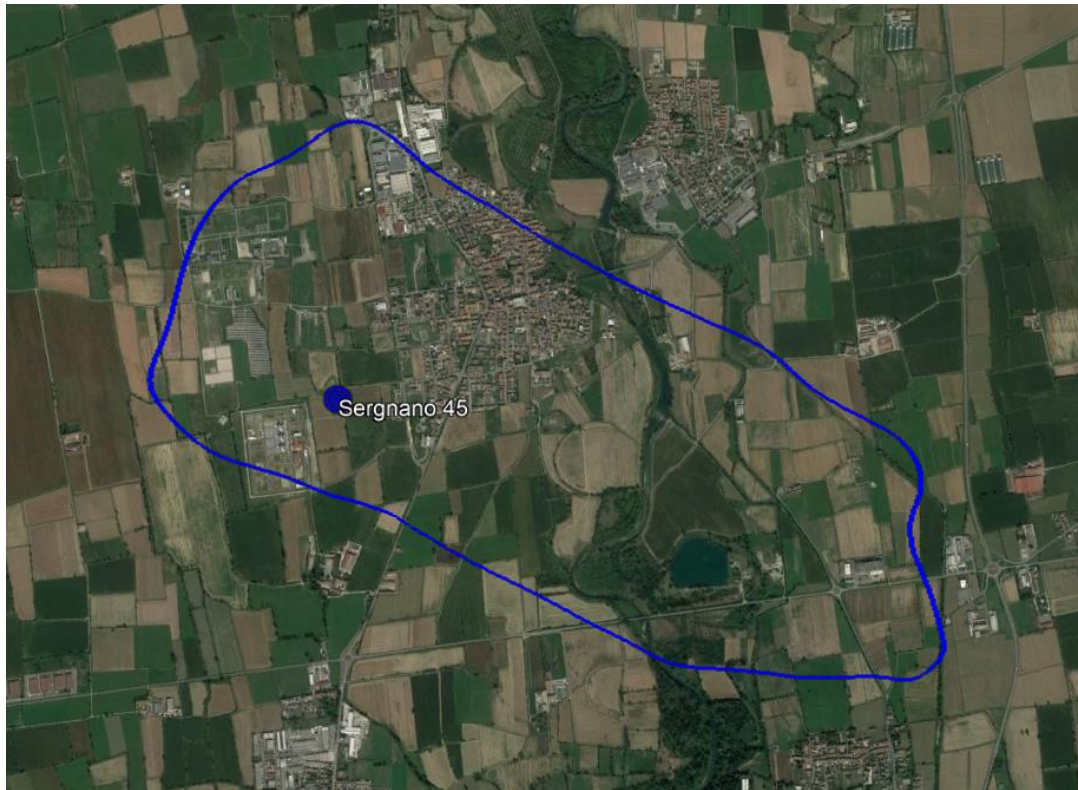
- n. 3 canali
- fondo-scala in accelerazione: 2g
- fondo-scala in tensione: 10V differenziale
- sensibilità: 5V/g differenziale
- damping: 0,707
- frequenza di campionamento: 200 Hz

È attualmente in corso l'installazione di un sensore broad-band, come esplicitamente richiesto da Regione Lombardia nell'articolo 3, comma 2, dell'accordo sottoscritto in data 04/07/2023 nell'ambito del rilascio dell'Intesa Stato-Regione.

La rete microsismica di superficie è stata validata nel 2023 dall'Università di Padova, che ne ha verificato il rispetto delle performance di magnitudo definite dagli Indirizzi e Linee Guida (documentazione trasmessa a Regione Lombardia con lettera prot. n. 164 del 28.02.2023).

3.3 Strumentazione di pozzo profondo

Nell'ambito del piano di monitoraggio predisposto per la gestione in sovrappressione del giacimento di Sergnano, si è provveduto all'installazione di geofoni a carattere permanente nel pozzo Sergnano 45 dir, espressamente dedicato al monitoraggio a livello del giacimento e della relativa copertura, la cui ubicazione è evidenziata in Figura 6.

**Figura 6**

In particolare, l'analisi si basa su registrazioni in continuo di eventi rilevati da quattro sensori del sistema PS3 a quattro componenti, costituiti da velocimetri OYO 2400. I dati sono registrati in continuo in formato SEGY ed organizzati in cartelle comprendenti le 24 ore giornaliere di registrazione.

I sensori, distanziati di alcune decine di metri, sono posti lungo la parte inferiore del foro in corrispondenza di differenti livelli stratigrafici del giacimento di stoccaggio (Figura 7). Le profondità di installazione dei sensori microsismici misurate da Tavola-rotary (93,2 m sul livello mare) lungo la traiettoria deviata del foro, sono le seguenti: 1356,86 m, 1510,73 m, 1616,79 m, 1725,96 m. Tali profondità corrispondono alle seguenti quote riferite a livello mare: 1193 m (argille di copertura), 1347 m (livello sabbioso di stoccaggio), 1453 m (livello sabbioso di stoccaggio), 1562 m (argille basali).

Il sistema consente di monitorare in continuo, con riferimento temporale al sistema UTC (Tempo Universale Coordinato), eventuali fenomeni microsismici relativi alla zona del giacimento e della roccia di copertura.

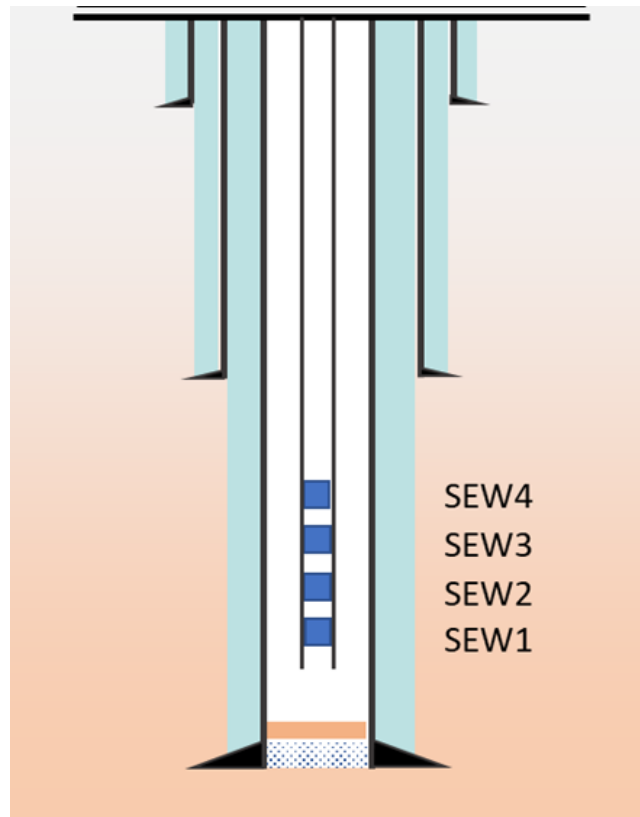


Figura 7

3.4 Operatività del sistema di monitoraggio

Durante il periodo di osservazione, il sistema di monitoraggio di Sergnano ha fornito dati con continuità e con un buon tasso di operatività. In particolare, considerando il sistema di monitoraggio nel suo complesso (rete di superficie e strumentazione di pozzo), è stata sempre assicurata la copertura della disponibilità dei dati.

3.5 Sistema di trasmissione e acquisizione dati

Il sistema di monitoraggio è raggiungibile da remoto come una normale macchina di rete, consentendo di verificarne lo stato di funzionamento e di variare i parametri della strumentazione direttamente dal centro di controllo.

Il protocollo di trasmissione dati (Figura 8), valutato attentamente in fase di progettazione di dettaglio, è basato sul protocollo SeedLink per le stazioni di superficie, e su un protocollo SFTP per il pozzo profondo. I dati sono raccolti in formato internazionale standard Miniseed. Gli elementi principali del sistema sono:

- server per la gestione dell'acquisizione
- server per l'acquisizione e pre-processing automatico

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.

- sistema di storage dei dati raw online e relativo back-up.

Il server di elaborazione provvede a gestire lo storage dei dati, sia raw che elaborati.

I dati delle singole stazioni e della strumentazione di pozzo sono trasmessi in continuo, tramite rete Intranet, al centro di controllo presso gli uffici della Sede Operativa Stogit di Crema che ne gestisce il flusso svolgendo il pre-processing automatico e conseguente invio automatico di mail a fronte di rilevamento di eventi di interesse, con conseguente attivazione del personale specialista al fine di effettuare l'analisi manuale in un tempo breve.

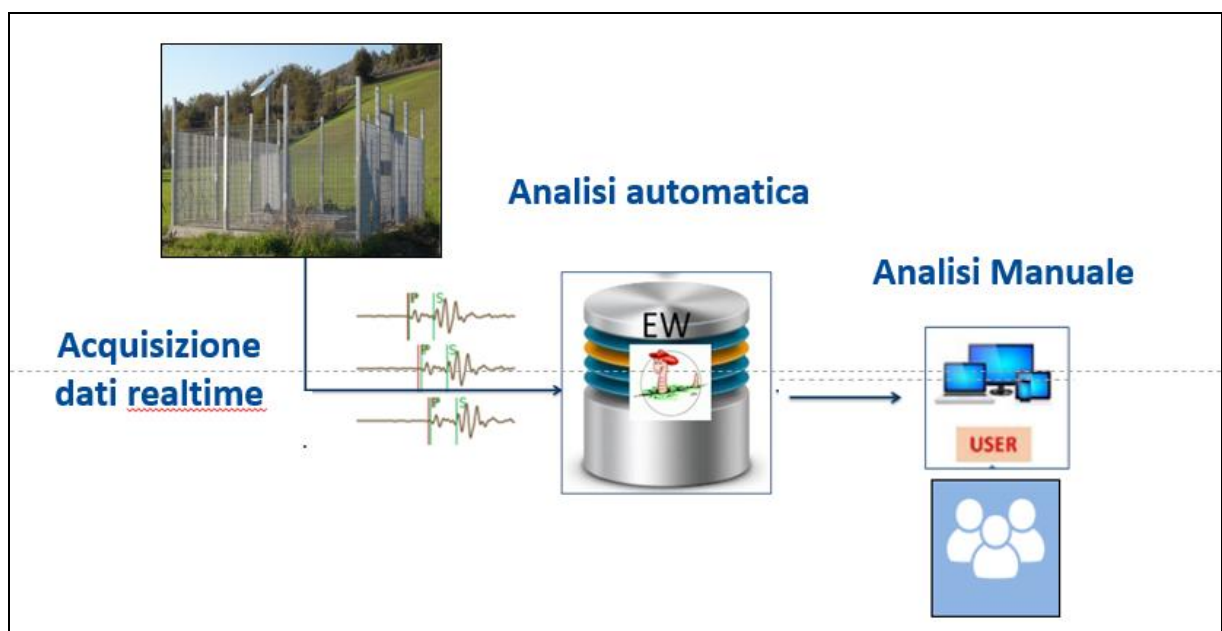


Figura 8

4. RISULTATI DEL MONITORAGGIO

4.1 Classificazione degli eventi

Relativamente alla rete microsismica di superficie, gli eventi sismici identificati sono stati classificati in base alla posizione ipocentrale rispetto ai domini di rilevazione:

- Sismi Locali: eventi con ipocentro ricadente entro i domini di rilevazione DI e DE definiti nel documento tecnico "Indirizzi e Linee-guida per i monitoraggi" pubblicato dal MiSE nel mese di novembre 2014, di seguito descritti:

Domino Interno di rilevazione (DI) - Definisce il volume all'interno del quale si ritiene che possano verificarsi fenomeni di sismicità indotta o di deformazione del suolo associati all'attività svolta. Esso

rappresenta il volume di riferimento per il quale saranno identificati, monitorati e analizzati con la massima sensibilità i fenomeni di sismicità e deformazione del suolo.

Per le attività di stoccaggio, è il volume che comprende la zona mineralizzata (giacimento usato per lo stoccaggio), come ricostruita dallo studio geologico preliminare, e un'ulteriore fascia nell'intorno del giacimento fino ad una distanza di 2-3 km, in funzione dell'estensione del giacimento.

Dominio Esteso di rilevazione (DE) – È il volume circostante il Dominio Interno di rilevazione che comprende una porzione maggiore di sottosuolo, al fine di definire e contestualizzare al meglio i fenomeni monitorati. Per tutte le attività si suggerisce che esso si estenda oltre il Dominio Interno di rilevazione per una fascia di ampiezza compresa tra 5-10 km, tenendo conto delle dimensioni del giacimento e della tipologia di attività.

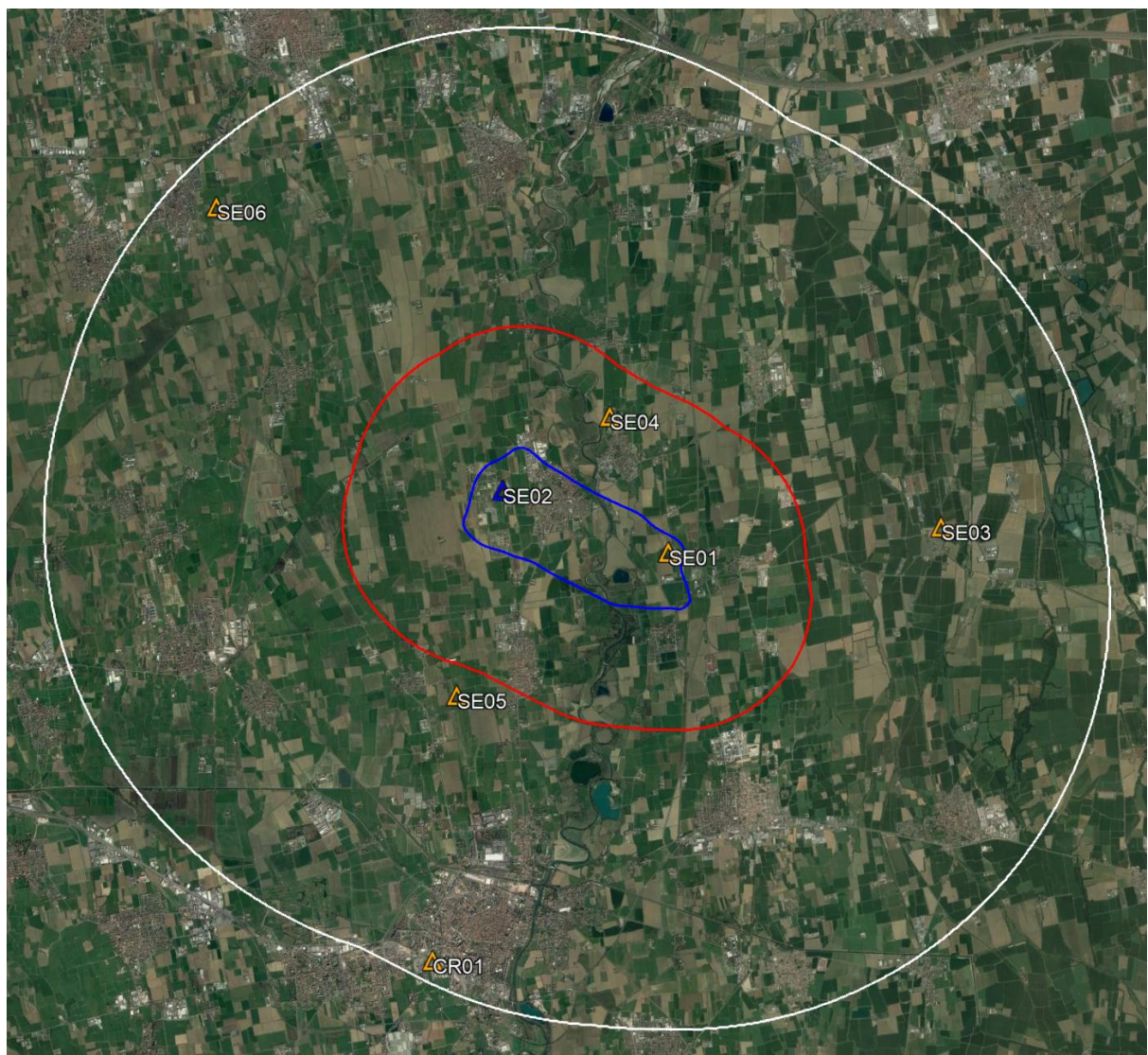


Figura 9



Per questo caso specifico, di cui si dispone di una sismica 3D ad alta risoluzione, di modelli geodinamici e geomeccanici di dettaglio, tenendo conto della tipologia del giacimento, del fatto che l'area è classificata a bassa pericolosità sismica, e del fatto che lo stoccaggio del gas naturale non prevede l'iniezione nel sottosuolo di un fluido incomprimibile, in accordo con gli Indirizzi e linee guida per i monitoraggi sopra citati, i domini Interno ed Esteso sono stati scelti considerando i limiti minimi indicati, ovvero 2 km oltre il giacimento per il Dominio Interno (linea rossa in Figura 9) e 5 km oltre il Dominio Interno per il Dominio Esteso (linea bianca in Figura 9), che, sommati alla profondità del contatto gas-acqua originario in giacimento, raggiungono le profondità di 3,310 km per il Dominio Interno e 8,310 km per il Dominio Esteso.

- Sismi Regionali: eventi con epicentro esterno ai domini di rilevazione fino ad una distanza di 50 km dal centro del giacimento, ritenuta congrua per una caratterizzazione sismologica dell'area a scala regionale (contesto di "avampaese" alpino, noto in base alle ricostruzioni geologico-strutturali del sottosuolo lombardo, caratterizzato da strutture sepolte in gran parte disattivate dal punto di vista tettonico). Tale distanza è superiore all'area definita dalla prescrizione ministeriale ma viene tenuta in considerazione a dimostrazione del corretto funzionamento della rete ed in accordo con i criteri di progettazione della rete stessa. Per i motivi sopra detti, non si ritiene opportuna un'estensione superiore a 50 km dell'area di indagine regionale. La rete di monitoraggio di Sergnano è stata infatti progettata con l'obiettivo di monitorare fenomeni locali.

Relativamente alla strumentazione microsismica di pozzo profondo, gli eventi sismici identificati sono stati classificati in base alla differenza tra i tempi di arrivo delle fasi P ed S, che determina se un evento è di interesse o meno ai fini del monitoraggio in giacimento/copertura.

4.2 Analisi ed elaborazione dei segnali

Rete di superficie

L'analisi dei segnali acquisiti dalla rete di superficie dal 1 gennaio 2022 al 31 dicembre 2023 (comprensivo anche del periodo ante-operam o periodo di "bianco", rif. **prescrizione C3a**) è stata eseguita secondo due modalità fra loro complementari:

- analisi automatica dei dati in arrivo dalle stazioni remote, per identificare e segnalare possibili eventi di interesse;
- analisi manuale a cura dell'operatore per validare ed elaborare in dettaglio gli eventi individuati, definendone ipocentro e magnitudo.

L'approccio metodologico seguito si è articolato nelle seguenti fasi:

- discriminazione del rumore dai segnali sismici effettivi;



- individuazione della tipologia di sisma e selezione dei tempi di primo arrivo delle onde P e delle onde S;
- elaborazione dei segnali di tipo locale (ricadenti probabilmente nel DI o nel DE), procedendo al calcolo dell'ipocentro e della magnitudo;
- acquisizione dal sito internet INGV delle informazioni in merito a ipocentro e magnitudo per gli eventi di tipo regionale, registrati dalla rete di superficie di Sergnano.

Il processing e l'analisi dei dati microsismici vengono effettuati attraverso l'utilizzo di un software sviluppato internamente, in cui è stato implementato un sistema di allerta automatico che, nel caso di evento sismico, provvede all'invio di mail. La localizzazione automatica (calcolata sulla base dei tempi dei primi arrivi delle fasi P ed S alle singole stazioni) viene successivamente raffinata manualmente dall'operatore utilizzando il programma hypoinverse, che minimizza i residui temporali per il modello di velocità a strati orizzontali.

Nel corso del 2023 è stato aggiornato il modello di velocità 1D in uso per il giacimento di Sergnano, mediante l'utilizzo dei dati provenienti dalla sismica 3D acquisiti nel 2007, che ha permesso di ottenere modelli di velocità di maggior dettaglio relativamente alla zona mineralizzata.

La magnitudo locale (ML) viene calcolata, attraverso il programma localmag, nelle sole stazioni di superficie con un buon rapporto segnale/rumore, dall'ampiezza massima delle onde S: viene applicata la relazione di Hatton-Boore (1984) al segnale convertito per la risposta del sismografo Wood-Anderson. Il calcolo della magnitudo momento (Mw) viene eseguito per i dati sia delle stazioni di superficie che del pozzo attraverso il fit degli spettri di ampiezza delle fasi S opportunamente corretti per la risposta dello strumento stesso. Per quanto riguarda i sismi classificati come "regionali" (ossia esterni al DE, fino ad una distanza massima di 50 km dal giacimento), vengono riportate nel bollettino Stogit la localizzazione ed il valore di magnitudo calcolati da INGV, disponibili dal loro sito internet. Infatti, lo scopo del sistema di monitoraggio di Sergnano è quello di registrare gli eventi eventualmente indotti o innescati dall'attività di stoccaggio e non quello di registrare la sismicità naturale a livello regionale e nazionale, compito proprio di enti pubblici quali ad esempio INGV.

La validazione delle performance della rete, eseguita dall'Università di Padova, ha consentito di verificare l'ottemperanza nei confronti delle performance suggerite dagli ILG e degli esiti del protocollo di sperimentazione effettuato sul campo di stoccaggio di Minerbio. La rete di monitoraggio di Sergnano, a seguito di modellazione includente i dati reali di rumore strumentale registrati e considerando parametri realistici di distribuzione dell'energia, risulta in grado di ottemperare alla rilevazione e localizzazione di eventi con ML compresa tra 0 e 1 ($0 \leq ML \leq 1$) nel dominio interno, e, nel dominio esteso di rilevazione, di migliorare di più di 1 unità il livello di magnitudo di completezza delle rilevazioni effettuate dalle reti nazionali o regionali.



Strumentazione di pozzo profondo

L'analisi dei segnali acquisiti dalla strumentazione di pozzo profondo nell'anno 2023 è stata eseguita applicando il seguente flusso:

- associazione di fasi P e S entro tempi di arrivo compatibili, con ampiezze che risultano nettamente maggiori del rumore di fondo;
- la differenza tra i tempi di arrivo P e S è funzione della distanza dei geofoni dall'ipocentro e dipendente dal modello di velocità disponibile e costruito coerentemente con tutti i dati disponibili;
- coerenza dei tempi di arrivo sui quattro sensori, e differenza compatibile con le velocità locali e con l'angolo di incidenza.

L'analisi dei segnali viene effettuata in modalità automatica in continuo sia dal sistema di acquisizione in campo che dal software di analisi nel centro di controllo presso la Sede Operativa Stogit di Crema.

4.3 Interpretazione dei dati

Le registrazioni relative al periodo monitorato (2022-2023) confermano l'elevata sensibilità di misura del sistema di acquisizione dati.

La seguente tabella riporta un consuntivo dei sismi registrati nel periodo 2022-2023 dalla rete di superficie, con la ripartizione nelle differenti tipologie in cui sono classificati:

TIPOLOGIA	NUMERO DI EVENTI 2022	NUMERO DI EVENTI 2023
DI	0	0
DE	0	0
R	8	9

In Allegato 2 è fornito l'elenco completo dei sismi regionali, inclusi quelli registrati solo da Stogit, registrati dalla rete di superficie Stogit nel 2022 e nel 2023, con indicazione delle rispettive date, localizzazioni, profondità degli ipocentri, valori di magnitudo e distanza epicentrale rispetto al centro del giacimento.

I dati registrati dalla rete di superficie, in comparazione con quelli disponibili sui cataloghi della rete nazionale di INGV, evidenziano come la sismicità registrata sia nel periodo di bianco ante-operam sia nel periodo relativo alla gestione in sovrappressione sia caratterizzata unicamente da **fenomeni sismici a carattere naturale con ipocentri a considerevole distanza dal giacimento durante tutto il periodo di monitoraggio, non correlabili all'attività di stoccaggio.**



STOGIT - GIAC

**Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)**

PAG 20 DI 30

In particolare, durante il periodo specifico di gestione del campo in sovrappressione (tra il 6 ottobre ed il 4 novembre 2023), non è stato registrato nessun evento microsismico e non si è verificata alcuna variazione nella sismicità dell'area in confronto al periodo di monitoraggio ante-operam, a dimostrazione del carattere randomico e naturale degli eventi stessi.

Per quanto riguarda la strumentazione di pozzo, i dati registrati non evidenziano alcun evento ubicato a livello del giacimento/copertura. L'analisi del dato di pozzo evidenzia in particolare che il rumore di fondo si mantiene su valori molto bassi, consentendo l'identificazione con buon grado di affidabilità dei segnali effettivamente legati ad eventi sismici, discriminandoli da disturbi di altra natura.

Nell'Allegato 3 è fornito l'elenco degli eventi identificati dall'array di pozzo profondo con indicazione dei rispettivi ΔT_{s-p} : la differenza tra i tempi di arrivo delle fasi P ed S li classifica come non di interesse ai fini del monitoraggio in giacimento.



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 21 DI 30

5. CONCLUSIONI

Le ricerche condotte relativamente alla sismicità naturale dell'area di Sergnano indicano una modesta intensità e frequenza dei fenomeni, che in questo settore di pianura lombarda sono essenzialmente riconducibili a dinamiche legate a lineamenti tettonici posti a profondità elevata, molto superiore a quella del giacimento di stoccaggio.

Le analisi dei segnali riferiti al sistema di monitoraggio microsismico nel suo complesso (rete di superficie e pozzo dedicato Sergnano 45 dir) confermano queste evidenze. I dati acquisiti attestano come non vi sia alcun evento sismico indotto e che gli eventi identificati **siano attribuibili a fenomeni sismici naturali e lontani dal sito di stoccaggio.**

In particolare, durante il periodo specifico di gestione del campo in sovrappressione (tra il 6 ottobre ed il 4 novembre 2023), non è stato registrato nessun evento microsismico e non si è verificata alcuna variazione nella sismicità dell'area in confronto al periodo di monitoraggio ante-operam, a dimostrazione del carattere randomico e naturale degli eventi stessi.

Complessivamente i risultati conseguiti **confermano pertanto l'idoneità tecnica e le condizioni di sicurezza nell'esercizio in sovrappressione del giacimento di Sergnano, realizzato a partire dal ciclo di iniezione 2023/2024.**

In riferimento alla **prescrizione A.6**, premesso che non si sono mai registrati eventi microsismici correlati all'attività di stoccaggio e che gli studi condotti evidenziano che non vi sono condizioni di aggravio del rischio sismico, Stogit rappresenta che, qualora dovesse manifestarsi nel Dominio Interno di rilevazione ed entro un'area di raggio uguale a 10 chilometri attorno della testa del pozzo un evento di magnitudo maggiore di 3 e se gli studi/approfondimenti dovessero attestarne la correlazione con l'attività di stoccaggio, saranno adottati tutti gli accorgimenti opportuni atti a riportare la magnitudo locale massima al di sotto di tale valore, come da prescrizione (ridefinizione dei valori della pressione di esercizio e della frequenza del ciclo di iniezione ed erogazione).




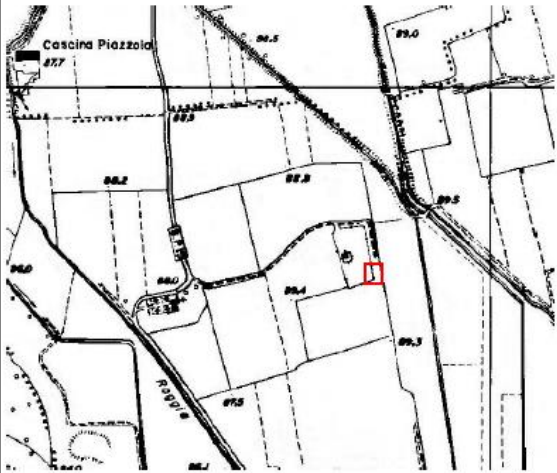


STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 22 DI 30

ALLEGATO 1 – SCHEDE MONOGRAFICHE DELLE STAZIONI DI SUPERFICIE

SE01																												
<p>Ricengo (postazione Sergnano 5)</p>																												
<p>Coordinate:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">GEOGRAFICHE WGS84</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NORD</td> <td>45°25'5.370"N</td> </tr> <tr> <td>EST</td> <td>9°43'31.979"E</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PIANE GAUSS-BOAGA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NORD</td> <td>5029680.03</td> </tr> <tr> <td>EST</td> <td>1556794.37</td> </tr> <tr> <td>Q.S.L.M.</td> <td>88,2 m</td> </tr> </tbody> </table>		GEOGRAFICHE WGS84		NORD	45°25'5.370"N	EST	9°43'31.979"E	PIANE GAUSS-BOAGA		NORD	5029680.03	EST	1556794.37	Q.S.L.M.	88,2 m													
GEOGRAFICHE WGS84																												
NORD	45°25'5.370"N																											
EST	9°43'31.979"E																											
PIANE GAUSS-BOAGA																												
NORD	5029680.03																											
EST	1556794.37																											
Q.S.L.M.	88,2 m																											
		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Data di attivazione</td> <td>Marzo 2016</td> </tr> <tr> <td>Sismometro</td> <td>Lennartz L3D/BH</td> </tr> <tr> <td>Monumentazione</td> <td>Pozzetto 100 m</td> </tr> <tr> <td>Quota sensore l.m.</td> <td>-11 m</td> </tr> <tr> <td>N. componenti</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Tipo di sensore</td> <td>Sismometro a corto periodo</td> </tr> <tr> <td>Acquisitore</td> <td>Solgeo Dymas 24 Master</td> </tr> <tr> <td>Numero canali</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Tipo acquisizione</td> <td>Continua h24</td> </tr> <tr> <td>Alimentazione</td> <td>Rete elettrica</td> </tr> <tr> <td>Trasmissione dati</td> <td>Modem GSM</td> </tr> <tr> <td>GPS</td> <td>Sì</td> </tr> <tr> <td>Accelerometro</td> <td>-</td> </tr> </table>	Data di attivazione	Marzo 2016	Sismometro	Lennartz L3D/BH	Monumentazione	Pozzetto 100 m	Quota sensore l.m.	-11 m	N. componenti	3	Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo	Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master	Numero canali	3	Tipo acquisizione	Continua h24	Alimentazione	Rete elettrica	Trasmissione dati	Modem GSM	GPS	Sì	Accelerometro	-
Data di attivazione	Marzo 2016																											
Sismometro	Lennartz L3D/BH																											
Monumentazione	Pozzetto 100 m																											
Quota sensore l.m.	-11 m																											
N. componenti	3																											
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo																											
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master																											
Numero canali	3																											
Tipo acquisizione	Continua h24																											
Alimentazione	Rete elettrica																											
Trasmissione dati	Modem GSM																											
GPS	Sì																											
Accelerometro	-																											

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 23 DI 30

SE02

Sergnano
(postazione
Cluster B)



Coordinate:

GEOGRAFICHE WGS84

NORD	45°25'38.492"N
EST	9°41'25.160"E

PIANE GAUSS-BOAGA

NORD	5030677.92
EST	1554029.37
Q.S.L.M.	89,0 m



Data di attivazione	Marzo 2016
Sismometro	Lennartz L3Dlite MKIII
Monumentazione	Superficie
Quota sensore l.m.	88 m
N. componenti	3
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master
Numero canali	6
Tipo acquisizione	Continua h24
Alimentazione	Rete elettrica
Trasmissione dati	Modem GSM
GPS	Si
Accelerometro	Sara SA/10



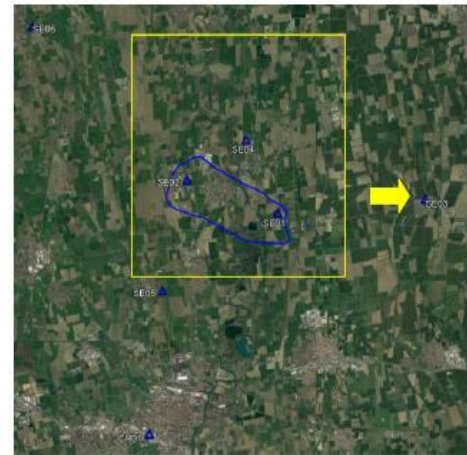
STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 24 DI 30

SE03

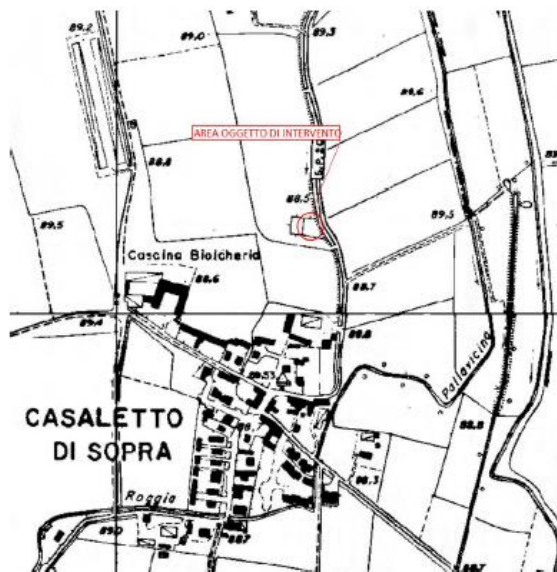
Casaletto di Sopra
(postazione presso Cabina Snam di Casaletto)



Coordinate:

GEOGRAFICHE WGS84	
NORD	45°25'19.31"
EST	9°47'0.93"

PIANE GAUSS-BOAGA	
NORD	5030152.17
EST	1561332.21
Q.S.L.M.	88,0 m



Data di attivazione	Novembre 2021
Sismometro	Sara SS10 BHV
Monumentazione	Pozzetto 150 m
Quota sensore l.m.	-62 m
N. componenti	3
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master
Numero canali	3
Tipo acquisizione	Continua h24
Alimentazione	Pannelli Solari
Trasmissione dati	Modem GSM
GPS	Si
Accelerometro	-

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



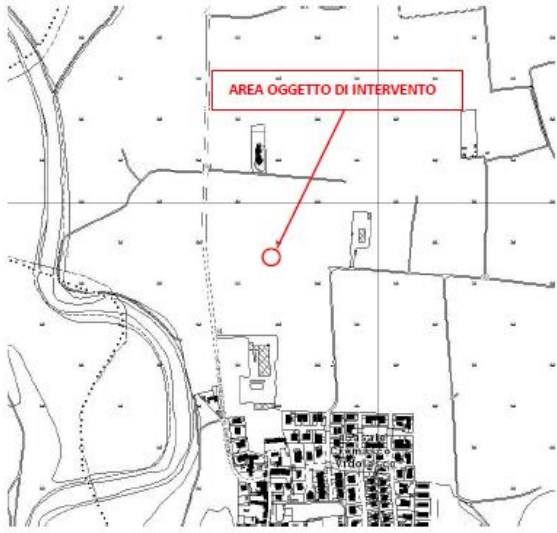
STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 25 DI 30

SE04		
Casale Cremasco Vidolasco		

Coordinate: <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">GEOGRAFICHE WGS84</th></tr> <tr><td>NORD</td><td>45°26'18.24"</td></tr> <tr><td>EST</td><td>9°42'49.98"</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">PIANE GAUSS-BOAGA</th></tr> <tr><td>NORD</td><td>5031914.6</td></tr> <tr><td>EST</td><td>1555863.6</td></tr> <tr><td>Q.S.L.M.</td><td>86,0 m</td></tr> </table>	GEOGRAFICHE WGS84		NORD	45°26'18.24"	EST	9°42'49.98"	PIANE GAUSS-BOAGA		NORD	5031914.6	EST	1555863.6	Q.S.L.M.	86,0 m	
GEOGRAFICHE WGS84															
NORD	45°26'18.24"														
EST	9°42'49.98"														
PIANE GAUSS-BOAGA															
NORD	5031914.6														
EST	1555863.6														
Q.S.L.M.	86,0 m														

	<table border="1"> <tr><td>Data di attivazione</td><td>Luglio 2022</td></tr> <tr><td>Sismometro</td><td>Sara SS10 BHV</td></tr> <tr><td>Monumentazione</td><td>Pozzetto 150 m</td></tr> <tr><td>Quota sensore l.m.</td><td>-64 m</td></tr> <tr><td>N. componenti</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo di sensore</td><td>Sismometro a corto periodo</td></tr> <tr><td>Acquisitore</td><td>Solgeo Dymas 24 Master</td></tr> <tr><td>Numero canali</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo acquisizione</td><td>Continua h24</td></tr> <tr><td>Alimentazione</td><td>Pannelli Solari</td></tr> <tr><td>Trasmissione dati</td><td>Modem GSM</td></tr> <tr><td>GPS</td><td>Si</td></tr> <tr><td>Accelerometro</td><td>-</td></tr> </table>	Data di attivazione	Luglio 2022	Sismometro	Sara SS10 BHV	Monumentazione	Pozzetto 150 m	Quota sensore l.m.	-64 m	N. componenti	3	Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo	Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master	Numero canali	3	Tipo acquisizione	Continua h24	Alimentazione	Pannelli Solari	Trasmissione dati	Modem GSM	GPS	Si	Accelerometro	-
Data di attivazione	Luglio 2022																										
Sismometro	Sara SS10 BHV																										
Monumentazione	Pozzetto 150 m																										
Quota sensore l.m.	-64 m																										
N. componenti	3																										
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo																										
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master																										
Numero canali	3																										
Tipo acquisizione	Continua h24																										
Alimentazione	Pannelli Solari																										
Trasmissione dati	Modem GSM																										
GPS	Si																										
Accelerometro	-																										

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

PAG 26 DI 30

SE05

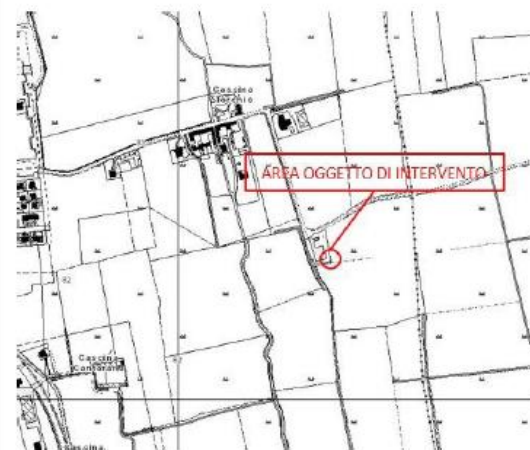
Campagnola
Cremasca



Coordinate:

GEOGRAFICHE WGS84	
NORD	45°23'48.41"
EST	9°40'50.32"

PIANE GAUSS-BOAGA	
NORD	5027268.3
EST	1553303.02
Q.S.L.M.	83 m



Data di attivazione	Agosto 2022
Sismometro	Sara SS10 BHV
Monumentazione	Pozzetto 150 m
Quota sensore l.m.	-67 m
N. componenti	3
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master
Numero canali	3
Tipo acquisizione	Continua h24
Alimentazione	Pannelli Solari
Trasmissione dati	Modem GSM
GPS	Sì
Accelerometro	-

Questo documento è di proprietà Snam-Stogit e i suoi contenuti hanno carattere di riservatezza.



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)

SE06

Misano Gera
D'Adda



Coordinate:

GEOGRAFICHE WGS84	
NORD	45°28'10.78"
EST	9°37'46.09"

PIANE GAUSS-BOAGA	
NORD	5035332.45
EST	1549234.18
Q.S.L.M.	104 m



Data di attivazione	Novembre 2023
Sismometro	Sara SS10 BHV
Monumentazione	Pozzetto 150 m
Quota sensore l.m.	-46 m
N. componenti	3
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master
Numero canali	3
Tipo acquisizione	Continua h24
Frequenza di campionamento	200 Hz
Alimentazione	Pannelli Solari
Trasmissione dati	Modem GSM
GPS	Sì
Accelerometro	-



STOGIT - GIAC

Concessione Sergnano Stoccaggio Monitoraggio microsismico (2023-2024)

CR01

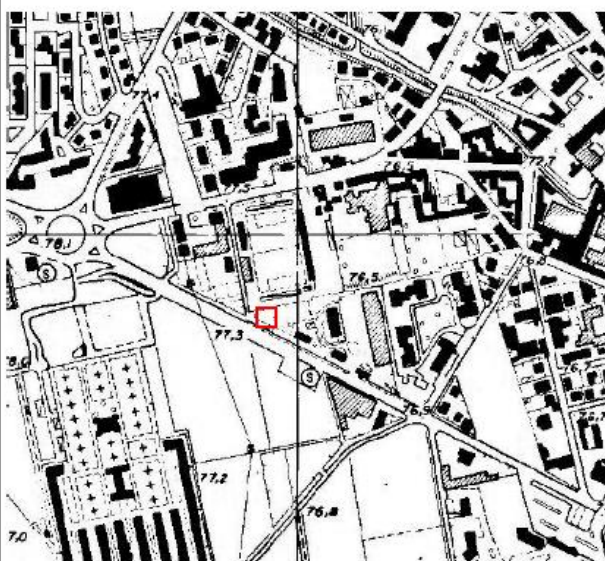
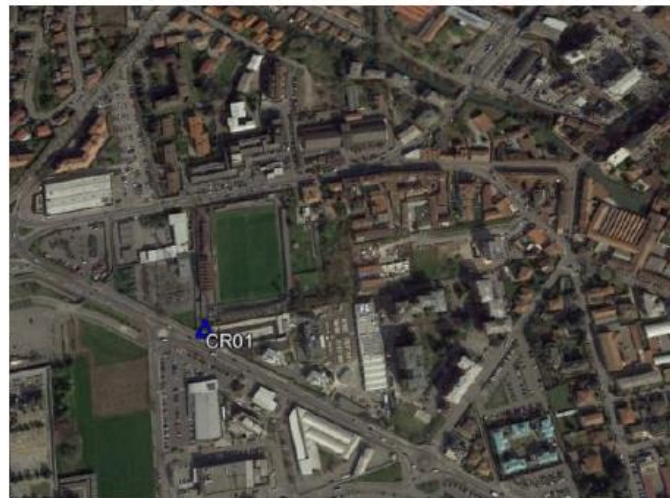
Crema
(postazione
Sede Operativa
Stogit)



Coordinate:

GEOGRAFICHE WGS84	
NORD	45°21'26.149"N
EST	9°40'31.824"E

PIANE GAUSS-BOAGA	
NORD	5022880.77
EST	1552935.81
Q.S.L.M.	76,5 m



Data di attivazione	Luglio 2022
Sismometro	Sara SS10 BHV
Monumentazione	Pozzetto 150 m
Quota sensore l.m.	-73,5 m
N. componenti	3
Tipo di sensore	Sismometro a corto periodo
Acquisitore	Solgeo Dymas 24 Master
Numero canali	3
Tipo acquisizione	Continua h24
Alimentazione	Rete elettrica
Trasmissione dati	Modem GSM
GPS	Si
Accelerometro	-



STOGIT - GIAC

**Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)**

PAG 29 DI 30

ALLEGATO 2

**ELENCO DEI SISMI REGIONALI REGISTRATI NEL 2022
DALLA RETE DI SUPERFICIE (*)**

DATA	ORA (UTC)	ML	Provincia epicentro	Network	Latitudine (Gradi decimali)	Longitudine (Gradi decimali)	Profondità (km)	Distanza epicentrale (km)
17-01-2022	00:42:53	1.8	Brescia	INGV	45.592	9.967	7	27.47
18-01-2022	22:33:07	2.6	Brescia	INGV	45.6543	10.001	5	34.42
01-03-2022	06:33:55	2.4	Bergamo	INGV	45.6393	9.5882	24	25.7
09-04-2022	22:51:29	2.6	Bergamo	INGV	45.5962	9.8335	27	21.61
23-05-2022	17:44:39	2	Cremona	INGV	45.4613	9.595	44	9.77
04-11-2022	11:42:17	2.2	Bergamo	INGV	45.6173	9.6257	32	23.02
28-11-2022	21:27:18	1.9	Brescia	INGV	45.4778	10.111	9	32.42
28-11-2022	21:51:37	2.2	Brescia	INGV	45.4908	10.1047	9	32.17

(*) le localizzazioni contenute in questa tabella sono state estratte dal bollettino sismico dell'INGV in data 23.04.2024.



STOGIT - GIAC

**Concessione Sergnano Stoccaggio
Monitoraggio microsismico (2023-2024)**

PAG 30 DI 30

**ELENCO DEI SISMI REGIONALI REGISTRATI NEL 2023
DALLA RETE DI SUPERFICIE (*)**

DATA	ORA (UTC)	ML	Provincia epicentro	Network	Latitudine (Gradi decimali)	Longitudine (Gradi decimali)	Profondità (km)	Distanza epicentrale (km)
02-01-2023	01:54:08	1.5	Bergamo	INGV	45.7960	9.9920	12	47.28
25-01-2023	02:58:04	1.7	Brescia	INGV	45.6220	10.2120	6	45.35
28-03-2023	02:02:44	1.43	Lodi	Stogit	45.2685	9.5425	3.7	21.18
11-04-2023	18:35:47	2.4	Brescia	INGV	45.2720	10.1310	7	37.04
28-07-2023	01:05:44	2.4	Brescia	INGV	45.4860	10.0780	9	29.87
04-10-2023	07:07:26	3	Bergamo	INGV	45.6300	9.6760	8	23.44
09-10-2023	00:29:55	2.2	Piacenza	INGV	44.9840	9.5990	6	49.22
09-10-2023	03:40:53	2.2	Piacenza	INGV	45.0000	9.5740	3	47.87
11-10-2023	22:39:57	2.2	Bergamo	INGV	45.6100	9.6760	4	21.24

(*) le localizzazioni contenute in questa tabella sono state estratte dal bollettino sismico dell'INGV in data 23.04.2024.

ALLEGATO 3 – ELENCO ΔT_{s-p} DELLA STRUMENTAZIONE DI POZZO PROFONDO 2023

Nel corso del 2023 la strumentazione di pozzo profondo non ha registrato eventi di interesse ai fini del monitoraggio del giacimento.