

**Istanza di Concessione di Coltivazione denominata  
“SELVA MALVEZZI”  
derivante dal Permesso di Ricerca  
PODERE GALLINA**

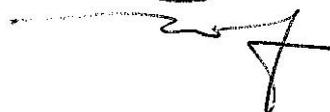
**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Redatto da:

**STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

Via Dante A., 27 – 21045 Gazzada Schianno (VA)

***Dott. Geol. Giovanni Zaro***



**Aprile 2019**

## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. OBIETTIVI DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	7
3. PROGETTO DI MONITORAGGIO.....	9
3.1 CONTROLLO DIRETTO DELLA SUBSIDENZA.....	9
3.2 MONITORAGGIO DEFORMAZIONI SUPERFICIALI .....	12
3.3 MONITORAGGIO CON SISTEMA GNSS PERMANENTE .....	15
3.4 CONTROLLO DELLA MICROSISMICITÀ .....	17
4. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMA INFORMATIVO PUBBLICO .....	24

## 1. INTRODUZIONE

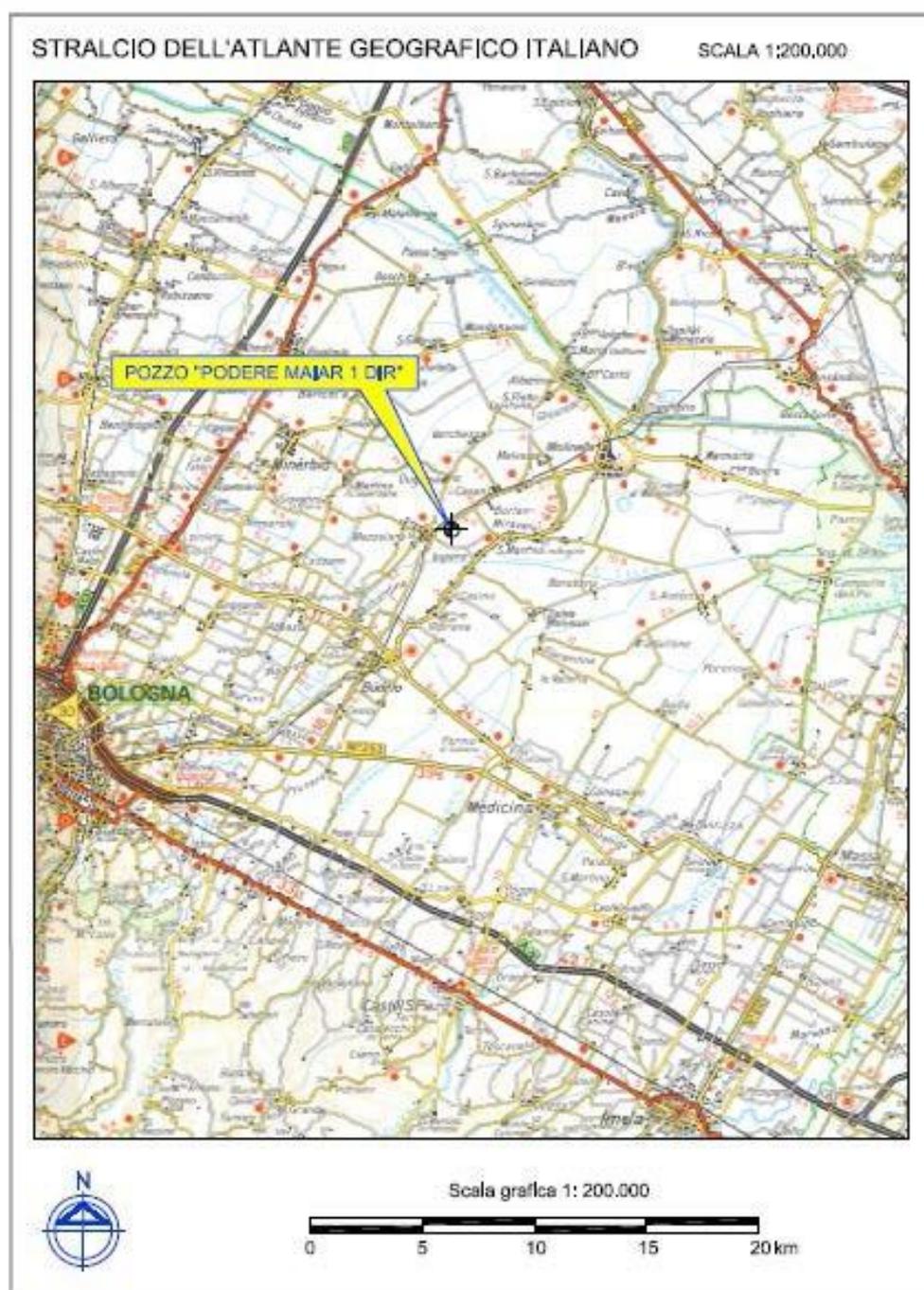
Il Permesso di Ricerca “Podere Gallina” è stato conferito con D.M. del 2 dicembre 2008 alla Po Valley Operations Pty Ltd (r.u.).

In data 1 gennaio 2017 è stata ottenuta l’autorizzazione per la perforazione del pozzo Podere Maiar 1dir in comune di Budrio (Bo) - frazione di Mezzolara.

Nel periodo tra novembre e dicembre 2017 Po Valley Operations ha quindi perforato il pozzo esplorativo Podere Maiar 1dir (T.D. 1340 m MDTR), risultato mineralizzato a gas metano nelle sabbie della formazione Porto Garibaldi (Pliocene medio), confermando le previsioni formulate nel programma geologico e di perforazione.

Nel mese di gennaio 2018 sono state condotte le prove di produzione; sulla base dei risultati dei logs elettrici, il pozzo è stato completato in singolo selettivo e testato, risultando utilizzabile per la produzione di gas metano in quanto contiene una quantità di Riserve Recuperabili sufficiente a giustificare un progetto di sviluppo e sfruttamento, economicamente remunerativo

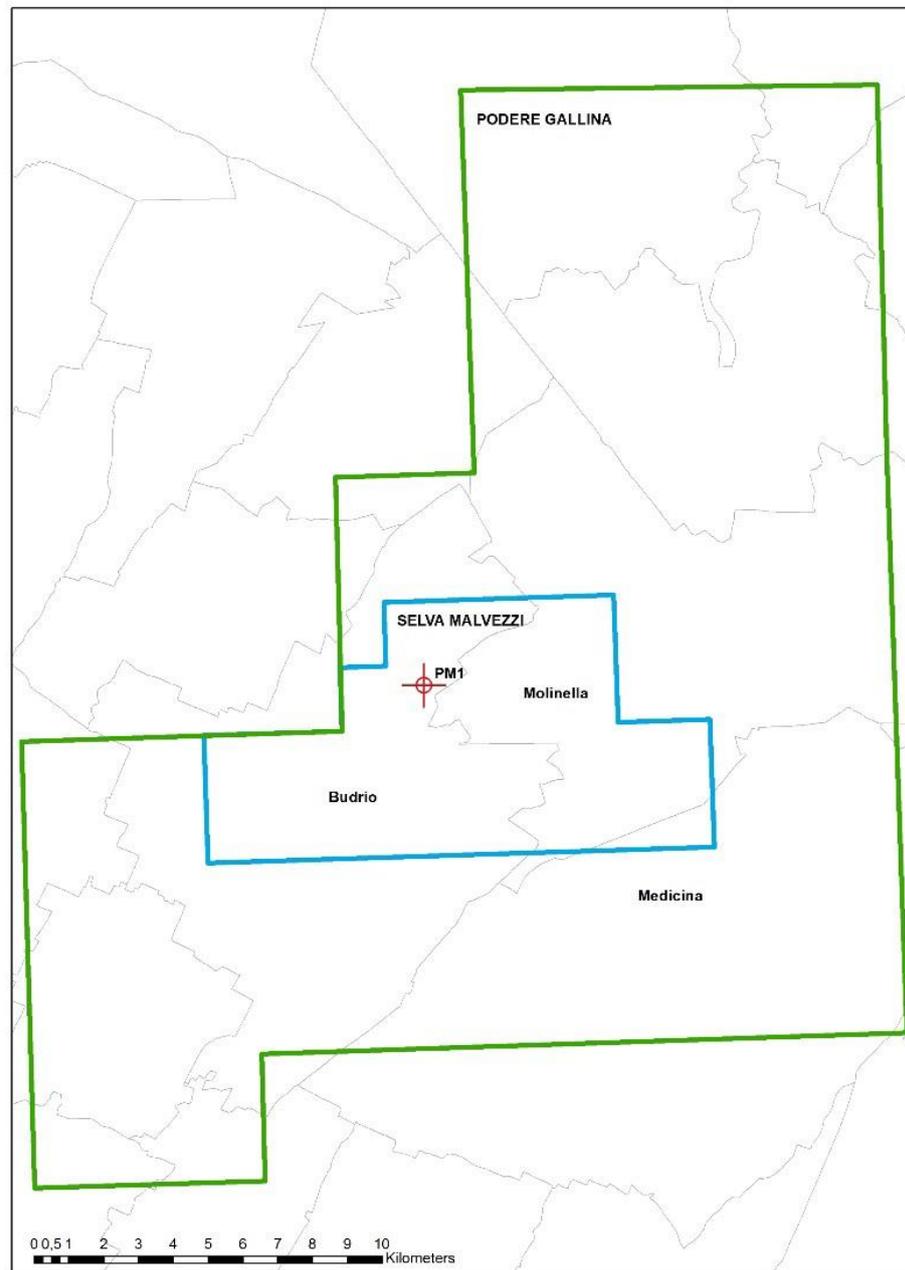
Nella successiva figura 1 è riportata corografia di inquadramento generale di ubicazione del Pozzo Podere Maiar 1dir.



In figura 2 l'area pozzo è individuata rispetto alla frazione Mezzolara di Budrio su foto aerea tratta da Google Earth.



La successiva Figura 3 inquadra il perimetro del Permesso di Ricerca “Podere Gallina”, nonché il perimetro relativo alla Istanza di Concessione di Coltivazione “Selva Malvezzi” con delimitazione dei confini dei comuni interessati da detta nuova istanza.



*Fig. 3: Permesso di ricerca (verde), istanza di concessione di coltivazione (blu) con indicazione dei comuni interessati*

## 2. OBIETTIVI DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente Progetto di Monitoraggio Ambientale è stato sviluppato allo scopo di predisporre una rete di controllo e di verifica degli impatti ambientali significativi previsti e descritti nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) relativo al progetto di messa in produzione del Pozzo Podere Maiar 1dir.

In particolare, oltre ad essere destinato al monitoraggio degli impatti considerati più significativi sulle diverse componenti ambientali, il progetto di monitoraggio include anche il controllo specifico dei due impatti potenzialmente più rilevanti, la subsidenza indotta e la sismicità indotta (microsismicità), la cui valutazione si è basata rispettivamente sull'impiego di un modello predittivo e su considerazioni di ordine sismo-tettonico, tettonico-strutturale e geominerario nel secondo caso e il cui innesco oltre i valori attesi (stimati), potrebbero avere conseguenze potenzialmente significative sul contesto ambientale e territoriale.

Inoltre, relativamente alla microsismicità, il Progetto di Monitoraggio Ambientale risponde alle prescrizioni 10 e 14 della DGR 10160/2016 del 04 luglio 2016 approvata dalla Giunta Regione Emilia Romagna in esito alla Procedura di VIA relativa al Progetto "Permesso di ricerca idrocarburi Podere Gallina – Pozzo Esplorativo Podere Maiar 1dir – Comune di Budrio (Bo)", riportate di seguito:

- *punto prescrittivo n. 10 - la necessità che "un successivo programma di coltivazione non potrà prescindere da un dettagliato programma di monitoraggio delle deformazioni del suolo(subsidenza che dovrà essere in linea con quanto definito dagli Indirizzi e Linee Guida del MISE".*
- *punto prescrittivo n. 14 – la necessità che "il progetto di monitoraggio microsismico secondo le indicazioni degli Indirizzi e Linee Guida MISE dovrà essere sviluppato e presentato nell'eventuale procedura di VIA inerente la Concessione di coltivazione del pozzo, nel caso di rinvenimento di idrocarburi all'interno della quale si valuteranno il numero, la localizzazione, le caratteristiche delle stazioni, le tempistiche, le modalità di trasmissione dei dati e l'ente a cui verranno affidati tali compiti".*

Il Progetto di Monitoraggio della sismicità e della subsidenza risulta pertanto formulato secondo le indicazioni fornite dal documento *“Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche”* (MiSE-DGRME, 2014).

Sulla base dei criteri sopra indicati e in base alle risultanze delle considerazioni e stima degli impatti ambientali descritti ai capitoli 4, 5 e 6 del SIA e dei rischi ambientali descritti al capitolo 10, è stato quindi deciso di sottoporre a monitoraggio in continuo e/o discontinuo le seguenti componenti ambientali:

3. Rumore
4. Suolo e sottosuolo, nelle due componenti
  - a. Microsismicità
  - b. Deformazione del suolo e Subsidenza

Il progetto di monitoraggio della sismicità è inoltre presentato in allegato al SIA come documento separato e a cui si rimanda per la trattazione completa dell’argomento.

### 3. PROGETTO DI MONITORAGGIO

A partire dalla sintesi delle indicazioni sopra formulate, emerge la necessità di esecuzione delle attività di monitoraggio di seguito descritte.

#### 3.1 MONITORAGGIO ACUSTICO

Le attività di progetto, sia in fase di cantiere che di esercizio, saranno oggetto di monitoraggio acustico finalizzato a verificare la conformità delle misure ai valori previsionali ottenuti attraverso l'impiego del modello acustico e nel caso per la messa in opera delle più opportune misure di mitigazione.

Il programma di monitoraggio acustico dell'area prevederà:

- **Fase di cantiere - Una campagna di rilievi spot diurni in facciata ai ricettori esposti sul fronte del cantiere del metanodotto durante tutto il periodo di svolgimento dei lavori.**

La campagna di rilievi fonometrici sarà eseguita in facciata ad ogni singolo ricettore sul fronte del cantiere durante la fase ritenuta più critica in funzione delle attività che saranno svolte.

La programmazione delle attività di monitoraggio sarà perfezionata una volta acquisiti, sulla cantieristica, i relativi dati, le informazioni tecniche sui mezzi ed il cronoprogramma lavori.

I rilievi spot saranno eseguiti con fonometri rispondenti alle specifiche norme IEC 804 e 651 - classe 1 ed avranno una durata non inferiore ai 30 minuti ciascuno per ogni ricettore e comunque in relazione alle attività lavorative che saranno svolte.

Le misurazioni saranno svolte da un tecnico abilitato in acustica ambientale e

saranno finalizzate anche alla verifica del posizionamento di eventuali barriere temporanee nelle posizioni rilevate a maggiore criticità in modo tale da limitare il più possibile il disturbo derivante dai lavori.

La direzione lavori sarà affiancata da un tecnico di comprovata esperienza ambientale e competente ai sensi di legge in acustica ambientale. Le risultanze del monitoraggio fonometrico saranno comunicate nei tempi che saranno richiesti in sede autorizzativa, alle Autorità competenti.

Il monitoraggio da eseguirsi sarà descritto nel dettaglio nella DOIMA da produrre al fine della richiesta di deroga al Comune di Budrio per potere consentire l'avvio dei lavori (art. 36 "Autorizzazioni e deroghe" del Regolamento Comunale).

- **Fase di esercizio dell'impianto - Un rilievo all'avvio delle attività di produzione, sia diurno che notturno in corrispondenza dei recettori abitati R2 e R3 più vicini all'area impianto.**

La campagna di rilievi fonometrici prevede l'esecuzione in facciata ad ogni singolo ricettore esposto all'area pozzo (R2 ed R3) di due campagne di rilievo H24, la prima da eseguirsi ante lavori, la seconda da eseguirsi durante l'esercizio dell'impianto.

I rilievi saranno eseguiti con fonometri rispondenti alle specifiche norme IEC 804 e 651 - classe 1 da un tecnico abilitato in acustica ambientale e saranno finalizzati a verificare il rispetto dei limiti di immissione assoluti e differenziali.

Le risultanze del monitoraggio fonometrico saranno comunicate nei tempi che saranno richiesti in sede autorizzativa, alle Autorità competenti.

### 3.2 CONTROLLO DIRETTO DELLA SUBSIDENZA

Il monitoraggio della subsidenza è articolato secondo modalità atte a rilevare sia gli spostamenti complessivi della superficie topografica (GPS e InSAR), sia gli spostamenti verticali che si generano nei primi 150 m circa di spessore e causati dalle variazioni di pressione degli acquiferi (assestimetri a 10 m e 150 m). Questi ultimi spostamenti permettono di discretizzare i valori di subsidenza naturali attribuibili agli strati superficiali di terreno, non sono correlati con le attività di coltivazione del giacimento.

Si prevede la realizzazione delle seguenti opere/attività:

- Perforazione e posa di n. 1 assestometro superficiale – profondità 10 metri
- Perforazione e posa di n. 1 assestometro profondo – profondità 150 metri
- Posa su ciascun assestometro di sensori di temperatura
- Installazione su ciascun assestometro di stazione di registrazione dei movimenti verticali
- Collegamento a impianto di trasmissione dati
- Posa stazione GPS (vedi paragrafi successivi)
- Realizzazione di attività di monitoraggio radar satellitare (vedi paragrafi successivi)

### Realizzazione Assestimetri

La strumentazione sarà costruita ed installata all'interno di fori di sondaggio, eseguiti a distruzione di nucleo, in conformità alle specifiche che saranno fornite dalla società specializzata che provvederà alla progettazione esecutiva dell'impianto e alla installazione delle strumentazioni.

In via preliminare si prevede la realizzazione dei fori di sondaggio con diametro utile alla posa di tubi guida diam. 3".

La misurazione degli assestamenti verrà effettuata attraverso posa di assestimetro a barre in corrispondenza del foro superficiale e di assestimetro a filo in corrispondenza del foro profondo (la scelta di utilizzo di assestimetro a filo rende possibile la installazione a fondo foro di punti di ancoraggio multipli utilizzabili nel caso di rottura dello strumento di misura).

L'ancoraggio al fondo delle strutture di misura sarà realizzato con intestazione su terreni fini più consolidati e pertanto meno soggetti a variazioni connessi con i regimi di falda.

Pertanto, qualora alle profondità previste dovessero essere trovati terreni sabbiosi, ogni foro potrebbe essere approfondito fino al raggiungimento di primo orizzonte fine utilizzabile.

Per l'assestimetro profondo è prevista la messa in opera di una bilancia di tesatura ubicata a boccaforo, con la funzione di garantire il corretto stato di tensione e di scorrimento del cavo di acciaio destinato alla misurazione degli spostamenti.

I dati di spostamento verranno acquisiti tramite trasduttori elettrici (potenziometrici) e registrati in continuo da uno specifico sistema di acquisizione.

Si prevede la posa di un sensore di temperatura (termoresistenza) su ogni assestimetro, per garantire la compensazione dell'eventuale influenza del gradiente termico sulla struttura in metallo.

La termoresistenza sarà collegata alla unità di acquisizione dati e sono acquisiti con le stesse modalità utilizzate per i sensori di spostamento.

### Attività di posa in opera

I due assestimetri saranno installati ciascuno in una propria perforazione, per un totale di 2 perforazioni da eseguirsi a distruzione di nucleo con diametro utile alla posa di tubo strumentazione diam. 3". La relativa ubicazione prevista è illustrata in Appendice 1.

Verificata la rispondenza dei fori di sondaggio alle specifiche di progetto, le attività di posa in opera della strumentazione assestimetrica saranno eseguite direttamente a cura di società specializzata che provvederà anche alla installazione della unità di acquisizione dati, dei cablaggi, ed alla realizzazione di tutta la parte sensoristica e di trasmissione dati. A cura della medesima società contrattista saranno anche le attività di collaudo e avviamento dell'intero sistema.

Le operazioni di posa in foro saranno condotte secondo specifiche fasi operative e la posa strumentazione sarà avviata, terminata la perforazione, in condizioni di foro rivestito per i soli intervalli utili a garantire la stabilità del tratto superficiale.

### Acquisizione e teletrasmissione dati

Lo scaricamento dei dati potrà avvenire sia direttamente su computer portatile con cadenza periodica (semestrale), sia attraverso l'utilizzo di apparecchiatura di acquisizione dati automatica tipo MINIRADAS, multicanale ed in grado di acquisire segnali di tipo diverso, a cui collegare i sensori elettrici (temperatura, trasduttori di spostamento, sensori di pressione, sensori multiparametrici).

Nel caso di impossibilità di collegamento alla rete elettrica, l'apparecchiatura sarà alimentata mediante pannello solare e batterie ricaricabili.

La memorizzazione dei dati sarà effettuata su RAM tamponata con possibilità di scarico su PC portatile attraverso uscita seriale o attraverso sistema di teletrasmissione a mezzo telefono cellulare GSM con modem incorporato; tale scelta risulta utile a garantire, da remoto ed in qualsiasi momento, la possibilità di interrogazione della strumentazione e di scarico dei dati.

Si prevede utilizzo di strumentazione di tipo programmabile via software, attraverso programma dedicato, oppure da tastiera; sarà pertanto possibile variare, a seconda delle esigenze, sia la frequenza di acquisizione sia la gestione di eventuali soglie di allarme.

#### Restituzione dei dati

I dati raccolti saranno archiviati presso server scelto dall'Azienda.

Al termine di ogni anno solare è prevista la redazione di rapporto di sintesi illustrativo dei dati rilevati che verranno riportati in forma sia numerica che diagrammata. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-REGIONE) e verrà altresì pubblicato su apposita sezione all'interno del sito web aziendale.

### *3.3 MONITORAGGIO DEFORMAZIONI SUPERFICIALI*

Il monitoraggio delle deformazioni superficiali del suolo sarà eseguito mediante Interferometria SAR Satellitare Avanzata (A-DInSAR) su di un'area di interesse di circa 75 kmq, indicativamente corrispondente all'area di Dominio Interno; in aggiunta, si prevede di eseguire un monitoraggio diretto da terreno con tecnologia GNSS mediante l'installazione, presso il sito di produzione, di una stazione ad alta sensibilità con acquisizione in continuo.

Le attività di progettazione e gestione del monitoraggio verranno condotte a cura di società specializzata.

I dati raccolti saranno quindi archiviati presso server scelto dall'Azienda.

E inoltre prevista la redazione di rapporto di sintesi illustrativo delle attività svolte e dei dati rilevati che verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-REGIONE).

## Monitoraggio InSAR

La tecnica è finalizzata ad individuare i processi di spostamento di terreno e di strutture presenti nel territorio a partire dal rilievo della riflessione delle onde radar emesse dai sensori satellitari.

Ove integrato dall'uso delle immagini SAR satellitari d'archivio, è inoltre possibile conoscere le deformazioni storiche subite dal terreno in periodi anteriori all'avvio delle operazioni di monitoraggio in sito.

I risultati derivanti da analisi interferometriche SAR satellitari sono relativi a misure eseguite lungo la cosiddetta linea di vista strumentale (Line Of Sight – LOS), ovvero il percorso congiungente il sensore al bersaglio a terra.

In funzione della disponibilità di dati d'archivio o di nuova acquisizione, è possibile eseguire analisi su una stessa area con immagini acquisite da diverse geometrie orbitali (orbita "ascendente" e "discendente"), così da osservare il territorio da punti di vista differenti e complementari, consentendo una più corretta interpretazione dei processi deformativi.

Il monitoraggio delle deformazioni superficiali mediante InSAR sarà articolato in due fasi:

- Una prima fase prevede l'analisi delle deformazioni storiche precedenti la messa in produzione del pozzo; tale analisi avverrà mediante la selezione dei dati SAR acquisiti dal satellite Sentinel, con riferimento al periodo ante operam compreso tra il 2014 e la data di conseguimento della Concessione di Coltivazione. Tali dati saranno acquisiti da sensori in banda C (lunghezza d'onda pari a ~5,6 cm) con risoluzione geometrica a terra pari a circa 5x20 m. Questa fase dell'analisi prevede l'elaborazione dei dati mediante tecniche InSAR in "doppia geometria".
- La seconda fase prevede il monitoraggio periodico per l'intero periodo di coltivazione del giacimento, in grado di fornire informazioni sull'evoluzione deformativa durante l'esercizio delle attività di coltivazione del giacimento. In considerazione della limitata entità degli spostamenti verticali previsti a partire dalle modellizzazioni effettuate, si prevede di svolgere l'attività di misura con

cadenza triennale al fine di evitare una eccessiva influenza di eventuali valori di arrotondamento che potrebbero inficiare la significatività del dato complessivo. L'analisi verrà pertanto svolta con l'elaborazione dei dati mediante tecniche InSAR in "doppia geometria" relativamente al primo triennio di produzione ed in "singola geometria" nei trienni successivi. In questa fase, saranno selezionate le immagini satellitari in grado di garantire le migliori performance in termini di risoluzione spaziale, accuratezza della misura degli spostamenti, copertura temporale (tempo di rivisita). La selezione dei dati di base, pertanto, sarà operata anche sulla base della continuità delle serie temporali di immagini effettivamente acquisite nel corso dei mesi antecedenti l'inizio delle attività.

L'elaborazione dei dati sarà condotta con tecniche interferometriche differenziali DInSAR (Differential SAR Interferometry) e con metodi A-DInSAR (Advanced Differential SAR Interferometry) basati sulla tecnica Persistent Scatterers Interferometry (PSI), sia in modalità standard (per fornire informazioni circa i trend di spostamento di lungo periodo), sia con analisi a scala locale, utili a ottenere serie temporali di spostamento accurate e in grado di mettere in luce eventuali fenomeni deformativi caratterizzati da comportamenti non lineari nel tempo.

Per ciascun punto di misura si prevede di ottenere le seguenti informazioni:

- posizione geografica (ovvero, le coordinate in latitudine, longitudine e quota);
- trend deformativo di spostamento (lungo la linea di vista – LOS) in millimetri/anno;
- la serie temporale di spostamento (lungo la LOS) in millimetri.

I risultati derivanti dalle analisi interferometriche saranno sottoposti a processo di validazione a partire dal confronto con i dati GPS e mediante sopralluoghi nell'area di interesse per il controllo a terra di eventuali evidenze principali e dei processi deformativi osservati nei dataset più recenti e nel corso delle analisi relative al monitoraggio (durante le fasi di produzione).

I risultati conseguiti saranno infine sottoposti ad un processo di interpretazione finalizzato ad una più immediata lettura e comprensione del dato, sia per quanto riguarda la individuazione di eventuali processi deformativi che la analisi della loro evoluzione nel tempo.

Al termine delle attività, sia relativamente alla analisi storica, sia al termine di ogni triennio di monitoraggio, si prevede la trasmissione a REGIONE ed ARPAE di relazione tecnica illustrativa delle seguenti tematiche:

- Tipologia e caratteristiche dei dati satellitari e dei dati ausiliari utilizzati
- Tipologia di analisi eseguite
- Localizzazione delle aree soggette e eventuale spostamento durante il periodo analizzato, derivanti da analisi interferometriche standard
- Mappe dei punti di misura caratterizzati da trend deformativi di lungo periodo.
- Serie temporale di spostamento dei punti più significativi
- Validazione e interpretazione dei risultati
- Schede di sintesi contenenti i risultati suddivisi per aree di interesse con localizzazione dei punti di misura, eventuali serie temporali di spostamento e relative note

### *3.4 MONITORAGGIO CON SISTEMA GNSS PERMANENTE*

A integrazione del sistema di monitoraggio degli spostamenti del suolo, si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio diretto di sito composto da un ricevitore GNSS a doppia frequenza (tipo Leica Geosystems GM30 o altro con analoghe prestazioni), specificamente progettato per applicazioni di monitoraggio.

La strumentazione verrà installata all'interno dell'area pozzo, su basamento in cemento costituito secondo le specifiche che verranno fornite dalla società contrattista che provvederà alla successiva fase di installazione e gestione. L'ubicazione indicativa è riportata in Appendice 1.

Quale approccio ante operam, La attività di monitoraggio sarà sviluppata per un periodo di almeno 1 anno antecedente alla messa in produzione del giacimento

In via indicativa, le caratteristiche tecniche del ricevitore che si intende installare sono le seguenti:

1. Segnali GNSS: GPS (L1, L2P(Y), L2C, L5); GLONASS (L1, L2P, L2C)2; Galileo (E1, E5a, E5b, AltBOC); BeiDou (B1, B2)3; QZSS (L1, L2C, L5); SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS)
2. Numero di canali: 555 universal tracking channels.
3. Tempo di inizializzazione: <40s (Cold start); <30s (Hot start).
4. Riacquisizione di segnale: <1s.

Lo strumento dovrà essere in grado di acquisire dati di posizionamento in modo autonomo e continuo e di memorizzarli all'interno di scheda di memoria interna, con mantenimento di elevate prestazioni ed affidabilità nel tempo. L'elaborazione dei dati avverrà in modo manuale e periodico sulla base delle informazioni inviate via protocollo ftp con l'utilizzo di un software dedicato.

I dati saranno corretti attraverso l'uso delle stazioni della rete Smartnet Italpos (Leica Geosystems) e il ricevitore, sarà configurato per intervalli di misura prolungati (6-12h, o superiori) in modo da correggere al meglio gli errori di misura.

Tale approccio permetterà di ottenere un'accuratezza di ordine centimetrico (in funzione dell'esatta lunghezza della baseline da elaborare, ovvero della distanza tra il ricevitore e la stazione di riferimento).

Il sistema comprende la messa in opera anche di armadietto tecnologico contenente le componenti necessari a garantire la funzionalità del sistema secondo standard di robustezza e sicurezza (alloggiamenti, connettori, alimentazione con batteria, connessioni) e la continuità delle comunicazioni (router e adattatori).

La installazione del sistema di rilevamento dei movimenti verticali (GSNN), la successiva gestione e controllo dell'impianto e le conseguenti fasi di validazione e conversione in forma numerica dei dati registrati saranno affidati a ditta specializzata.

I dati raccolti saranno quindi archiviati presso server scelto dall'Azienda.

Al termine di ogni anno solare è prevista la redazione di rapporto di sintesi illustrativo dei dati rilevati che verranno riportati anche in forma numerica che diagrammata. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-REGIONE).

### 3.5 CONTROLLO DELLA MICROSISMICITÀ

Le indicazioni relative alla progettazione delle attività di monitoraggio sismico da condursi in conformità alle prescrizioni dettate dalle “Linee Guida MISE-DGRME 2014” sono state fornite dal rapporto GEAmb srl – Spin Off dell’Università degli Studi di Genova, previa esecuzione di uno specifico studio preliminare svolto nel Marzo 2019, che ha tenuto conto alla luce delle specifiche caratteristiche di sito.

In particolare, a partire dalle informazioni raccolte si è proceduto alla elaborazione di diverse ipotesi di configurazione della rete di monitoraggio sismico, tenuto conto che l’area di monitoraggio è caratterizzata da intensa antropizzazione, presentando livelli di rumore ambientale piuttosto elevati (soprattutto nella banda di periodi 0.3 s – 1 s), con valori di PSD paragonabili a quelli della curva di riferimento New High Noise Model di Peterson (1993).

E’ stato verificato che le soglie di magnitudo per la detezione e localizzazione di eventi sismici nel DI e DE di rilevazione, calcolate a partire dai livelli di rumore misurati da cinque stazioni temporanee installate in superficie ai vertici e al centro del DI, non soddisfano i criteri delle Linee Guida, anche considerando i dati della stazione FIU della Rete Sismica Nazionale (ubicata nel DE e comunque necessaria visto l’elevato livello di rumore osservato presso il sito di MNV04 per periodi fino a 2 s).

Tuttavia, data la variabilità spazio-temporale del rumore ambientale, sono state previste geometrie di rete alternative, prevedendo di individuare siti di installazione caratterizzati da un più basso livello di rumore (contemplando anche possibili installazioni in foro). Scenari di questo tipo hanno permesso di verificare la rispondenza alle specifiche delle Linee Guida (MISE-DGRME, 2014), raggiungendo soglie di localizzazione in magnitudo comprese tra circa 0.5 e 0.8.

A tal riguardo, risulta utile ricordare che una eventuale condivisione del dato acquisito dalla rete di monitoraggio del sito di stoccaggio di Minerbio, di cui alcune stazioni ricadono nel DE, permetterebbe di ovviare all'installazione di un sensore in pozzo o alla necessità di individuare una coppia di siti alternativi a MNV02 e MNV03 caratterizzati da livelli di rumore significativamente elevati.

Tuttavia, nell'ipotesi di una rete indipendente da quella impiegata per il monitoraggio del sito di stoccaggio di Minerbio, la configurazione riportata nella successiva Figura 32 appare ad oggi la più plausibile.

Tale configurazione di rete prevede l'installazione di quattro stazioni di monitoraggio, di cui tre in superficie (MNV00, MNV01, MNV02) ed una in pozzo ad una profondità di circa 150 m (MNV03).

A completamento della rete nel settore a NW, è previsto l'impiego della stazione FIU della Rete Sismica Nazionale.

Si deve rilevare che, nelle simulazioni effettuate, per la stazione MNV02 è stato necessario assumere valori associati a MNV00, in ragione dell'elevato livello di rumore registrato. Pertanto, in fase di pianificazione esecutiva della rete, sarà necessaria la ricerca di un sito d'installazione nell'intorno di MNV02 caratterizzato da un livello di rumore inferiore rispetto a quello registrato durante le fasi di misurazione preliminare.

Per quanto concerne la stazione MNV03, infine, non è possibile escludere in assoluto l'installazione in superficie (anziché in pozzo), a patto che venga identificato un sito d'installazione caratterizzato da un livello di rumore tale da garantire le specifiche minime richieste dalle Linee Guida (MISE-DGRME, 2014).

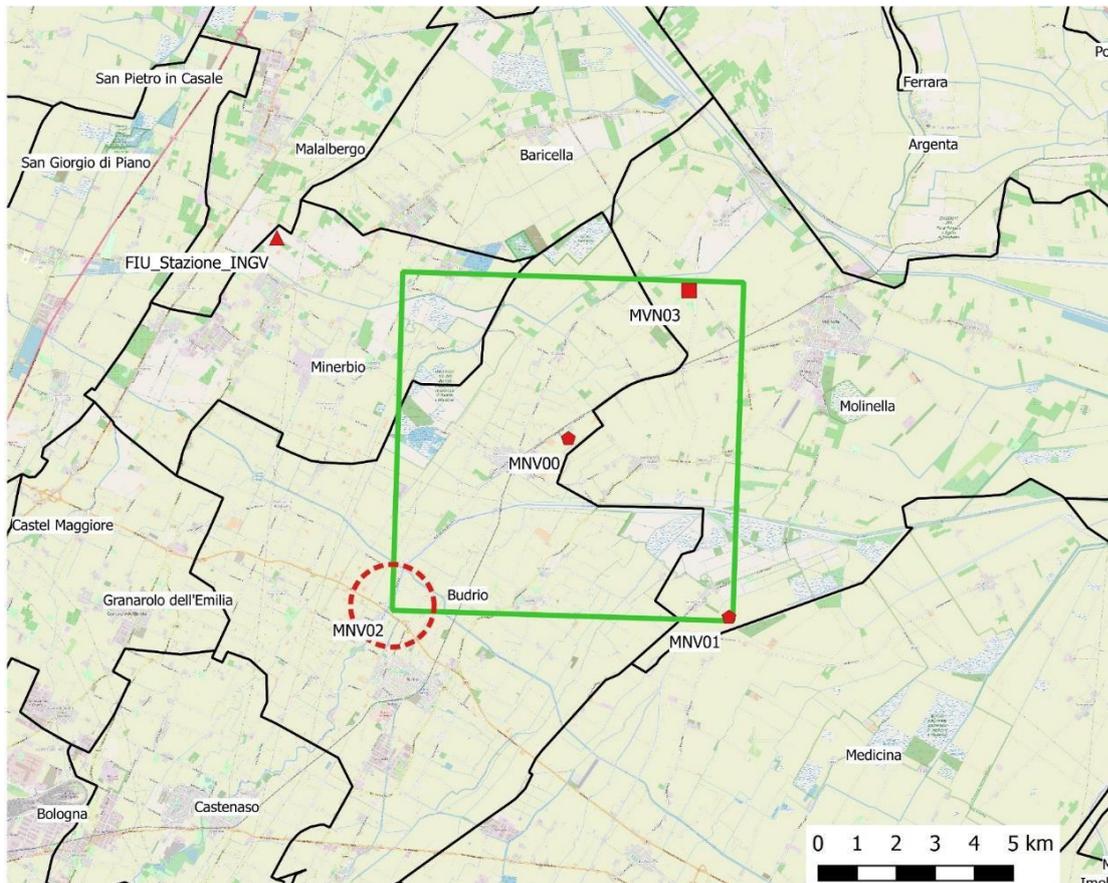
L'ubicazione di dettaglio delle stazioni esterne all'area di piazzola avverrà a seguito degli accordi con i proprietari dei terreni interessati, previa valutazione di eventuali posizioni ritenute meglio rappresentative in termini di ridotte condizioni di rumore ambientale.

Per quanto riguarda la strumentazione sismica, considerato il contesto geologico e l'elevato livello di antropizzazione dell'area di studio, si ritiene sufficiente ed opportuno l'impiego di sensori sismici a corto periodo.

In linea di principio, non si ritiene necessario l'impiego di sensori di tipo broad-band: in tale contesto, infatti, l'utilizzo di sensori broad-band in superficie potrebbe non apportare miglioramenti tangibili al sistema di monitoraggio per ciò che concerne la capacità detettiva.

E' importante notare che i recenti sviluppi tecnologici hanno consentito la produzione di sensori broad-band a costi di poco superiori a quelli dei sensori a corto periodo.

Infine, come previsto dalle Linee Guida (MISE-DGRME, 2014), si prevede l'installazione di almeno un accelerometro, allo scopo di garantire la corretta registrazione di eventuali forti terremoti che dovessero verificarsi nell'area.



*Figura 32: Configurazione ipotetica della futura rete di monitoraggio sismico. Il quadrato indicata la stazione in pozzo (MNV03) mentre il cerchio tratteggiato identifica, a livello qualitativo, l'area di installazione della stazione MNV02.*

Tutti le stazioni dovranno essere munite di acquisitori sismici a 24 bit (a 3 o 6 canali a seconda che si preveda l'installazione di un accelerometro oltre al velocimetro).

Al fine di garantire un monitoraggio sismico in linea con quanto previsto dalle suddette Linee Guida, le stazioni sismiche che comporranno la futura rete sismica di monitoraggio dovranno prevedere un sistema di trasmissione dati in tempo reale, utilizzando una connessione da definirsi tra le seguenti:

1. via cavo, utilizzando connessioni ADSL per ciascuna stazione
2. via router UMTS, ovvero utilizzando onde radio
3. via satellite

In fase esecutiva si prevede di procedere alla definizione di dettaglio delle condizioni logistiche e di stabilità della copertura dei segnali al fine di valutare, anche in ragione di costi sostenibili, la migliore scelta rispondente alle Linee Guida (MISE-DGRME, 2014).

Per quanto riguarda gli apparati di alimentazione, tutte le stazioni dovranno essere alimentate tramite collegamento alla linea elettrica a 220 V ovvero mediante l'impiego di un sistema di pannelli solari opportunamente dimensionato. In ogni caso, dovrà essere previsto un sistema di alimentazione tampone a batterie.

Gli apparati di acquisizione, trasmissione dati e alimentazione tampone saranno installati in alloggiamenti (pozzetti in calcestruzzo o armadi a norma IP66) separati da quelli in cui saranno posizionati i velocimetri/accelerometri. Questi ultimi dovranno essere collocati all'interno di un pozzetto in mattoni e cemento, possibilmente su di un pilastro in calcestruzzo armato e il collegamento con l'acquisitore avverrà mediante cavidotto (sotterrato).

I pozzetti saranno realizzati con posa di chiusini di accesso a tenuta stagna, così da riparare il sensore sismico dagli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura.

A titolo di esempio, nella successiva Figura 33 viene mostrata l'installazione di una stazione simile a quelle che potrebbero costituire la rete microsismica.



Figura 33: Esempio di stazione sismica superficiale

#### Perforazione e posa di n. 1 sismografo in foro profondità 150 metri

Si prevede l'esecuzione di n. 1 foro a distruzione di nucleo, indicativamente ubicato come illustrato in Figura 32, con successivo allestimento per la installazione di un sensore sismico in foro.

Le indicazioni specifiche di realizzazione del foro di alloggiamento verranno fornite a cura della società incaricata della progettazione finale del sistema di monitoraggio e che provvederà anche alla posa della strumentazione in foro.

La perforazione è prevista avvenire mediante distruzione di nucleo, fino a profondità di 150 metri con eventuale utilizzo di rivestimento provvisorio, secondo diametro utile alla successiva installazione di tubo in PVC o acciaio zincato diam. 3", successiva cementazione laterale del foro e posa dei tappi di testa e di fondo foro.

Ove le condizioni locali e di foro lo consentano, la relativa estrazione di eventuale rivestimento verrà eseguita unicamente mediante trazione e senza rotazione.

L'iniezione della malta cementizia è prevista avvenire a bassa pressione, con risalita dal basso, mediante iniezione da fondo foro con uno o due tubi ausiliari.

Preventivamente alla posa della strumentazione, la società incaricata provvederà alla verifica di verticalità del sondaggio (differenza in gradi sessagesimali tra la direzione verticale e l'asse del sondaggio in corrispondenza della profondità di installazione del sensore non superi valori di 1-1,5°, ovvero al massimo 5°.) e di completa rispondenza ai requisiti di ottimale gestione del sistema.

### Realizzazione stazioni sismiche

In primo luogo è prevista la identificazione di aree logisticamente idonee alla installazione a medio lungo termine delle stazioni di controllo, anche in relazione alla necessità di conseguire la relativa disponibilità; in particolare dette aree dovranno essere il più possibile coerenti con le indicazioni preliminari fornite da GEAmb.

Per quanto riguarda l'installazione delle stazioni di controllo esterne all'area di piazzola, questa sarà conseguita mediante realizzazione di aree recintate aventi dimensione indicativa di 4,00 x 4,00 metri o, comunque, idonee, all'alloggiamento delle strutture tecnologiche di stazione. La recinzione è prevista in rete metallica, con altezza 2 metri fissata su cordolo in cemento munita di cancelletto pedonale laterale di 1m x 2m chiuso da lucchetto.

### Monitoraggio e gestione dei dati sismici

Anche in questo caso, la progettazione e la installazione del sistema di monitoraggio, la successiva gestione della fase di acquisizione dei dati e di controllo della funzionalità dell'impianto, nonché le fasi di validazione e conversione dei dati registrati secondo format utilizzabili dall'Ente (SPM) preposto alla elaborazione e sintesi rispetto ai dati di rete Sismica Nazionale, verranno condotte a cura di società specializzata.

L'attività sarà effettuata mediante controllo giornaliero del dato registrato prevedendo la verifica dello stato di funzionamento della rete, la individuazione di eventuali anomalie, la verifica dello stato on/off quotidiano delle stazioni e del livello del segnale/rumore di fondo con registrazione delle eventuali anomalie rilevate.

In relazione alla tipologia di monitoraggio ed alla utilità di una immediata e completa sintesi dei dati locali con quelli di altre stazioni di vigilanza poste sul territorio

di area vasta, è prevista la trasmissione diretta dei dati in modalità “real-time” all’Ente (SPM) preposto alla elaborazione e sintesi rispetto ai dati di rete Sismica Nazionale (come individuato dal Ministero), anche ai fini di adeguata integrazione con le stazioni sismiche già presenti sul territorio in quanto dedicate al monitoraggio nazionale e/o regionale.

I dati sismici raccolti saranno inoltre trasmessi ed archiviati presso server scelto dall’azienda, in vista di eventuali successive verifiche che si rendessero necessarie a fronte di eventi ritenuti significativi.

Al termine di ogni anno solare è prevista la redazione di rapporto di sintesi illustrativo delle condizioni di funzionalità del sistema di rilevazione e di tabelle relative ai fenomeni sismici rilevati nella zona desumibile a partire dai dati pubblicati da INGV. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-REGIONE).

#### **4. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMA INFORMATIVO PUBBLICO**

Riguardo ai risultati relativi all’andamento della subsidenza ed agli aspetti generali di sismicità dell’area, si prevede di procedere alla predisposizione di un adeguato sistema di informazione pubblica, mediante realizzazione di apposita finestra sul sito web aziendale.