



5.0 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente capitolo costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) redatto secondo gli indirizzi delle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA” (D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) al fine di monitorare lo stato delle componenti ambientali maggiormente impattate dalle attività previste di perforazione e di eventuale messa in produzione, in caso di esito minerario positivo, del progetto denominato “Castelnuovo”.

La presente proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale sarà definita in dettaglio a seguito della progettazione esecutiva ed eventualmente concordata con le Autorità Competenti.

5.1 Suolo e sottosuolo

5.1.1 Sismicità

Finalità

Il monitoraggio della sismicità comprende i seguenti obiettivi principali:

- definizione e installazione di un idoneo sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici nell’area del Permesso Castelnuovo e nelle zone limitrofe;
- verifica della sismicità nell’area in esame e rilievo delle eventuali variazioni nella sismicità naturale correlabili all’attività del Progetto.

Area di monitoraggio

La rete di monitoraggio sismico è stata progettata al fine di ottenere risultati ottimali in termini di localizzazione ipocentrale e rilevamento della magnitudo.

L’estensione della rete consentirà di localizzare gli eventi sia all’interno del permesso Castelnuovo sia nelle adiacenti Concessioni Minerarie geotermiche.

A tale riguardo si evidenzia che il monitoraggio sismico previsto per il progetto Castelnuovo potrà godere dell’integrazione con la rete di monitoraggio già predisposta e operativa da parte di Magma Energy Italia per il Permesso di Ricerca Mensano.

Nella seguente figura si riporta l’ubicazione prevista per l’installazione delle stazioni microsismiche nell’area del Permesso Castelnuovo.

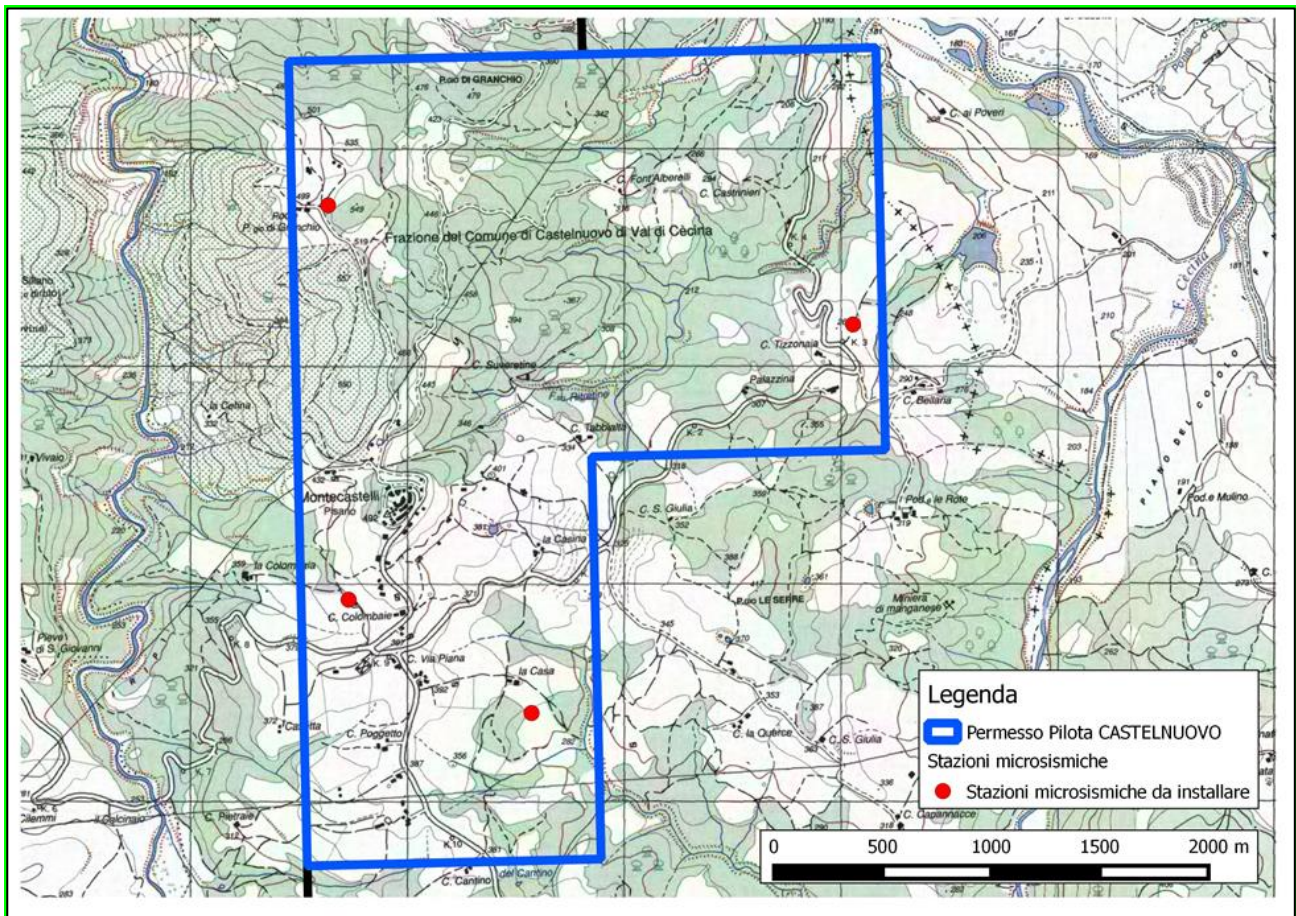


Figura 114: Ubicazione prevista per l'installazione delle stazioni microsismiche nell'area del Permesso Castelnuovo (da "Studio e monitoraggio della sismicità", Magma Energy)

Studi e linee guida di riferimento

Come ricordato in precedenza nel SIA, nel novembre 2014 è stato pubblicato il documento "Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche" ("Linee Guida").

Le Linee Guida fanno seguito alle raccomandazioni della Commissione ICHESE e "hanno l'obiettivo di definire gli standard iniziali di osservazione degli effetti delle attività antropiche a seguito di operazioni di reiniezione di fluidi nel sottosuolo (acque di strato) e di estrazione/stoccaggio di idrocarburi e, in particolare, di stabilire le procedure e i protocolli di monitoraggio, includendo tra questi le modalità di analisi dell'evoluzione spazio-temporale di alcuni parametri descrittivi della sismicità, della deformazione del suolo e della pressione di poro. ... Più in generale, le Linee Guida, opportunamente adattate, potrebbero essere adottate anche nel caso di ... Geotermia tradizionale".

Le Linee guida evidenziano che lo scopo del monitoraggio è di "rilevare variazioni nei parametri monitorati, evidenziare la loro eventuale correlazione con le attività antropiche svolte nel sottosuolo e intraprendere le azioni di mitigazione necessarie per ricondurre i parametri misurati entro il livello di fondo atteso, nonché predisporre le azioni più opportune per la messa in sicurezza dell'impianto, delle persone e del territorio interessato".

Tipologia di attività

Le attività di monitoraggio finalizzate alla stima del rischio associato alla potenziale sismicità indotta dallo sfruttamento del campo geotermico di Castelnuovo prevedono l'installazione di una rete di strumenti per la misura dell'attività microsismica dell'area in esame.



Per consentire il monitoraggio in continuo della sismicità e verificare la sua eventuale correlazione con le attività di progetto, verrà inoltre installato un idoneo sistema di acquisizione ed elaborazione dati in tempo reale.

La rete strumentale installata permetterà di raggiungere, nel dominio interno di rilevazione (inteso come il volume all'interno del quale si ritiene possano verificarsi eventuali fenomeni di sismicità indotta associati all'attività svolta), una accuratezza nella localizzazione ipocentrale di alcune centinaia di metri per terremoti con magnitudo locale compresa tra 0.5 e 1.

La rete di monitoraggio sarà anche implementata con stazioni esterne al Permesso Castelnuovo, già operative nell'adiacente Permesso di Ricerca Mensano. La rete strumentale complessiva consentirà di localizzare gli eventi sia all'interno del permesso Castelnuovo sia nelle adiacenti Concessioni Minerarie geotermiche.

Oltre ai sismometri, ove ritenuto necessario, saranno installati anche uno o più accelerometri.

Tutti i dati registrati saranno elaborati in tempo reale, fornendo per ogni evento classificato i parametri di sorgente, i quali saranno organizzati in cataloghi e messi periodicamente a disposizione del pubblico.

Durata e frequenza delle attività

Il monitoraggio sismico partirà circa un anno prima dell'inizio delle operazioni di perforazione, al fine di poter verificare e misurare la sismicità naturale di fondo in condizioni "non perturbate" e sarà esteso per tutto il periodo di attività della coltivazione.

Programma del monitoraggio

La rete di rilevamento sismico di nuova realizzazione consisterà n. 4 stazioni (ubicate come riportato nella Figura 114).

Si ricorda che nell'area in esame è già presente una rete attiva (cfr. rete relativa al Permesso di Ricerca Mensano), cui si potrà fare riferimento anche per il monitoraggio previsto nell'ambito del Permesso Castelnuovo.

La rete sismica installata sarà inoltre integrata con la rete sismica nazionale dell'INGV.

Le stazioni di monitoraggio prevedono l'installazione di sismometri collegati a una centralina di acquisizione (digitalizzatore), alimentata o con pannelli fotovoltaici o tramite allaccio alla rete. La sincronizzazione temporale tra le stazioni sarà garantita da una rete GPS.

I dati registrati in continuo saranno immagazzinati all'interno del digitalizzatore e trasmessi via rete UMTS a un centro di calcolo presso la sede Magma Energy.

Il sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati della sismicità sarà tale da consentire il controllo e la gestione del rischio derivante dell'eventuale insorgere di eventi sismici nel corso delle attività di coltivazione.

Restituzione dei dati

La comunicazione dei risultati ottenuti comprenderà:

- l'individuazione su idonea base cartografica delle stazioni di monitoraggio sismico installate (specificandone le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS 84 e la quota);
- la documentazione fotografica delle stazioni di monitoraggio sismico installate;
- la descrizione delle stazioni sismiche installate (caratteristiche dei sensori di registrazione e dei sistemi di elaborazione dei segnali sismici);
- la descrizione delle modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici.



I risultati complessivi delle rilevazioni saranno illustrati e analizzati in rapporti periodici, con cadenza indicativa di 6 mesi.

I rapporti descriveranno, per il periodo rendicontato:

- lo stato di funzionamento della rete, riportando eventuali anomalie, con rappresentazione grafica dello stato on/off quotidiano delle stazioni e del livello del segnale/rumore di fondo;
- la sismicità rilevata, riportando anche un catalogo parametrico completo e aggiornato;
- un'analisi delle prestazioni complessive della rete, che viene valutata in funzione della sismicità rilevata e localizzabile;
- eventuali situazioni in cui la sismicità si discosti dall'ordinario.

5.1.2 Subsidenza

Finalità

Il monitoraggio della subsidenza comprende i seguenti obiettivi principali:

- definizione e attuazione di una serie di misure delle deformazioni del suolo nell'area del Permesso Castelnuovo (livellazioni topografiche e analisi interferometriche con tecnica InSAR, combinate con misure GPS);
- verifica degli eventuali fenomeni di subsidenza correlabili all'attività del Progetto.

Area di monitoraggio

L'area di monitoraggio si estende alla zona di subsidenza attesa, definibile sulla base delle previsioni elaborate nell'ambito dello sviluppo delle conoscenze giacimentologiche del Progetto.

Al fine di poter rilevare la subsidenza indotta dallo sfruttamento del campo geotermico, l'area di monitoraggio avrà un'estensione sufficientemente ampia rispetto alla dimensione dell'area di progetto (l'estensione delle misure previste sono definite nella successiva descrizione delle singole attività di monitoraggio previste).

Tipologia di attività

Il monitoraggio delle deformazioni del suolo comprenderà le seguenti attività:

- livellazioni topografiche;
- interferometria PSInSAR;
- misure GPS.

Livellazioni topografiche

La livellazione topografica prevista è del tipo geometrico di alta precisione, la quale prevede misure ogni 40 m con precisione di 1 mm/km. Tale metodologia rappresenta un tipo di misurazione affidabile e ampiamente utilizzata.

La metodologia di lavoro consiste nella misura dei dislivelli tra due punti con il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, eseguendo misure in andata e in ritorno ragionevolmente differenziate nel tempo in modo che le due serie di misure risultino da condizioni operative (meteorologiche, di luce, di percorso, ecc.) sufficientemente diversificate in modo da ridurre eventuali possibilità di errori sistematici, ma non oltre le 24 ore successive.

Interferometria PSInSAR



L'analisi interferometrica di dati radar da satellite viene definita mediante l'acronimo InSAR [rilievi Interferometrici SAR (SAR – *Synthetic Aperture Radar*)].

Il SAR è un sensore attivo montato su satellite che emette radiazioni elettromagnetiche e registra la potenza del segnale riflesso da elementi della superficie terrestre (bersagli radar) calcolando inoltre il tempo intercorso tra emissione e ritorno del segnale.

L'interferometria, in pratica, misura le variazioni della fase del segnale SAR tra due acquisizioni distinte provenienti dal medesimo bersaglio a terra. Un movimento del terreno, alterando la distanza sensore-bersaglio, induce una variazione nella fase del segnale.

Questa metodologia, sia per la qualità che per la quantità di dati collezionabili, si rivela particolarmente adatta al monitoraggio degli eventuali fenomeni di subsidenza legati alla produzione e re-iniezione di fluidi geotermici.

Misure GPS

Le misure GPS (*Global Positioning System*) avranno la funzione di integrarsi con le misure InSAR al fine di ottenere il massimo dettaglio delle eventuali deformazioni del suolo associate con le attività geotermiche del Permesso Castelnuovo.

La registrazione degli spostamenti utilizza i segnali dei satelliti della costellazione GPS, tale sistema permette la determinazione precisa della posizione di punti appositamente strumentati mediante antenna ricevente. Il sistema fornisce le coordinate geografiche e la posizione altimetrica delle stazioni di monitoraggio.

Durata e frequenza delle attività

Si riporta nel seguito la definizione dei tempi previsti per l'esecuzione delle differenti tipologie di attività di monitoraggio.

Livellazioni topografiche

L'intera rete potrà essere coperta 1 volta prima dell'inizio della fase di perforazione, in modo da definire una condizione di "bianco", e, successivamente, a cadenze concordate in base alle esigenze (ad esempio, una volta ogni 6 mesi il primo anno, una volta ogni 12 mesi il secondo anno, una volta ogni 24-36 mesi, in seguito, durante la coltivazione).

Interferometria PSInSAR

Il monitoraggio potrà essere suddiviso in due fasi:

- monitoraggio del "bianco" - tale fase permetterebbe di ottenere un'immagine temporale delle possibili deformazioni del suolo, con possibilità di analizzare immagini dal 2002;
- monitoraggio in fase di produzione - questa fase potrebbe svilupparsi a partire dalla fine della fase perforazione, con possibilità di analizzare immagini a frequenza maggiore per un primo periodo di circa 3 anni, con cadenza di analisi ogni 6 mesi, per poi passare a 12 mesi negli anni successivi.

Misure GPS

Come evidenziato in precedenza, le misure GPS saranno eseguite ad integrazione dei rilievi InSAR.

Programma del monitoraggio

Nel seguito si descrivono gli aspetti operativi e logistici del programma di monitoraggio della subsidenza per le diverse tipologie di attività previste.

Livellazioni topografiche



La rete di livellazione topografica sarà opportunamente progettata e collegata con i capisaldi della rete IGM esistente (Figura 115).

Le misure di quota verranno effettuate mediante l'impianto di una serie di capisaldi e l'acquisizione delle misure avverrà tramite un livello ottico accoppiato a due stadi in invar.

I percorsi lungo i quali effettuare le misure sono stati determinati tenendo conto dell'esigenza di coprire nel modo più omogeneo possibile l'area del Permesso Castelnuovo compatibilmente con la viabilità esistente e con la necessità di terminare ciascun percorso entro la giornata lavorativa.

Come riferimenti planimetrici dai quali far partire le nuove misure sono stati considerati due capisaldi IGM⁶⁶ presenti nelle immediate vicinanze del Permesso Castelnuovo e denominati: Cave di Marmo (120704) e Ponte Cecina (n. 119626). Si prevede di materializzare due punti anche presso il polo di produzione e il polo di re-iniezione.

Si prevede di acquisire misure per circa 3 km al giorno (6 km in andata e ritorno) effettuando misure intermedie tra i capisaldi (ad esempio ogni 40 m).

La rete di monitoraggio proposta ha una lunghezza complessiva di circa 100 km.

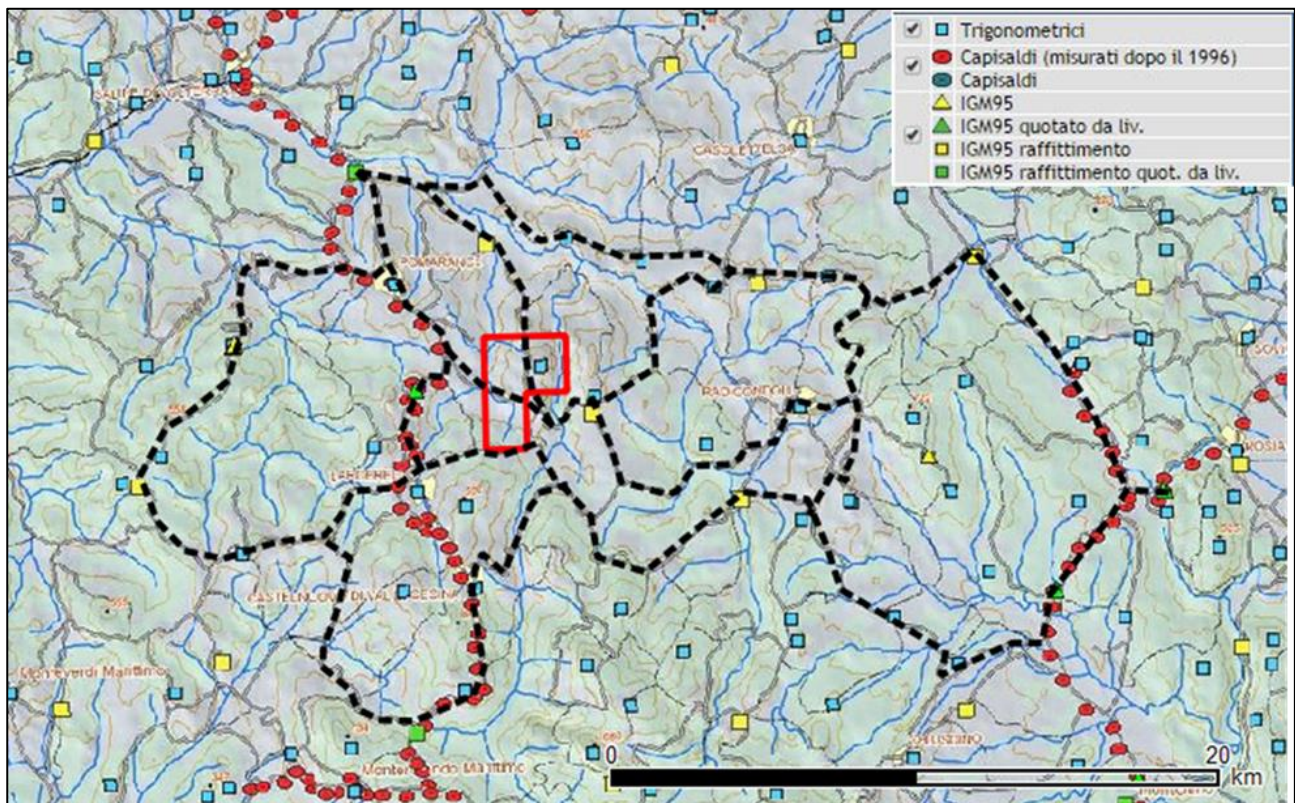


Figura 115: Ubicazione di massima della rete di monitoraggio della subsidenza (da "Rapporto sul monitoraggio delle deformazioni del suolo", Magma Energy)

Interferometria PSInSAR

Per l'elaborazione dei dati sarà utilizzata l'analisi su diffusori puntuali (metodologia PSInSARTM)⁶⁷. Un riflettore permanente (PS - *Permanent Scatterer*) è un bersaglio radar contenuto entro una cella di risoluzione dell'immagine SAR. I PS corrispondono a elementi esistenti al suolo, quali manufatti o elementi

⁶⁶ Fonte: <http://www.igmi.org/geodetica/>

⁶⁷ La tecnica PSInSARTM (*Permanent Scatterer InSAR Technique*) è stata brevettata dal Politecnico di Milano nel 1999 e concessa in uso esclusivo a TRE



naturali, che si distinguono nell'area esaminata in quanto possiedono una elevata stabilità nel tempo della risposta magnetica.

Tale tecnica, per ottenere risultati attendibili, richiede l'utilizzo di un numero relativamente elevato di interferogrammi (generalmente non inferiore a 15). Il ricorso a un approccio multi-interferometrico, in cui i dati dei vari interferogrammi vengono utilizzati congiuntamente, consente anche la stima dello spostamento storico del bersaglio radar, ossia la ricostruzione della sua serie temporale di movimento.

Per l'area occupata dal Permesso Castelnuovo si prevede di coprire un'area di circa 30 km².

L'acquisizione e l'elaborazione (*processing*) del dato prevedrà orbite ascendenti e discendenti con campionamenti di circa 100 m.

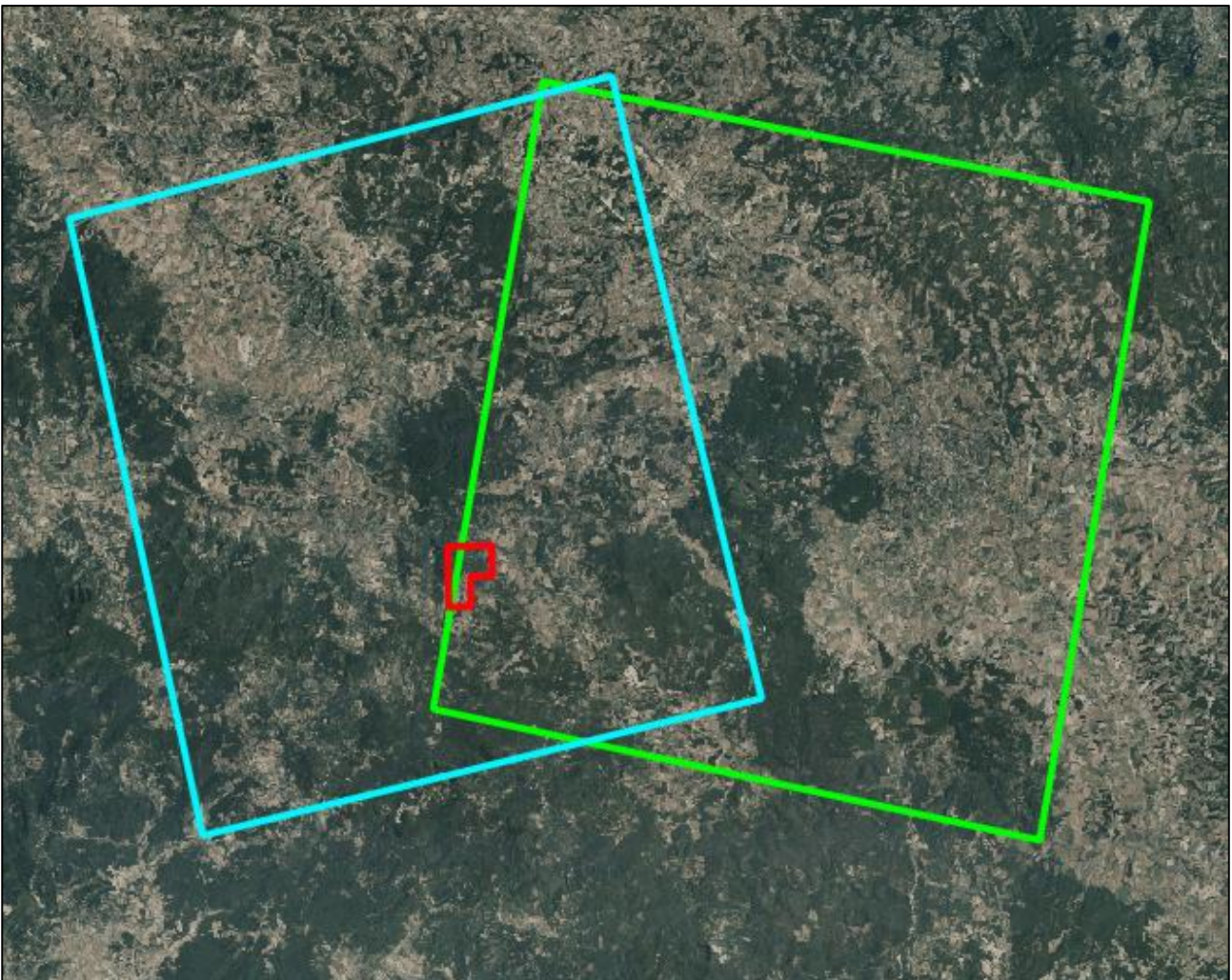


Figura 116: Ubicazione del Permesso Castelnuovo rispetto alle immagini satellitari disponibili per l'area di interesse (da "Studio monitoraggio delle deformazioni del suolo", Magma Energy)

Misure GPS

Le misure saranno collegate a stazioni permanenti preesistenti collocate entro un raggio di 200-300 km.

Stazioni permanenti operative da più di 2 anni sono presenti sull'intero territorio regionale. Il sito web dell'IGM⁶⁸ riporta l'ubicazione delle seguenti stazioni:

⁶⁸ Fonte: <http://37.207.194.154/rdn/>



- SIEN 00000M000 (Siena);
- PRAT 12760M001 (Prato - P.I.N. Center);
- MAON 00000M000 (Monte Argentario, Grosseto);
- MADA 00000M000 (Madonna dell'Acqua, Pisa);
- IGMI 12701M003 (Firenze);
- GROS 19524M001 (Grosseto);
- GROG 00000M000 (Gorgona island, Livorno);
- ELBA 12721M002 (San Piero Campo nell'Elba, Livorno).

Restituzione dei dati

I risultati complessivi delle rilevazioni delle deformazioni del suolo saranno illustrati e analizzati in rapporti periodici, prodotti secondo le frequenze dei monitoraggi eseguiti, così come individuate nei precedenti punti relativi alla “durata e frequenza delle attività”.

I rapporti descriveranno, per il periodo analizzato:

- la descrizione delle modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati, riportando eventuali anomalie;
- l'andamento temporale delle deformazioni del suolo e la loro distribuzione spaziale;
- eventuali variazioni rispetto alle condizioni di “bianco”.

5.2 Clima acustico

Finalità

Il monitoraggio della componente rumore ha come scopo fondamentale quello di definire il clima acustico presso recettori sensibili che possono essere oggetto di impatto durante le attività di Progetto. Data la sensibilità acustica dei luoghi, è opportuno programmare un Piano di Monitoraggio Acustico volto a un controllo puntuale del clima acustico che si verrà a stabilire nelle fasi di cantiere e di esercizio. Il Piano di Monitoraggio Acustico sia per le fasi di cantiere e di esercizio sarà in ogni caso da concordarsi con gli organi tecnici del Proponente e degli Enti Pubblici preposti al controllo ambientale.

Area di monitoraggio

Le attività di monitoraggio della componente saranno pertanto costituite da rilievi fonometrici condotti su 24h (RG) presso i ricettori maggiormente interessati dall'immissione acustica, in modo da permettere il confronto con i limiti previsti dal piano di zonizzazione acustica vigente.

Durata e frequenza delle attività

Il monitoraggio sarà condotto ante operam (ovvero prima della costruzione della centrale), in fase di costruzione (tale monitoraggio potrà essere intensificato nelle fasi di maggiore attività del cantiere in particolare durante le attività di perforazione) e nel primo periodo di vita della centrale geotermica (entro 3 mesi dalla messa in funzione).

La tecnica di monitoraggio del rumore consisterà nella misura giornaliera in continuo del rumore per 24 ore presso la postazione, con memorizzazione della cronologia temporale (*time history*) e delle eccedenze rispetto a parametri preimpostati. La modalità di rilievo sarà quella prevista dal D.M. del 16/03/98, ovvero sarà effettuato in assenza di precipitazioni atmosferiche, di neve al suolo, di nebbia e di vento (velocità < 5 m/s) ed il microfono, munito di cuffia antivento, sarà posizionato su stativo telescopico a 4 m dal piano campagna (ovvero a 1,5 m da p.c. per gli edifici con un piano fuori terra).



Il rilievo della time history sarà effettuato con costante di tempo fast (veloce), rete di ponderazione A e memorizzazione dei Leq e Lpicco ogni minuto. La memorizzazione dei livelli statistici sarà svolta ogni 60'.

Il rilievo delle eccedenze verrà effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione della durata, del livello massimo Lmax, e del decorso temporale dei Leq ogni secondo.

Tipologia di attività

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1min;
- livello massimo Lmax;
- livello minimo Lmin;
- principali livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95 ad intervalli di 60';
- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1sec delle eccedenze;
- livello massimo, SEL e durata delle eccedenze.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) sarà ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato e degli eventi anomali.

La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. del 01/03/91 e nel D.M. del 16/03/98 per la misura del rumore ambientale e dovrà essere sottoposta a periodica taratura così come indicato nella normativa vigente.

Durante il rilievo fonometrico dovranno essere monitorati in continuo anche i seguenti principali parametri meteorologici, mediante installazione di una stazione meteorologica portatile (costituita da un insieme di sensori):

- velocità del vento (m/s);
- direzione del vento (grado sessagesimale °);
- temperatura (°C);
- umidità relativa (%);
- precipitazioni (mm di H₂O).

I sensori saranno installati alla sommità di un palo telescopico posizionato a 1,5-2 m dal piano campagna per la determinazione della temperatura, dell'umidità relativa e delle precipitazioni ed a 10 m dal p.c. per la misura della velocità e della direzione del vento.

Restituzione dei dati

La comunicazione dei risultati ottenuti dovrà comprendere:

- l'individuazione su idonea base cartografica della stazione di monitoraggio (specificandone le coordinate geografiche nel sistema di riferimento UTM-WGS 84);
- la documentazione fotografica della stazione di monitoraggio con apparecchiatura installata;
- il tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- la descrizione della strumentazione utilizzata;



- i dati orari meteorologici registrati;
- le modalità di rilevamento ed i riferimenti legislativi;
- la catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata ed il relativo grado di precisione;
- il certificato di verifica della taratura;
- il modello, tipo, dinamica e risposta in frequenza nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione;
- i dati giornalieri rilevati ed acquisiti;
- il confronto con i limiti di legge previsti;
- tipo e caratteristiche di eventuali sorgenti di rumore interagenti con la stazione di monitoraggio e loro distanza dalla stazione recettore;
- la segnalazione di eventuali anomalie tecniche e/o ambientali che potrebbero inficiare e/o condizionare parzialmente o totalmente i risultati;
- le conclusioni;
- identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.



Firme della Relazione

GOLDER ASSOCIATES S.R.L.

Elisa Sizzano
Project Manager

Livia Manzone
Project Director

C.F. e P.IVA 03674811009

Registro Imprese Torino

Società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. ex Art. 2497 c.c.