

**Accordo di Collaborazione Tecnico-Scientifica tra
la Regione Emilia-Romagna e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**
per la realizzazione di una cartografia tematica relativa alla presenza di gas nella porzione
superficiale del sottosuolo della pianura emiliano-romagnola

Relazione di attività 2019

sui fenomeni geologici particolari segnalati in Emilia Romagna

A cura di Micol Todesco, Dmitri Rouwet, Giancarlo Tamburello
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Sezione di Bologna

Bologna, dicembre 2019



Sezione di Bologna, via Donato Creti 12, 40128 - Bologna
Tel 051 4151468 - Fax 051 4151499 - micol.todesco@ingv.it

La presente relazione è stata realizzata in accordo e di concerto con Paolo Severi del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

1. Introduzione

Nel 2018 il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (SGSS) della Regione Emilia-Romagna ha stipulato un accordo di collaborazione tecnico-scientifica con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) relativo allo studio dei fenomeni geologici particolari segnalati sul territorio regionale. L'accordo si inserisce nell'ambito delle attività del Gruppo di Lavoro regionale istituito nel 2014 per la "Gestione delle segnalazioni di fenomeni geologici particolari", e si fonda dunque su una consolidata e proficua collaborazione fra i vari enti coinvolti: oltre al SGSS e l'INGV, l'Agenzia Regionale di Protezione Civile, l'ARPA Emilia Romagna e le Università di Bologna, Ferrara, Firenze, Modena e Reggio Emilia.

I fenomeni geologici inusuali oggetto di interesse sono di varia tipologia e comprendono anomalie nella temperatura dell'acqua di falda, la fuoriuscita di gas dai pozzi o dal terreno, la formazione di vulcanetti di fango o sabbia e la comparsa di fratture o sprofondamenti del terreno. In aggiunta all'interesse scientifico, che negli anni ha prodotto una consistente letteratura scientifica sull'argomento, a partire dal 2012 queste manifestazioni inusuali hanno suscitato l'interesse preoccupato della popolazione residente, già provata dalla sequenza sismica del maggio 2012. Per rispondere adeguatamente alla richiesta di informazioni in proposito, la Regione ha raccolto e valutato ogni segnalazione, rendendo questo patrimonio di informazioni pubblico e liberamente fruibile attraverso un sito web dedicato.

Le fenomenologie descritte sono spesso associate alla presenza di gas nel sottosuolo, e dunque una migliore comprensione presuppone una mappatura delle specie gassose esistenti. A questo scopo, l'accordo di collaborazione si propone, da un lato, di realizzare una cartografia tematica che illustri la presenza di gas nel sottosuolo; dall'altro la definizione di un protocollo di studio per consentire un approccio sistematico nella raccolta, catalogazione ed interpretazione dei dati.

Per raggiungere questi obiettivi, sia nel 2018 che nel 2019, sono stati svolti diversi sopralluoghi a seguito di segnalazioni da parte di cittadini o amministratori, nel corso dei quali è stata verificata la presenza di metano ed anidride carbonica, spesso di origine superficiale, coerentemente a quanto già riportato nella bibliografia scientifica e raccolto nelle banche dati del SGSS.

Nel corso del 2018, è stato inoltre redatto il protocollo di indagine, inviato alla Segreteria del SGSS in data 21 dicembre 2018.

Nel corso del 2019, l'INGV ha provveduto ad acquisire ed armonizzare le informazioni e i dati raccolti nel corso degli anni da operatori diversi, e messi a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna. Questo lavoro di sistematizzazione delle informazioni disponibili, meglio dettagliato in seguito, è funzionale ad un'analisi complessiva delle fenomenologie osservate ed è quindi propedeutico alla fase interpretativa.

2. Il protocollo di intervento

Nel corso del 2018, l'INGV ha raccolto le indicazioni del gruppo di lavoro allargato e ha redatto una versione preliminare di protocollo di intervento, già inviato alla segreteria del SGSS della Regione Emilia-Romagna il 21 dicembre 2018. In base all'esperienza maturata nel corso di ripetuti sopralluoghi, è stata individuata una modalità operativa da seguire in occasione di richieste di intervento in merito ai fenomeni geologici inusuali in

Emilia-Romagna. Il protocollo di intervento, meglio descritto nella relazione del 21/12/2018, richiede l'identificazione univoca sia della segnalazione (data, luogo, oggetto della segnalazione, nominativo del segnalatore) sia dell'eventuale sopralluogo effettuato da personale specializzato. La caratterizzazione del sopralluogo è completata con l'indicazione dei parametri osservati, e delle eventuali misure di approfondimento che si dovessero ritenere opportune.

3. Sopralluoghi svolti nel corso del 2019

Nel corso del 2019 i ricercatori della Sezione di Bologna dell'INGV hanno partecipato ai sopralluoghi effettuati dal SGSS nell'ambito dell'accordo di collaborazione (Delibera Giunta Regione Emilia-Romagna n. 1989/2018). Questi sopralluoghi sono stati svolti il 22 febbraio, il 13 maggio, il 4 giugno e il 30 ottobre. Le indagini, solitamente effettuate per rispondere a segnalazioni di residenti, quest'anno sono state effettuate per fornire una caratterizzazione più approfondita di siti ritenuti di interesse per lo studio delle fenomenologie osservate, in particolare nel Comune di Medolla. Questo approfondimento delle indagini è avvenuto attraverso un aumento dei punti di misura, con la ripetizione delle misure nel tempo, installando sensori per la misura in continuo, o ancora aumentando il numero dei parametri osservati. In particolare, l'acquisto da parte del SGSS di una sonda per la misura del metano disciolto in acqua ha consentito di aggiungere questo importante parametro al novero di quelli già oggetto di misure in passato. I rilievi sono stati eseguiti in collaborazione con il personale tecnico del Comune di Medolla, che ha permesso di identificare idonei luoghi di misura. Maggiori dettagli sulla caratterizzazione della presenza di gas nel sottosuolo del Comune di Medolla sono forniti nella documentazione a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, allegata alla presente relazione (Allegato 1).

A questi sopralluoghi si aggiungono le campagne di misura svolte da ricercatori della Sezione di Roma 1 dell'INGV, nell'ambito di progetti di ricerca estranei all'accordo di collaborazione. Pur non inserendosi nell'ambito di questo accordo, queste campagne contribuiscono ad una migliore comprensione dei fenomeni che controllano la distribuzione di gas nel sottosuolo.

4. Raccolta, armonizzazione ed archiviazione dei dati

Nel corso del 2019 si è proceduto a raccogliere e catalogare tutte le informazioni relative ad ogni sopralluogo effettuato dalla Regione a partire dal 2012 e fino al dicembre 2018.

Per la gestione dei dati, si è optato per una piattaforma open-source Shiny della suite Rstudio (<http://shiny.rstudio.com/>). Questa soluzione consente non soltanto la gestione di dati di diversa tipologia, ma permette anche la loro elaborazione e rappresentazione grafica. La base cartografica interattiva è stata invece implementata usando la libreria open-source Leaflet (<https://leafletjs.com/>). Trattandosi di una piattaforma online, questo approccio potrà consentire in un futuro la pubblicazione online dei dati raccolti, e il popolamento del data base da parte del personale sul terreno.

La complessità di questo lavoro è legata all'estrema eterogeneità delle informazioni disponibili, che vanno dalla semplice segnalazione del fenomeno, all'analisi della composizione chimica delle acque. Per alcuni siti sono disponibili vere e proprie serie

temporali, mentre in altri casi è disponibile una cartografia geologica o sismotettonica dell'area circostante la segnalazione. Una prima parte del lavoro è quindi consistita nella raccolta e catalogazione di tutte queste informazioni, in modo da costituire un insieme coerente. Una volta raccolte tutte le informazioni necessarie, sono state inserite nella piattaforma online, che consente la visualizzazione e l'accesso ai dati.

Al momento della stesura di questa relazione, sono stati acquisiti 100 record, ciascuno corredato da campi descrittivi, quali: codice identificativo (numerico); nominativo di chi ha segnalato il fenomeno; indirizzo (via e comune); data della segnalazione; descrizione sintetica del fenomeno; note eventuali; coordinate geografiche; categoria di segnalazione; temperatura massima raggiunta; disponibilità e nome di eventuale scheda tecnica.

Sono state identificate 6 diverse categorie di segnalazione, a cui si aggiunge la voce 'altro' per comprendere eventualità non previste:

- fuoriuscite di gas da pozzi per acqua o dal terreno;
- moria di pesci;
- pozzo con presenza di acqua calda;
- pozzo prosciugato;
- presenza di fratture e/o sprofondamenti del terreno;
- formazione di vulcanetti di fango e/o sabbia.

La piattaforma di gestione dei dati, funzionante ma in versione prototipale, si apre su una mappa interattiva che permette di visualizzare la localizzazione di tutte le segnalazioni (**Figura 1**, punti in nero), oppure solo quelle relative ad una particolare categoria. Ciascun punto può essere interrogato per ricevere informazioni sintetiche circa la natura e la data della segnalazione. In **Figura 1**, è stata evidenziata, a titolo di esempio, la segnalazione relativa ad un pozzo con acqua calda ad Alfonsine. Nel riquadro sulla destra, un menu a tendina consente di selezionare la tipologia di segnalazione di interesse. Selezionando una delle 6 categorie elencate sopra si ottiene la distribuzione dei punti corrispondenti. La **Figura 2**, mostra a titolo di esempio, la distribuzione dei siti dove è stata segnalata la presenza di acqua calda, la formazione di vulcanetti di fango oppure l'apertura di fratture o sprofondamenti del terreno.

In aggiunta alla localizzazione delle segnalazioni, la piattaforma consente anche di reperire ulteriori informazioni, qualora disponibili. In **Figura 1** si vede che, ad esempio, nel caso di Alfonsine è disponibile la mappa geologica per l'area, visualizzata in piccolo nel riquadro a destra, in basso. Il selettore a tendina, consente di verificare l'esistenza di altre tipologie di dato, come ad esempio la distribuzione temporale di alcuni parametri misurati in continuo. Sempre nel caso di Alfonsine, oltre alla cartografia geologica, è disponibile quella sismotettonica oltre alle serie temporali della temperatura dell'acqua del pozzo, del livello dell'acqua e della conducibilità elettrica. Selezionando il tasto 'Table' nel menu orizzontale in alto, è possibile accedere a queste serie temporali, in forma numerica (**Figura 3**), mentre è possibile visualizzarle in forma grafica sia nel piccolo riquadro che in **Figura 1** ospita la mappa geologica, sia in formato allargato, selezionando il tasto 'Plot' (**Figura 4**). L'ultimo tasto del menu, 'Fenomeni geologici', apre l'elenco di tutte le segnalazioni (**Figura 5**).

La piattaforma è in grado di interrogare la banca dati INGV relativa alla sismicità italiana (<http://cnt.rm.ingv.it/>) e mostrare (in rosso) la distribuzione degli eventi registrati nell'arco

di un intervallo temporale d'interesse, che l'utente può specificare all'interno del riquadro a destra. Le dimensioni di ciascun simbolo cambiano con la magnitudo. Come avviene per i punti neri che si riferiscono alle segnalazioni di fenomeni particolari, anche i punti rossi che rappresentano la sismicità sono interrogabili, e cliccandoci sopra forniscono indicazioni su data e ora dell'evento, profondità, magnitudo e la distanza dal comune più vicino.

I dati raccolti a seguito delle segnalazione dei fenomeni geologici anomali, assieme ad informazioni disponibili in altri archivi, hanno permesso ai tecnici del SGSS di realizzare una mappa in cui sono indicate tutte le segnalazioni di gas disponibili nella pianura emiliano-romagnola (Allegato 1).

5. La piattaforma come strumento di analisi e studio

La distribuzione della sismicità è stata inserita nella piattaforma dati per l'interesse che sempre suscita l'eventuale nesso fra terremoti e fenomeni geologici particolari, sia nel pubblico che nella comunità scientifica. La descrizione dell'attività sismica permette inoltre di illustrare alcune potenzialità della piattaforma utilizzata, che ci consente di incrociare facilmente informazioni di tipo diverso, consentendo una valutazione d'insieme. Ad esempio, è possibile verificare se ci sia una corrispondenza spaziale e temporale fra l'occorrenza di un terremoto e il verificarsi di fenomeni anomali. Come mostrato in Figura 1, nel riquadro a destra sono presenti due cursori che permettono di indicare una distanza e un intervallo temporale. Operando su questi cursori è possibile verificare se ci siano state segnalazioni di fenomeni nell'arco di un certo intervallo temporale dall'accadimento di un terremoto, ed ad una certa distanza dall'epicentro. La **Figura 6** mostra, a titolo di esempio, l'identificazione delle segnalazioni che si trovano entro 130 km di distanza dall'epicentro di eventi sismici occorsi nell'arco di circa 130 giorni dalla segnalazione. Le segnalazioni che rispondono a questo criterio sono contrassegnate in verde, e fra queste ne è stata evidenziata una, relativa ad un pozzo di Mirandola, segnalato per le acque calde. Come si vede dalla **Figura 6** (riquadro a destra, in basso) per questo pozzo sono disponibili misure in continuo di vari parametri, fra i quali è stata selezionata la profondità della falda (**Figura 7**). Data la corrispondenza temporale fra sismicità e misura del parametro, la piattaforma consente di rappresentare la serie temporale indicando con delle barre azzurre i tempi di accadimento dei terremoti.

6. Considerazioni conclusive e possibili sviluppo

La Sezione di Bologna dell'INGV, nell'ambito dell'accordo sancito dalla Delibera n. 1989/2018 della Giunta della Regione Emilia-Romagna, ha costruito un prototipo di piattaforma online utile a garantire la conservazione, consultazione ed elaborazione dei dati raccolti in merito ai fenomeni geologici particolari. La piattaforma è stata popolata con tutti i dati (testuali, numerici, e cartografici) messi a disposizione dal SGSS, ed ora prontamente accessibili online. Il prototipo, a disposizione del personale del SGSS, è accessibile tramite password, e consente di visualizzare la localizzazione dei punti di misura e la variazione temporale dei parametri eventualmente misurati. Il prototipo potrà essere ulteriormente

modificato per venire incontro alle esigenze del gruppo di lavoro che studia i fenomeni geologici particolari, ad esempio inserendo la possibilità di confrontare serie temporali diverse. Insieme alla stesura del protocollo di raccolta dati, realizzato nel corso del primo anno di questa collaborazione, la piattaforma online sviluppata quest'anno contribuirà semplificare anche la gestione dei dati raccolti in futuro, consentendo, in linea teorica, anche l'inserimento al momento del sopralluogo. La piattaforma si presta infine anche ad una eventuale condivisione dei risultati con il pubblico.

I fenomeni geologici particolari e le metodologie di raccolta delle segnalazioni ed analisi dei dati sono state al centro dell'incontro "La Scienza per la Protezione Civile" organizzato a Bologna per le scuole superiori il 17 ottobre 2019. L'incontro ha visto la partecipazione di personale INGV e SGSS, insieme a colleghi dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile della Regione Emilia-Romagna, e dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione l'Ambiente e l'Energia.

Figure

Figura 1. Mappa interattiva di tutte le segnalazioni raccolte dal SGSS e dal gruppo di lavoro sui fenomeni geologici particolari (punti neri). In rosso è riportata la sismicità dell'area registrata nel corso del 2019.

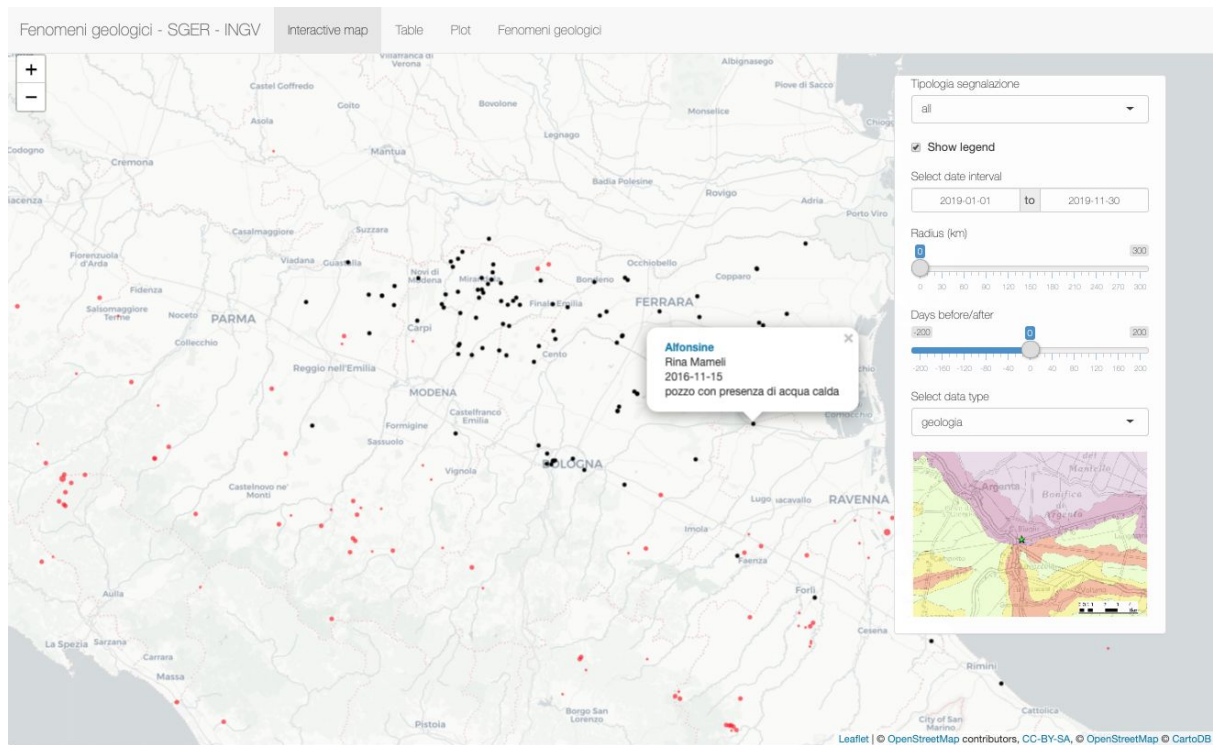


Figura 2. Distribuzione dei fenomeni anomali, selezionati in base alla tipologia della segnalazione: (a) pozzi con presenza di acqua calda; (b) vulcanetti di fango e/o sabbia; (c) presenza di fratture e/o sprofondamenti nel terreno.

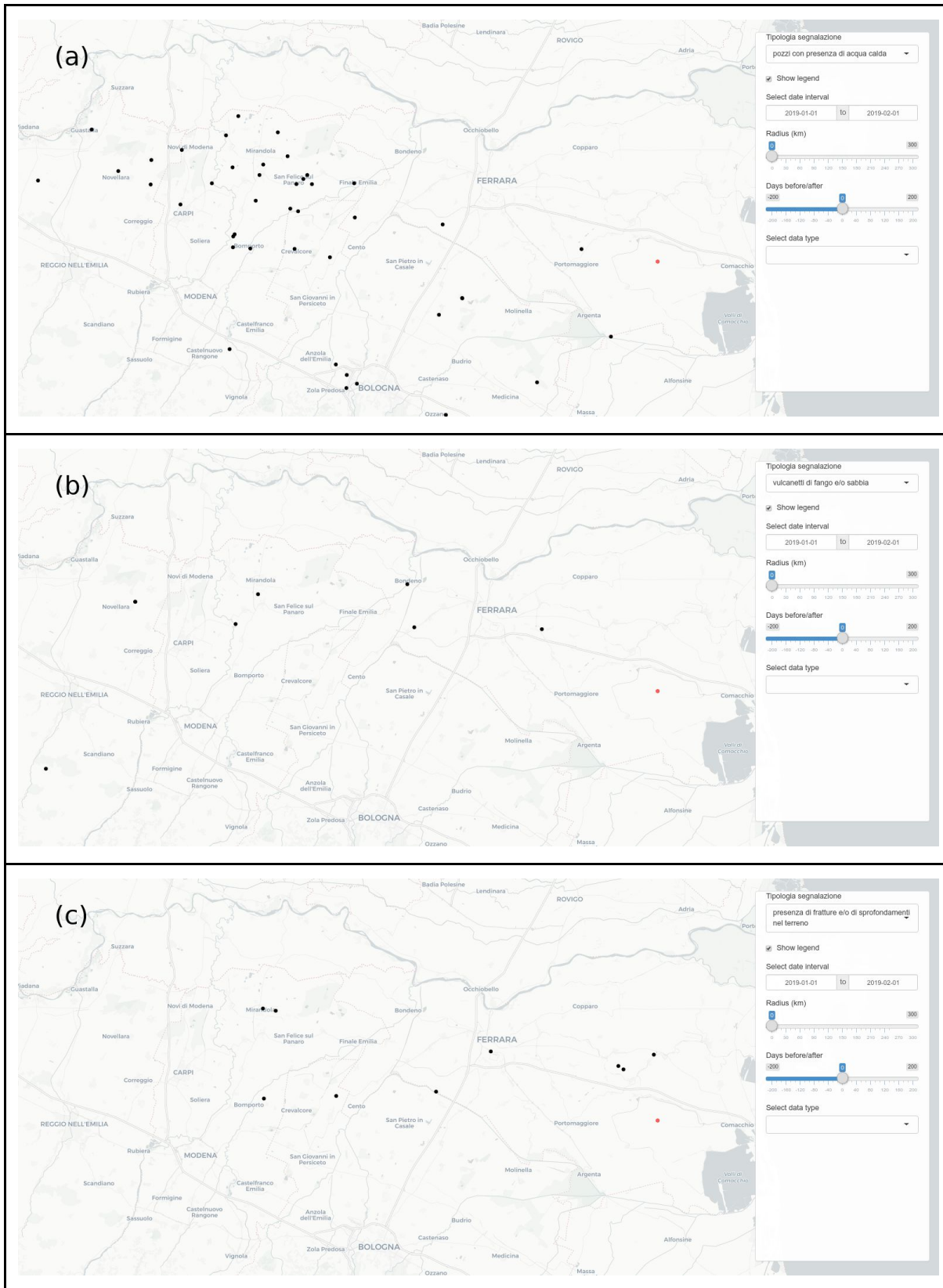


Figura 3. Tasto 'Table' del menu orizzontale. Dati relativi alla profondità dell'acqua nel pozzo di Alfonsine soggetto a segnalazione per presenza di acqua calda nel 2016.

Fenomeni geologici - SGER - INGV Interactive map **Table** Plot Fenomeni geologici

Alfonsine
Rina Mameli
2016-11-15
pozzo con presenza di acqua calda

Show 100 entries Search:

	date	time	sample	type	name	unit	value
1	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T10:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.479
2	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T11:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.471
3	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T12:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.465
4	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T13:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.46
5	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T14:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.455
6	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T15:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.451
7	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T16:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.446
8	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T17:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.443
9	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T18:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.441
10	2016-11-03T23:00:00Z	2019-10-16T19:00:00Z	pozzo F. Argenta	d	depth	m	5.438

Figura 4. Tasto 'Plot' del menu orizzontale. Il grafico si riferisce al parametro 'temperatura dell'acqua' per il pozzo di Alfonsine, preso a titolo d'esempio, e mostra il progressivo raffreddamento dell'acqua nelle settimane successive alla segnalazione di metà novembre.

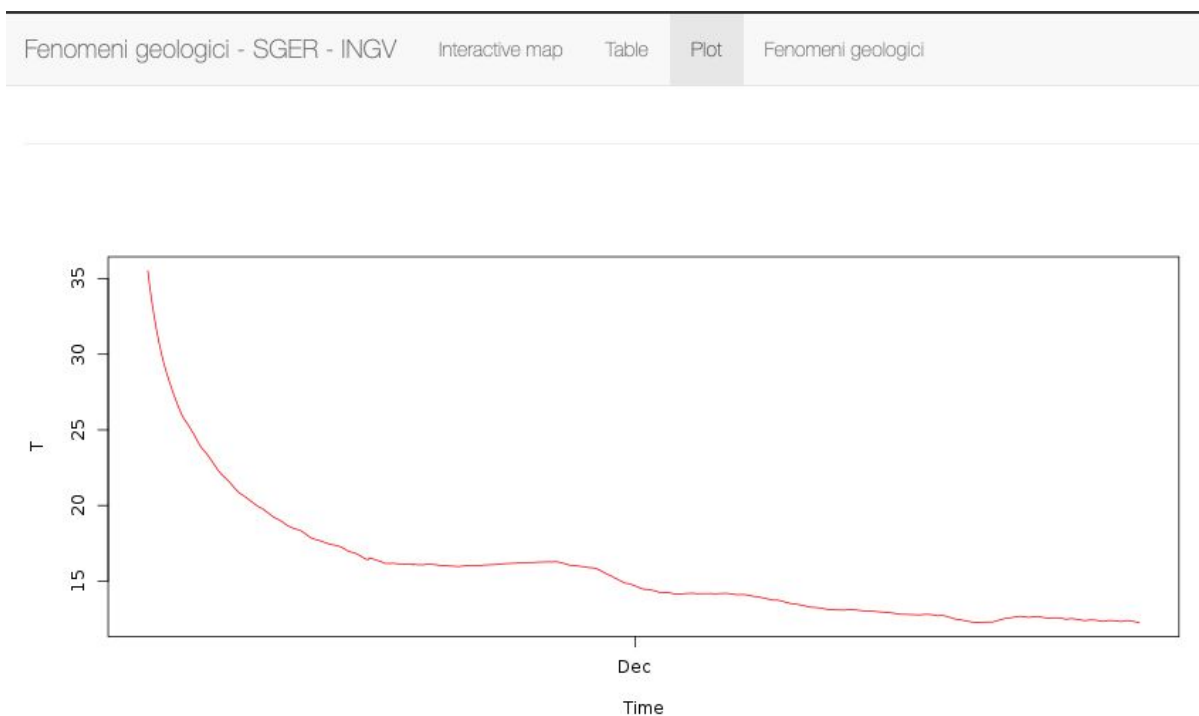


Figura 5. Il tasto ‘*Fenomeni geologici*’ del menu orizzontale consente di visualizzare tutte le segnalazioni raccolte.

Fenomeni geologici - SGER - INGV Interactive map Table Plot **Fenomeni geologici**

Show entries

ID	Nome	Indirizzo	Comune	Data	Segnalazione	Note
1	Menozzi	Via Panaria Bassa	Camposanto	2012-08-14T22:00:00Z	pozzo con presenza di acqua calda	installata sonda in continuo SGSS, anomalia nella temperatura dovuta ad un malfunzionamento della pompa vedi report.
2		Via Sandolo - Gambulaga 24	Portomaggiore	2012-11-14T23:00:00Z	pozzo con presenza di acqua calda	installata sonda in continuo SGSS
3	Azienda Agricola Il Serraglio	Via San Carlo 91	Poggio Renatico	2012-09-14T22:00:00Z	presenza di buchi nel terreno di circa un metro di diametro ed una profondita apparente di 50-60 cm, ad una distanza di circa 150 mt dal piede dell argine del fiume Reno	
4	Sig. Crestanello	Via Canaletto	Migliarino	2012-10-14T22:00:00Z	buchi 3 o 4, quello massimo delle dimensioni di circa 60 x 60 cm, profondi circa 1 o 1,5 mt	
5	Annalisa Perelli	Via Salamstri n 5 località Ambrogio	Copparo	2013-02-14T23:00:00Z	forte fuoriuscita di acqua da un vecchio pozzo di metano, portata di 10-15 Vs	CE 40 mS/cm e T di 25 °C acqua mescolata a metano-pozzo metanifero n 9 ex concessione Ca Nogara - La Moiza

Figura 6. La mappa evidenzia in verde le segnalazioni che sono avvenute entro un raggio di 130 km dall’epicentro di un evento sismico avvenuto in un arco di 133 giorni dalla segnalazione.

Figura 7. Il grafico descrive l'evoluzione temporale del livello dell'acqua nel pozzo di Mirandola segnalato per le temperature anomale dell'acqua ed evidenziato in **Figura 6**. Le barre blu indicano il tempo di occorrenza di eventi sismici il cui epicentro si trova entro 130 km di distanza dal pozzo.

