



# Progetto di Monitoraggio Concessione Val D'Agri

## Executive Summary

*Responsabili di Progetto: Thomas Braun, Stefania Danesi*

*Autori: T. Braun, S. Danesi, L. Anderlini, M. Errico, D. Famiani, M. Polcari, P. Zerbinato*

*03 Giugno 2021*

---

---

## EXECUTIVE SUMMARY OTTOBRE 2020-APRILE 2021

Report delle attività di avanzamento del Progetto di Monitoraggio in conformità agli Indirizzi e Linee Guida per il Monitoraggio della sismicità delle deformazioni del Suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche (ILG) nell'area di concessione della Val d'Agri.

### Management

I Responsabili della Sperimentazione hanno coordinato le attività del Progetto sia internamente all'INGV che esternamente nei rapporti nazionali e internazionali, relativamente alle seguenti attività:

- supporto alla Dirigenza dell'Ente per l'organizzazione del Centro di Monitoraggio del Sottosuolo;
- supporto alla stesura del regolamento interno e degli accordi sindacali necessari alla istituzione dei turni di monitoraggio ordinari ;
- stesura del piano assunzionale (definizione di profili professionali, bandi di concorso);
- definizione, pianificazione, gestione piano finanziario;
- partecipazione attiva alle riunioni del Comitato organizzate presso il MiSE;
- partecipazione a Workshops e Convegni e pubblicazioni su riviste internazionali peer-review

### Trasferimento Dati Progressi da ENI

Come stabilito nel Protocollo di Trasmissione Dati, il volume completo di informazioni viene regolarmente trasmesso da ENI a INGV e i gruppi di analisi lavorano in modo collaborativo. Nei giorni 21-24 settembre 2020 è stato effettuato un survey a tutte le stazioni Eni, sismiche e cGPS, installate in Val d'Agri. Sono stati visitati anche alcuni siti destinati alle prossime installazioni.

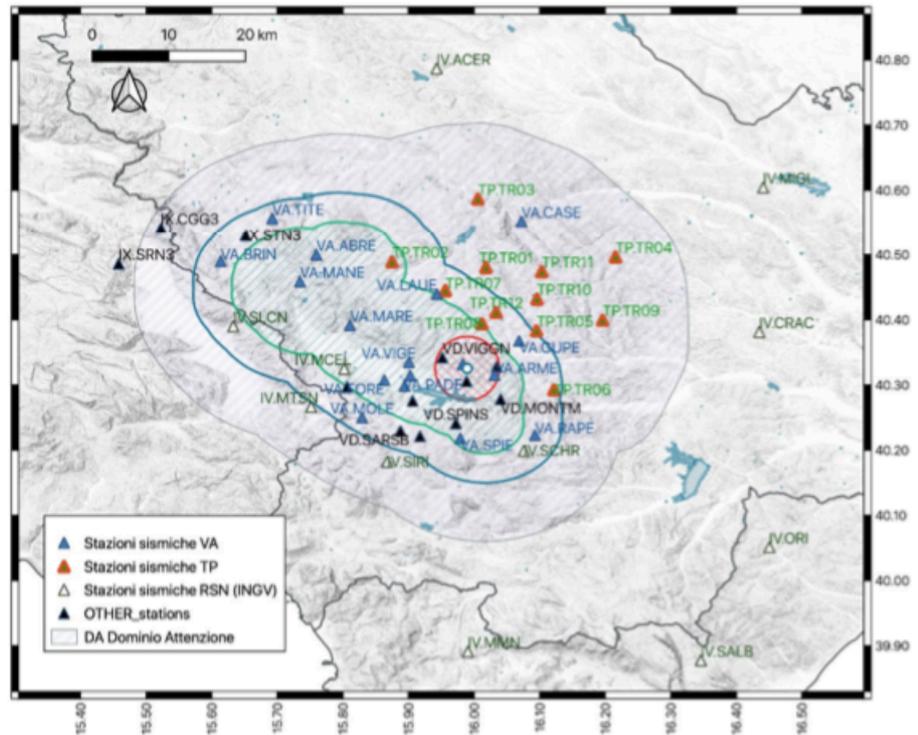
### Acquisizione e archiviazione dati

Il Centro di Acquisizione Dati (CAD-BO) presso l'INGV di Bologna acquisisce attualmente in tempo reale i segnali di tutte le stazioni della rete microsismi ENI, delle stazioni della Rete Sismica Nazionale e di alcune stazioni di reti pubbliche in un raggio di circa 50 km dal dominio di monitoraggio. I dati cGPS vengono trasmessi e acquisiti periodicamente in modo regolare.

L'intero volume dei dati raw (fino alla data del 15/04/2021) è stato regolarmente trasmesso su supporto fisico a DG-ISSEG in ottemperanza a quanto previsto nel Protocollo di Trasmissione Dati.

---

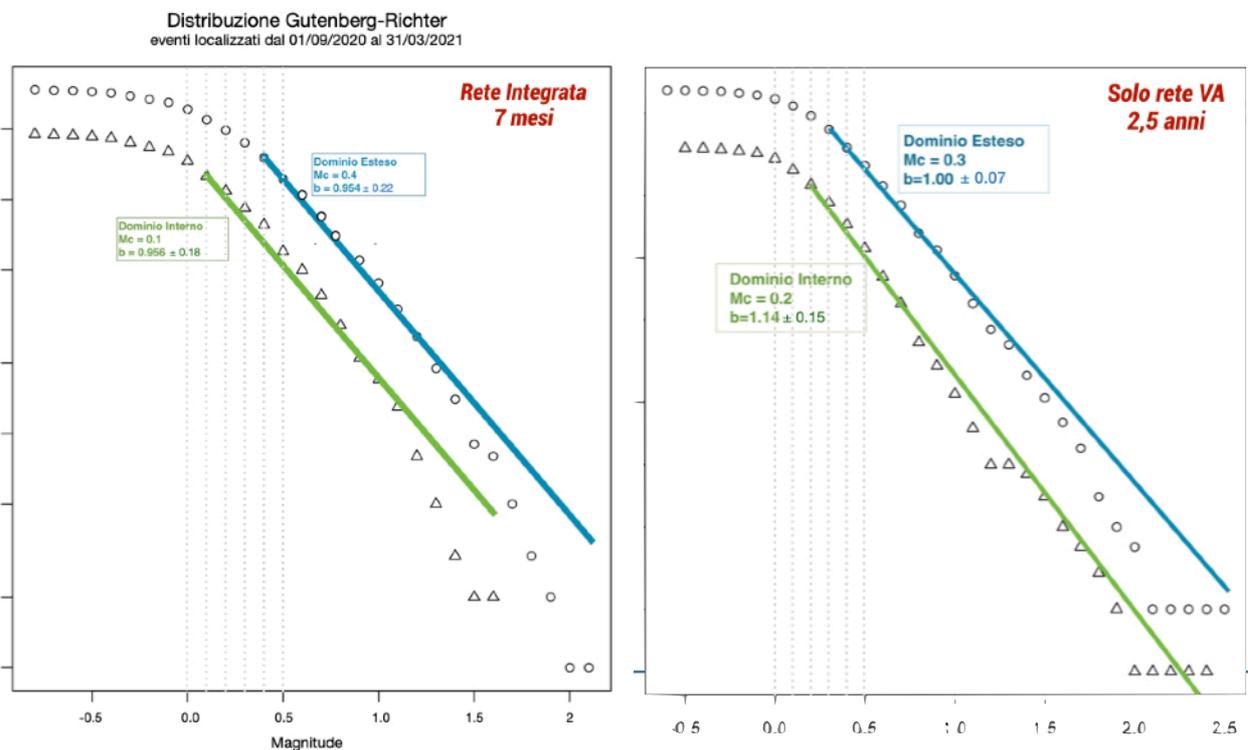
**Figura 1.** Mappa delle stazioni sismiche attive nell'area in esame, i cui dati sono acquisiti in *real-time* presso il Centro Acquisizione Dati di Bologna. In blu le stazioni della rete VA (Eni spa); in rosso/verde le stazioni della rete TP, (Total spa); in bianco/nero le stazioni della Rete Sismica nazionale IV (INGV); in nero le stazioni di altre reti pubbliche (GFZ, CNR, ISNet). I perimetri dei Domini Interno, Esteso, di Attenzione e di Riferimento intorno al CM2 sono delimitati rispettivamente in verde, blu grigio e rosso.



### Validazione rete sismica

Il monitoraggio sismico può contare su una rete integrata che vede alla data attuale 18 stazioni attive della rete VA a cui si aggiungono 35 stazioni di altre reti (pubbliche e private) per un totale di 53 siti i cui dati vengono regolarmente acquisiti in real-time presso il CAD-BO.

In riferimento all'art. 5.3 degli ILG, punti 1 e 2, in Figura 2 sono mostrate le curve di distribuzione Gutenberg-Richter relative agli eventi localizzati dalla Sala di Monitoraggio CMS dal 01/09/2020 al 31/03/2021 nel pannello a sinistra, e le curve relative agli ultimi 2.5 anni di monitoraggio per le sole stazioni VA nel pannello a destra.



**Figura2:** Distribuzione GR per gli eventi localizzati dall'analisi dei dati della rete integrata per il periodo 01/09/2020-31/03/2021 (pannello di sinistra), e dall'analisi dei dati della sola rete VA per il periodo 17/10/2018-31/03/2021 (pannello di destra).

Per ciò che concerne gli errori orizzontali di localizzazione, si osserva che solo un numero molto esiguo di eventi viene localizzato con incertezza orizzontale superiore a 1 km. La funzione di densità di probabilità è centrata intorno al valore di incertezza orizzontale 0.29 per il DI e 0.34 km per il DE con rispettive deviazioni standard di 0.26 km e 0.34 km. La media e la mediana della distribuzione sono rispettivamente 0.43 e 0.40 per il DI e 0.54 km e 0.4 km per il DE.

Allo stato attuale della sperimentazione, si possono ritenere raggiunti i requisiti all'art. 5.3 degli ILG:

Requisito 1 - adeguatamente raggiunto per la prima condizione "rilevare e localizzare i terremoti a partire da magnitudo locale ML compresa tra 0 e 1 ( $0 \leq ML \leq 1$ )" nel Dominio Interno;

Requisito 2 - adeguatamente raggiunto;

Requisito 3 - adeguatamente raggiunto;

Requisito 4 - adeguatamente raggiunto.

### Validazione rete GPS

Allo stato attuale la rete GPS installata da ENI presso la concessione Val d'Agri è composta da 5 stazioni GPS permanenti (CGPS) poste all'interno del DI; 7 ulteriori stazioni sono in via di realizzazioni secondo progetto.

Nome sito ENI	Nome sito INGV	Lon. (°E)	Lat. (°N)	Quota (m)	Data installazione	Antenna	Ricevitore
CGPS7	INN2	15.7848	40.3626	647	19/06/2018	LEIAR 20	LEICA GR10
					16/05/2019	LEIM	LEICA GR30
CGPS9	MAE1	15.9583	40.3067	653	06/04/2016	LEIAR 20	LEICA GR10
					25/10/2016	LEIM	LEICA GR10
CGPS11	TEVE	16.0313	40.3153	1036	03/10/2019	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS5	TLMA	15.9789	40.3981	1132	18/12/2018	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS8	VIG3	15.8874	40.3132	633	14/12/2016	TPSCR4	LEICA GR10
					14/10/2020	TPSH	LEICA GR30

---

Nel suo complesso la rete rispetta la maggior parte delle indicazioni riportate dagli ILG, ossia:

- Utilizzo di stazioni permanenti di precisione, in quanto tutti i siti sono equipaggiati di antenna *choke ring* di tipo geodetico e di ricevitore a doppia frequenza, con alimentazione tramite pannelli fotovoltaici o rete elettrica dove disponibile
- Presenza di una stazione CGPS co-locata con una stazione sismica a banda larga, come è per la stazione TEVE (co-locata con la stazione ARME)
- Distribuzione opportuna in funzione dell'area da monitorare e interdistanza delle stazioni inferiori di 10-15 km, che sarà ottenuto a completamento della realizzazione della rete.

Alla luce del sopralluogo svolto a settembre 2020 e della documentazione tecnica di dettaglio di progettazione delle stazioni, tutte le antenne CGPS sono monumentate su un pilastro di cemento armato costruito in modo solidale ad una piattaforma, anch'essa di cemento armato, estesa arealmente per alcuni metri quadri ed incassata nel terreno. Per la maggior parte di queste però l'infrastruttura non è ancorata al substrato roccioso (eccetto che per MAE1) risultando perciò vincolata alla parte superficiale del terreno, condizione che non garantisce l'acquisizione di misure "adatte a scopi geofisici". La SPM suggerisce di adottare per le stazioni di futura installazione delle soluzioni tecniche che utilizzino supporti piantati in profondità di almeno alcuni metri o fino al substrato roccioso.

### **Monitoraggio sismico**

La sperimentazione in Val d'Agri ha consentito di realizzare un sistema di sorveglianza sismica pienamente operativo, che attualmente permette di acquisire in tempo reale i dati di una rete sismica integrata di 53 stazioni pubbliche e private che insistono nell'area.

Dal 2021, inoltre, la SPM ha istituito un sistema di sorveglianza con turni di reperibilità di un sismologo opportunamente formato ai fini dell'elaborazione quotidiana dei dati acquisiti e della compilazione di un bollettino giornaliero della sismicità registrata nel Dominio Interno ed Esteso.

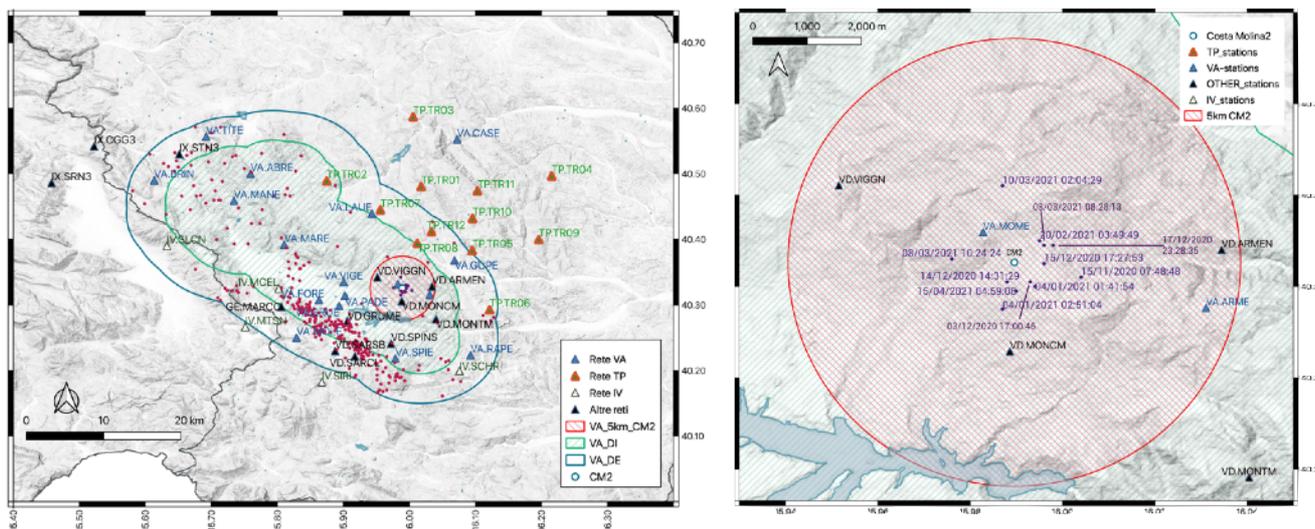
Limitatamente alle serie temporali esaminate nel biennio, si può affermare che la sismicità localizzata nel Dominio di Riferimento di raggio 5 km intorno al pozzo di reiniezione ha mantenuto valori di magnitudo  $ML < 1$ ; la sismicità di fondo dell'area, attivata principalmente dal sistema di faglie dei Monti della Maddalena MMFS, ha mantenuto caratteristiche coerenti rispetto agli anni precedenti.

Il Bollettino completo degli eventi sismici localizzati nel periodo in esame è riportato in allegato al Report 2021/1.

Il riesame del Bollettino Eni per gli ultimi vent'anni di produzione dal 2021 rivela generalmente una bassa sismicità con solo 4 casi (nel DE) che superano  $ML=3$ . Per quanto riguarda il DR - dominio

---

di riferimento intorno al pozzo di reiniezione CM2 - la soglia di  $M=1.5$  (livello di allerta gialla) è stata superata in soli 5 casi mai eccedendo  $ML=1.7$ .



**Figura 3:** A sinistra mappa degli epicentri (rossi) degli eventi localizzati dalla SPM nel periodo 01/09/2020 - 15/04/2021. Nel riquadro di ingrandimento sono riportati gli epicentri degli eventi localizzati nello stesso periodo all'interno del dominio di riferimento, di 5 km intorno al CM2.

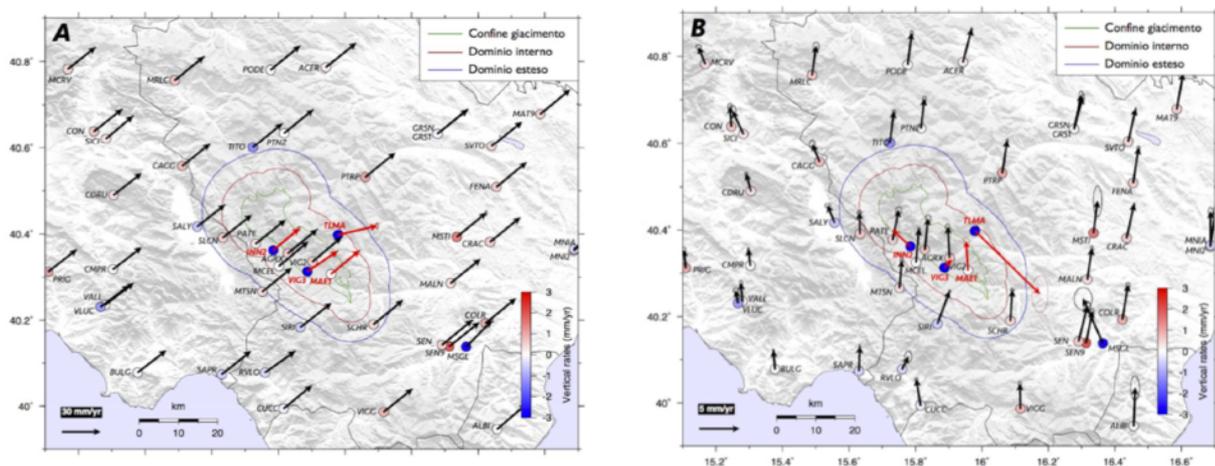
In Tabella sono riportati i parametri ipocentrali degli eventi localizzati internamente al dominio di riferimento nel periodo in esame.

Data e ora UTC	Lat (°)	Lon (°)	Prof. (km)	MLbj	RMS (s)	Err. Orizz. (km)	Err. Prof. (km)	Err. MLbj	Dist. CM2 (km)
2020/11/15 07:48:48.000	40.322	16.004	6.880	0.30	0.15	0.913	0.600	0.20	1.27
2020/12/03 17:00:46.000	40.321	15.993	3.890	0.00	0.05	1.111	0.500	0.40	0.56
2020/12/14 14:31:29.000	40.321	15.988	4.270	0.80	0.11	0.549	0.300	0.30	0.50
2020/12/15 17:27:53.000	40.325	15.996	4.370	0.10	0.05	0.804	0.300	0.40	0.53
2020/12/17 23:28:35.000	40.329	15.998	4.250	0.00	0.06	0.913	0.400	0.30	0.82
2021/01/04 01:41:54.000	40.320	15.994	4.340	0.40	0.10	0.549	0.300	0.10	0.71
2021/01/04 01:42:00.000	40.320	15.994	4.390	0.30	0.07	0.804	0.300	0.20	0.71

2021/01/04 02:51:04.000	40.315	15.987	2.630	0.90	0.20	0.804	0.400	0.20	1.2
2021/02/20 03:49:49.000	40.330	15.995	4.000	0.00	0.06	0.913	0.400	0.50	0.68
2021/03/08 08:28:13.000	40.329	15.996	4.620	0.30	0.08	0.913	0.400	0.50	0.69
2021/03/08 10:24:24.000	40.326	15.976	3.600	0.60	0.14	0.685	0.300	0.30	1.15
2021/03/10 02:04:29.000	40.342	15.987	1.220	0.20	0.07	0.549	0.200	0.40	1.85
2021/04/15 04:59:08.000	40.319	15.990	3.630	-0.34	0.04	0.501	0.400	0.300	0.70

### Monitoraggio deformazioni del suolo - dati cGPS

Relativamente allo studio delle deformazioni del suolo nel Dominio Interno, le misure geodetiche di precisione fin qui condotte confermano che il campo locale di velocità è generalmente coerente con il campo regionale, rappresentativo della distensione tettonica appenninica in atto. Limitatamente alla disponibilità attuale di serie temporali GPS, non si evidenziano deformazioni ascrivibili all'attività estrattiva. Si auspica che la realizzazione della rete geodetica possa essere completata per tutto il dominio di rilevazione per procedere al consolidamento dei risultati ottenuti.

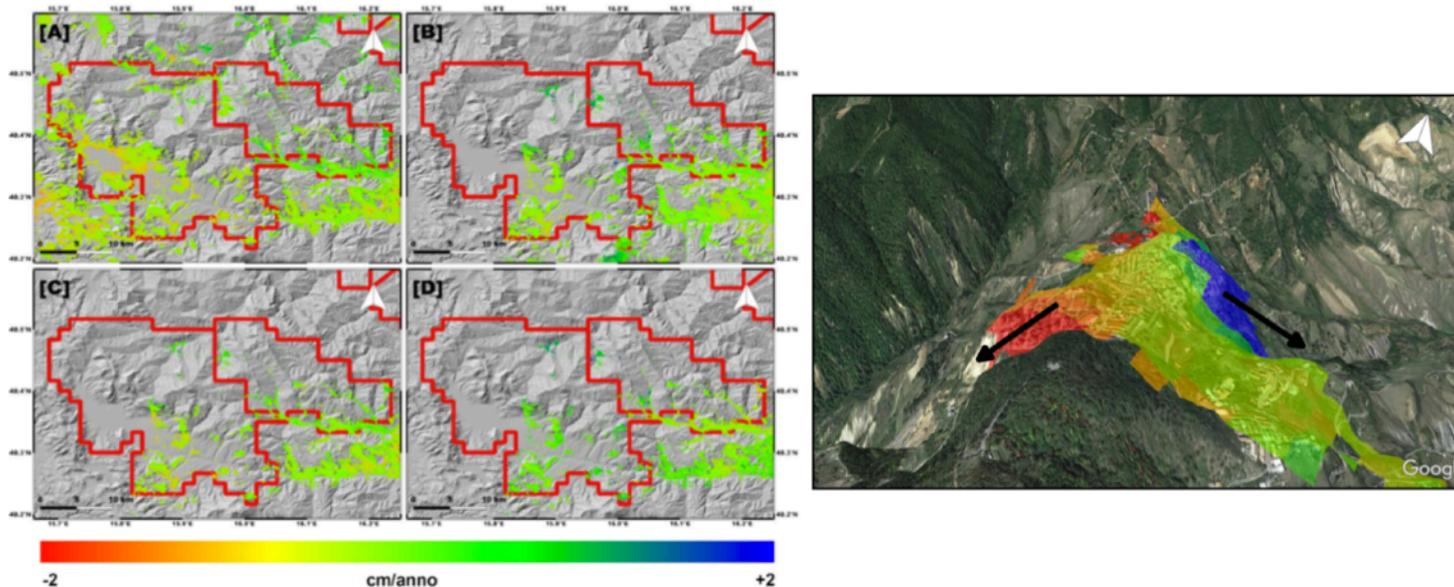


**Figura 4:** Campo di velocità orizzontale (freccette) nel sistema di riferimento globale IGS14 (pannello A) e rispetto alla placca Euroasiatica (pannello B) e verticale (cerchi in colore). Le stazioni ENI che hanno registrato oltre 2 anni di dati sono segnate in rosso. Ellissi di errore relative al livello di confidenza del 95%.

## Monitoraggio deformazioni del suolo - dati InSar

I risultati dell'analisi InSar non hanno mostrato evidenze di deformazioni del suolo indotte dalle attività di sfruttamento del sottosuolo nell'area di concessione Val d'Agri.

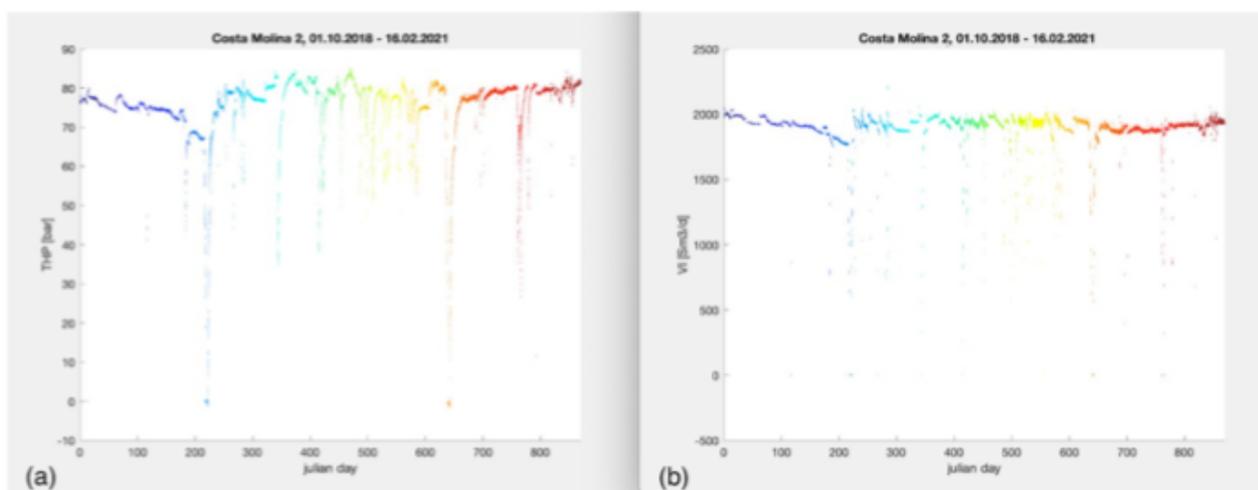
Sono stati invece rilevati alcuni pattern deformativi nelle zone montuose circostanti ascrivibili a fenomeni di natura franosa.

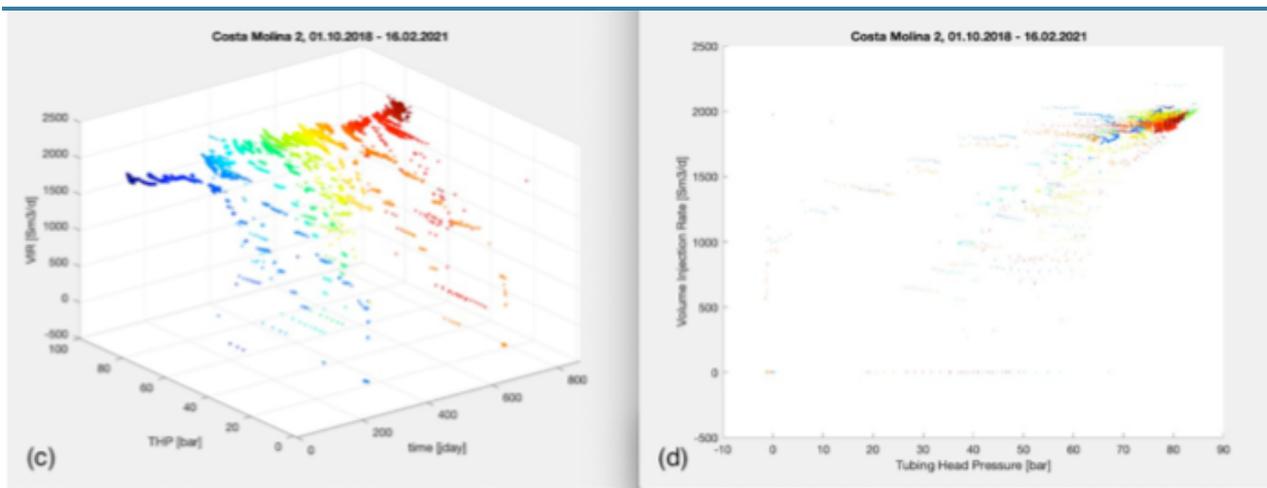


**Figura 5:** Pannelli A-D : velocità di deformazione del suolo tramite analisi InSar. Misure LoS in orbita ascendente (A), discendente (B), componente verticale (C), orizzontale est-ovest (D). A destra, vista del fenomeno deformativo di natura franosa presso il comune di Stigliano (MT).

## Analisi dati di pressione e portata al CM2

I parametri di iniezione al pozzo Costa Molina 2 si sono mantenuti su livelli di regime, con pressione testa pozzo THP e tasso di reiniezione (volume/giorno) VIR in linea con i livelli raccomandati da modellazioni teoriche.





**Figura 6:** Variazione temporale codificata a colpi dei parametri di (a) pressione a testa pozzo THP, (b) volume di fluido iniettato VIR; (c) vista 3d dei parametri dei pannelli a) e b); (d) VIR vs THP.

## Disseminazione

E' stato realizzato un sito web dedicato (<http://cms.ingv.it>) raggiungibile anche dal portale nazionale dell'INGV che, in ottemperanza a quanto richiesto all'art. 8 degli ILG, garantisce che siano disseminate al pubblico informazioni generali e di dettaglio sulle attività di monitoraggio presso le singole concessioni.

## Conclusioni

La SPM si auspica che si rinnovino le condizioni normative e operative affinché il monitoraggio possa essere mantenuto e consolidato, si possa capitalizzare l'esperienza e l'operatività fin qui realizzate, a garanzia della sicurezza e della trasparenza richieste negli ILG.