

# Applicazione degli *Indirizzi e Linee Guida (ILG)* per il *monitoraggio del sottosuolo*

Andrea Morelli, *Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo*, INGV



3-4 maggio 2023 Accademia delle scienze XL Roma

Responsabili concessioni  
(Com. direttivo CMS)

- *Thomas Braun (RM1)*
- *Stefania Danesi (BO)*
- *Alexander Garcia (BO)*
- *Lucia Zaccarelli (BO)*

Data analyst:

- *Maddalena Errico (BO)*

Data engineer:

- *Paolo Zerbinato (BO)*

# Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo



Analisti:

- *Letizia Anderlini (BO)*
- *Mario Anselmi (ONT)*
- *Marco Caciagli (BO)*
- *Simona Carannante (MI)*
- *Daniela Famiani (RM1)*
- *Irene Molinari (BO)*
- *Simone Salimbeni (BO)*
- *Maurizio Vassallo (ONT)*

Altri contributori:

- *Matteo Albano (ONT)*
- *Paolo Augliera (MI)*
- *Andrea Berbellini (BO)*
- *Mauro Buttinelli (ONT)*
- *Ezio D'Alema (MI)*
- *Gianlorenzo Franceschina (MI)*
- *Giuseppe Pezzo (ONT)*
- *Marco Polcari (ONT)*
- *Enrico Serpelloni (BO)*

**Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV**





# Coinvolgimento nazionale monitoraggio ILG

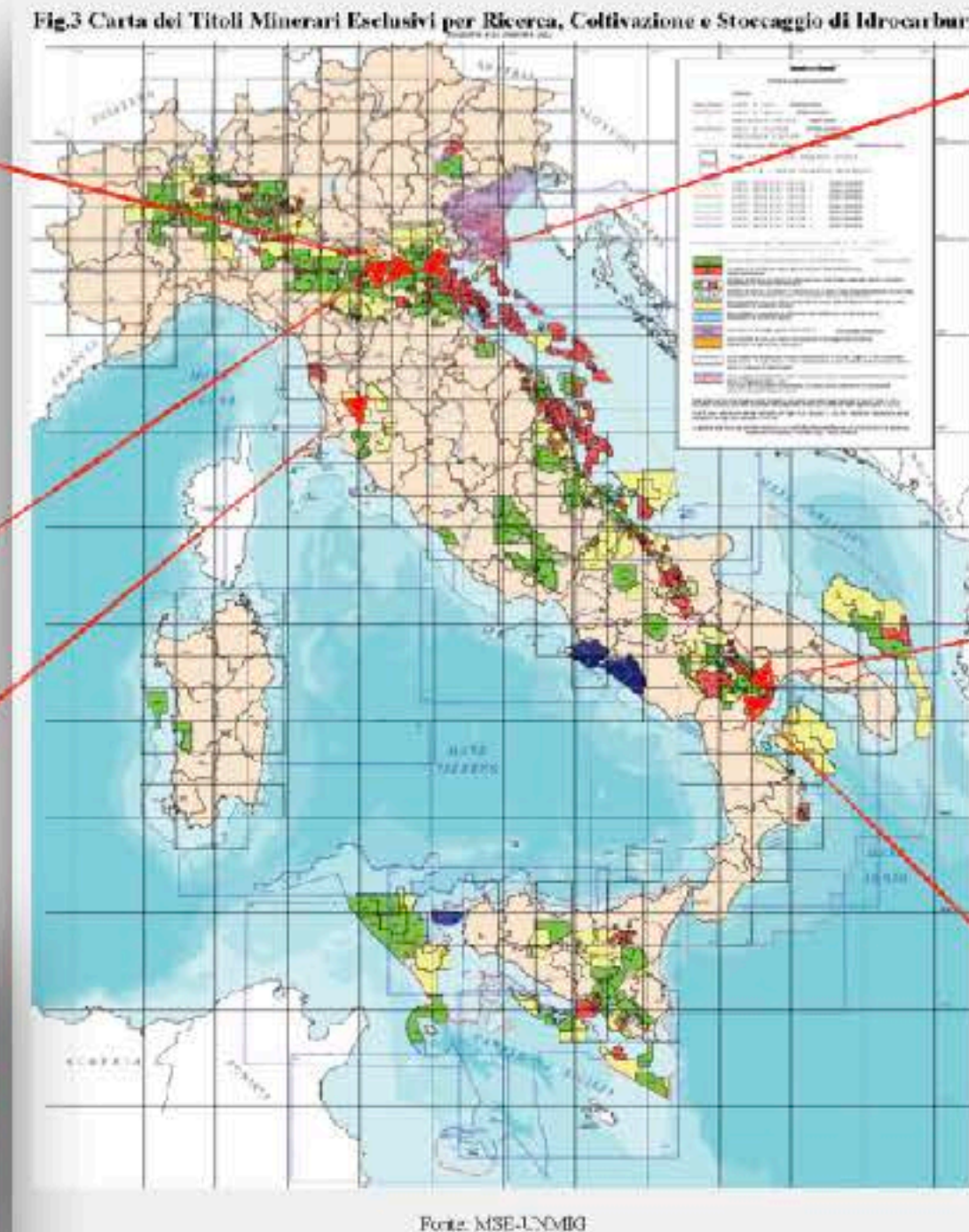
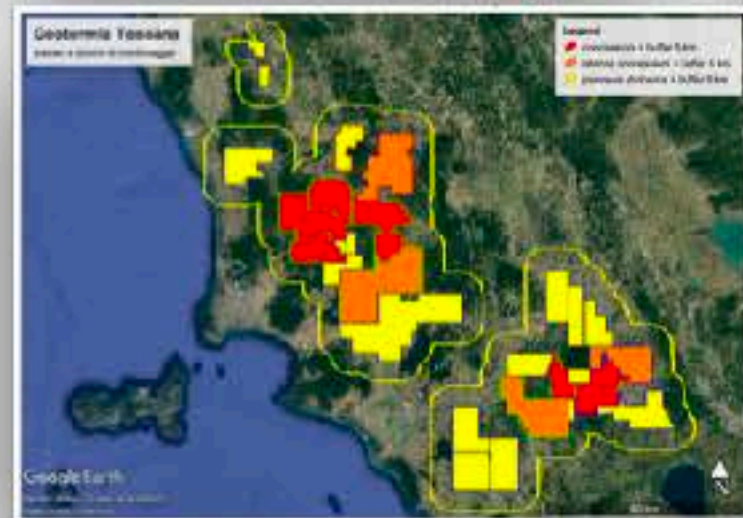
**Minerbio** (Emilia-Romagna): stoccaggio gas



**Cavone** (Emilia-Romagna): produzione olio, con re-iniezione



**Regione Toscana:** geotermia



**Selva Malvezzi** (Emilia-Romagna): produzione gas



**Gorgoglione** (Basilicata): produzione olio



**Val d'Agri** (Basilicata): produzione olio, con re-iniezione



Coinvolgimento nazionale del CMS dell'INGV. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, componente del Servizio Nazionale di Protezione Civile è istituzionalmente coinvolto nella sperimentazione e applicazione degli ILG. Per rispondere a queste esigenze, INGV ha costituito il Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo (CMS). Il CMS è la struttura dedicata alla raccolta, analisi, interpretazione e modellazione di dati relativi alle aree del territorio nazionale interessate da attività antropiche di sfruttamento di georisorse (quali coltivazione di idrocarburi, reiniezione di acque di scarto, stoccaggio di gas naturale, geotermia, sequestrazione di anidride carbonica, estrazioni minerarie, ...)

Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV

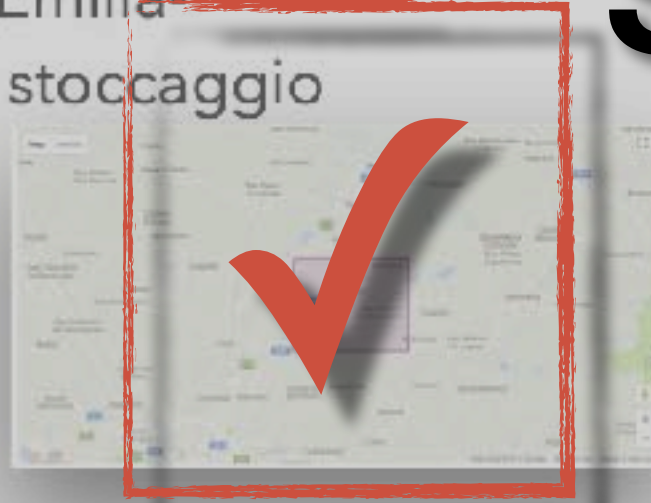




Coinvolgimento nazionale  
monitoraggio ILG

# Stato Accordi

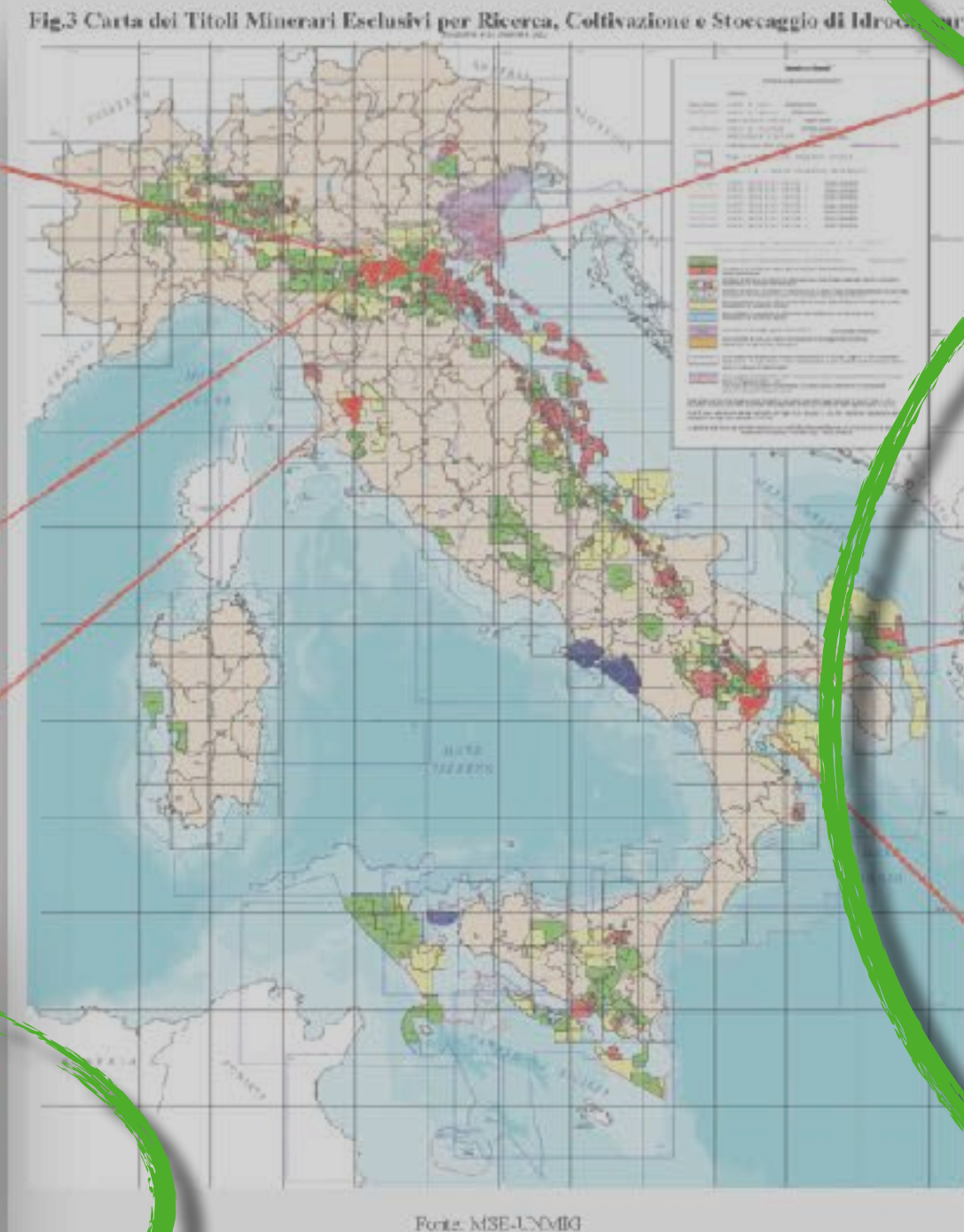
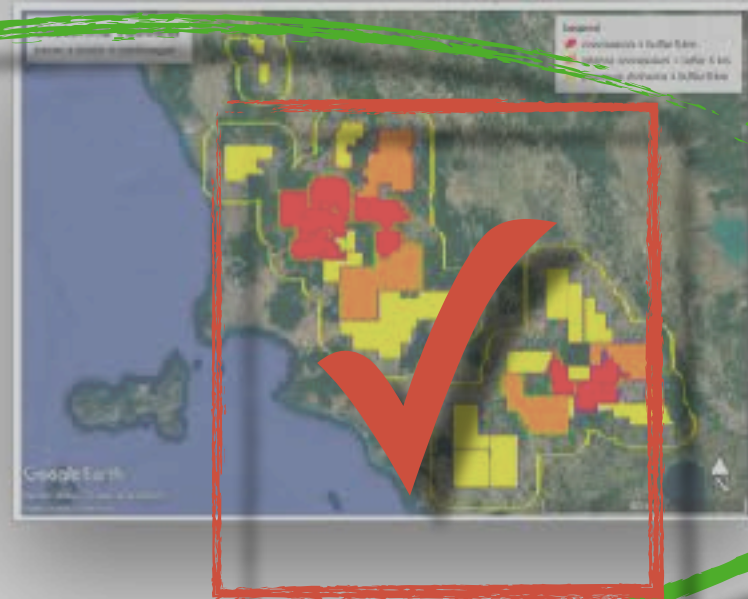
**Minerbio** (Emilia-Romagna): stoccaggio gas



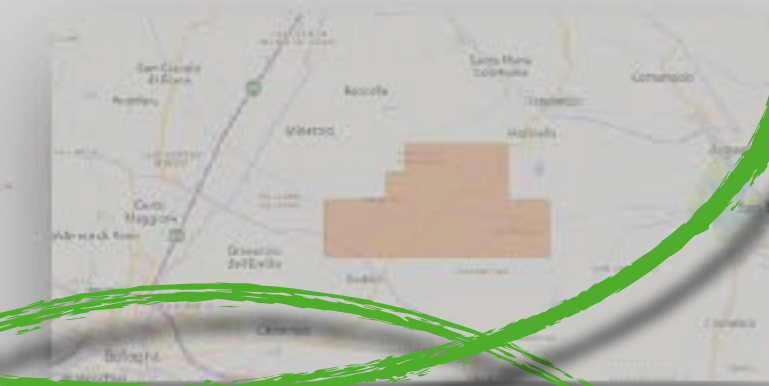
**Cavone** (Emilia-Romagna): produzione olio, con re-iniezione



**Regione Toscana:**  
geotermia



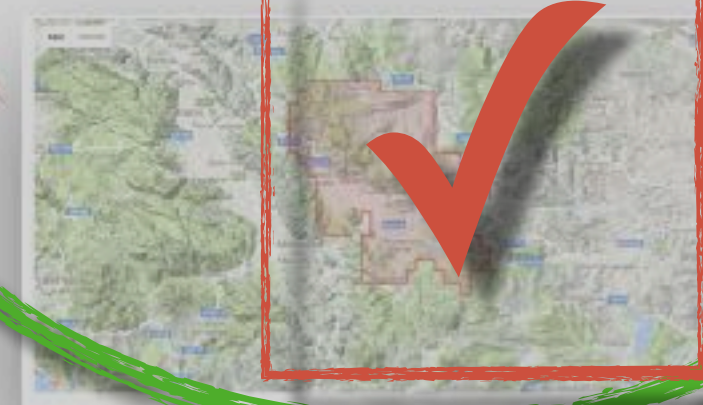
**Selva Malvezzi** (Emilia-Romagna): produzione gas



**Gorgoglione** (Basilicata): produzione olio



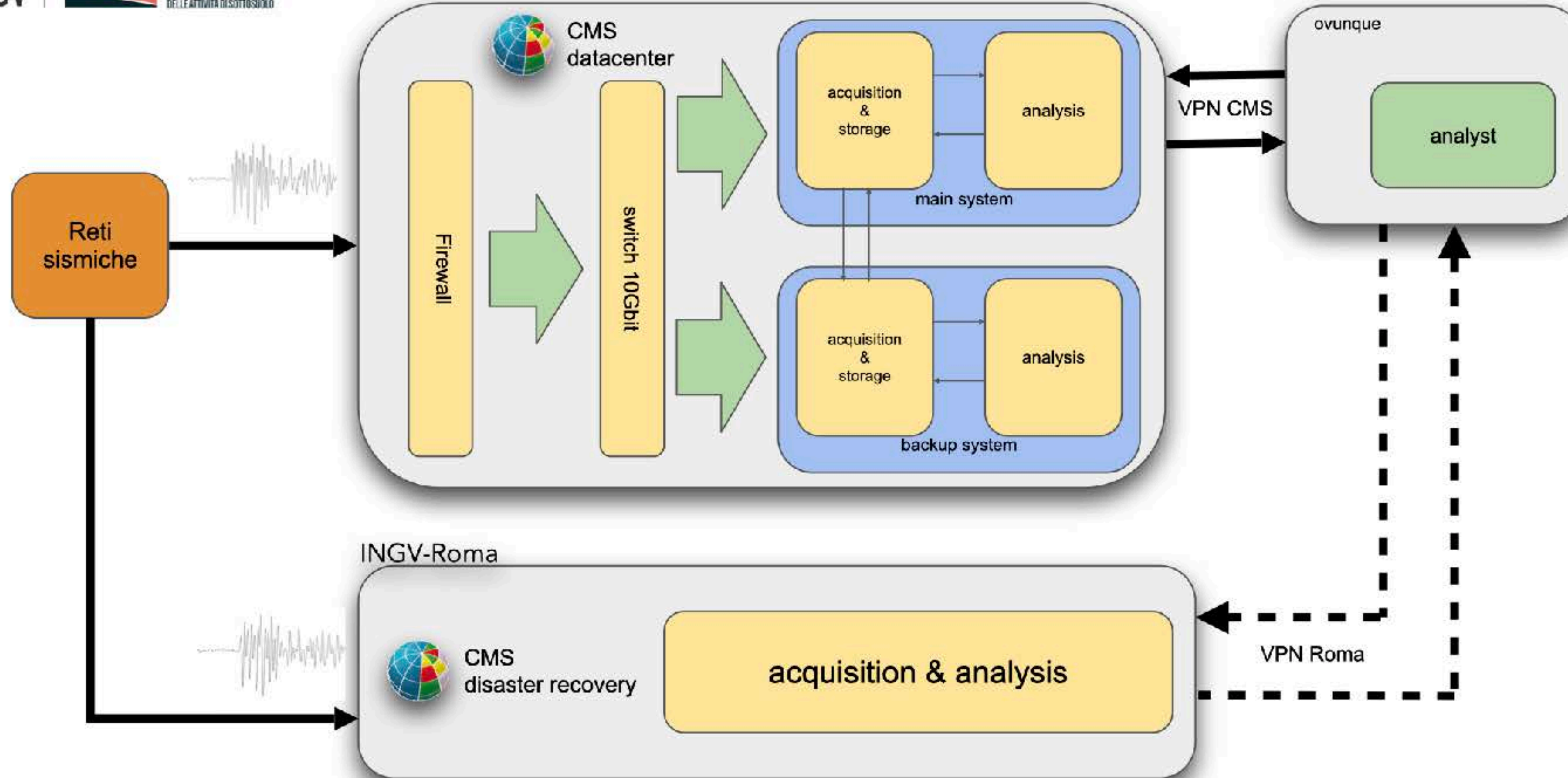
**Val d'Agri** (Basilicata): produzione olio, con re-iniezione



Coinvolgimento nazionale del CMS dell'INGV. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, componente del Servizio Nazionale di Protezione Civile è istituzionalmente coinvolto nella sperimentazione e applicazione degli ILG. Per rispondere a queste esigenze, INGV ha costituito il Centro per il Monitoraggio delle attività di Sottosuolo (CMS). Il CMS è la struttura dedicata alla raccolta, analisi, interpretazione e modellazione di dati relativi alle aree del territorio nazionale interessate da attività antropiche di sfruttamento di georisorse (quali coltivazione di idrocarburi, reiniezione di acque di scarto, stoccaggio di gas naturale, geotermia, sequestrazione di anidride carbonica, estrazioni minerarie, ...)

# Infrastruttura informatica

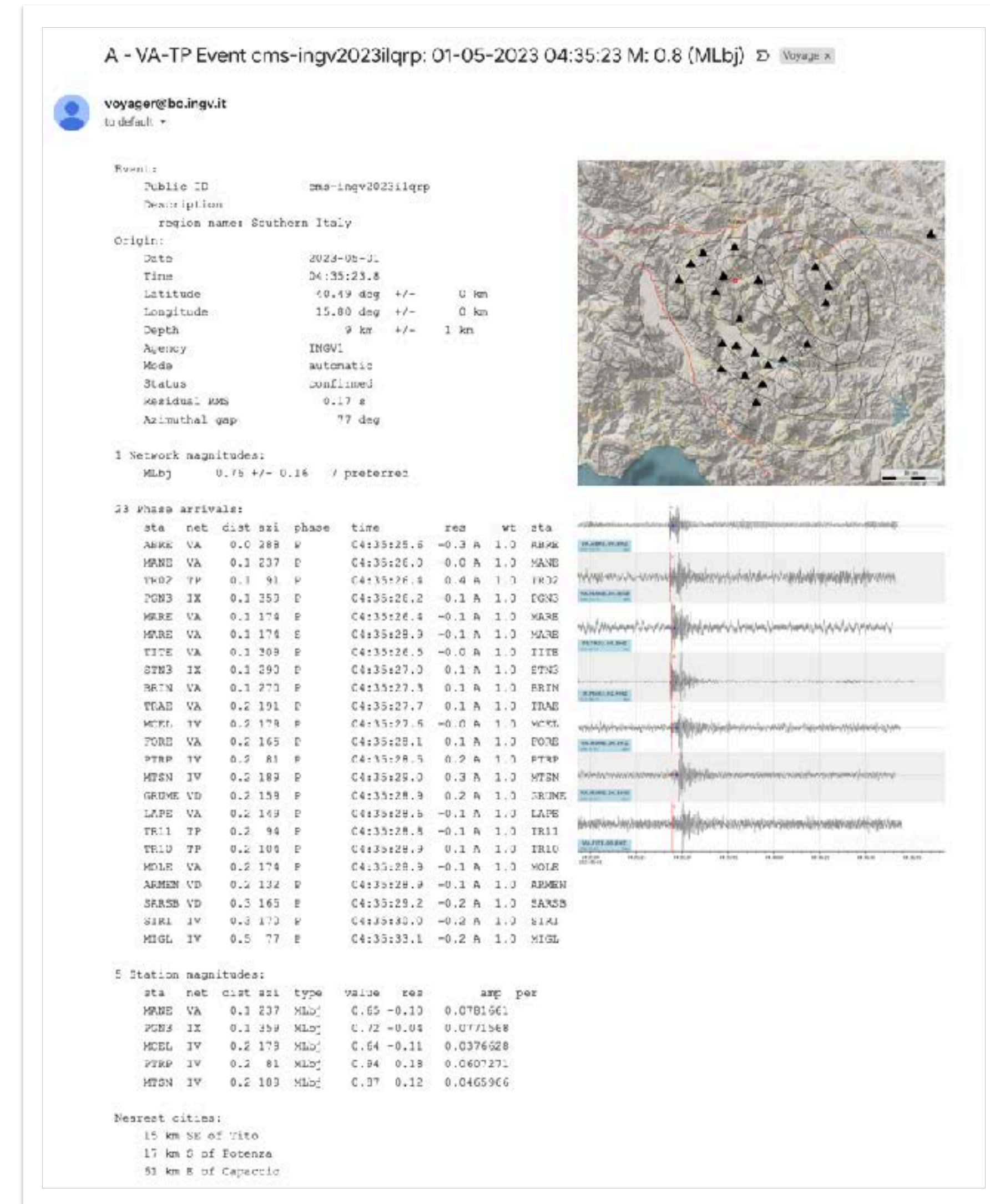
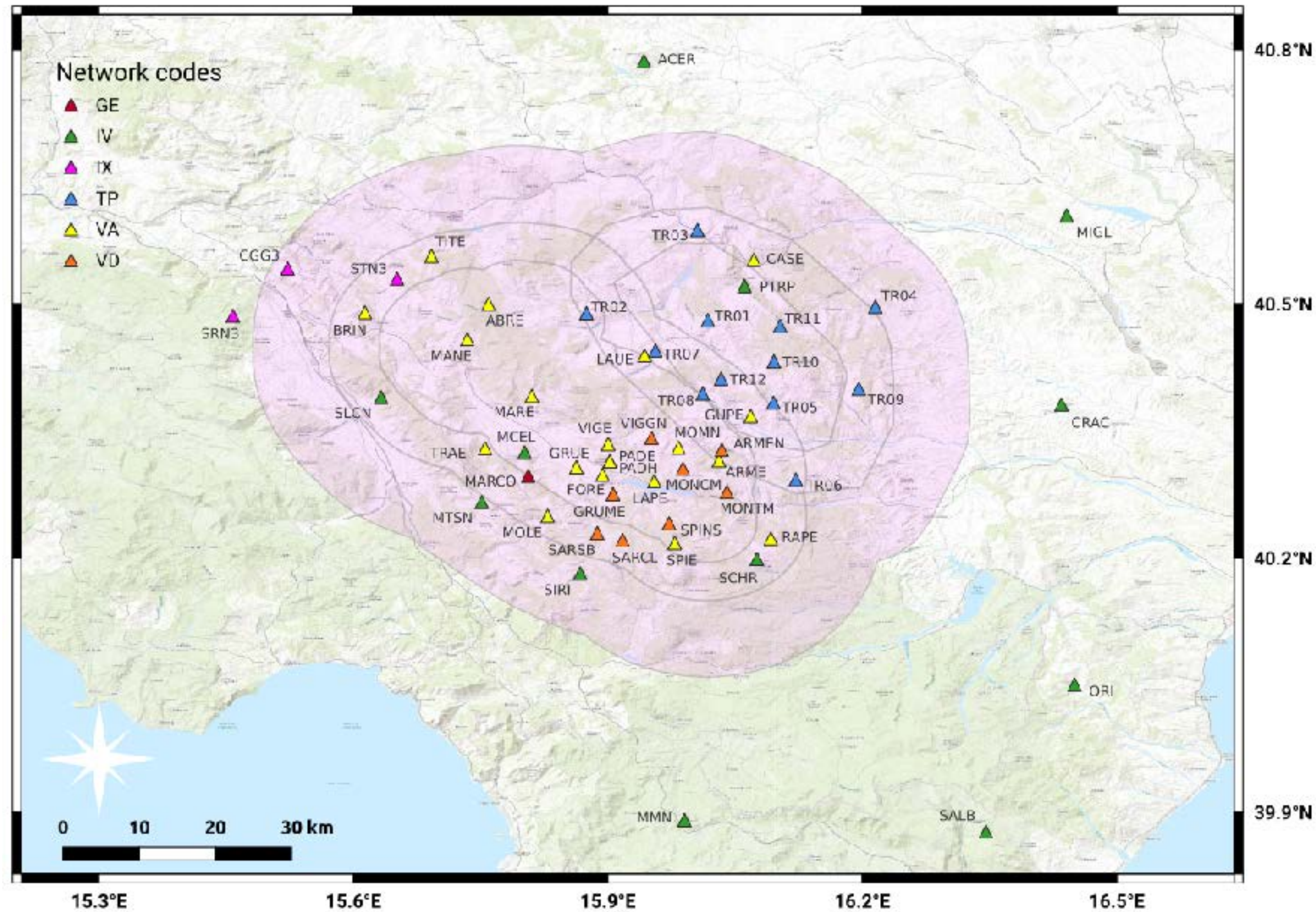
GARR-INFN-CINECA



L'infrastruttura informatica (CED) di cui dispone il CMS, ubicata a Bologna presso il polo INFN (Zerbinato et al., 2022).

L'infrastruttura principale è composta di due sistemi che operano in parallelo per realizzare la ridondanza necessaria a garantire la disponibilità dei servizi. Ogni sistema acquisisce i dati e analizza automaticamente quelli sismografici. Regolarmente, 365 giorni all'anno, un analista esperto verifica lo stato e procede alla ri-analisi manuale, collegandosi remotamente tramite un protocollo di Virtual Private Network. Una macchina virtuale, che svolge le stesse funzioni, è attiva presso la sede centrale INGV (Roma) come struttura per il disaster recovery. Tutte le funzioni necessarie possono essere svolte anche su questo sistema.

Il software di analisi (SeisComPRO) acquisisce ed analizza i dati sismografici delle reti dei concessionari *integrate* da stazioni INGV e di altre reti pubbliche producendo e notificando **determinazioni automatiche** (ipocentro, magnitudo) successivamente **riviste da un operatore**.



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



INGV Localizzazione RIVISTA (REV100) ML 4.8 Q BAAD Prov/Zona Costa Calabria nord-occidentale (Cosenza) UTC=2023-05-01,02:41:24

ingv-alert-SP-NO-REPLY@ingv.it

Localizzazione RIVISTA (REV100)  
**Evento sismico in mare del 01-05-2023 delle ore 04:41 (ora italiana) di magnitudo ML 4.8, profondità 265 km, a 22.6 km da Acquappesa (CS), a 23.7 km da Cetraro (CS), a 23.8 km da Guardia Piemontese (CS), Settore 2.**

VERIFIED location (REV100)  
**Seismic event located in the sea, date 01-05-2023 origin time 04:41 (CET), magnitude ML 4.8, depth 265 km. Closest Municipalities: 22.6 km Acquappesa (CS), 23.7 km Cetraro (CS), 23.8 km Guardia Piemontese (CS).**

**Dettagli / Details**  
 Data tempo origine / Date and origin time  
 Ora italiana/CET: 2023-05-01 04:41:24.49 ± 0.25s Ora UTC/UTC time: 2023-05-01 02:41:24.49 ± 0.25s

**Localizzazione / Location**  
 Long.: 15.76 E ± 2.7 km Lat.: 39.36 N ± 2.7 km Profondità/Depth: 265 km ± 1.7 km (Fissura: No) Qualità / Quality: BA

**Magnitudo / Magnitude**  
 ML 4.8 ± 0.4 Qualità / Quality: AD

**Versione / Version**  
 Localizzazione RIVISTA (REV100): Sala Sismica INGV-Roma

**Zona / Zone**  
 Costa Calabria nord-occidentale (Cosenza)

**Tutti i Comuni entro 10 km / Municipalities closer than 10 km**

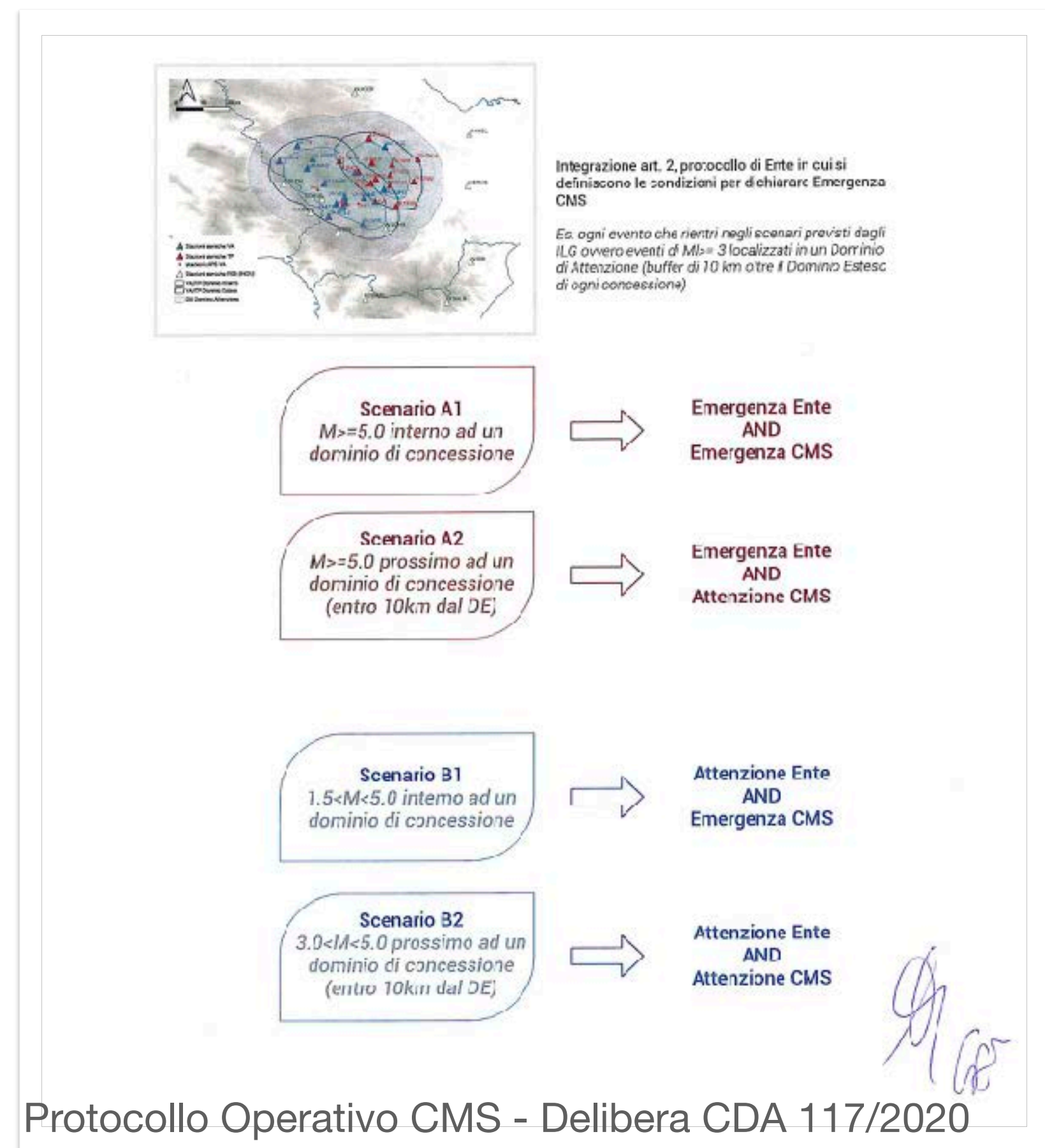
Regione / Region	Provincia / District	Dist. epicentro / Epicentral dist.	Comune / Municipality	Abitanti / Inhabitants
Calabria	Cosenza	43.1 km	Cosenza	67546
Calabria	Cosenza	36.1 km	Rende	35538
Calabria	Cosenza	34.5 km	Montalto Uffugo	19569
Calabria	Cosenza	24.1 km	Paola	16013
Calabria	Cosenza	37.0 km	Amantea	13975
Calabria	Cosenza	48.2 km	Boignone	10203
Calabria	Cosenza	23.7 km	Cetraro	10128
Calabria	Cosenza	37.6 km	Castrolibero	9804
Calabria	Cosenza	38.5 km	Mendicino	9450
Calabria	Cosenza	46.3 km	Luzzi	9036
Calabria	Cosenza	30.4 km	Belvedere Marittimo	9371
Calabria	Cosenza	24.1 km	Fuscaldo	8140
Calabria	Cosenza	37.5 km	San Marco Argentano	7424
Calabria	Cosenza	44.7 km	Roggiano Gravina	7208
Calabria	Cosenza	25.4 km	San Luceo	6047
Calabria	Cosenza	36.0 km	Ciamante	5329
Calabria	Cosenza	44.2 km	Santa Maria del Cedro	4954
Calabria	Catanzaro	49.5 km	Nocera Terinese	4731
Calabria	Cosenza	36.8 km	Torano Castello	4614

**20 Comuni più popolati entro 50 km / 20 municipalities most populated closer than 50 km**

Regione / Region	Provincia / District	Dist. epicentro / Epicentral dist.	Comune / Municipality	Abitanti / Inhabitants			
IV	IMC	III	-0.84	11.00	225.60 km	02:42 05:50	4.5
IV	USI	III	-0.09	11.00	234.40 km	02:42 05:50	4.7

Il sistema di monitoraggio CMS riceve le notifiche degli eventi localizzati dalla **rete nazionale INGV**.

Inserito nel protocollo delle emergenze di Ente



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



Emissione di ***bollettini giornalieri*** con sismicità del giorno precedente

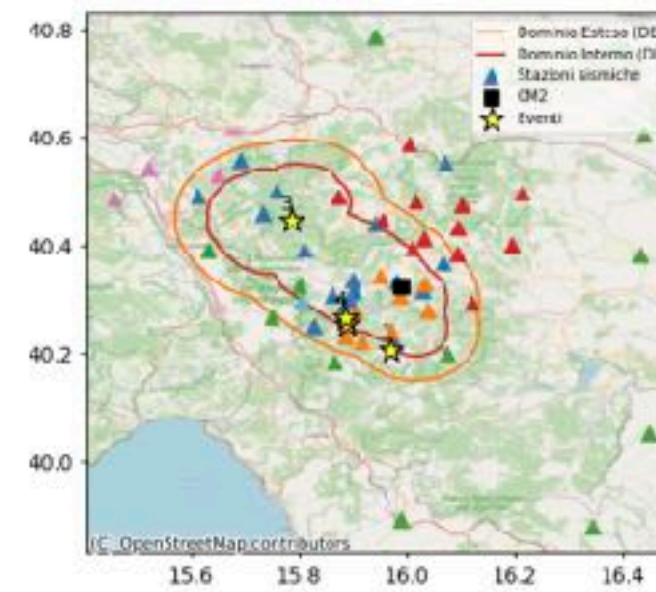
### Bollettino Sismico Giornaliero del giorno 2023-04-30

La Sala di sorveglianza del CMS ha localizzato i seguenti eventi:

#### Concessione Val d'Agri

Per tutti gli eventi sono stati utilizzati i seguenti parametri di localizzazione:  
 Modello di struttura: Valdagri\_improta\_2017  
 Algoritmo di inversione: Hypo71

ID	Data	Ora UTC	Lat. (°)	Lon. (°)	Err. Ortiz. (km)	Prol. (km)	Mag. (MLb)	N fasi	RMS	Dominio	Comune
1	2023-04-30	03:06:06	40.307	15.971	0.6	2.26 +/-0.6	-0.7 +/-0.1	11	0.12	DE	Castellaneta Stabia (NA)
2	2023-04-30	05:54:04	40.255	15.88E	0.3	3.6 +/-0.4	-0.7 +/-0.3	11	0.06	DI	Sarconi (PZ)
3	2023-04-30	11:38:34	40.146	15.781	0.3	3.71 +/-0.4	0.4 +/-0.2	81	0.16	DI	Marsico Nuovo (PZ)
4	2023-04-30	15:08:49	40.266	15.88E	0.3	2.01 +/-0.5	-0.1 +/-0.3	15	0.07	DI	Grumento Nova (PZ)



#### Concessione Gorgoglione

Nessun Evento

#### Concessione Mirandola

Nessun Evento

#### Stato delle stazioni:

Foto GE: MARCO no data.  
 Rete IV: SLCN no data, SERM alcune interruzioni di segnale  
 Rete IX: CGG3 no data  
 Rete TP:  
 Rete YA: MANE dato intermittente dalle 07 alle 13  
 Rete VD: MONCM, MONTM e VIGGN no data  
 Rete VO: ROVF Alcune interruzioni di segnale



Analisti in turnazione  
reperibilità/  
intervento festivo

CalendarioTurniCMS\_2023 .xlsx

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Dati Strumenti Guida

75% 123 Callibri 11

A6 = "Calendario CMS" !D525

Data e giorno	Nominativo	Firma
01/05/2023	Lunedì	Vassallo Maurizio
02/05/2023	Martedì	Vassallo Maurizio
03/05/2023	Mercoledì	Vassallo Maurizio
04/05/2023	Giovedì	Vassallo Maurizio
05/05/2023	Venerdì	Vassallo Maurizio
06/05/2023	Sabato	Vassallo Maurizio
07/05/2023	Domenica	Vassallo Maurizio
08/05/2023	Lunedì	Salimbeni Simone
09/05/2023	Martedì	Salimbeni Simone
10/05/2023	Mercoledì	Salimbeni Simone
11/05/2023	Giovedì	Salimbeni Simone
12/05/2023	Venerdì	Salimbeni Simone
13/05/2023	Sabato	Salimbeni Simone
14/05/2023	Domenica	Salimbeni Simone
15/05/2023	Lunedì	Famiani Daniela
16/05/2023	Martedì	Famiani Daniela
17/05/2023	Mercoledì	Famiani Daniela
18/05/2023	Giovedì	Famiani Daniela
19/05/2023	Venerdì	Famiani Daniela
20/05/2023	Sabato	Famiani Daniela
21/05/2023	Domenica	Famiani Daniela
22/05/2023	Lunedì	Caciagli Marco
23/05/2023	Martedì	Caciagli Marco
24/05/2023	Mercoledì	Caciagli Marco
25/05/2023	Giovedì	Caciagli Marco
26/05/2023	Venerdì	Caciagli Marco
27/05/2023	Sabato	Caciagli Marco
28/05/2023	Domenica	Caciagli Marco
29/05/2023	Lunedì	Carannante Simona
30/05/2023	Martedì	Carannante Simona
31/05/2023	Mercoledì	Carannante Simona

Turni reperibilità CMS – FEBBRAIO 2023



Data e giorno	Nominativo	Firma
01/02/2023	Mercoledì	Anselmi Mario
02/02/2023	Giovedì	Anselmi Mario
03/02/2023	Venerdì	Anselmi Mario
04/02/2023	Sabato	Anselmi Mario
05/02/2023	Domenica	Anselmi Mario
07/02/2023	Martedì	Errico Maddalena
08/02/2023	Mercoledì	Errico Maddalena
09/02/2023	Giovedì	Errico Maddalena
10/02/2023	Venerdì	Errico Maddalena
11/02/2023	Sabato	Errico Maddalena
12/02/2023	Domenica	Errico Maddalena
13/02/2023	Lunedì	Molinari Irene
14/02/2023	Martedì	Errico Maddalena
15/02/2023	Mercoledì	Errico Maddalena
16/02/2023	Giovedì	Errico Maddalena
17/02/2023	Venerdì	Molinari Irene
18/02/2023	Sabato	Molinari Irene
19/02/2023	Domenica	Molinari Irene
20/02/2023	Lunedì	Salimbeni Simone
21/02/2023	Martedì	Salimbeni Simone
22/02/2023	Mercoledì	Salimbeni Simone
23/02/2023	Giovedì	Salimbeni Simone
24/02/2023	Venerdì	Salimbeni Simone
25/02/2023	Sabato	Salimbeni Simone
26/02/2023	Domenica	Salimbeni Simone
27/02/2023	Lunedì	Vassallo Maurizio
28/02/2023	Martedì	Vassallo Maurizio

Turni reperibilità CMS – MARZO 2023



Data e giorno	Nominativo	Firma
01/03/2023	Mercoledì	Vassallo Maurizio
02/03/2023	Giovedì	Vassallo Maurizio
03/03/2023	Venerdì	Vassallo Maurizio
04/03/2023	Sabato	Vassallo Maurizio
05/03/2023	Domenica	Vassallo Maurizio
06/03/2023	Lunedì	Anderlini Letizia
07/03/2023	Martedì	Anderlini Letizia
08/03/2023	Mercoledì	Anderlini Letizia
09/03/2023	Giovedì	Anderlini Letizia
10/03/2023	Venerdì	Anderlini Letizia
11/03/2023	Sabato	Anderlini Letizia
12/03/2023	Domenica	Anderlini Letizia
13/03/2023	Lunedì	Famiani Daniela
14/03/2023	Martedì	Errico Maddalena
15/03/2023	Mercoledì	Famiani Daniela
16/03/2023	Giovedì	Famiani Daniela
17/03/2023	Venerdì	Famiani Daniela
18/03/2023	Sabato	Famiani Daniela
19/03/2023	Domenica	Famiani Daniela
20/03/2023	Lunedì	Carannante Simona
21/03/2023	Martedì	Carannante Simona
22/03/2023	Mercoledì	Carannante Simona
23/03/2023	Giovedì	Carannante Simona
24/03/2023	Venerdì	Carannante Simona
25/03/2023	Sabato	Carannante Simona
26/03/2023	Domenica	Carannante Simona
27/03/2023	Lunedì	Caciagli Marco
28/03/2023	Martedì	Caciagli Marco
29/03/2023	Mercoledì	Caciagli Marco
30/03/2023	Giovedì	Caciagli Marco
31/03/2023	Venerdì	Caciagli Marco

Turni reperibilità CMS – APRILE 2023



Data e giorno	Nominativo	Firma
01/04/2023	Sabato	Caciagli Marco
02/04/2023	Domenica	Caciagli Marco
03/04/2023	Lunedì	Errico Maddalena
04/04/2023	Martedì	Errico Maddalena
05/04/2023	Mercoledì	Errico Maddalena
06/04/2023	Giovedì	Errico Maddalena
07/04/2023	Venerdì	Errico Maddalena
08/04/2023	Sabato	Errico Maddalena
09/04/2023	Domenica	Errico Maddalena
10/04/2023	Lunedì	Anselmi Mario
11/04/2023	Martedì	Anselmi Mario
12/04/2023	Mercoledì	Anselmi Mario
13/04/2023	Giovedì	Anselmi Mario
14/04/2023	Venerdì	Anselmi Mario
15/04/2023	Sabato	Anselmi Mario
16/04/2023	Domenica	Anselmi Mario
17/04/2023	Lunedì	Molinari Irene
18/04/2023	Martedì	Molinari Irene
19/04/2023	Mercoledì	Molinari Irene
20/04/2023	Giovedì	Molinari Irene
21/04/2023	Venerdì	Molinari Irene
22/04/2023	Sabato	Molinari Irene
23/04/2023	Domenica	Errico Maddalena
24/04/2023	Lunedì	Anderlini Letizia
25/04/2023	Martedì	Anderlini Letizia
26/04/2023	Mercoledì	Anderlini Letizia
27/04/2023	Giovedì	Anderlini Letizia
28/04/2023	Venerdì	Anderlini Letizia
29/04/2023	Sabato	Anderlini Letizia
30/04/2023	Domenica	Anderlini Letizia

*Andrea Morelli*

Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV





ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA



# Bollettino sismico del Centro di Monitoraggio del Sottosuolo

N.03/22 Marzo 2023

SEZIONE DI BOLOGNA

Viale Berti Pichat, 6/2 | 40127 Bologna | Italia | Tel.: +39 051 4151 411  
aoo.bologna@pec.ingv.it | www.bo.ingv.it | www.ingv.it



**Attività svolte dal CMS in Marzo 2023**

Manutenzione rete MALA.  
Installazione macchina analisi rete MALA.

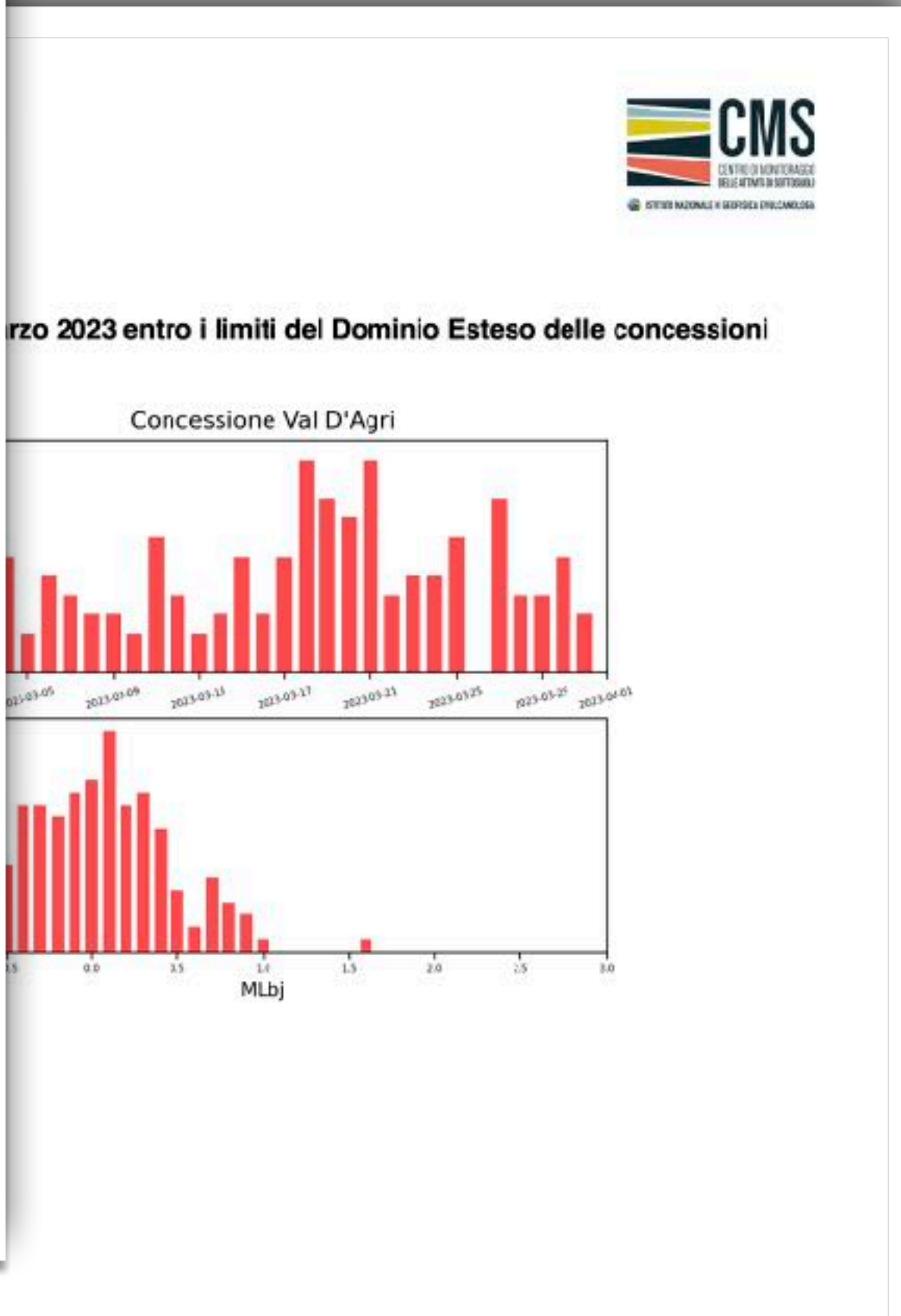
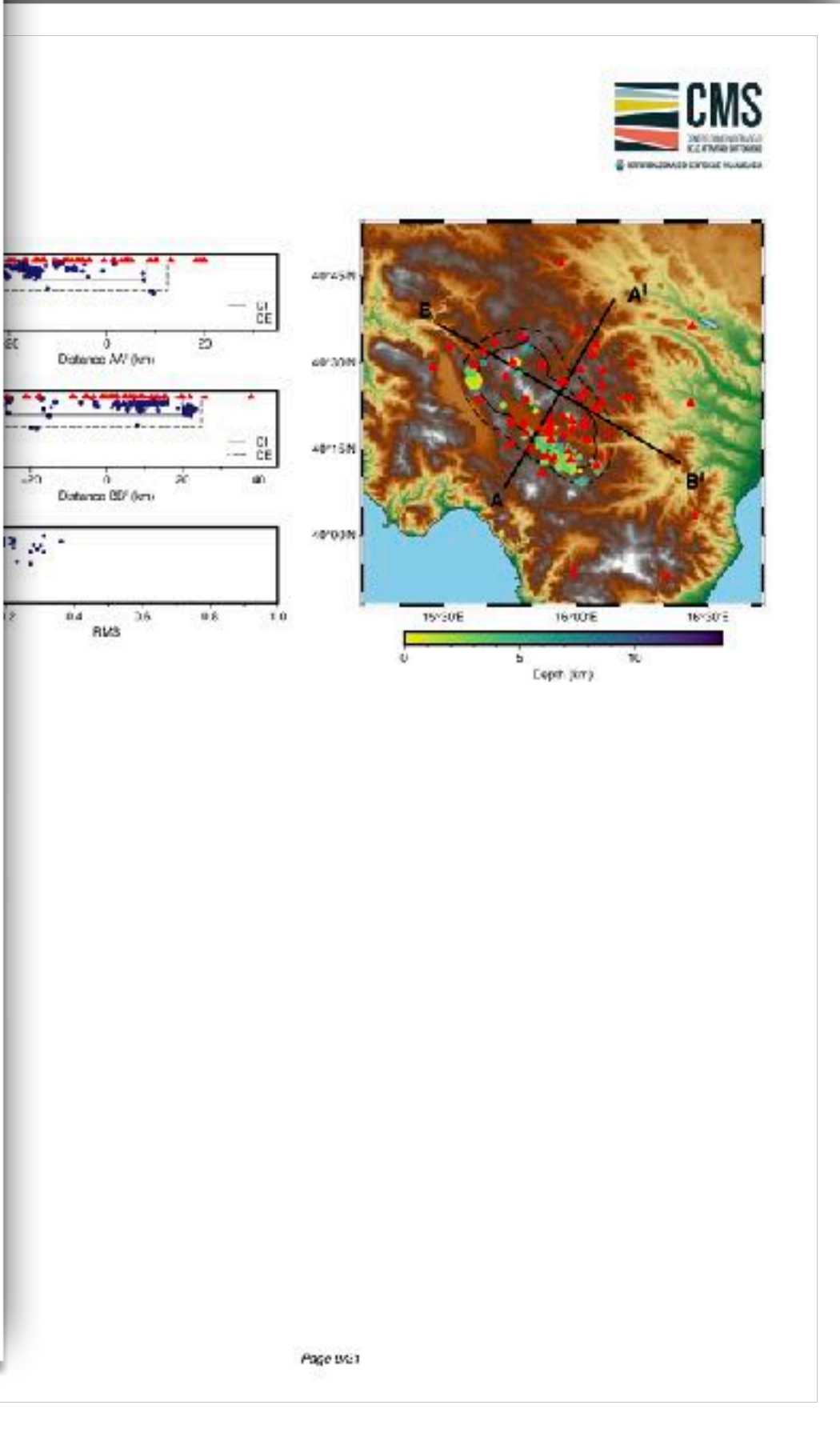
**La Sala di sorveglianza del CMS ha localizzato i seguenti eventi:**

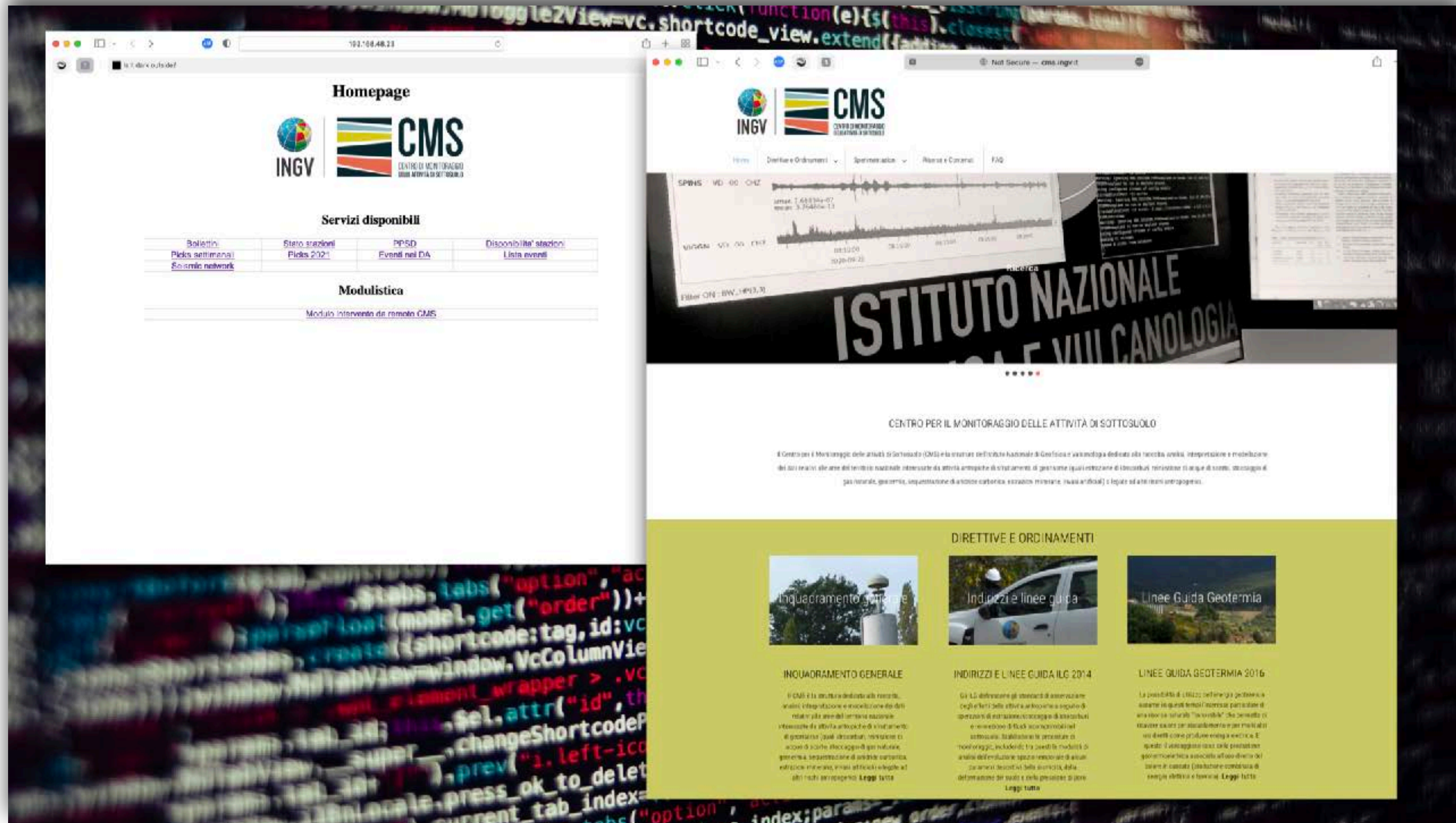
**Concessione Val d'Agri**

Tutti gli eventi sono stati utilizzati i seguenti parametri di localizzazione:  
Modello di struttura: Valdagni Impropria 2017  
Modello di inversione: Hypo71

Data	Ora UTC	Lat. (°)	Lon. (°)	Err. Oriz. (km)	Prof. (km)	Mag. (MLb)	N. fasi	PMG	Cominio	Comune
23-03-01	23:55:38	40.225	15.076	0.3	3.0 ± 0.4	0.0 ± 0.2	35	0.12	UI	San Marone (Ag) (PZ)
23-03-02	09:22:48	40.399	15.848	0.3	0.36 ± 0.5	0.1 ± 0.4	16	0.07	DI	Veggione (PD)
23-03-02	15:05:18	40.641	15.892	0.3	6.25 ± 1.2	0.0 ± 0.1	17	0.13	DI	Abrole (PD)
23-03-02	26:16:10	40.286	15.823	0.3	2.77 ± 0.4	0.2 ± 0.2	22	0.12	DI	Castello Nuovo (AG)
23-03-02	11:32:23	40.489	15.764	1.1	4.45 ± 1.5	0.1 ± 0.2	8	0.11	DI	Abrole (PD)
23-03-02	17:24:33	40.221	15.927	0.5	4.0 ± 0.6	0.1 ± 0.2	17	0.13	DI	Sessari (PD)
23-03-02	19:19:54	40.549	15.931	0.3	1.75 ± 0.7	-0.1 ± 0.1	11	0.09	UI	Montebelluna (TV)
23-03-04	01:16:39	40.235	15.820	0.5	2.55 ± 0.7	-0.2 ± 0.2	17	0.15	DI	Sessari (PD)
23-03-04	20:26:21	40.448	15.896	0.5	1.15 ± 0.7	1.6 ± 0.2	153	0.21	DI	Sessari (PD)
23-03-04	07:16:14	40.293	15.934	0.4	1.37 ± 0.7	-0.3 ± 0.2	15	0.12	DI	Sessari (PD)
23-03-04	20:05:19	40.230	15.820	0.5	3.28 ± 0.5	0.1 ± 0.1	20	0.17	DI	Sessari (PD)
23-03-04	20:05:52	40.220	15.820	1.2	6.37 ± 1.1	0.0 ± 0.1	7	0.11	DI	Sessari (PD)
23-03-04	24:13:07	40.293	15.934	0.4	3.0 ± 0.4	0.1 ± 0.1	20	0.15	DI	Mellere (PD)
23-03-02	23:16:31	40.190	15.870	0.3	0.27 ± 0.3	0.0 ± 0.2	15	0.09	DI	Castellana Grotte (PD)

Page 2/21





I due **siti web** del CMS, ***interno*** (a sinistra) e ***pubblico*** (a destra). Tutte le informazioni sullo stato dell'acquisizione in tempo reale dei dati sismici sono riassunte sul sito interno al CMS, accessibile in modo sicuro solo attraverso Virtual Private Network, mentre le informazioni che sono da divulgare all'esterno secondo gli Accordi Quadro relativi alle diverse concessioni (tipicamente, dopo una approvazione del Comitato definito dall'Accordo Quadro) vengono pubblicate sul sito pubblico (all'indirizzo <https://cms.ingv.it>).

Andrea Morelli, *Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV*



# Informazioni di servizio dal sito interno CMS

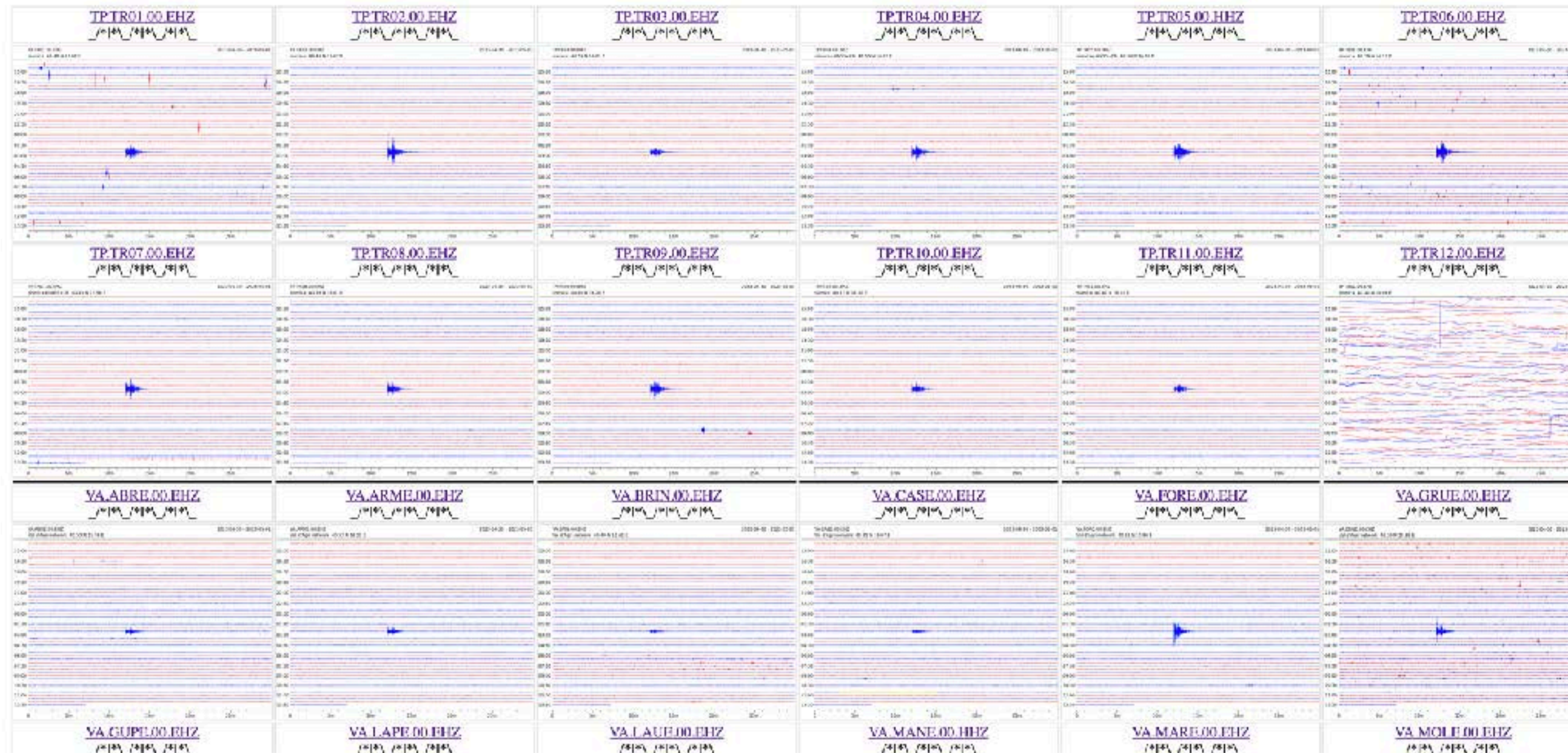


## Eventi nei Domini di Attenzione (DA)

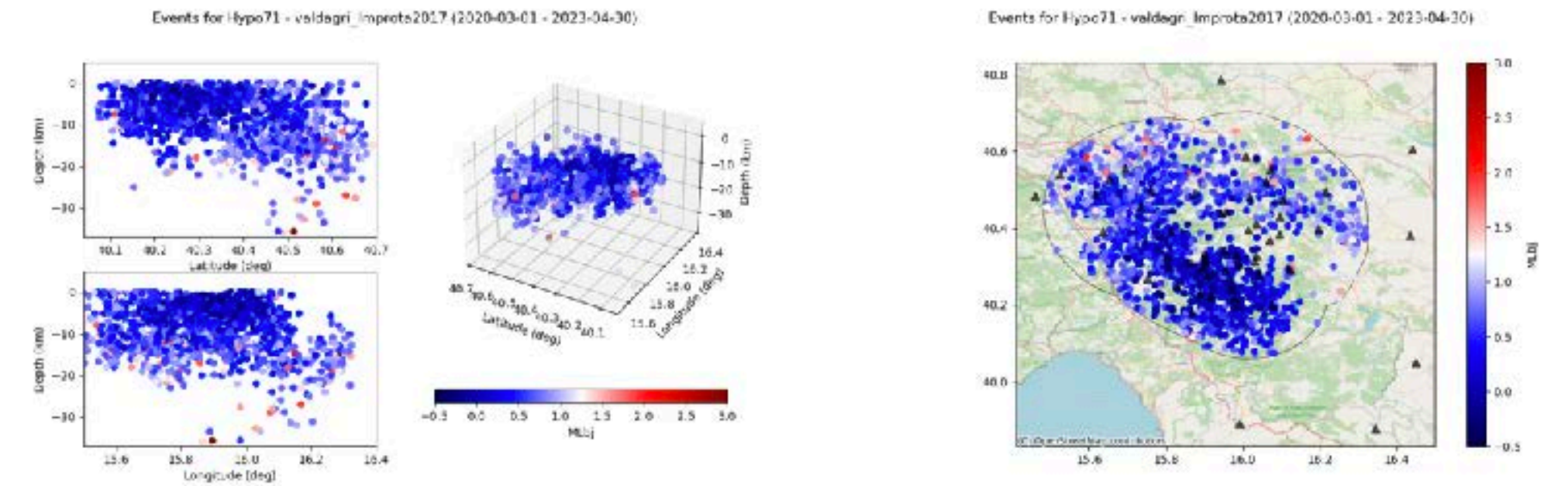
Rete TP Rete VA Rete VD Rete VQ Rete QE Rete IV Rete IX

### Live seismograms delle stazioni monitorate da CMS

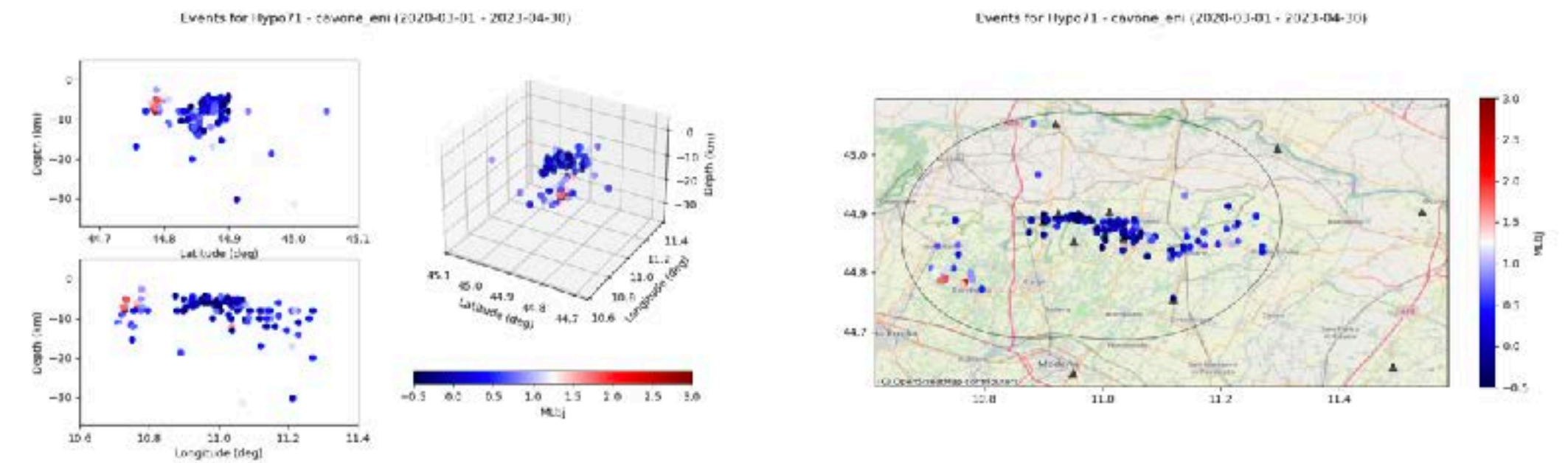
La pagina si aggiorna ogni 5 minuti.



### Analisi eventi localizzati entro i limiti del Dominio di Attenzione delle concessioni Val d'Agri e Gorgoglione



### Analisi eventi localizzati entro i limiti del Dominio di Attenzione della concessione Mirandola



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



# Analisi dati deformazione del suolo - GPS

Figura 6.10. Campo di velocità orizzontale (freccie) nel sistema di riferimento locale Eurasia-fissa e verticale (cerchi colorati). Le stazioni ENI sono evidenziate in rosso. Le ellissi d'errore per le componenti orizzontali sono al livello di confidenza del 95%.

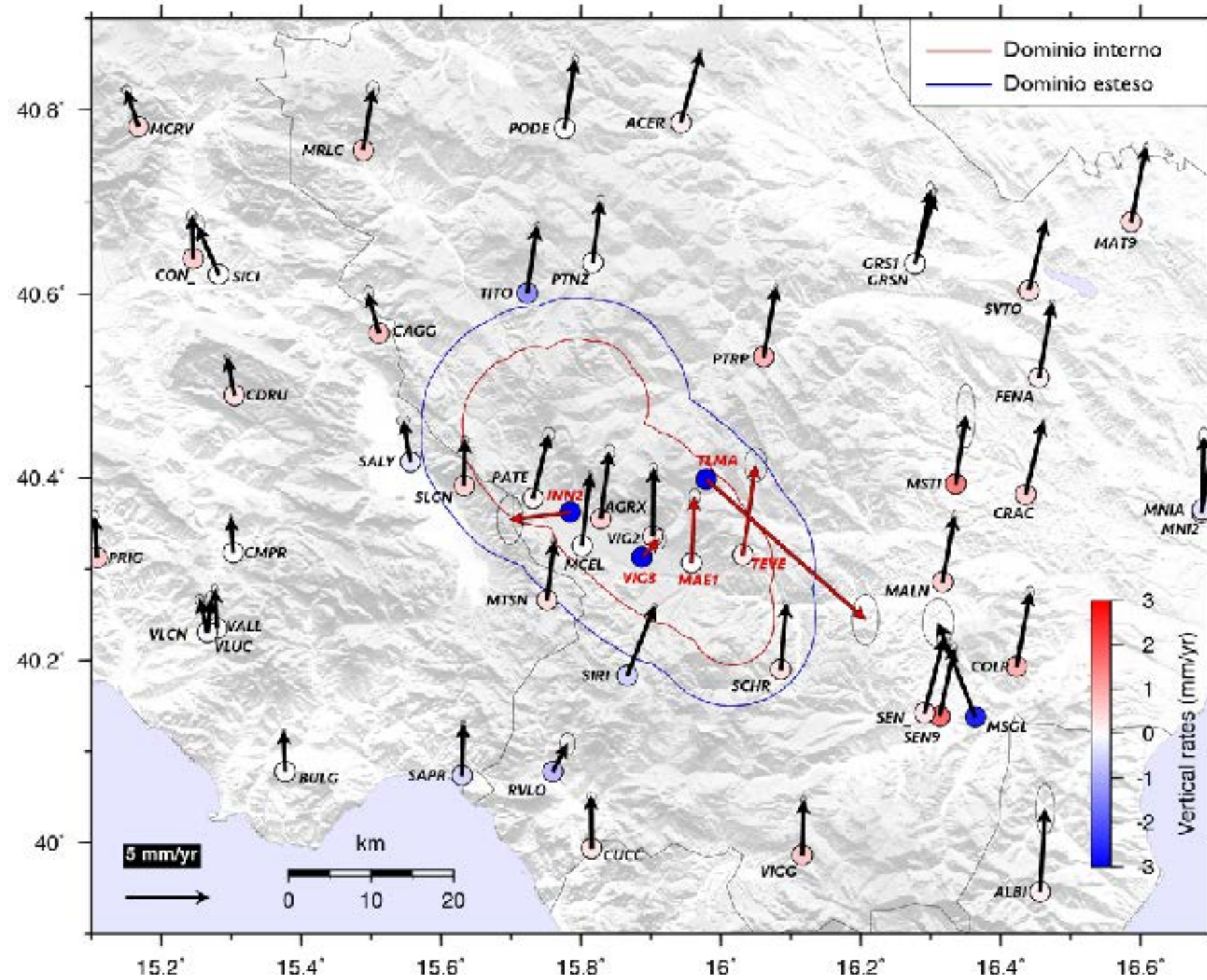
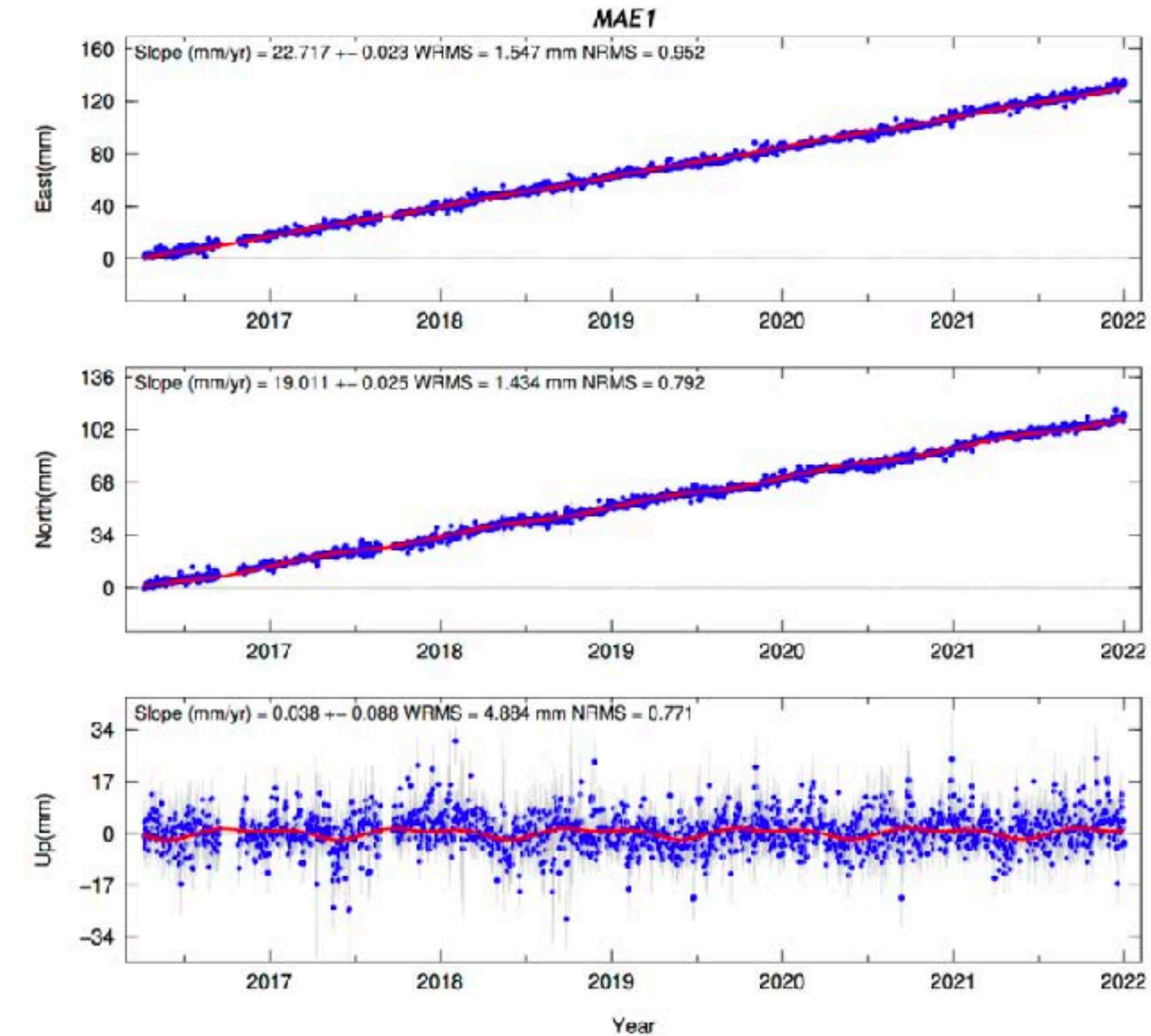


Figura 6.6. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione MAE1 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore ( $1\sigma$ ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



# INDIRIZZI E LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLA SISMICITÀ, DELLE DEFORMAZIONI DEL SUOLO E DELLE PRESSIONI DI PORO NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ ANTROPICHE

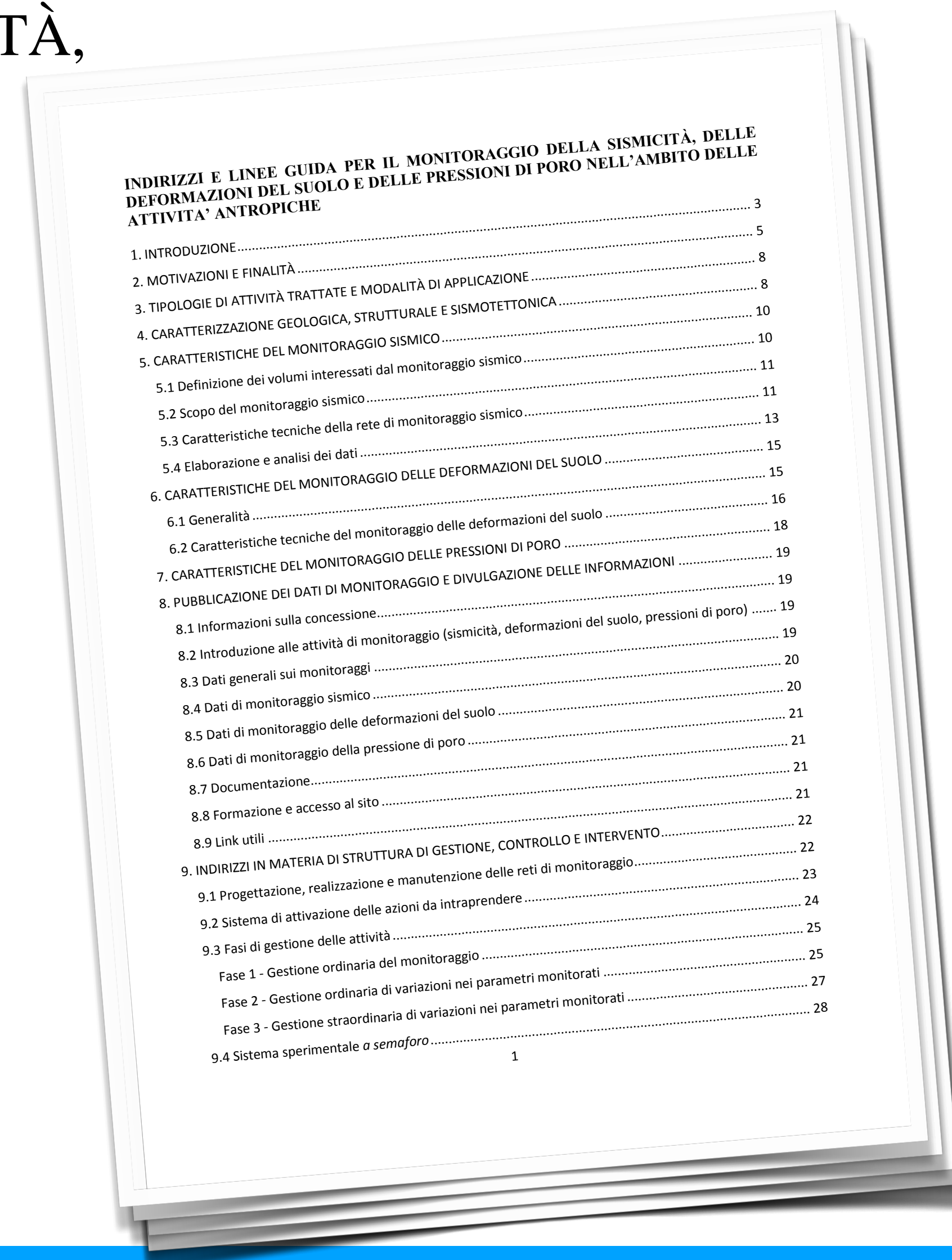
Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) — UNMIG - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse

Livello di attivazione	Stato corrispondente
0	Ordinarietà
1	Attenzione
2	Riduzione delle attività
3	Sospensione delle attività

**Tabella 2** – Livelli di attivazione previsti in base alla valutazione del quadro complessivo dei parametri monitorati.

Livello di attivazione	Semaforo	$M_{max}$	PGA (% g)	PGV (cm/s <sup>2</sup> )
0	Verde	$M_{max} \leq 1.5$	-	-
1	Giallo	$M_{verde} \leq M_{max} \leq 2.2$	0.5	0.4
2	Arancio	$M_{giallo} \leq M_{max} \leq 3.0$	2.4	1.9
3	Rosso	$M_{arancio} < M_{max}$	6.7	5.8

**Tabella 4** – Intervalli o valori indicativi dei parametri di monitoraggio rilevati nel dominio interno di rilevazione (DI) da utilizzare come riferimento per la definizione delle soglie. Sono definiti i seguenti parametri: magnitudo massima ( $M_{max}$ ), accelerazione di picco al suolo (PGA) e velocità di picco al suolo (PGV).



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



## Bollettino Sismico Giornaliero del giorno 2023-04-14

La Sala di sorveglianza del CMS ha localizzato i seguenti eventi:

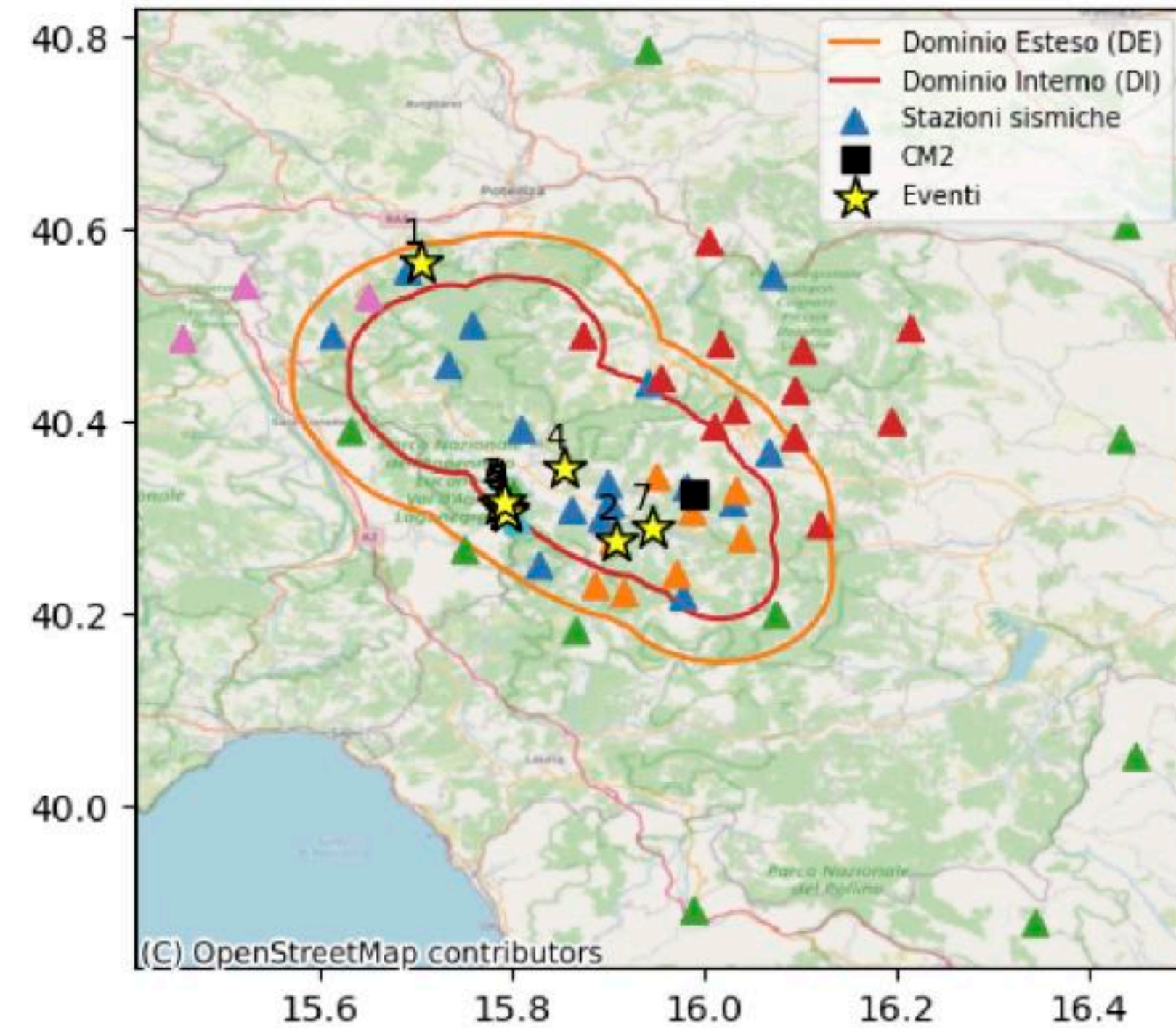
### Concessione Val d'Agri

Per tutti gli eventi sono stati utilizzati i seguenti parametri di localizzazione:

Modello di struttura: Valdagri\_Improta\_2017

Algoritmo di inversione: Hypo71

ID	Data	Ora UTC	Lat. (°)	Lon. (°)	Err. Oriz. (km)	Prof. (km)	Mag. (MLbj)	N. fasi	RMS	Dominio	Comune
1	2023-04-14	01:17:51	40.565	15.704	1.8	11.0 +/- 1.5	0.9 +/- 0.1	16	0.37	DE	Tito (PZ)
2	2023-04-14	01:52:17	40.277	15.908	8.2	9.0 +/- 4.9	0.8 +/- 0.9	14	0.92	DI	Grumento Nova (PZ)
3	2023-04-14	02:08:08	40.315	15.787	0.5	5.57 +/- 0.7	0.6 +/- 0.2	26	0.17	DI	Tramutola (PZ)
4	2023-04-14	02:14:51	40.351	15.854	0.4	4.89 +/- 0.5	0.0 +/- 0.1	24	0.17	DI	Viggiano (PZ)
5	2023-04-14	05:30:47	40.310	15.795	0.4	5.0 +/- 0.6	1.8 +/- 0.3	139	0.24	DI	Tramutola (PZ)
6	2023-04-14	07:43:18	40.309	15.791	0.8	5.0 +/- 0.8	0.2 +/- 0.1	16	0.18	DI	(PZ)
7	2023-04-14	08:14:12	40.290	15.945	1.9	5.0 +/- 2.1	0.0 +/- 0.3	17	0.61	DI	Grumento Nova (PZ)
8	2023-04-14	20:43:05	40.307	15.794	0.6	3.86 +/- 0.5	0.6 +/- 0.3	30	0.26	DI	Tramutola (PZ)
9	2023-04-14	23:07:36	40.316	15.791	0.5	5.71 +/- 0.5	1.0 +/- 0.4	46	0.25	DI	Tramutola (PZ)



*“si comunica che il giorno 14/04/2023 alle ore 05.30UTC, è avvenuto un evento di magnitudo ML 1.85, ricadente all'interno del DI di Val d'Agri, in località Tramutola, a circa 16.5 km dal pozzo di reiniezione CM2. Nell'area di Tramutola è in corso un piccolo sciame: il giorno 13 aprile si sono verificati 13 eventi, a cui si sommano i 5 eventi della giornata del 14”*

Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV



### 5.1 Definizione dei volumi interessati dal monitoraggio sismico

*Dominio interno di rilevazione (DI)* - Definisce il volume all'interno del quale si ritiene che possano verificarsi fenomeni di sismicità indotta o di deformazione del suolo associati all'attività svolta. Esso rappresenta il volume di riferimento per il quale saranno identificati, monitorati e analizzati con la massima sensibilità i fenomeni di sismicità e deformazione del suolo.

- a) Per le **attività di estrazione di olio/gas da giacimento** senza reiniezione, è il volume che si estende fino alla superficie comprendendo la zona mineralizzata (giacimento), come ricostruita dallo studio geologico preliminare, e un'ulteriore fascia che si estende ai lati e sotto fino ad una distanza di **3 km** dal bordo del giacimento stesso. Qualora sia prevista **reiniezione** in livelli compresi nel giacimento, tale fascia si estende fino a **5 km** dal bordo del giacimento stesso.
- b) Per le attività di **stoccaggio**, è il volume che comprende la zona mineralizzata (giacimento usato per lo stoccaggio), come ricostruita dallo studio geologico preliminare, e un'ulteriore fascia nell'intorno del giacimento fino ad una distanza di **2-3 km**, in funzione dell'estensione del giacimento.
- c) Nel caso di **reiniezione di fluidi all'esterno del giacimento**, è il volume, che si estende fino alla superficie, definito dall'involuppo costruito tracciando sfere centrate al fondo dei pozzi di reiniezione aventi raggio pari alla profondità del pozzo e comunque non inferiore a **8 km**.

*Dominio esteso di rilevazione (DE)* - E' il volume circostante il dominio interno di rilevazione che comprende una porzione maggiore di crosta terrestre, al fine di definire e contestualizzare al meglio i fenomeni monitorati. Per tutte le attività si suggerisce che esso si estenda oltre il dominio interno di rilevazione per una fascia di ampiezza compresa tra **5-10 km**, tenendo conto delle dimensioni del giacimento e tipologia di attività.



Livello di attivazione	Azioni
	Per il quadro complessivo delle azioni da intraprendere vedere il testo - par. 9.3 -
0	La SPM fornisce i dati acquisiti e le elaborazioni effettuate in ordinario al Concessionario, all'UNMIG e alla Regione.
1	<p>a) La SPM effettua un'analisi delle variazioni dei parametri monitorati verificandone, ove possibile, l'eventuale correlazione con i dati di produzione/reiniezione/stoccaggio</p> <p>b) La SPM informa immediatamente il Concessionario, l'UNMIG e la Regione</p> <p>c) Il Concessionario fornisce eventuali ulteriori dati sulla produzione, re-iniezione o stoccaggio</p> <p>d) Nel caso sia esclusa, ovvero riscontrata, una correlazione tra le variazioni dei parametri monitorati e i dati di produzione/reiniezione/stoccaggio, si attua, rispettivamente, il rientro al livello 0 di ordinarietà o UNMIG, Regione e il Concessionario, sulla base delle analisi della SPM, fanno una <u>valutazione complessiva delle informazioni disponibili e stabiliscono se ridurre progressivamente (livello di attivazione 2) o sospendere (livello 3) le attività in corso.</u>  Nel caso non sia possibile verificare l'eventuale correlazione, UNMIG, Regione e il Concessionario, ciascuno per quanto di propria responsabilità e sulla base delle analisi della SPM, stabiliscono se permanere al livello 1 o passare al livello 2.</p>
2	<p>Restano validi i precedenti punti a-c). Inoltre:</p> <p>d) Il Concessionario riduce progressivamente l'attività</p> <p>e) UNMIG, Regione e il Concessionario, sulla base delle analisi della SPM, stabiliscono se sospendere (livello 3) le attività in corso.</p> <p>f) entro 10 giorni dalla riduzione SPM verifica se ci sono le condizioni per il rientro nell'ordinarietà (livello 0) o nel livello 1.</p>
3	<p>Restano validi i precedenti punti a-c). Inoltre:</p> <p>d) Il Concessionario sospende l'attività</p> <p>e) entro 10 giorni dalla sospensione SPM verifica se ci sono le condizioni per il rientro nell'ordinarietà (livello 0) o nei livelli 1 o 2.</p>

## 9.4 Sistema sperimentale a semaforo

In prima applicazione, si propone di sperimentare l'adozione di un sistema a semaforo nel dominio di rilevazione per i pozzi di reiniezione.

Per le attività di reiniezione dei fluidi nel sottosuolo, il sistema a semaforo sarà applicato ai parametri monitorati nel Dominio interno di rilevazione (DI), relativo ai pozzi di reiniezione, come definiti nel Capitolo 5.

Livello di attivazione	Semaforo	$M_{\max}$	PGA (% g)	PGV (cm/s <sup>2</sup> )
0	Verde	$M_{\max} \leq 1.5$	-	-
1	Giallo	$M_{\text{verde}} \leq M_{\max} \leq 2.2$	0.5	0.4
2	Arancio	$M_{\text{giallo}} \leq M_{\max} \leq 3.0$	2.4	1.9
3	Rosso	$M_{\text{arancio}} < M_{\max}$	6.7	5.8

**Tabella 4** – Intervalli o valori indicativi dei parametri di monitoraggio rilevati nel dominio interno di rilevazione (DI) da utilizzare come riferimento per la definizione delle soglie. Sono definiti i seguenti parametri: magnitudo massima ( $M_{\max}$ ), accelerazione di picco al suolo (PGA) e velocità di picco al suolo (PGV).

Necessità di calibrazione dei valori di soglia (ML, PGV, PGA) per avere valori compatibili: oggetto del Documento di Gestione operativa del Monitoraggio (DGOM)

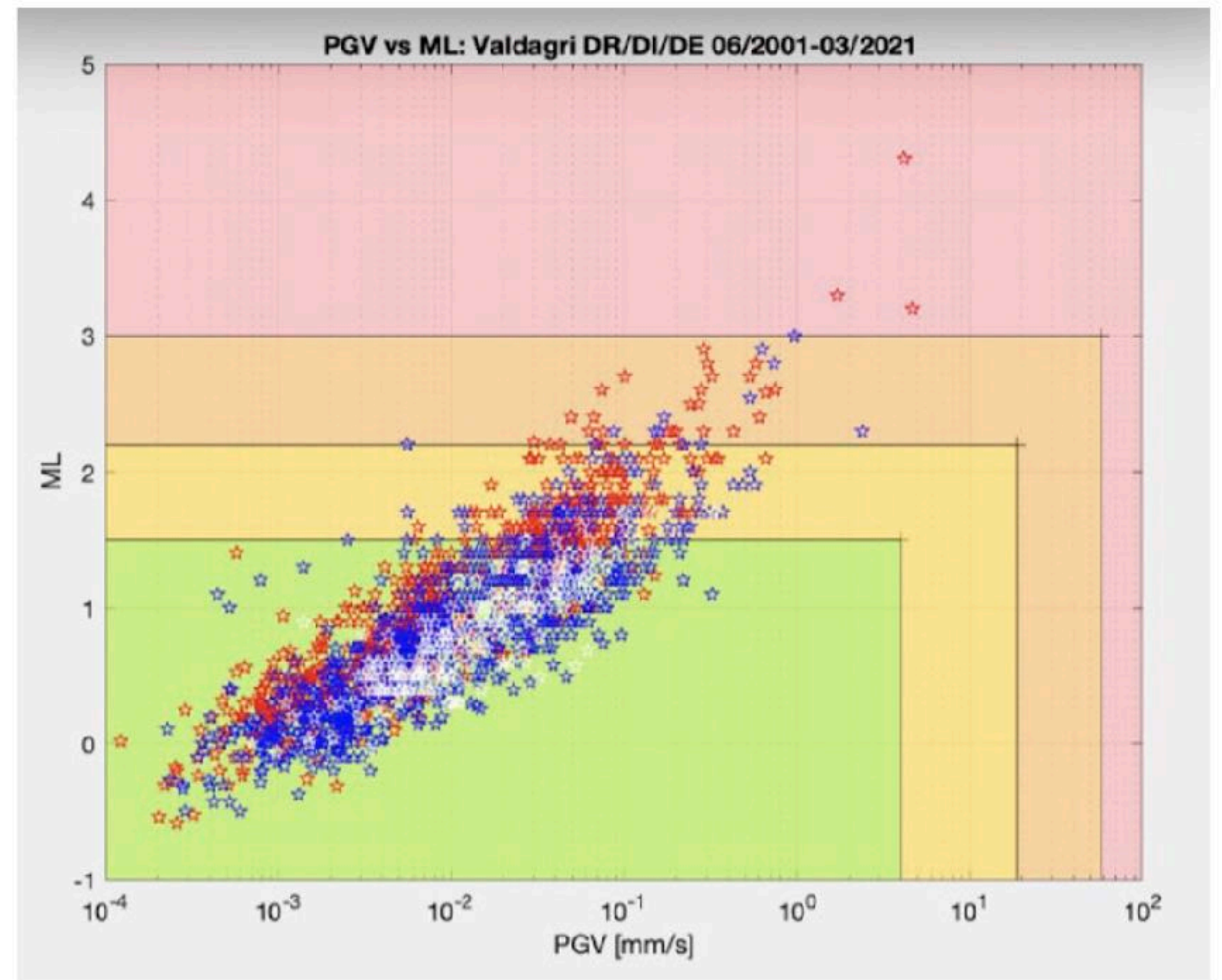


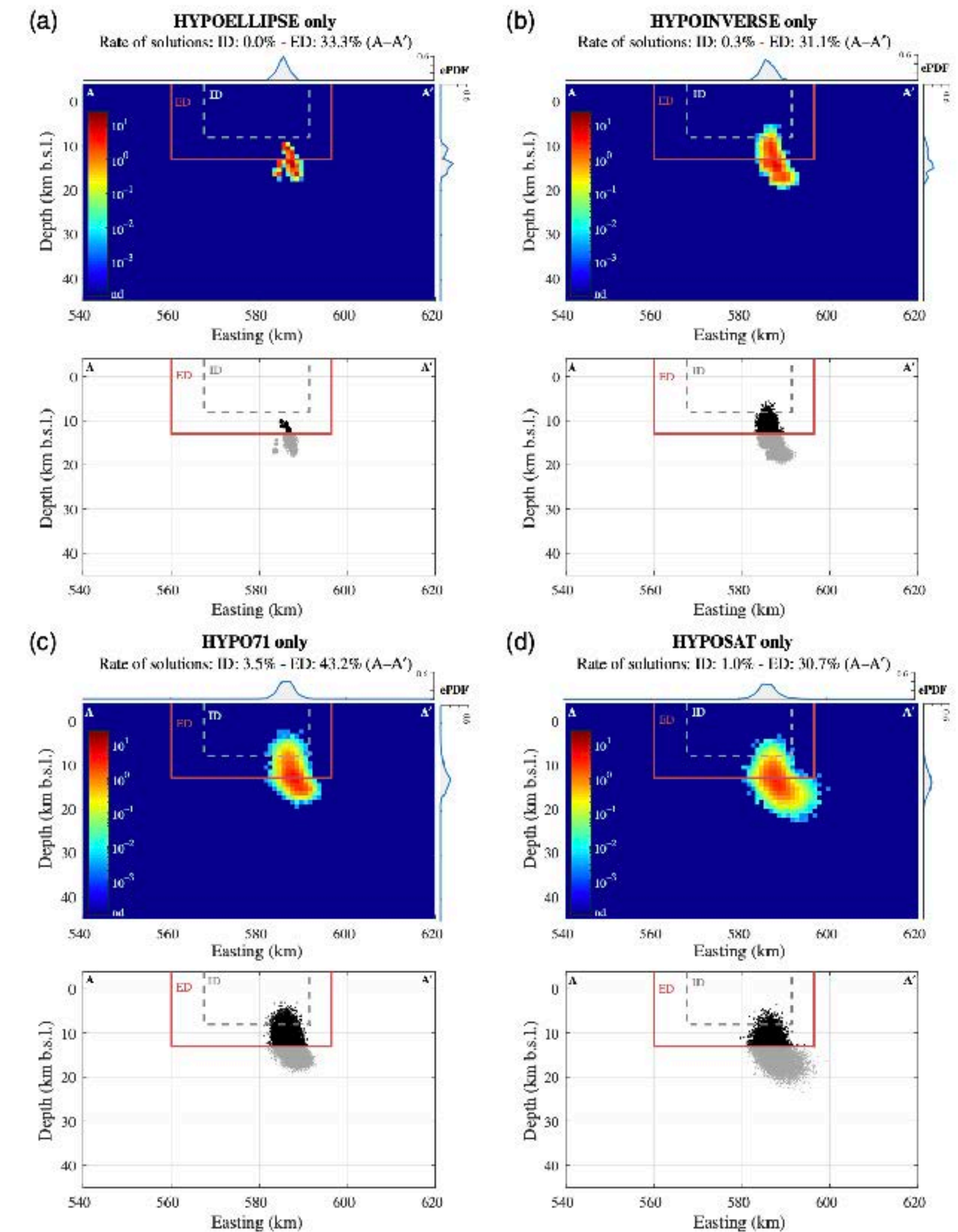
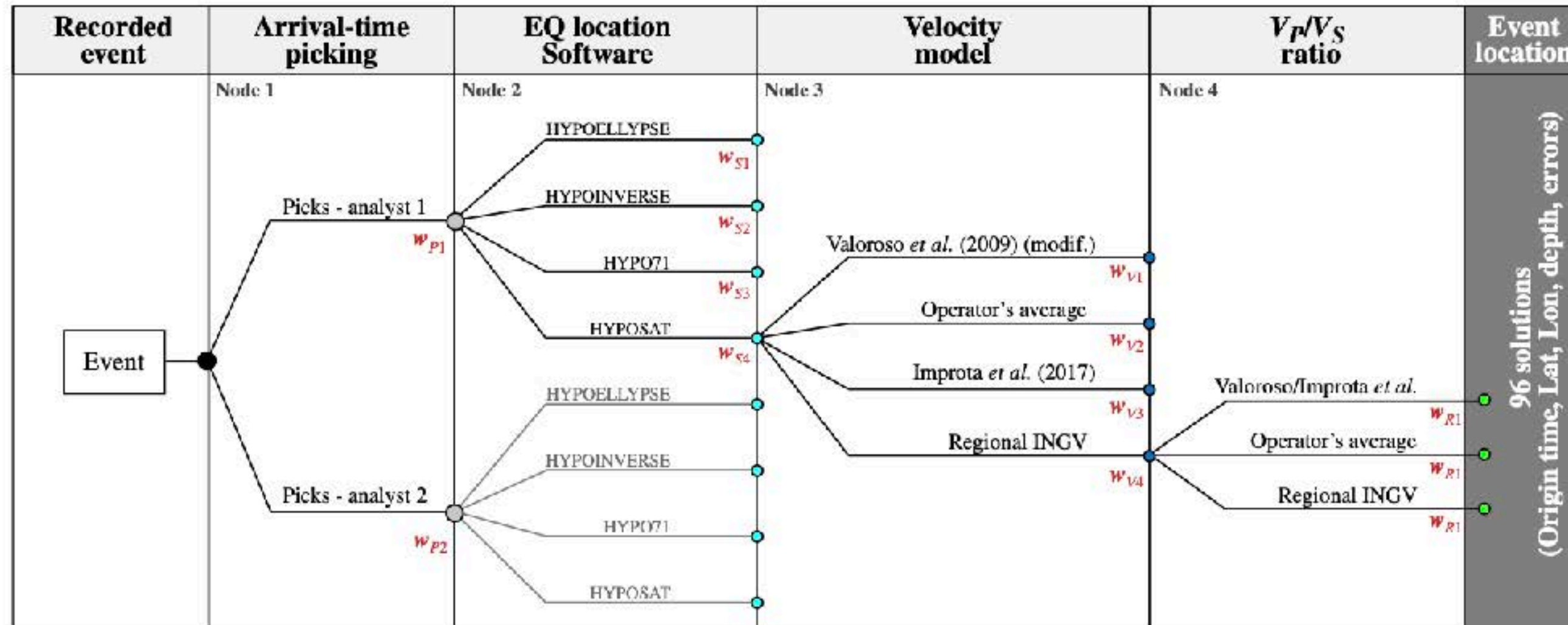
Figura 10.1. La magnitudo locale in funzione della PGV per gli eventi localizzati in VA da ENI all'interno dei domini: DE (\* rosso), DI (\* blu), DR (\* bianco). il parametro dirimente per il superamento dei livelli di allerta del sistema a semaforo è la magnitudo locale ML, mai la misura di PGV e PGA.

# Epistemic Uncertainties in Local Earthquake Locations and Implications for Managing Induced Seismicity

Alexander Garcia-Aristizabal<sup>1</sup>, Stefania Danesi<sup>1</sup>, Thomas Braun<sup>2</sup>, Mario Anselmi<sup>3</sup>, Lucia Zaccarelli<sup>1</sup>, Daniela Famiani<sup>4</sup>, and Andrea Morelli<sup>1</sup>

Volume 110 Number 5 October 2020 www.bssaonline.org

Bulletin of the Seismological Society of America • 2423



Andrea Morelli, Centro per il Monitoraggio del Sottosuolo, INGV

