

"SUPPORTO SCIENTIFICO PER LA VALUTAZIONE DEL MONITORAGGIO
SISMICO OPERATO DALLE RETI DI ENEL GREEN POWER NELLE AREE
GEOTERMICHE DI LARDERELLO-TRAVALE ED AMIATA"



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

terza relazione

29 Novembre 2019

A cura di

Dr. Thomas Braun
Osservatorio INGV di Arezzo
Via F. Redi 13, 52100 Arezzo

e

Dott.ssa Daniela Famiani
Ingv-Roma1
Via di Vigna Murata 605, 00143 Roma

Indice

Premessa	4
1. Dati forniti da ENEL-Green Power	5
2. Validazione dei dati acquisiti dalla rete microsismica ENEL Green Power	8
3. Validazione dei bollettini sismici forniti da ENEL Green Power	10
(i) Commenti generali:	10
(ii) Errori di tipografia:	10
(iii) Confronto dei bollettini ENEL (E) e INGV (IV):	11
(iv) Commenti relativi al calcolo della magnitudo:	14
4. Commenti relativi alle richieste precedenti di azioni migliorative	18
5. Individuazione eventuali azioni migliorative	19
6. Bibliografia	20

Premessa

In data 13 Giugno 2018 è stato firmato un accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana (RT) e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) dal titolo *"Supporto scientifico per la valutazione del monitoraggio sismico operato dalle reti di ENEL GREEN POWER nelle aree geotermiche di Larderello - Travale ed Amiata"*. In attesa di una futura applicazione degli Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio delle attività antropiche [UNMIG, 2014, 2016], l'accordo prevede che le Parti si impegnino a collaborare per la realizzazione di attività di ricerca per il supporto scientifico alla valutazione del monitoraggio sismico operato dalle reti di ENEL Green Power (da ora in poi ENEL) nelle aree geotermiche di Larderello - Travale ed Amiata.

Sulla base di rapporti trimestrali, contenenti i bollettini sismici delle aree geotermiche toscane monitorate, redatti e trasmessi da ENEL, il programma delle attività prevede la validazione scientifica di tali rapporti che si concretizza nei seguenti punti:

1. Valutare, per conto della RT, le attuali procedure implementate da ENEL per il monitoraggio microsismico delle aree geotermiche;
2. Validare i dati acquisiti dalla rete microsismica ENEL;
3. Individuare di concerto con ENEL eventuali azioni migliorative;
4. Validare i bollettini sismici forniti da ENEL.

L'INGV si impegna (i) a mettere a disposizione le proprie competenze e professionalità, nonché i materiali e la documentazione tecnica raccolta in materia e (ii) a fornire, se richiesto, un parere esperto nel caso si evidenziassero eventuali problematiche nel corso dello studio, oltre che a fornire specifiche consulenze in materia.

I risultati delle attività devono essere trasmessi alla RT attraverso la redazione di rapporti intermedi entro e non oltre il 30 novembre di ogni anno e di una relazione finale al termine dell'accordo a 36 mesi dall'avvio.

- In data 7 Luglio 2018 alla RT è stata trasmessa una prima relazione – il rapporto “del punto zero” - contenente la descrizione delle attività previste e uno stato dell'arte prima della validazione dei bollettini sismici trasmessi da ENEL (INGV, 2018a).
- In data 28 Novembre 2018 è stata trasmessa alla RT la seconda relazione che descrive la validazione dei dati acquisiti e dei bollettini sismici forniti da ENEL, completa di suggerimenti per azioni migliorative, e un capitolo straordinario relativo all'evento di $M_w 3.7$ a Castelnuovo Val di Cecina (PI) verificatosi in data 01/05/2018 (INGV, 2018b).
- In data 28 Gennaio 2019 si è tenuto un incontro tra RT, ENEL e INGV, con l'obiettivo di discutere sull'eventuale implementazione delle informazioni contenute nel bollettino sismico trasmesso trimestralmente da ENEL a RT.

1. Dati forniti da ENEL-Green Power

Alla data di compilazione del presente primo rapporto L'ENEL ha trasmesso al Settore Sismico della Regione Toscana quattro bollettini sismici trimestrali relativi ai periodi di Ottobre 2018 - Settembre 2019. Tali documenti sono stati successivamente inoltrati all'INGV per consentirne la valutazione che è contenuta all'interno di questo documento. La soglia minima di magnitudo significativa riportata nei bollettini è fissata ad $M_D=1.5$ (Tabelle 2, 3, 4, 5)

Data Ora	Data tempo origine (UTC) dell'evento sismico nel formato gg/mm/aaaa hh:mm:ss
Long GB	Longitudine in metri nel sistema di riferimento Gauss-Boaga
Lat GB	Latitudine in metri nel sistema di riferimento Gauss-Boaga
Fuso	Fuso di riferimento
Long WGS84	Longitudine nel sistema di riferimento WGS84 espressa in gradi decimali
Lat WGS84	Latitudine nel sistema di riferimento WGS84 espressa in gradi decimali
Profondità	Profondità ipocentrale riferita al livello mare in Km
MD	Magnitudo Durata
ML	Magnitudo Locale calcolata sull'ampiezza delle sole componenti orizzontali
RMS	Residuo quadratico medio calcolato sui residui dei tempi
ERH2, ERH1, ERZ	Lunghezza degli assi principali dell'ellissoide dell'errore ERH2, ERH1, ERZ in Km
NLet	Numero letture utilizzate per la localizzazione
Dom	Indica se l'evento è interno o esterno al dominio esteso di rilevazione

Tabella 1: Descrizione dei parametri riportati da ENEL nei bollettini trimestrali.

DATA	ORA			LONG	LAT	Fuso	LONG	LAT	PROF	MD	ML	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
	HH	MI	SS	GB	GB		WGS84	WGS84	km			s	km	km	km	PRS	
07/10/2018	18	49	22	1665473	4779202	Ovest	11,034461	43,147356	7,0	1,91	2,32	0,053	0,178	0,27	0,568	27	X
20/10/2018	23	02	17	1650120	4781083	Ovest	10,846416	43,167480	3,9	1,67	1,35	0,05	0,159	0,2	0,264	25	X
03/11/2018	03	12	40	1666722	4786327	Ovest	11,052102	43,211192	6,9	1,72	1,7	0,07	0,249	0,295	0,852	38	X
03/11/2018	07	05	21	1665962	4778220	Ovest	11,040319	43,138404	7,4	2,00	1,81	0,052	0,209	0,285	0,557	26	X
04/11/2018	18	41	39	1647992	4770695	Ovest	10,817472	43,074412	5,4	1,96	1,85	0,08	0,285	0,524	0,885	26	X
27/11/2018	00	11	55	1649365	4779664	Ovest	11,061026	43,212257	4,0	2,15	2,06	0,093	0,287	0,382	0,397	25	X
27/11/2018	07	29	13	1666007	4785630	Ovest	11,059614	43,181913	4,0	1,51	1,48	0,061	0,239	0,305	0,464	22	X
30/11/2018	22	25	42	1665776	4779143	Ovest	11,041701	43,143814	7,2	1,83	1,99	0,043	0,153	0,225	0,456	27	X
02/12/2018	12	32	40	1648387	4791772	Ovest	11,067460	43,189955	5,5	1,55	1,54	0,07	0,219	0,389	0,884	27	X
07/12/2018	23	30	43	1669576	4782903	Ovest	10,948983	43,246845	5,3	1,88	2,1	0,058	0,235	0,33	0,995	26	X
19/12/2018	16	18	31	1647888	4790444	Ovest	10,858267	43,201330	5,9	2,18	2,42	0,087	0,314	0,447	1,132	21	X
19/12/2018	17	34	9	1663471	4778743	Ovest	11,112957	43,199740	7,8	2,34	2,79	0,057	0,248	0,381	0,718	21	X
19/12/2018	19	49	42	1646959	4794804	Ovest	10,997873	43,172882	4,5	2,16	2,17	0,069	0,28	0,518	2,541	19	X

Tabella 2: Riepilogo eventi sismici di magnitudo significativa registrati dalle reti Larderello – Travale e Amiata (gestite da ENEL) per il 4° trimestre 2018.

DATA	ORA			LONG	LAT	Fuso	LONG	LAT	PROF	MD	ML	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
	HH	MI	SS	GB	GB		WGS84	WGS84									
17/01/2019	23	34	36	1666171	4786044	Ovest	11,045247	43,208771	4,2	1,75	1,60	0,085	0,242	0,335	1,169	29	X
20/01/2019	05	47	33	1666262	4786291	Ovest	11,046430	43,210975	4,1	1,76	1,68	0,068	0,21	0,345	0,373	26	X
27/01/2019	07	56	06	1663901	4779052	Ovest	11,015243	43,146346	6,6	2,71	3,17	0,06	0,196	0,278	0,61	28	X
27/01/2019	07	57	22	1664034	4779239	Ovest	11,016929	43,148000	7,0	2,32	2,71	0,053	0,187	0,341	0,63	25	X
27/01/2019	08	30	09	1664462	4778879	Ovest	11,022080	43,144666	7,4	1,94	2,48	0,057	0,197	0,292	0,588	26	X
27/01/2019	22	09	49	1664492	4779174	Ovest	11,022544	43,147311	6,9	2,09	2,70	0,053	0,184	0,26	0,543	27	X
01/02/2019	20	36	01	1664340	4779090	Ovest	11,020650	43,146591	7,0	1,50	1,71	0,072	0,28	0,393	0,873	21	X
01/02/2019	21	34	44	1660298	4769449	Ovest	10,968190	43,060691	8,1	1,70	1,82	0,046	0,334	0,475	0,439	22	
06/02/2019	16	11	22	1710145	4760159	Ovest	11,576296	42,964964	8,6	1,59	1,41	0,067	0,446	1,145	2,107	15	
14/02/2019	14	32	59	1702347	4751797	Ovest	11,477754	42,891847	2,5	1,83	2,08	0,14	1,13	1,537	0,598	16	
14/02/2019	14	33	48	1703775	4751672	Ovest	11,495171	42,890345	2,2	2,02	1,70	0,107	0,391	0,825	0,38	24	
06/03/2019	14	53	59	1648867	4791473	Ovest	10,833811	43,261238	5,8	1,67	1,56	0,054	0,173	0,303	0,607	27	X
16/03/2019	2	1	22	1664126	4779916	Ovest	11,018265	43,154067	6,7	2,24	2,41	0,062	0,212	0,286	0,442	27	X
17/03/2019	21	2	18	1647879	4789827	Ovest	10,821197	43,246617	4,6	1,75	1,88	0,07	0,28	0,394	1,083	23	X
29/03/2019	23	40	11	1665438	4785934	Ovest	11,036187	43,207940	3,8	1,77	1,81	0,12	0,441	0,83	0,927	25	X

Tabella 3: Riepilogo eventi sismici di magnitudo significativa registrati dalle reti Larderello – Travale e Amiata (gestite da ENEL) per il 1° trimestre 2019. Le evidenziazioni colorate sono commentate in § 3(i).

DATA	ORA			LONG	LAT	Fuso	LONG	LAT	PROF	MD	ML	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
	HH	MI	SS	GB	GB		WGS84	WGS84									
10/04/2019	03	51	55	1676003	4780237	Ovest	11,164340	43,154289	7,1	1,57	1,35	0,088	0,564	1,009	1,231	20	X
10/04/2019	04	21	35	1674859	4780671	Ovest	11,150418	43,158461	6,0	1,54	1,32	0,094	0,513	1,101	1,173	19	X
10/04/2019	06	07	23	1648563	4784835	Ovest	10,828280	43,201558	3,1	2,38	2,5	0,069	0,18	0,289	0,271	34	X
10/04/2019	09	40	59	1675133	4779831	Ovest	11,153522	43,150841	4,5	1,89	1,73	0,085	0,391	0,766	1,494	24	X
23/04/2019	15	48	44	1658222	4789435	Ovest	10,948413	43,240990	3,3	2,17	2,31	0,116	0,352	0,533	0,383	26	X
26/04/2019	07	26	24	1663556	4779430	Ovest	11,011117	43,149819	6,2	2,33	2,81	0,067	0,238	0,351	0,501	25	X
03/05/2019	11	46	10	1667124	4775245	Ovest	11,053710	43,111383	6,5	1,97	2,4	0,05	0,189	0,37	0,393	25	X
10/05/2019	13	32	35	1666583	4785936	Ovest	11,050281	43,207705	3,7	2,36	0,1	0,336	0,483	0,511	0,511	25	X
26/05/2019	12	53	42	1665618	4787261	Ovest	11,038797	43,219838	7,0	1,58	1,41	0,1	0,388	0,578	1,53	19	X
29/05/2019	07	26	40	1667266	4787033	Ovest	11,059010	43,217431	4,7	1,63	1,45	0,062	0,229	0,294	0,762	23	X
06/06/2019	09	48	13	1664672	4779134	Ovest	11,024741	43,146919	6,7	1,93	0,07	0,22	0,328	0,47	0,314	26	X
24/06/2019	8	23	11	1664920	4779113	Ovest	11,027788	43,146676	7,1	2,25	2,72	0,054	0,178	0,26	0,37	30	X
26/06/2019	16	50	51	1655189	4773493	Ovest	10,906616	43,098151	5,8	1,57	1,69	0,055	0,187	0,35	0,386	25	X

Tabella 4: Riepilogo eventi sismici di magnitudo significativa registrati dalle reti Larderello – Travale e Amiata (gestite da ENEL) per il 2° trimestre 2019. Le evidenziazioni colorate sono commentate in § 3(i).

DATA	ORA			LONG	LAT	Fuso	LONG	LAT	PROF	MD	ML	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
	HH	MI	SS	GB	GB		WGS84	WGS84								km	s
03/07/2019	14	59	31	1662692	4784209	Ovest	11,001905	43,193009	4,4	1,89	2,36	0,075	0,217	0,279	0,711	28	X
22/07/2019	22	29	32	1665611	4778873	Ovest	11,036206	43,144357	6,3	1,72	1,70	0,051	0,166	0,259	0,349	29	X
03/08/2019	05	21	40	1652041	4790044	Ovest	10,872497	43,247742	3,1	1,81	1,45	0,088	0,275	0,484	0,367	24	X
08/08/2019	11	06	04	1664909	4779039	Ovest	11,027629	43,146005	6,4	1,81	2,07	0,045	0,154	0,233	0,331	26	X
13/08/2019	12	26	09	1650422	4787068	Ovest	10,851754	43,221283	2,9	2,82	2,89	0,156	0,405	0,531	0,593	27	X
13/08/2019	12	15	02	1652027	4788181	Ovest	10,871817	43,230985	3,2	2,47	2,71	0,109	0,313	0,435	0,398	27	X
19/08/2019	19	59	11	1648931	4794068	Ovest	10,835299	43,284579	6,4	1,89	1,84	0,069	0,245	0,385	0,898	26	X
19/08/2019	17	16	21	1637025	4780797	Ovest	10,685327	43,167396	3,3	1,88	1,22	0,043	0,247	0,288	0,293	19	X
14/09/2019	15	2	15	1667143	4776724	Ovest	11,054382	43,124687	6,2	1,88	2,08	0,049	0,18	0,314	0,372	26	X
19/09/2019	03	11	02	1648358	4790496	Ovest	10,827281	43,252545	6,1	2,51	2,74	0,041	0,13	0,208	0,432	28	X
27/09/2019	23	32	0	1703107	4751376	Ovest	11,486897	42,887855	2,9	2,04	1,89	0,125	0,695	1,104	0,495	18	

Tabella 5: Riepilogo eventi sismici di magnitudo significativa registrati dalle reti Larderello – Travale e Amiata (gestite da ENEL) per il 3° trimestre 2019. Le evidenziazioni colorate sono commentate in § 3(i).

2. Validazione dei dati acquisiti dalla rete microsismica ENEL Green Power

I bollettini forniti da ENEL a RT includono anche un elenco della strumentazione e la posizione geografica delle stazioni sismiche delle reti di Larderello - Travale e Amiata. Le coordinate vengono fornite esclusivamente in formato "Gauss Boaga", e sono state convertite da INGV in coordinate geografiche "WGS84", come riportato in Tabella 7. Rispetto all'ultima valutazione effettuata da INGV, sono state osservate alcune variazioni nella nomenclatura delle stazioni (sigla stazione). Tali modifiche vengono riportate nella seguente tabella:

sigla stazione precedente	commento	Nuova sigla stazione
TRIF	rinominata in	TRFN
ZANV	rinominata in	ZANC
MLTV	rinominata in	MLAT
MLBV	rinominata in	MLAB
SASS	smantellata, sostituita da installazione	MAGO
PIAN	smantellata, sostituita da installazione	P025

Tabella 6: Aggiornamento (2019) sulla rinomina, smantellamento, sostituzione delle stazioni appartenenti alle reti Larderello – Travale e Amiata.

Rete	Cod. Staz	Denominaz.	LONG	LAT	QUOTA_m	TIPO_DI_SE	Com	Appart. Rete
LARD	TRFN	Trifonti	10.902687	43.114735	604	Nanometrics Trillium 120 P	3C	IV/EL
LARD	FROS	Frosini	11.155917	43.210173	440	Nanometrics Trillium 120 P	3C	IV/EL
LARD	CRDP	Croce di Prata	10.973903	43.099508	821	Teledyne Geotech S13	3C	EL
LARD	LAGO	Lago	10.805566	43.151175	297	Teledyne Geotech S13	3C	EL
LARD	MNTV	Montieri	11.021112	43.149629	671	Teledyne Geotech S13	3C	EL
LARD	MSLU	M.S.Lucia	10.942079	43.223009	562	Teledyne Geotech S13	3C	EL
LARD	MATZ	Maternaccio	11.012745	43.282178	298	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	MINI	Miniera	10.848902	43.239509	444	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	SERR	Serra di sotto	10.801063	43.317512	199	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	POMA	Mazzolla	10.908233	43.335015	208	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	SDAL	San Dalmazio	10.931906	43.265006	392	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	RADI	Radicondoli	11.075415	43.253514	505	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	SINI	Frassini	11.115751	43.167837	362	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	LURI	Luriano	11.121746	43.120678	466	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	TRAV	Travale	11.035584	43.199007	481	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	CORN	Cornata	10.946902	43.162507	886	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	VALE	Vado la Lepre	10.877527	43.20669	805	Lennartz LE3DLite	3C	EL
LARD	MDSV	Monterotondo M.mo	10.854404	43.159344	764	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	CRBE	Carboli E	10.820147	43.117248	419	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	PADU	Fabbriche di Serrazzano	10.793071	43.205011	431	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	MONV	Monteverdi M.mo	10.712057	43.183174	456	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	FRAS	Frassine	10.766235	43.114006	199	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	STTA	Sassetta	10.650059	43.120342	368	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	PLUZ	Poggio Luzio	10.747734	43.058173	149	Teledyne Geotech S13	1C	EL
LARD	MAGO	Magona	10.657922	43.273035	285	Nanometrics Trillium 120 P	3C	EL
AMIA	MCIIV	Castellazzara	11.676376	42.779107	790	Nanometrics Trillium 120 P	3C	IV/EL
AMIA	FANI	Radicofani	11.781389	42.888685	653	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	CRRT	Pian del Corto	11.764558	42.811936	350	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	MAQL	Monte Aquilaia	11.477706	42.855289	1104	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	MLAB	Monte Labro	11.529262	42.818809	1081	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	MLAT	Monte Laterone	11.508436	42.892171	738	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	ZANC	Zancona	11.529502	42.85932	813	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	SARA	Saragiolo	11.640417	42.822809	940	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	CELL	Celle sul Rigo	11.814622	42.863971	515	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	CCAN	Centeno	11.819576	42.816849	355	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	PTER	Ponte sul Rigo	11.775053	42.839246	397	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	P025	Piancastagnaio	11.691908	42.842405	632	Teledyne Geotech S13	3C	EL
AMIA	MNEB	Monte Nebbiali	11.731767	42.914519	651	Teledyne Geotech S13	1C	EL
AMIA	MCLV	Monte Calvo	11.602113	42.802833	840	Teledyne Geotech S13	1C	EL

Tabella 7: Coordinate geografiche delle stazioni appartenenti alle reti Larderello – Travale e Amiata.

Si richiede un controllo da parte di ENEL per garantire la correttezza delle informazioni elencate.

La Figura 1 mostra la mappa delle stazioni aggiornate da ENEL nei bollettini oggetto di valutazione (vedi Tabella 7).

Dall'elenco delle stazioni installate nell'area dell'Amiata non risulta chiaramente il numero di componenti attive. Le sigle di stazione MCIV, ZANC, CLGI sono indicate senza asterisco, mentre nella colonna "com" sono indicate 3 componenti.

Si consiglia di fornire un diagramma (*timeline*) che rappresenta l'operatività delle stazioni in funzione del tempo (*state of health*).

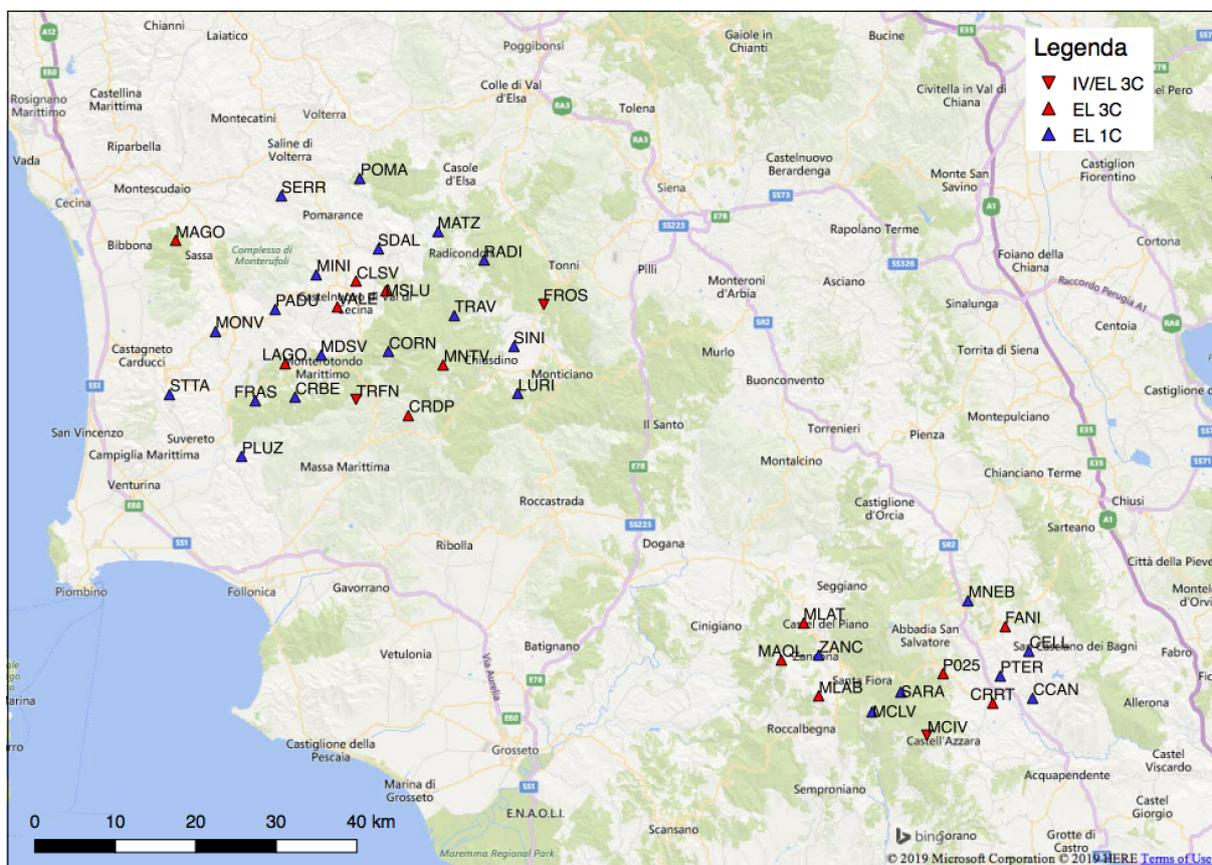


Figura 1: Mappa delle stazioni delle reti sismiche di ENEL installate nelle aree di Larderello – Travale e Amiata (triangoli blu: S13 monocomponente; triangoli rossi: stazioni triassiali; triangoli rossi invertiti: stazioni a 3 componenti con flusso dati in continuo trasmesso alla RSN (INGV)).

3. Validazione dei bollettini sismici forniti da ENEL Green Power

Le tabelle riepilogative degli eventi sismici di magnitudo significativa ($M_D \geq 1.5$) contenuti nei tre bollettini trimestrali redatti da ENEL sono illustrate nelle Tabelle 2-5 e nella Figura 2. Si propone una validazione a più livelli: (i) Commenti generali, (ii) Errori tipografici, (iii) Confronto dei bollettini ENEL e INGV, (iv) Commenti relativi al calcolo della magnitudo:

(i) Commenti generali:

- Non è stata definita l'area geografica della sismicità considerata. Per il confronto della sismicità rilevata da ENEL e INGV, si è utilizzato come riferimento iniziale lo *shapefile* fornito da RT, che definisce i limiti areali delle concessioni ENEL di produzione geotermica, estendendo tali limiti di un *buffer* stimato di 8 km. Si richiede di fornire la georeferenziazione dei limiti estesi del dominio di rilevazione (DOM), chiarendo in questa maniera la questione aperta sulla definizione del criterio selettivo degli eventi da considerare: (a) 5 km intorno perimetro esterno concessioni, (b) sfera di 8 km prendendo come riferimento l'involuppo dei pozzi di produzione/reiniezione.
- Nei bollettini del 1° e del 3° trimestre 2019 sono elencati degli eventi al di fuori del Dominio esteso di rilevazione (DOM), evidenziati in magenta nelle tabelle 3 e 5. Si richiede di indicare il perché dell'inclusione nel rapporto di tali eventi.

(ii) Errori di tipografia:

Si sono riscontrati due probabili errori dei valori di M_L riportati per i seguenti eventi:

DATA	ORA	MIN	SEC	LONG_1	LAT_1	PROF	MD	ML-EGP	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
10/05/19	13	32	35	11.0502812	43.2077053	3.7	2.36	0.1	0.336	0.483	0.511	0.511	25	X
06/06/19	9	48	13	11.024741	43.1469191	6.7	1.93	0.07	0.22	0.328	0.47	0.314	26	X

Tabella 8: estratto da bollettino 2° trimestre 2019.

Le marche dei sensori evidenziati in giallo devono essere corrette come segue:

Trillim 40 S → Trillium 40 s; Lennartz 3dlight → Lennartz 3Dlite

Nome	Codice	Lat	Long	Quota m	Digit	Alimentazione	Dinamica	Sample	Com	Geofono
MONTE CIVITELLA	MCIV	1718955	4739790	790	GAIA2	220V	24 bit	250 CPS	3	Trillim 40 S
PIANCASTAGNAIO	P025*	1720425	4746722	600	Sara SL06	220V	24 bit	250 CPS	3	Lennartz 3dlight

Tabella 9: Estratto da elenco stazione ENEL per l'Amiata (bollettini 1° - 3° trimestre 2019).

Nella tabella delle stazioni ENEL (Tabella 7) andrebbe sostituita la parola QUTA con QUOTA.

(iii) Confronto dei bollettini ENEL (E) e INGV (IV):

La Figura 2 mostra i 52 epicentri degli eventi localizzati dalle reti ENEL nelle aree geotermiche toscane nel periodo dal 01/10/2018 – 30/09/2019.

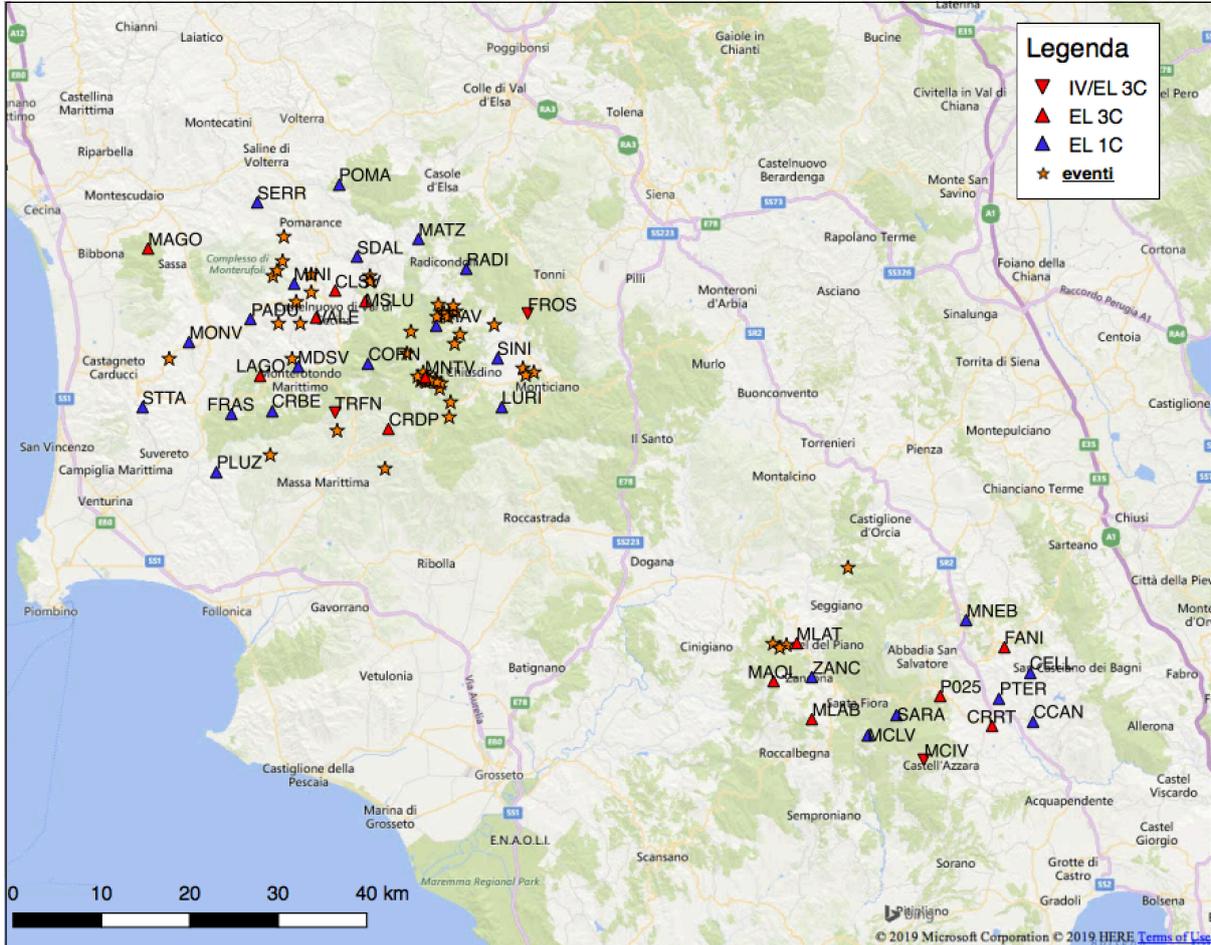


Figura 2: Eventi sismici localizzati da ENEL nelle aree di Larderello - Travale e Amiata. Simboli delle stazioni delle reti ENEL/INGV, vedi didascalia Figura 1.

E' fuori discussione che la qualità delle localizzazioni calcolate con le reti locali ENEL, utilizzando i propri modelli di velocità locali di Larderello – Travale e Amiata, siano migliori rispetto agli epicentri calcolati con le poche stazioni dell'INGV installate nell'area, utilizzando un unico modello di velocità nazionale.

Inaspettatamente il bollettino INGV riporta comunque 12 epicentri che non sono stati elencati nei bollettini ENEL (Tabella 10 e Figura 3). Viceversa sono stati individuati 15 eventi localizzati dalla rete ENEL, senza rilevamento da parte della RSN-INGV (Tabella 11, Figura 4).

#EventID	Date	Time	Latitude	Longitude	Depth/Km	Author	Catalog	Contrib	EventLocat
21190251	06/12/18	16:59:03	43.1302	11.0425	10.7	BULLETIN-INGV	ML	1.6	Montieri
21382891	17/01/19	5:39:19	42.8313	11.4612	4.5	BULLETIN-INGV	ML	1.6	Roccalbegna
21425831	27/01/19	10:18:05	43.1508	11.0067	9.3	BULLETIN-INGV	ML	1.7	Montieri
21463241	03/02/19	8:26:25	43.188	11.0922	8.6	BULLETIN-INGV	ML	1.7	Chiusdino
21563701	14/02/19	14:32:59	42.8857	11.4988	7.6	BULLETIN-INGV	ML	1.9	Castel
21563781	14/02/19	14:33:48	42.8712	11.4922	7.6	BULLETIN-INGV	ML	1.8	Arcidosso
21563851	14/02/19	14:39:15	42.8593	11.5093	7.3	BULLETIN-INGV	ML	1.6	Arcidosso
22425141	09/06/19	22:13:45	43.1435	10.816	7.5	BULLETIN-INGV	ML	1.7	Monterotondo
22425361	09/06/19	23:07:20	43.1928	11.0347	9.6	BULLETIN-INGV	ML	1.7	Chiusdino
22889441	19/08/19	5:34:17	43.1655	10.7023	8.7	BULLETIN-INGV	ML	1.6	Monteverdi
22961261	29/08/19	6:54:39	43.1277	11.0462	10.2	BULLETIN-INGV	ML	1.7	Montieri
22984091	31/08/19	20:56:38	42.8877	11.7657	6.9	BULLETIN-INGV	ML	1.6	Radicofani

Tabella 10: Epicentri degli eventi localizzati da INGV, non riportati nei bollettini ENEL (periodo 10/18–09/19).

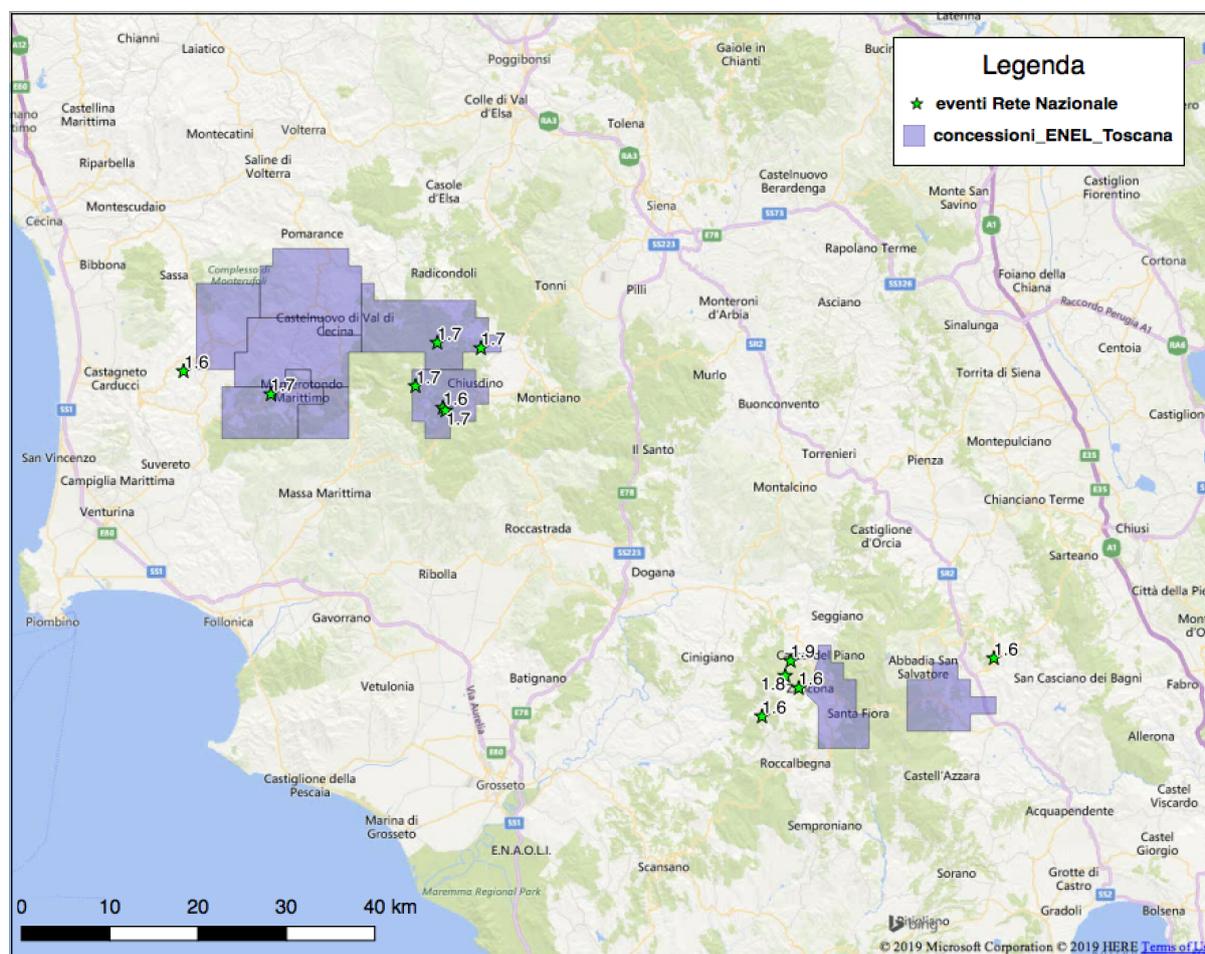


Figura 3: Mappa epicentrale degli eventi localizzati da INGV, non riportati nei bollettini ENEL (vedi Tabella 10).

Una delle ragioni della presenza degli eventi aggiuntivi nel bollettino INGV potrebbe essere legata ad una diversa stima della magnitudo. Considerando che l'ENEL trasmette alla Regione Toscana esclusivamente eventi sismici con magnitudo significativa ($M_D \geq 1.5$), non significa che gli eventi aggiuntivi nel bollettino INGV non siano stati registrati anche dalle reti di ENEL, ma che la rete ENEL possa aver registrato gli eventi in questione stimandone però una $M_D < 1.5$ causandone quindi l'esclusione dal bollettino ENEL.

DATA	ORA	MIN	SEC	LONG	LAT	PROF	MD	ML	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
20/10/18	23	2	17	10.846416	43.16748	3.9	1.67	1.35	0.05	0.159	0.2	0.264	25	X
03/11/18	3	12	40	11.052102	43.211192	6.9	1.72	1.7	0.07	0.249	0.295	0.852	38	X
02/12/18	12	32	40	11.0674598	43.1899545	5.5	1.55	1.54	0.07	0.219	0.389	0.884	27	X
17/01/19	23	34	36	11.045247	43.208771	4.2	1.75	1.6	0.085	0.242	0.335	1.169	29	X
01/02/19	21	34	44	10.96819	43.060691	8.1	1.7	1.82	0.046	0.334	0.475	0.439	22	
06/03/19	14	53	59	10.833811	43.261238	5.8	1.67	1.56	0.054	0.173	0.303	0.607	27	X
10/04/19	3	51	55	11.1643405	43.1542886	7.1	1.57	1.35	0.088	0.564	1.009	1.231	20	X
10/04/19	4	21	35	11.1504175	43.1584609	6	1.54	1.32	0.094	0.513	1.101	1.173	19	X
10/04/19	9	40	59	11.1535224	43.1508409	4.5	1.89	1.73	0.085	0.391	0.766	1.494	24	X
29/05/19	7	26	40	11.0590101	43.2174311	4.7	1.63	1.45	0.062	0.229	0.294	0.762	23	X
26/06/19	16	50	51	10.9066157	43.098151	5.8	1.57	1.69	0.055	0.187	0.35	0.386	25	X
22/07/19	22	29	32	11.036206	43.144357	6.3	1.72	1.7	0.051	0.166	0.259	0.349	29	X
03/08/19	5	21	40	10.872497	43.247742	3.1	1.81	1.45	0.088	0.275	0.484	0.367	24	X
19/08/19	19	59	11	10.835299	43.284579	6.4	1.89	1.84	0.069	0.245	0.385	0.898	26	X
19/08/19	17	16	21	10.685327	43.167396	3.3	1.88	1.22	0.043	0.247	0.288	0.293	19	X

Tabella 11: Epicentri degli eventi localizzati da ENEL, non riportati da INGV (periodo 10/18–09/19).

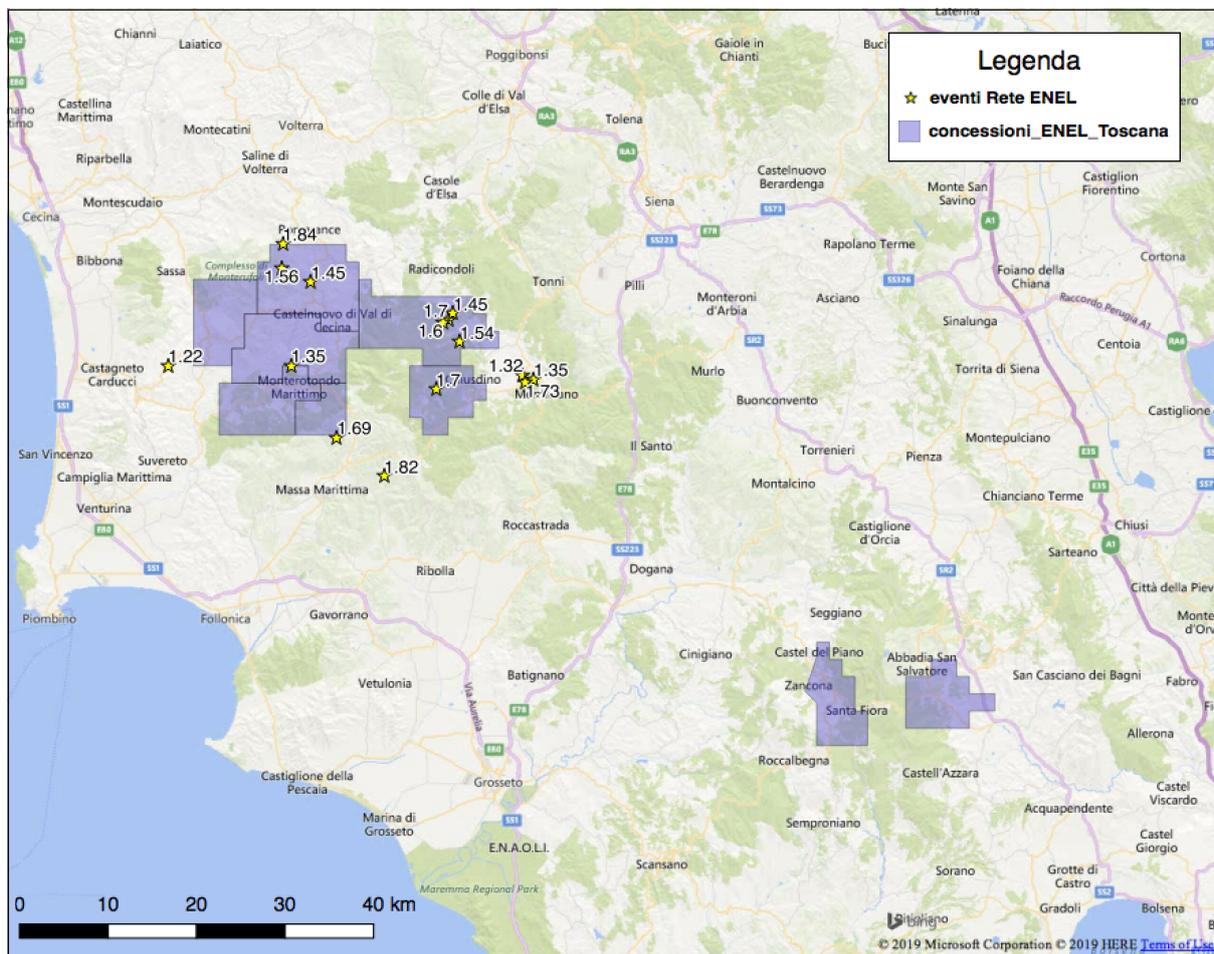


Figura 4: Mappa epicentrale degli eventi localizzati da ENEL, non riportati da INGV (vedi Tabella 11).

Un'altra possibile causa per una eventuale inferiore sensibilità (temporanea) della rete ENEL rispetto alla RSN-INGV potrebbe stare nel fatto che è sconosciuto lo stato dell'operatività in funzione del tempo delle stazioni funzionanti. Senza indicazioni più specifiche in merito non è possibile valutare appieno la qualità della rete.

Inoltre la RSN-INGV ha rilevato altri eventi sismici $0.5 < M_L < 1.5$ che ricadono all'interno della concessione. Per poter confrontare e valutare la qualità dei parametri ipocentrali di entrambe le reti, sarebbe opportuno ricevere in futuro il catalogo completo delle localizzazioni della rete ENEL per quanto riguarda gli eventi inclusi nel dominio di rilevazione considerato.

(iv) Commenti relativi al calcolo della magnitudo:

Come da richiesta, ENEL ha introdotto a partire dal 4° trimestre 2018 come valore di magnitudo, sia M_D che M_L .

DATA	ORA	MIN	SEC	LONG	LAT	PROF	MD	ML-EGP	ML-RN	RMS	ERH2	ERH1	ERZ	Num	Dom
07/10/18	18	49	22	11.034461	43.147356	7	1.91	2.32	1.9	0.053	0.178	0.27	0.568	27	X
03/11/18	7	5	21	11.040319	43.138404	7.4	2	1.81	1.8	0.052	0.209	0.285	0.557	26	X
04/11/18	18	41	39	10.817472	43.074412	5.4	1.96	1.85	1.7	0.08	0.285	0.524	0.885	26	X
27/11/18	0	11	55	11.0610258	43.2122566	4	2.15	2.06	2.5	0.093	0.287	0.382	0.397	25	X
27/11/18	7	29	13	11.0596135	43.1819132	4	1.51	1.48	1.9	0.061	0.239	0.305	0.464	22	X
30/11/18	22	25	42	11.0417015	43.1438144	7.2	1.83	1.99	1.9	0.043	0.153	0.225	0.456	27	X
07/12/18	23	30	43	10.9489833	43.2468446	5.3	1.88	2.1	2	0.058	0.235	0.33	0.995	26	X
19/12/18	16	18	31	10.8582671	43.2013296	5.9	2.18	2.42	1.7	0.087	0.314	0.447	1.132	21	X
19/12/18	17	34	9	11.1129573	43.1997403	7.8	2.34	2.79	2.2	0.057	0.248	0.381	0.718	21	X
19/12/18	19	49	42	10.9978732	43.1728818	4.5	2.16	2.17	1.7	0.069	0.28	0.518	2.541	19	X
20/01/19	5	47	33	11.04643	43.210975	4.1	1.76	1.68	1.7	0.068	0.21	0.345	0.373	26	X
27/01/19	7	56	6	11.015243	43.146346	6.6	2.71	3.17	2.9	0.06	0.196	0.278	0.61	28	X
27/01/19	7	57	22	11.016929	43.148	7	2.32	2.71	2.3	0.053	0.187	0.341	0.63	25	X
27/01/19	8	30	9	11.02208	43.144666	7.4	1.94	2.48	2.4	0.057	0.197	0.292	0.588	26	X
27/01/19	22	9	49	11.022544	43.147311	6.9	2.09	2.7	2.4	0.053	0.184	0.26	0.543	27	X
01/02/19	20	36	1	11.02065	43.146591	7	1.5	1.71	1.8	0.072	0.28	0.393	0.873	21	X
16/03/19	2	1	22	11.018265	43.154067	6.7	2.24	2.41	2.1	0.062	0.212	0.286	0.442	27	X
17/03/19	21	2	18	10.821197	43.246617	4.6	1.75	1.88	1.6	0.07	0.28	0.394	1.083	23	X
29/03/19	23	40	11	11.036187	43.20794	3.8	1.77	1.81	1.8	0.12	0.441	0.83	0.927	25	X
10/04/19	6	7	23	10.8282801	43.2015582	3.1	2.38	2.5	2.2	0.069	0.18	0.289	0.271	34	X
23/04/19	15	48	44	10.9484127	43.2409903	3.3	2.17	2.31	2.1	0.116	0.352	0.533	0.383	26	X
26/04/19	7	26	24	11.011117	43.1498193	6.2	2.33	2.81	1.8	0.067	0.238	0.351	0.501	25	X
03/05/19	11	46	10	11.0537099	43.1113831	6.5	1.97	2.4	1.9	0.05	0.189	0.37	0.393	25	X
10/05/19	13	32	35	11.0502812	43.2077053	3.7	2.36	0.1	2.1	0.336	0.483	0.511	0.511	25	X
26/05/19	12	53	42	11.0387965	43.2198381	7	1.58	1.41	1.6	0.1	0.388	0.578	1.53	19	X
06/06/19	9	48	13	11.024741	43.1469191	6.7	1.93	0.07	2.2	0.22	0.328	0.47	0.314	26	X
24/06/19	8	23	11	11.0277879	43.1466758	7.1	2.25	2.72	1.9	0.054	0.178	0.26	0.37	30	X
03/07/19	14	59	31	11.001905	43.193009	4.4	1.89	2.36	1.8	0.075	0.217	0.279	0.711	28	X
08/08/19	11	6	4	11.027629	43.146005	6.4	1.81	2.07	1.8	0.045	0.154	0.233	0.331	26	X
13/08/19	12	26	9	10.851754	43.221283	2.9	2.82	2.89	2.7	0.156	0.405	0.531	0.593	27	X
13/08/19	12	15	2	10.871817	43.230985	3.2	2.47	2.71	2.4	0.109	0.313	0.435	0.398	27	X
14/09/19	15	2	15	11.054382	43.124687	6.2	1.88	2.08	2	0.049	0.18	0.314	0.372	26	X
19/09/19	3	11	2	10.827281	43.252545	6.1	2.51	2.74	2.3	0.041	0.13	0.208	0.432	28	X

Tabella 12: Confronto stima magnitudo M_L di eventi registrati da reti ENEL e ING.V.

La M_L riportata nei campi evidenziati con colore magenta ha un valore troppo basso e come assunto in Figura 5 è probabilmente correggibile, ipotizzando l'addizione di un fattore 2 (due).

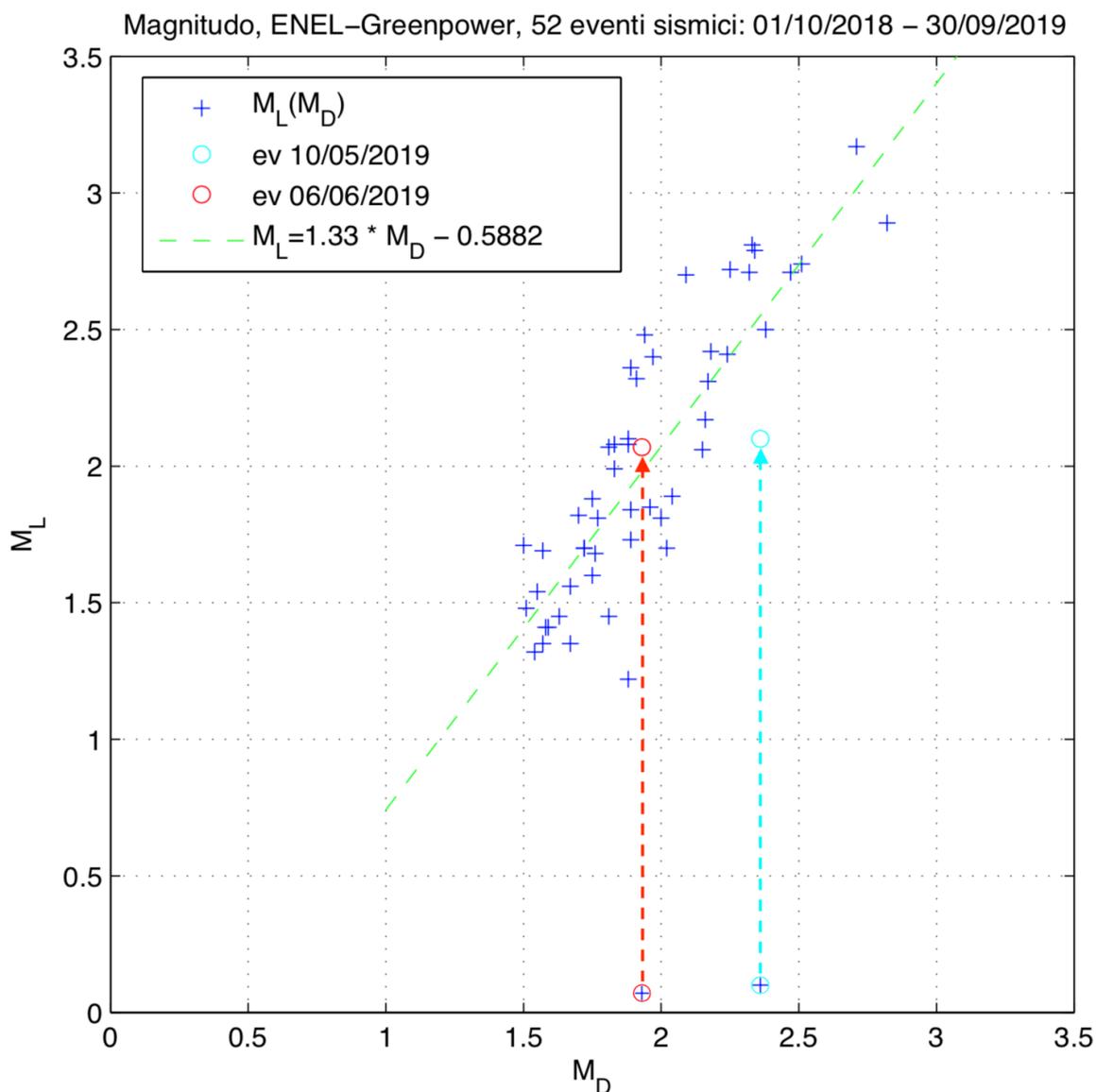


Figura 5: Confronto tra M_D e M_L calcolata per 52 eventi localizzati da ENEL nelle aree di Larderello - Travale e Amiata nel periodo 10/18–09/19. Alle M_L degli eventi del 10/05/2019 e 06/06/2019 è stato sommato un valore 2 (due), che risulta negli shift verticali indicati con le frecce tratteggiate.

Per il calcolo della magnitudo l'ENEL utilizza i seguenti metodi: la M_D che si basa sulla stima della durata del segnale e la M_L che utilizza l'ampiezza del segnale registrato sulle componenti orizzontali dei sismografi a tre componenti. Mettendo a confronto le stime della magnitudo per i 52 eventi registrati nel periodo 10/18 – 09/19, si ottiene la relazione (Figura 5):

$$M_L = 1.33 \cdot M_D - 0.5882 \quad (1)$$

A seguito del suggerimento dell'INGV a RT di richiedere a ENEL informazioni relative al calcolo della magnitudo, ENEL ha fornito a INGV un documento con le formule per M_L e M_D utilizzate per il calcolo della magnitudo degli eventi registrati con le loro reti nelle aree geotermiche toscane, che viene riportato di seguito:

Per il **calcolo di M_L** ENEL utilizza le procedure implementate nel codice Hypoellipse (Lahr, 1989), riadattate per l'uso nel software di analisi SEES

L'espressione utilizzata è:

$$X_{MAG} = \log_{10}\left(\frac{A_{gv}}{C_a}\right) - R_{KF}(f) - B_1 + B_2 \cdot \log_{10}D^2 + X_{MGC} \quad (2)$$

dove i primi due termini esprimono il logaritmo in base 10 dell'uscita in millimetri di un sismografo di WOOD-Anderson (W-A), in cui:

- A_{gv} = l'uscita dell'amplificatore in m
- C_a = Amplificazione
- $R_{KF}(f)$ = logaritmo del rapporto tra i valori della funzione di trasferimento (*displacement response curve*) del sensore + digitalizzatore in uso $M_T(f)$, e quella del sismometro Wood-Anderson $M_{WA}(f)$, determinata per la frequenza f misurata in corrispondenza del picco di massima ampiezza onde S (A_{gv}).
- D = distanza ipocentro-stazione in km
- B_1 = 0.15
- B_2 = 0.80 , per $1 km \leq D \leq 200 km$.
- X_{MGC} = eventuale correzione di X_{MAG} relativa alla singola stazione.

L'insieme dei valori $R_{KF} = \log\left(\frac{M_T(f)}{M_{WA}(f)}\right)$ calcolati nel *range* di frequenze $0,0125 \leq f \leq 100 Hz$, con intervalli di f definiti dalla relazione $f_i = 10^{(i-20)/10}$ (con i che varia da 1 a 40) definisce la "response table (R_{SPA})" espressa in $mVolt/mmWA$.

Nell'applicazione del calcolo della magnitudo in caso di valori di f diversi da quelli riportati nella tabella R_{SPA} , i relativi valori di R_{KF} vengono determinati per interpolazione.

Il **calcolo di M_D** è basato sulla relazione (Lahr, 1989; Lee et Al, 1972; Lahr et al, 1975; Bakun e Lindh, 1977):

$$M_D = C_1 + C_2 \log_{10}(F * c) + C_3 D + C_4 Z + C_5 (\log_{10}(F * c))^2 \quad (3)$$

Con:

- F = Durata dell'evento sismico in secondi relativamente alla singola stazione.
- D = Distanza epicentrale in km.
- Z = Profondità ipocentrale km.
- c = correzione di stazione per la M_D utilizzata come fattore moltiplicativo della durata configurabile nella sezione *TIME DEPENDENT STATION parameter record*.

La formula per il calcolo di M_D utilizzata nel sistema ENEL deriva direttamente dalla (3) modificata per ciò che concerne i termini di applicazione della correzione di stazione:

$$M_D = C_1 + C_2 \log_{10}(F) + C_3 D + C_4 Z + FMGC \quad (4)$$

Con: $FMGC$ = Correzione relativa alla stazione, (valore configurabile per singola stazione.)

Per le reti ENEL vengono utilizzati i seguenti coefficienti (Figura 6):

$$C_1 = -0,8700; C_2 = 2,0000; C_3 = 0,0035; C_4 = 0,0070$$

Attualmente nella configurazione dell'algoritmo non sono utilizzati valori $FMGC$ di correzione per stazione. Riguardo alla modalità pratica per la determinazione della durata dell'evento, si definisce come durata del sisma, il tempo in secondi tra il primo arrivo dell'onda P e l'istante in cui l'ampiezza del segnale scende sotto il doppio del livello di *noise* presente immediatamente prima dell'inizio dell'evento sismico (Lee e Stewart, 1981 Lee et Al, 1972).

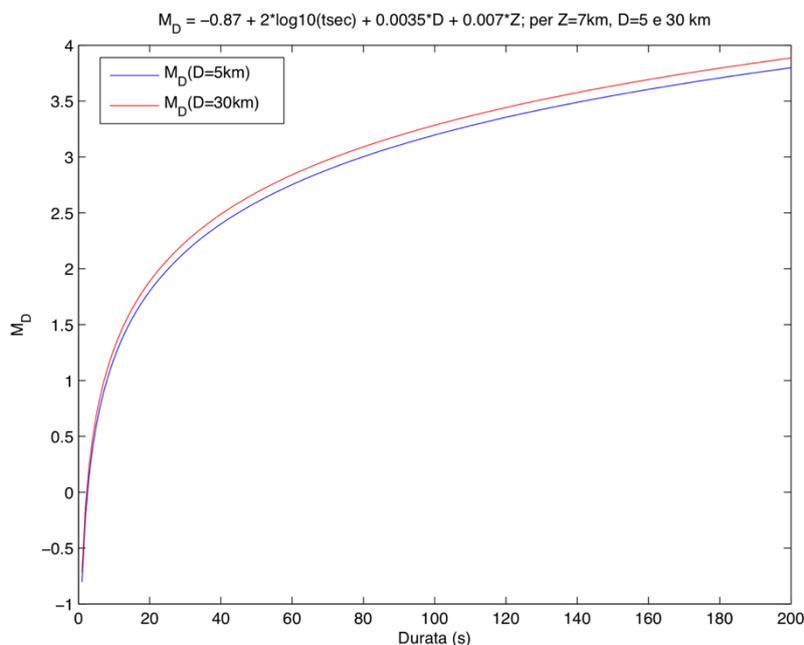


Figura 6: Valori di M_D in funzione della durata del segnale in secondi, calcolati per due distanze di $D=5$ km (blu) e $D=30$ km (rosso) e una profondità fissa di 7 km. La correzione per la distanza influisce in maniera trascurabile sul valore di M_D .

Nel § 5 del rapporto del 30 Novembre 2018 erano stati richiesti dei chiarimenti inerenti alle stazioni utilizzate per il calcolo di M_L . ENEL ha comunicato che per il calcolo di M_L vengono utilizzate le componenti orizzontali delle stazioni a tre componenti disponibili per un dato evento sismico, previo controllo della saturazione del segnale. Le stazioni a tre componenti sono elencate nella Tabella 2.5 del documento "PRS rete Lard e Amia.xls".

4. Commenti relativi alle richieste precedenti di azioni migliorative.

Nella sezione 5 del rapporto del 30 Novembre 2018 erano stati richiesti dei chiarimenti e elencate delle richieste di seguito riportati:

- Informazioni sulle procedure implementate da ENEL per il monitoraggio sismico nelle aree geotermiche.
- Le specifiche della rete sismica installata da parte dell'ENEL nelle aree geotermiche toscane (coordinate geografiche, tipo sensore, numero di componenti), dinamica in bit, modalità di acquisizione (trigger/continuo) e trasmissione dati (tempo reale).
- Una tabella del funzionamento delle stazioni in funzione del tempo (*state of health*).
- L'elenco delle stazioni a 3 componenti che contribuisce al calcolo di M_L .
- La formula applicata dall'ENEL per il calcolo della M_D .
- L'inserimento di entrambe le magnitudo M_L e M_D nei bollettini sismici.
- La definizione dei limiti geografici all'interno dei quali considerare la sismicità registrata dalla rete ENEL e la valutazione di eventuali criteri per includere nel bollettino gli eventi "fuori rete"

Alla luce di tali richieste abbiamo ricevuto riscontro per ciascuno dei punti:

- ENEL utilizza Hypoellipse (Lahr et al., 1989) per la localizzazione degli eventi sismici registrati dalle reti
- ENEL ha comunicato l'elenco delle caratteristiche della strumentazione all'interno dei report a partire dal 1° trimestre 2019 tramite una tabella che fornisce informazioni sulle caratteristiche della strumentazione e le coordinate geografiche.
- ENEL ha comunicato la cronistoria del funzionamento stazioni a partire dal 4° trimestre 2018 che contiene sinteticamente i guasti della strumentazione. Sarebbe auspicabile inserire una *timeline* grafica del funzionamento di tutte le stazioni.
- E' stato fornito l'elenco delle stazioni a 3 componenti; La *timeline* dell'operatività sarebbe necessaria per identificare le stazioni che contribuiscono al calcolo della M_L dei singoli eventi registrati.
- ENEL ha trasmesso un documento che descrive i metodi utilizzati per il calcolo della M_L e M_D .
- A partire dal 4° trimestre 2018 ENEL ha incluso anche il parametro M_L nel bollettino.
- Sulla base degli *shapefile* (forniti dalla Regione Toscana) che rappresentano i limiti geografici delle concessioni di Larderello-Travale e Amiata, è stato ipotizzato in maniera qualitativa il criterio di selezione degli eventi all'interno del bollettino trimestrale. Rimane aperta la questione sollevata durante la riunione del 28/01/2019 sulla definizione geografica del *buffer* che circonda il perimetro esterno delle concessioni.

5. Individuazione eventuali azioni migliorative

Di seguito sono elencate le raccomandazioni INGV per la redazione dei futuri bollettini ENEL:

- Si richiede di fornire la delimitazione geografica del dominio di rilevazione (DOM), e indicare di conseguenza quale dei due seguenti criteri, ipotizzati nella riunione del 28 gennaio 2019, viene utilizzato per la selezione degli eventi da inserire nei bollettini: (a) 5 km intorno al perimetro esterno delle concessioni, (b) sfera di 8 km prendendo come riferimento l'involuppo dei pozzi di produzione/reiniezione. L'evento del 06/02/2019 con M_L 1.41 e M_D 1.59 localizzato a circa 7.5 km a N rispetto al confine della concessione, suggerisce l'apparente applicazione del criterio (b).
- Nei bollettini del 1° e del 3° trimestre 2019 sono elencati degli eventi al di fuori del Dominio esteso di rilevazione (DOM), evidenziati in magenta nelle Tabelle 3 e 5. Si richiede di indicare il perché dell'inclusione nel rapporto di tali eventi.
- Si consiglia a RT di richiedere a ENEL di integrare il bollettino sismico con i parametri ipocentrali e Magnitudo per eventi sismici (anche al di sotto della soglia di $M_D=1.5$) localizzati all'interno del dominio di rilevazione considerato.
- Si richiede un controllo da parte di ENEL delle coordinate fornite in "Gauss Boaga" e convertite in seguito da INGV in formato "WGS84", per garantire la correttezza delle informazioni elencate.
- Si consiglia di fornire un diagramma (*timeline*) che rappresenta l'operatività delle stazioni in funzione del tempo (*state of health*).

6. Bibliografia

- Bakun, W. H., Lindh, A. G. (1977). Local magnitudes, seismic moments and coda durations for earthquakes near Oroville, California, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 67, p. 615-629.
- INGV (2018a). Supporto scientifico per la valutazione del monitoraggio sismico operato dalle reti ENEL GREEN POWER nelle aree geotermiche di Larderello – Travale. Primo Rapporto 7 Luglio 2018 nell’ambito della convenzione RT-INGV del 13 Giugno 2018.
- INGV (2018b). Supporto scientifico per la valutazione del monitoraggio sismico operato dalle reti ENEL GREEN POWER nelle aree geotermiche di Larderello – Travale. Secondo Rapporto 28 Novembre 2018 nell’ambito della convenzione RT-INGV del 13 Giugno 2018.
- Lahr, J.C. (1989). HYPOELLIPSE/version 2.00: A computer program for determining local earthquakes hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern. *U.S. Geological Survey Open File Report* 89116.
- Lahr, J. C., and Thomas, J. A. (1975). Catalog of earthquakes in south central Alaska, April-June 1972, *U.S. Geological Survey, Open-File Report*, 30 p.
- Lee, W. H., Bennett, R. E., and Meagher, K. L. (1972). A Method of Estimating Magnitude of local earthquakes from signal duration. *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 28p.
- Lee, W. H., and Stewart, S. W. (1981). Principles and Applications of Micro-earthquake Network. *Advances in Geophysics*, Supplement 2, Academic Press, 293 p.
- UNMIG, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse, (2014). Indirizzi e Linee Guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche, 1-38. .
http://unmig.mise.gov.it/unmig/agenda/upload/85_238.pdf
- UNMIG, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse, (2016). Linee guida per l’utilizzazione della risorsa geotermica a media e alta entalpia, 1-43. .
http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/agenda/upload/174_375.pdf