

TOTAL E&P ITALIA S.P.A.

*Rete di monitoraggio microsismico installata presso la
concessione Gorgoglione*

Rapporto periodico di monitoraggio luglio – settembre 2019

Oggetto: Rete microsismica Tempa Rossa - Report luglio – settembre 2019

Cliente: TOTAL E&P Italia S.p.A.

ref

S18MN04-1

Autore

Date

Chiara Cocorullo

21 October 2019

Checked By

date

Filippo Di Fronzo – Stefano Limonta

21 October 2019

Cod.

Version

S18MN04-1

Rev. 0 - 21 October 2019

Solgeo S.r.l.

via Pastrengo 9

24068 Seriate (BG)- Italy

Tel. +39035 4520075

www.solgeo.it e_mail info@solgeo.it

Versione

COD	NOTE
Rev. 00 – Ottobre 2019	1 ^a Emissione

Indice

1. Introduzione	8
2. Descrizione della rete	8
3. Operatività della rete di monitoraggio – interventi e/o sostituzioni	10
3.1. Copertura dei dati.....	10
3.2. Sostituzioni	12
4. Procedura di elaborazione dati	13
4.1. Modello di velocità	14
5. Metodo di localizzazione degli eventi sismici.....	15
6. Eventi sismici	20
6.1. Evento 1: 16/07/2019 11:37:02 UTC.....	27
6.2. Evento 2: 22/07/2019 00:48:09 UTC.....	32
6.3. Evento 3: 25/07/2019 04:31:03 UTC.....	35
6.4. Evento 4: 27/07/2019 07:20:36 UTC.....	38
6.5. Evento 5: 30/07/2019 04:35:00 UTC.....	41
6.6. Evento 6: 10/08/2019 20:15:49 UTC.....	44
6.7. Evento 7: 13/08/2019 19:42:15 UTC.....	49
6.8. Evento 8: 20/08/2019 09:47:52 UTC.....	53
6.9. Evento 9: 02/09/2019 02:11:17 UTC.....	58
6.10. Evento 10: 15/09/2019 18:42:50 UTC.....	61
6.11. Evento 11: 15/09/2019 19:10:47 UTC.....	64
6.12. Evento 12: 15/09/2019 19:37:43 UTC.....	67
6.13. Evento 13: 15/09/2019 19:48:54 UTC.....	70
6.14. Evento 14: 15/09/2019 19:56:39 UTC.....	73
6.15. Evento 15: 15/09/2019 19:57:04 UTC.....	78
6.16. Evento 16: 15/09/2019 19:59:43 UTC.....	81
6.17. Evento 17: 15/09/2019 20:05:03 UTC.....	84
6.18. Evento 18: 15/09/2019 20:06:21 UTC.....	87
6.19. Evento 19: 15/09/2019 20:14:58 UTC.....	90
6.20. Evento 20: 15/09/2019 20:30:56 UTC.....	93
6.21. Evento 21: 15/09/2019 20:46:08 UTC.....	96
6.22. Evento 22: 15/09/2019 20:56:06 UTC.....	99
6.23. Evento 23: 15/09/2019 21:09:18 UTC.....	102
6.24. Evento 24: 15/09/2019 21:09:50 UTC.....	105
6.25. Evento 25: 15/09/2019 21:13:55 UTC.....	108
6.26. Evento 26: 15/09/2019 21:32:21 UTC.....	111
6.27. Evento 27: 15/09/2019 21:41:46 UTC.....	114
6.28. Evento 28: 15/09/2019 21:45:26 UTC.....	117
6.29. Evento 29: 15/09/2019 22:04:49 UTC.....	120
6.30. Evento 30: 15/09/2019 22:59:20 UTC.....	123
6.31. Evento 31: 17/09/2019 01:25:57 UTC.....	126
6.32. Evento 32: 17/09/2019 01:28:23 UTC.....	129
6.33. Evento 33: 17/09/2019 01:29:05 UTC.....	132
6.34. Evento 34: 17/09/2019 02:35:55 UTC.....	135
6.35. Evento 35: 20/09/2019 15:46:32 UTC.....	138
6.36. Evento 36: 20/09/2019 21:32:28 UTC.....	141
6.37. Evento 37: 26/09/2019 09:27:56 UTC.....	144
6.38. Evento 38: 26/09/2019 09:29:06 UTC.....	147

Opere citate..... 150

Tabella 1: coordinate delle stazioni microsismiche (WGS84) e strumentazione installata..... 9
 Tabella 2: percentuale di funzionamento delle stazioni nel periodo luglio-settembre 2019 10
 Tabella 3: interventi di manutenzione e/o riparazione nel periodo luglio-settembre 2019 12
 Tabella 4: parametri del trigger STA/LTA 13
 Tabella 5: modello 1D ottenuto dal modello 3D fornito da INGV 14
 Tabella 6: stazioni INGV presenti nell'area racchiusa dalle griglie. Su sfondo lilla le uniche due stazioni INGV presenti nella griglia locale, utilizzata nella maggior parte dei casi. 18
 Tabella 7: numero di eventi localizzati e distribuzione spaziale 20
 Tabella 8: eventi sismici localizzati nella griglia locale. 22

Figura 1: rete microsismica. Proiezioni in superficie dei Domini di rilevazione e, in nero, i limiti della Concessione. . 9
 Figura 2: percentuale di funzionamento per singola stazione nei mesi oggetto del report. 11
 Figura 3: percentuale di funzionamento della rete nel periodo luglio - settembre 2019 12
 Figura 4: modello di velocità..... 15
 Figura 5: metodo di localizzazione tramite stacking della forma d'onda per differenti localizzazioni della sorgente (in giallo nella colonna *a*) e tempi origine (colonne *b*, *c* e *d*) (Cesca & Grigoli, 2015)..... 17
 Figura 6: matrici di coerenza per differenti Δt : la massima coerenza si ha al tempo origine t_0 17
 Figura 7: griglia locale utilizzata per la localizzazione e stazioni (INGV e TOTAL) al suo interno..... 19
 Figura 8: estensione della griglia più grande, utilizzata solo per due eventi (ID 1 e 8), che comprende più stazioni INGV. 19
 Figura 9: eventi sismici localizzati 24
 Figura 10: numero di eventi per magnitudo locale nel periodo luglio-settembre 2019..... 25
 Figura 11: distribuzione di magnitudo locale nel periodo luglio-settembre 2019, degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione..... 26
 Figura 12: distribuzione delle profondità degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione. 26
 Figura 13: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 16/07/2019 11:37:02 UTC verificatosi a profondità 11.26 km 27
 Figura 14: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 1, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 29
 Figura 15: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia grande..... 30
 Figura 16: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso. 30
 Figura 17: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso. 31
 Figura 18: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 22/07/2019 00:48:09 UTC verificatosi a profondità 22.25 km 32
 Figura 19: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 2, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 34
 Figura 20: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/07/2019 04:31:03 UTC verificatosi a profondità 16.47 km 35
 Figura 21: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 3, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 37
 Figura 22: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 27/07/2019 07:20:36 UTC verificatosi a profondità 19.31 km 38
 Figura 23: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 4, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 40
 Figura 24: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/07/2019 04:35:30 UTC verificatosi a profondità 15.97 km 41
 Figura 25: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 5, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 43
 Figura 26: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 10/08/2019 20:15:49 UTC verificatosi a profondità 17.35 km. 44
 Figura 27: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 6, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z..... 46
 Figura 28: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia..... 46
 Figura 29: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso. 47

Figura 30: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	48
Figura 31: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 13/08/2019 19:42:15 UTC verificatosi a profondità 19.84 km	49
Figura 32: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 7, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	51
Figura 33: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.....	51
Figura 34: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	52
Figura 35: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	52
Figura 36: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/08/2019 09:47:52 UTC verificatosi a profondità 4.31 km	53
Figura 37: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 8, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	56
Figura 38: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.....	56
Figura 39: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	56
Figura 40: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	57
Figura 41: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 02/09/2019 02:11:17 UTC verificatosi a profondità 27.96 km	58
Figura 42: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 9, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	60
Figura 43: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 18:42:50 UTC verificatosi a profondità 15.55 km	61
Figura 44: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 10, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	63
Figura 45: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:10:47 UTC verificatosi a profondità 16.02 km	64
Figura 46: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 11, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	66
Figura 47: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:37:43 UTC verificatosi a profondità 14.09 km	67
Figura 48: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 12, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	69
Figura 49: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:48:54 UTC verificatosi a profondità 16.25 km	70
Figura 50: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 13, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	72
Figura 51: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:56:39 UTC verificatosi a profondità 7.91 km	73
Figura 52: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 14, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	75
Figura 53: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.....	76
Figura 54: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	76
Figura 55: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	77
Figura 56: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:57:04 UTC verificatosi a profondità 17.37 km	78
Figura 57: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 15, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	80
Figura 58: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:59:43 UTC verificatosi a profondità 15.47 km	81
Figura 59: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 16, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	83
Figura 60: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:05:03 UTC verificatosi a profondità 13.74 km	84
Figura 61: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 17, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	86
Figura 62: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:06:21 UTC verificatosi a profondità 14.38 km	87
Figura 63: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 18, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	89

Figura 64: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:14:58 UTC verificatosi a profondità 14.47 km	90
Figura 65: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 19, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	92
Figura 66: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:30:56 UTC verificatosi a profondità 17.70 km	93
Figura 67: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 20, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	95
Figura 68: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:46:08 UTC verificatosi a profondità 17.03 km	96
Figura 69: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 21, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	98
Figura 70: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:56:08 UTC verificatosi a profondità 15.28 km	99
Figura 71: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 22, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	101
Figura 72: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:09:18 UTC verificatosi a profondità 14.02 km	102
Figura 73: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 23, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	104
Figura 74: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:09:50 UTC verificatosi a profondità 14.24 km	105
Figura 75: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 24, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	107
Figura 76: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:13:55 UTC verificatosi a profondità 16.25 km	108
Figura 77: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 25, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	110
Figura 78: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:32:21 UTC verificatosi a profondità 18.01 km	111
Figura 79: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 26, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	113
Figura 80: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:41:46 UTC verificatosi a profondità 15.16 km	114
Figura 81: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 27, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	116
Figura 82: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:45:26 UTC verificatosi a profondità 14.81 km	117
Figura 83: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 28, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	119
Figura 84: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 22:04:49 UTC verificatosi a profondità 17.13 km	120
Figura 85: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 29, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	122
Figura 86: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 22:59:20 UTC verificatosi a profondità 15.24 km	123
Figura 87: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 30, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	125
Figura 88: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:25:57 UTC verificatosi a profondità 14.43 km	126
Figura 89: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 31, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	128
Figura 90: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:28:23 UTC verificatosi a profondità 14.97 km	129
Figura 91: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 32, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	131
Figura 92: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:29:05 UTC verificatosi a profondità 15.06 km	132

Figura 93: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 33, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	134
Figura 94: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 02:35:55 UTC verificatosi a profondità 16.09 km	135
Figura 95: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 34, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	137
Figura 96: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/09/2019 15:46:32 UTC verificatosi a profondità 14.19 km	138
Figura 97: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 35, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	140
Figura 98: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/09/2019 21:32:28 UTC verificatosi a profondità 16.12 km	141
Figura 99: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 36, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	143
Figura 100: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 26/09/2019 09:27:56 UTC verificatosi a profondità 16.05 km	144
Figura 101: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 37, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	146
Figura 102: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 26/09/2019 09:29:06 UTC verificatosi a profondità 16.20 km	147
Figura 103: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 38, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.....	149

1. Introduzione

La rete microsismica denominata Tempa Rossa è stata installata presso la Concessione Gorgoglione, su richiesta di TOTAL E&P Italia Spa, ed è sita in Basilicata, nelle province di Potenza e Matera.

Lo scopo della rete è il monitoraggio sismico del volume individuato dai Domini di Rilevazione, in accordo con il documento *“Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche”* (Dialuce, et al., 2014), redatto nel 2014 dal Gruppo di Lavoro istituito dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) e in accordo al Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline redatto da INGV (Piccinini, et al., 2016).

Gli Indirizzi e le Linee Guida (da qui in avanti ILG) prevedono il monitoraggio del sito al fine di misurare in continuo l’eventuale sismicità indotta, e forniscono riferimenti tecnici per la progettazione della rete di monitoraggio, in termini di volumi dell’area da monitorare e di caratteristiche della strumentazione.

Per l’inquadramento geologico si rimanda al Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline redatto da INGV (Piccinini, et al., 2016), per la descrizione della strumentazione, gli schemi d’impianto, i collegamenti elettrici e le schede monografiche si rimanda al Manuale HW (Solgeo srl, 2018).

In questo report, che riguarda il periodo luglio-settembre 2019, vengono descritti:

- lo stato di funzionamento della rete;
- la procedura di elaborazione dati;
- gli eventi sismici localizzati nell’area di interesse.

2. Descrizione della rete

La rete di monitoraggio è costituita da 12 stazioni a sei canali, la cui installazione è stata completata il 20/09/2018.

In Figura 1 sono mostrati i siti in cui sono installate le stazioni di monitoraggio; in Tabella 1 è riportata la strumentazione per ogni stazione sismica.

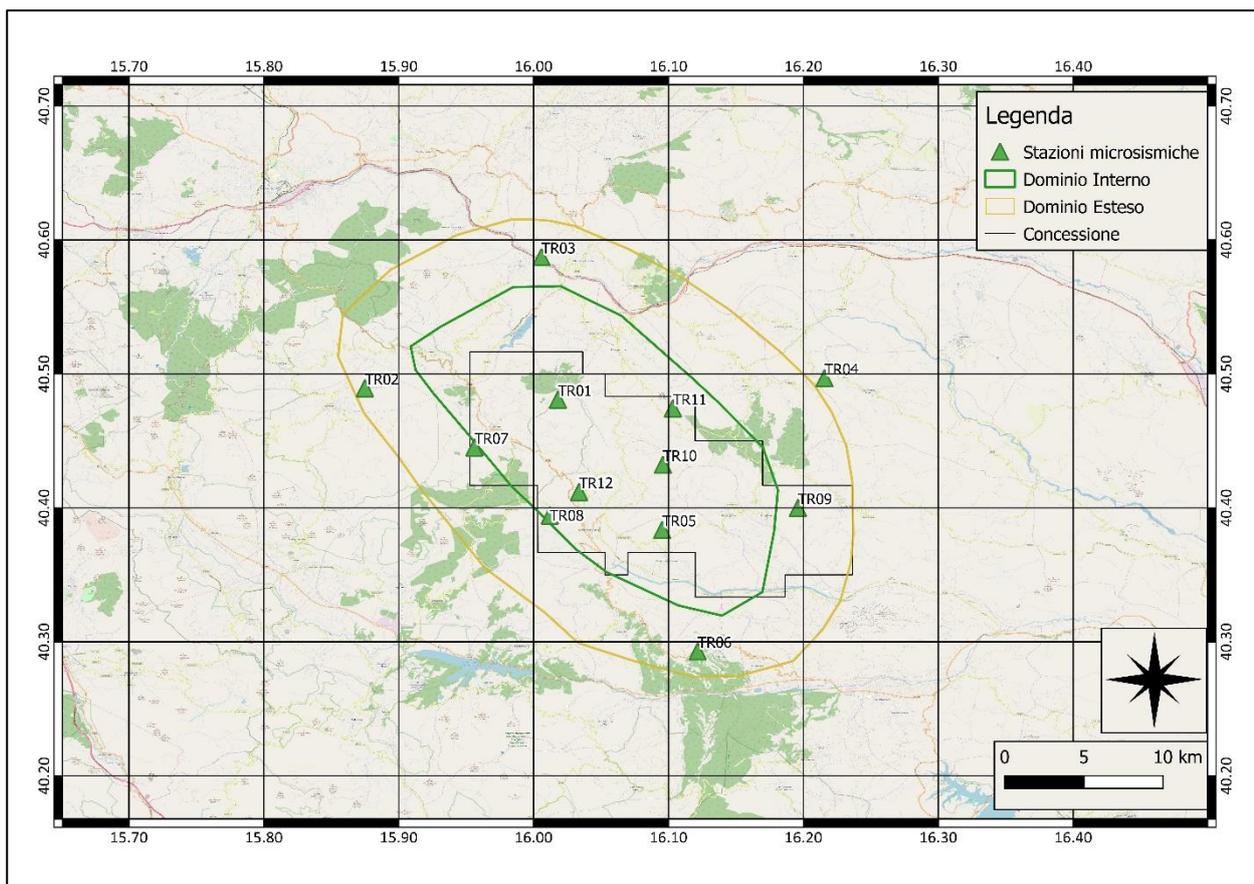


Figura 1: rete microsismica. Proiezioni in superficie dei Domini di rilevazione e, in nero, i limiti della Concessione.

ID	Comune	Lat. [°]	Long. [°]	Data di installazione	Sensore 1	Sensore 2
TR01	Laurenzana	40.48	16.02	05/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR02	Calvello	40.49	15.87	20/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR03	Albano di Lucania	40.59	16.01	05/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR04	San Mauro Forte	40.50	16.22	07/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR05	Guardia Perticara	40.38	16.10	03/09/18	Sism. SARA SS08 (BB)	Acc. SARA SA10
TR06	Gallicchio	40.29	16.12	09/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR07	Laurenzana	40.45	15.96	18/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR08	Corleto Perticara	40.39	16.01	31/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR09	Stigliano	40.40	16.21	19/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR10	Corleto Perticara	40.43	16.10	30/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR11	Pietrapertosa	40.47	16.10	19/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR12	Corleto Perticara	40.41	16.03	03/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10

Tabella 1: coordinate delle stazioni microsismiche (WGS84) e strumentazione installata.

3. Operatività della rete di monitoraggio – interventi e/o sostituzioni

Nei paragrafi seguenti viene riportata la copertura dei dati acquisiti dalla rete nel periodo esaminato e sono elencati gli interventi di manutenzione. Lo stato delle stazioni, in particolare la tensione delle batterie, è monitorato in tempo reale dal software SEISMOSTRU.

3.1. Copertura dei dati

Nel periodo di riferimento (01/07/2019 – 30/09/2019), la rete nel suo complesso ha garantito una copertura dei dati pari a 99.6%.

La copertura della rete è stata calcolata con il software SEISMOSCAN (appartenente alla suite SEISMOWIN), che fornisce il totale dei secondi di dato mancante per singolo canale in un periodo a scelta dell'utente (singolo giorno, un mese intero, ecc...).

In Tabella 2 sono elencate le percentuali di funzionamento delle singole stazioni, durante i mesi oggetto del report.

	Percentuale di funzionamento		
Stazione	Luglio	Agosto	Settembre
TR01	99.46	100.00	99.97
TR02	99.46	100.00	99.87
TR03	99.45	100.00	99.72
TR04	99.44	100.00	99.93
TR05	99.44	100.00	99.92
TR06	99.44	99.99	99.93
TR07	99.43	99.99	99.90
TR08	99.42	93.41	99.94
TR09	99.42	100.00	99.94
TR10	98.38	99.99	99.94
TR11	99.41	100.00	99.89
TR12	99.40	100.00	99.91
Rete	99.34	99.45	99.91

Tabella 2: percentuale di funzionamento delle stazioni nel periodo luglio-settembre 2019

In Figura 2 sono riportate, per ogni mese, le percentuali di funzionamento delle singole stazioni; in Figura 3 la percentuale di funzionamento dell'intera rete per ogni mese.



Figura 2: percentuale di funzionamento per singola stazione nei mesi oggetto del report.



Figura 3: percentuale di funzionamento della rete nel periodo luglio - settembre 2019

3.2. Sostituzioni

A metà settembre è stata effettuata una manutenzione ordinaria su tutte le stazioni.

In Tabella 3 sono elencati gli interventi di manutenzione eseguiti nel periodo luglio-settembre 2019.

Stazione	Data	Intervento
Tutte le stazioni	16-19/09/2019	Manutenzione ordinaria Sostituzione GPS per aggiornamento firmware
TR03	17/09/2019	Sostituzione accelerometro

Tabella 3: interventi di manutenzione e/o riparazione nel periodo luglio-settembre 2019

4. Procedura di elaborazione dati

I dati sono stati acquisiti in tempo reale tramite il software SEISMOLOG, che esegue, durante la stessa fase di acquisizione, una pre-elaborazione dei segnali costituita da filtraggio e triggering con algoritmo STA/LTA (Short Term Average/Long Term Average) (Trnkoczy, 1999;2002); in Tabella 4 i parametri utilizzati per il triggering STA/LTA.

Filtro		Frequenza [Hz]	Ordine
	Passa-alto	1	2
	Passa-basso	20	2
STA/LTA			
	Lunghezza STA [s]	0.5	
	Lunghezza LTA [s]	5	
	Soglia di trigger	3	
	Soglia di de-trigger	2	
	Pre-event (PEM) [s]	10	
	Post event (PET) [s]	30	

Tabella 4: parametri del trigger STA/LTA

I segnali così selezionati vengono inviati al software SEISMODESK, che esegue il picking e la localizzazione automatica degli eventi sismici, se rilevati da almeno 3 stazioni: per questa prima localizzazione SEISMODESK implementa Hypo71 (Lee & Lahr, 1975).

Le localizzazioni automatiche sono state riviste dall'operatore, che:

- ha corretto, laddove necessario, i picking manuali;
- ha estratto una porzione di segnale più lunga, laddove il Post-event risultava troppo breve;
- ha estratto il segnale di tutti i velocimetri, laddove l'evento automatico era stato localizzato utilizzando poche stazioni;
- ha localizzato l'evento con HypoEllipse (Lahr, 2002), implementato all'interno di SEISMODESK.

Inoltre, è stata eseguita anche un'elaborazione offline costituita da:

- triggering STA/LTA dei segnali acquisiti dai velocimetri, utilizzando il software SEISMOSCAN;
- estrazione dei tag su tutti i segnali (acquisiti da velocimetri e accelerometri), utilizzando il software SEISMOSCAN per rilevare le coincidenze (trigger presente in almeno 4 stazioni entro un range di 4 s);
- visualizzazione dei segnali così ottenuti con il software Snuffler, un modulo della libreria python Pyrocko (Heimann, et al., 2017), sviluppato dai ricercatori del GFZ – German Research Centre for Geosciences;

- picking manuale dei primi arrivi delle onde P e S, così da individuare gli eventi più prossimi alla rete caratterizzati da una differenza tra il tempo d'arrivo dell'onda P e quello dell'onda S non superiore a 5-6 s.

Gli eventi sono stati localizzati utilizzando una nuova metodologia di localizzazione, basata sulla coerenza delle forme d'onda, che permette di ottenere una buona localizzazione anche in casi di rapporto S/N basso o di eventi con tempo origine molto ravvicinati. Questa metodologia è implementata nel software LOKI (earthquake Location by waveform staCKing) (Grigoli, et al., 2014). In alcuni casi, in particolare per gli eventi fuori rete, si è utilizzata la tecnica classica di picking dei primi arrivi e localizzazione con HypoEllipse (Lahr, 2002), poiché il metodo della coerenza delle forme d'onda non ha dato risultati soddisfacenti, proprio per la lontananza dell'evento dalla rete. In alcuni casi si sono utilizzati i dati delle vicine stazioni INGV.

4.1. Modello di velocità

Il modello crostale utilizzato è descritto in Tabella 5 e mostrato in Figura 4.

È stato ricavato dal modello 3D ottenuto da INGV (descritto nel Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline (Piccinini, et al., 2016), e gentilmente fornitoci da INGV dopo richiesta da parte di TOTAL E&P Italia). Nel report relativo al periodo di monitoraggio aprile-giugno 2019 sono indicate le motivazioni per le quali si è scelto di utilizzare un modello 1D.

Profondità [km]	Vp [km/s]	Vs [km/s]	Vp/Vs
0 – 4	3.99	2.12	1.88
4 – 8	6.07	3.23	1.88
8 – 12	6.45	3.43	1.88
12 – 16	6.50	3.46	1.88
16 – 20	6.50	3.49	1.86
20 – 44	6.51	3.50	1.86
44 –	7.31	3.93	1.86

Tabella 5: modello 1D ottenuto dal modello 3D fornito da INGV

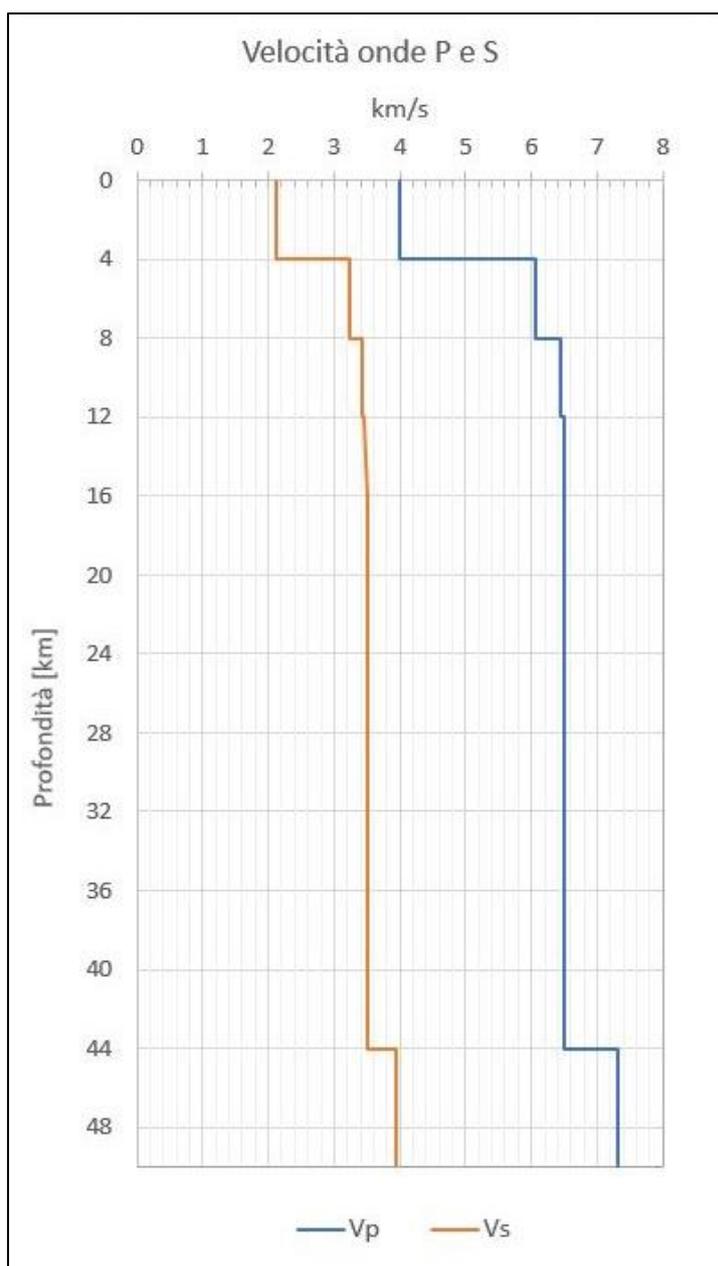


Figura 4: modello di velocità

5. Metodo di localizzazione degli eventi sismici

Come già accennato, alcuni eventi sono stati localizzati con un metodo che fa parte delle cosiddette tecniche avanzate di localizzazione, che non si basa sul picking dei primi arrivi ma sulla coerenza della forma d'onda: questi metodi consentono una buona localizzazione anche nel caso di eventi molto ravvicinati nei tempi o addirittura sovrapposti (caso tipico quando si parla di sismicità indotta da operazioni antropiche quali quelle sotto monitoraggio), per i quali l'operazione di picking, automatica o manuale, potrebbe portare ad eventi "persi" oppure a un picking incorretto e quindi a errate stime della magnitudo.

La zona di interesse viene discretizzata in una griglia 3D. Per ogni forma d'onda relativa a ogni stazione, viene calcolato il rapporto STA/LTA di due funzioni caratteristiche: l'energia della componente verticale, per l'onda P; una funzione ottenuta attraverso la tecnica PCA (principal component analysis), per l'onda S. Le tracce STA/LTA delle funzioni caratteristiche per tutte le stazioni della rete vengono utilizzate come input al processo di localizzazione basato sulla coerenza delle forme d'onda.

Per ogni nodo della griglia, che rappresenta una potenziale localizzazione dell'evento, vengono calcolati i tempi di arrivo teorici, a tutte le stazioni della rete, delle onde P ed S di eventi sismici con tempi origine diversi, e viene calcolata la funzione di coerenza corrispondente.

Si ottiene una matrice multidimensionale il cui massimo assoluto corrisponde alle coordinate spaziali dell'evento sismico: la coerenza assume valori compresi tra 0 e 1 (valori prossimi a 1 indicano una localizzazione molto buona).

L'incertezza nella localizzazione è calcolata iterando il processo di localizzazione al variare dei parametri per il calcolo del rapporto STA/LTA: dalla distribuzione delle localizzazioni ottenute viene calcolata una media pesata, utilizzando il valore di coerenza come peso, e una matrice pesata di covarianza: la media pesata è la migliore stima della localizzazione dell'ipocentro, mentre l'informazione sull'incertezza viene estratta dalla matrice di covarianza (Grigoli, et al., 2014). In Figura 5 e Figura 6 è mostrato il processo di localizzazione.

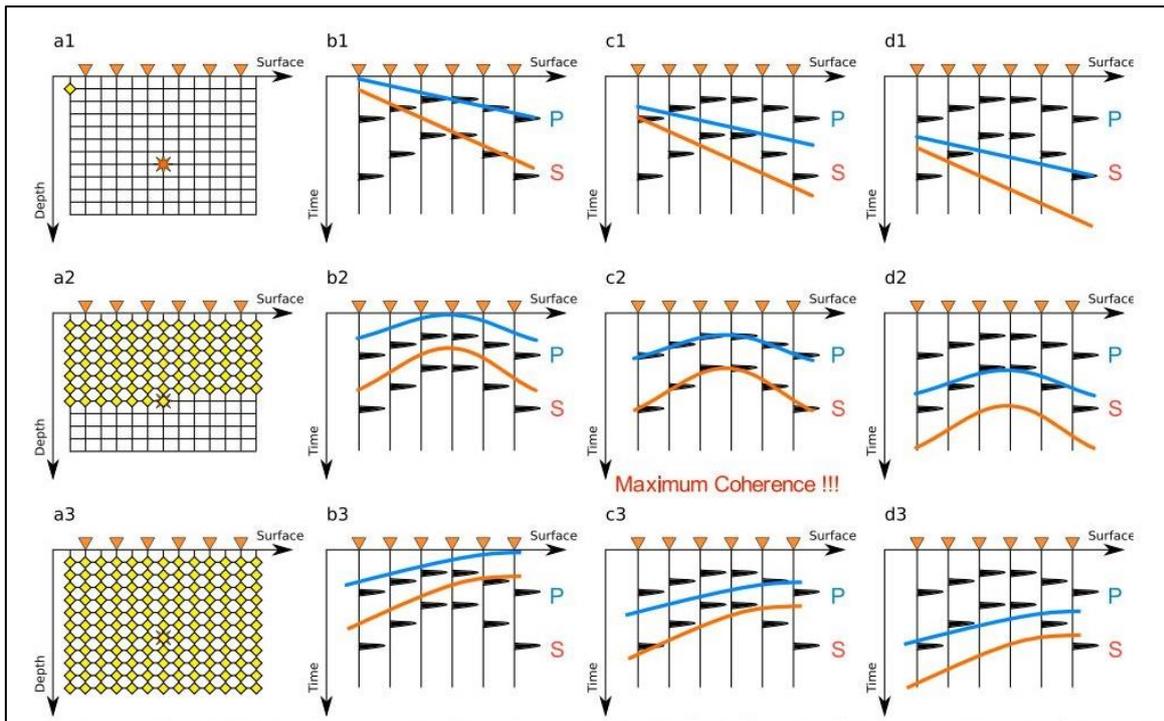


Figura 5: metodo di localizzazione tramite stacking della forma d'onda per differenti localizzazioni della sorgente (in giallo nella colonna *a*) e tempi origine (colonne *b*, *c* e *d*) (Cesca & Grigoli, 2015).

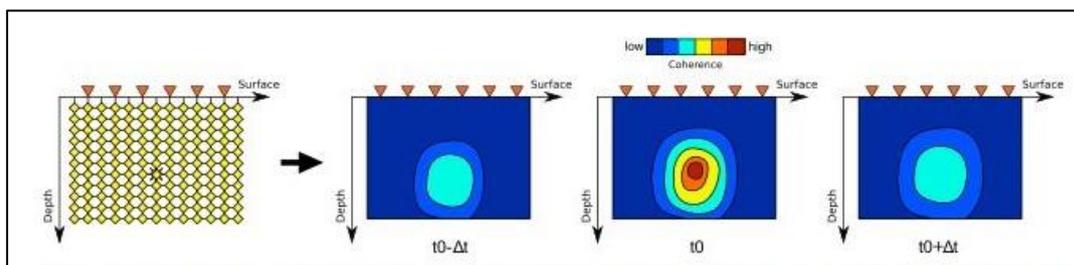


Figura 6: matrici di coerenza per differenti Δt : la massima coerenza si ha al tempo origine t_0 . (Cesca & Grigoli, 2015)

Si riportano solo gli eventi che vengono localizzati nella zona di interesse, che si estende in superficie per circa 41x43 km e in profondità per 50 km, e che racchiude i Domini di Rilevazione. Questo volume è stato precedentemente indicato come *Griglia locale*.

Tale griglia è discretizzata con passo 250 m in tutte e tre le direzioni e le uniche stazioni della Rete Sismica Nazionale presenti nella zona sono MCEL e PTRP. Solamente per due eventi (indicati con ID 1 e 8 in Tabella 8) si è utilizzata una griglia più ampia (discretizzata con passo 500 m), così da considerare anche altre stazioni INGV: essendo questi eventi esterni ai domini, infatti, con le sole stazioni della rete Total e INGV della griglia locale non si era ottenuta una buona localizzazione.

In Tabella 6 le informazioni sulle stazioni INGV.

Per ogni evento viene indicato se, e quali, stazioni della Rete Sismica Nazionale sono state utilizzate.

Nome Rete	ID Stazione	Lat. [°]	Long. [°]	Quota [Km]	Canali
IV	ACER	40.79	15.94	0.69	HH*
	CAGG	40.56	15.51	1.18	EH*
	CRAC	40.38	16.44	0.38	EH*
	MCEL	40.32	15.80	0.96	HH*
	MGR	40.14	15.55	0.29	HH*
	MIGL	40.60	16.44	0.44	HH*
	MRLC	40.76	15.49	0.61	HH*
	MTSN	40.27	15.75	1.06	HH*
	ORI	40.05	16.45	0.38	HH*
	PTRP	40.52	16.06	1.08	HH*
	PZUN	40.65	15.81	0.82	HH*
	SCHR	40.20	16.08	0.97	EH*
	SIRI	40.18	15.87	1.06	HH*
	SLCN	40.39	15.63	0.99	HH*

Tabella 6: stazioni INGV presenti nell'area racchiusa dalle griglie. Su sfondo lilla le uniche due stazioni INGV presenti nella griglia locale, utilizzata nella maggior parte dei casi. Sono indicati i canali eventualmente utilizzati (l'asterisco al posto del terzo carattere, che si riferisce alla componente E, N, o Z, significa che sono stati considerati tutti e tre i canali del sensore); il primo carattere indica il tipo di sensore (H significa velocimetro High Broad Band), da nomenclatura standard del formato SEED¹.

In Figura 7 la griglia locale utilizzata per la localizzazione con LOKI, i limiti dei Domini di rilevazione e le stazioni in essa contenute.

¹ v. il manuale di riferimento per il formato SEED:

http://www.fdsn.org/seed_manual/SEEDManual_V2.4_Appendix-A.pdf

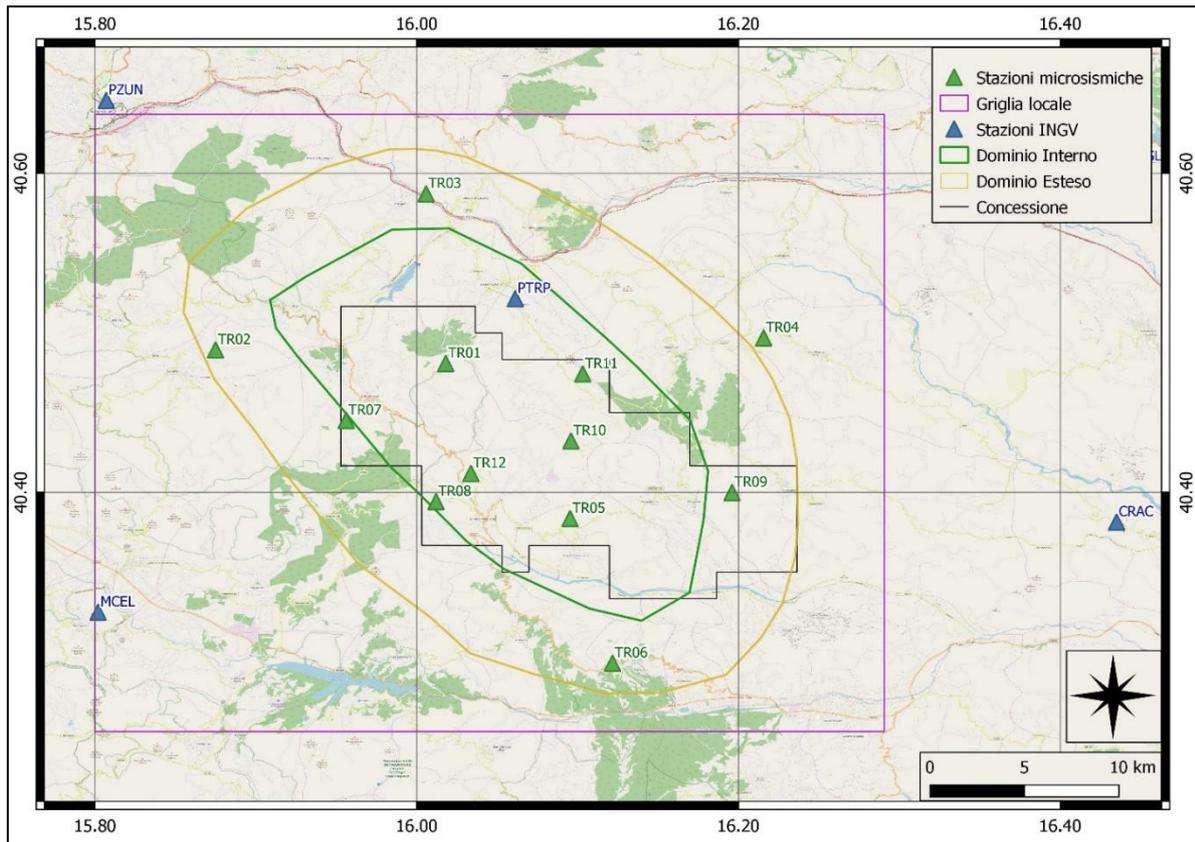


Figura 7: griglia locale utilizzata per la localizzazione e stazioni (INGV e TOTAL) al suo interno.

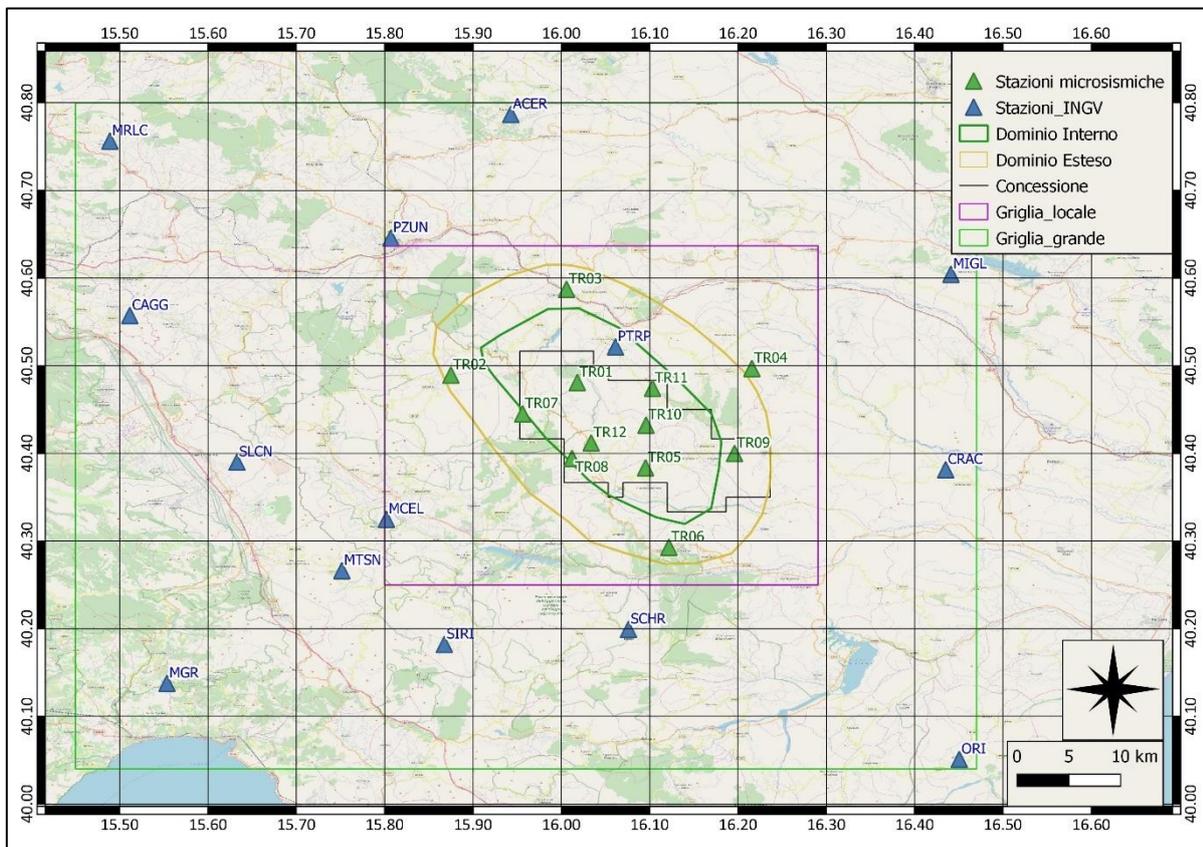


Figura 8: estensione della griglia più grande, utilizzata solo per due eventi (ID 1 e 8), che comprende più stazioni INGV.

6. Eventi sismici

Nel periodo 01/07/2019 – 30/09/2019 sono stati localizzati 38 eventi sismici con epicentro nella griglia locale: di questi, 14 hanno l'epicentro nei Domini di Rilevazione (3 nel Dominio Interno, a profondità maggiori di 7 km).

In Tabella 7 il numero di eventi localizzati il cui epicentro ricade nelle aree di interesse.

Eventi con epicentro nella griglia locale:	38	
Eventi con epicentro:		
nei Domini di Rilevazione	nel Dominio Interno	entro i limiti della Concessione
14	3	2

Tabella 7: numero di eventi localizzati e distribuzione spaziale

In Tabella 8 il dettaglio degli eventi sismici localizzati nella griglia.

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione ² [km]	M _i	Incertezza sulla magnitudo	Dist. epicentrale dalla stazione (utilizzata) più vicina [km]	Localizzatore	Stazioni INGV usate
1	16/07/2019 11:37:02	40.28	15.97	11.26	1.15	1.0	0.3	13.94	LOKI (griglia grande)	MCEL - SIRI SLCN
2	22/07/2019 00:48:09	40.34	16.02	22.25	0.40	2.0	0.3	5.50	DESK - HypoEllipse	-
3	25/07/2019 04:31:03	40.57	16.03	16.47	0.90	0.3	0.1	10.29	DESK - HypoEllipse	-
4	27/07/2019 07:20:36	40.53	15.95	19.31	0.70	0.7	0.2	7.66	DESK	-
5	30/07/2019 04:35:30	40.56	15.97	18.20	0.50	0.6	0.2	9.16	LOKI	-
6	10/08/2019 20:15:49	40.56	16.09	17.35	0.25	0.2	0.5	5.28	LOKI	MCEL - PTRP
7	13/08/2019 19:42:15	40.56	15.96	19.84	0.56	0.6	0.3	5.25	LOKI	MCEL
8	20/08/2019 09:47:52	40.40	15.92	4.31	2.16	1.7	0.4	5.72	LOKI (griglia grande)	ACER - MCEL MGR - MIGL PTRP - SIRI SLCN
9	02/09/2019 02:11:17	40.62	15.92	27.96	0.50	1.7	0.3	8.57	DESK - HypoEllipse	-
10	15/09/2019 18:42:50	40.45	16.24	15.55	0.60	0.4	0.2	5.38	DESK - HypoEllipse	-
11	15/09/2019 19:10:47	40.43	16.24	16.02	0.40	0.3	0.2	5.05	DESK - HypoEllipse	-
12	15/09/2019 19:37:43	40.44	16.23	14.09	0.40	0.7	0.3	5.65	DESK - HypoEllipse	-
13	15/09/2019 19:48:54	40.45	16.25	16.25	0.60	0.5	0.2	6.41	DESK - HypoEllipse	-
14	15/09/2019 19:56:39	40.42	16.12	7.91	0.44	1.0	0.3	2.25	LOKI	-
15	15/09/2019 19:57:04	40.45	16.24	17.37	0.50	0.7	0.2	5.40	DESK - HypoEllipse	-
16	15/09/2019 19:59:43	40.45	16.25	15.47	0.40	0.5	0.2	6.21	DESK - HypoEllipse	-
17	15/09/2019 20:05:03	40.41	16.24	13.74	0.40	0.9	0.3	4.00	DESK - HypoEllipse	-
18	15/09/2019 20:06:21	40.48	16.27	14.38	0.80	0.4	0.3	4.76	DESK - HypoEllipse	-
19	15/09/2019 20:14:58	40.44	16.25	14.47	0.40	0.6	0.2	6.47	DESK - HypoEllipse	-

² Raggio della sfera centrata sull'ipocentro
SOLGEO - Report Gorgoglione luglio - settembre 2019

20	15/09/2019 20:30:56	40.49	16.22	17.70	0.60	0.4	0.2	1.20	DESK - HypoEllipse	-
21	15/09/2019 20:46:08	40.53	16.21	17.03	1.20	0.2	0.2	3.90	DESK - HypoEllipse	-
22	15/09/2019 20:56:06	40.44	16.26	15.28	0.40	0.8	0.3	7.16	DESK - HypoEllipse	-
23	15/09/2019 21:09:18	40.44	16.25	14.02	0.40	1.3	0.3	6.32	DESK - HypoEllipse	-
24	15/09/2019 21:09:50	40.46	16.21	14.24	0.50	0.6	0.2	3.66	DESK - HypoEllipse	-
25	15/09/2019 21:13:55	40.46	16.24	16.25	0.70	0.3	0.4	4.37	DESK - HypoEllipse	-
26	15/09/2019 21:32:21	40.41	16.22	18.01	0.80	0.4	0.4	2.93	DESK - HypoEllipse	-
27	15/09/2019 21:41:46	40.44	16.25	15.16	0.40	1.1	0.3	6.29	DESK - HypoEllipse	-
28	15/09/2019 21:45:26	40.43	16.5	14.81	0.40	1.0	0.3	5.97	DESK - HypoEllipse	-
29	15/09/2019 22:04:49	44.47	16.24	17.13	0.50	0.4	0.2	3.37	DESK - HypoEllipse	-
30	15/09/2019 22:59:20	44.46	16.25	15.24	0.40	0.5	0.2	5.15	DESK - HypoEllipse	-
31	17/09/2019 01:25:57	40.45	16.25	14.43	0.40	0.6	0.2	5.65	DESK - HypoEllipse	-
32	17/09/2019 01:28:23	40.46	16.24	14.97	0.40	0.7	0.2	4.88	DESK - HypoEllipse	-
33	17/09/2019 01:29:05	40.45	16.25	15.06	0.50	0.6	0.2	5.95	DESK - HypoEllipse	-
34	17/09/2019 02:35:55	40.46	16.21	16.09	0.40	0.3	0.3	4.28	DESK - HypoEllipse	-
35	20/09/2019 15:46:32	40.26	15.88	14.19	1.20	1.1	0.3	19.11	DESK - HypoEllipse	-
36	20/09/2019 21:32:28	40.55	15.90	16.12	0.50	0.6	0.3	6.96	DESK - HypoEllipse	-
37	26/09/2019 09:27:56	40.54	15.86	16.05	0.60	0.8	0.2	5.51	DESK - HypoEllipse	-
38	26/09/2019 09:29:06	40.52	15.87	16.20	0.40	0.7	0.1	3.19	DESK - HypoEllipse	-

Tabella 8: eventi sismici localizzati nella griglia locale.

Gli eventi per i quali il Localizzatore indicato è DESK - HypoEllipse, sono stati localizzati con la tecnica classica del picking dei primi arrivi.

Gli eventi con sfondo verde hanno epicentro nei Domini di Rilevazione (quelli in blu in grassetto hanno epicentro nel Dominio Interno); gli unici 2 eventi con epicentro nella Concessione sono indicati in Tabella 8 con i bordi rossi.

La magnitudo locale è stata calcolata con il software SEISMODESK, applicando la legge di attenuazione di (Bakun & Joyner, 1984) al segnale convertito per la risposta del sismografo Wood-Anderson.

In Figura 9 gli epicentri degli eventi sismici.

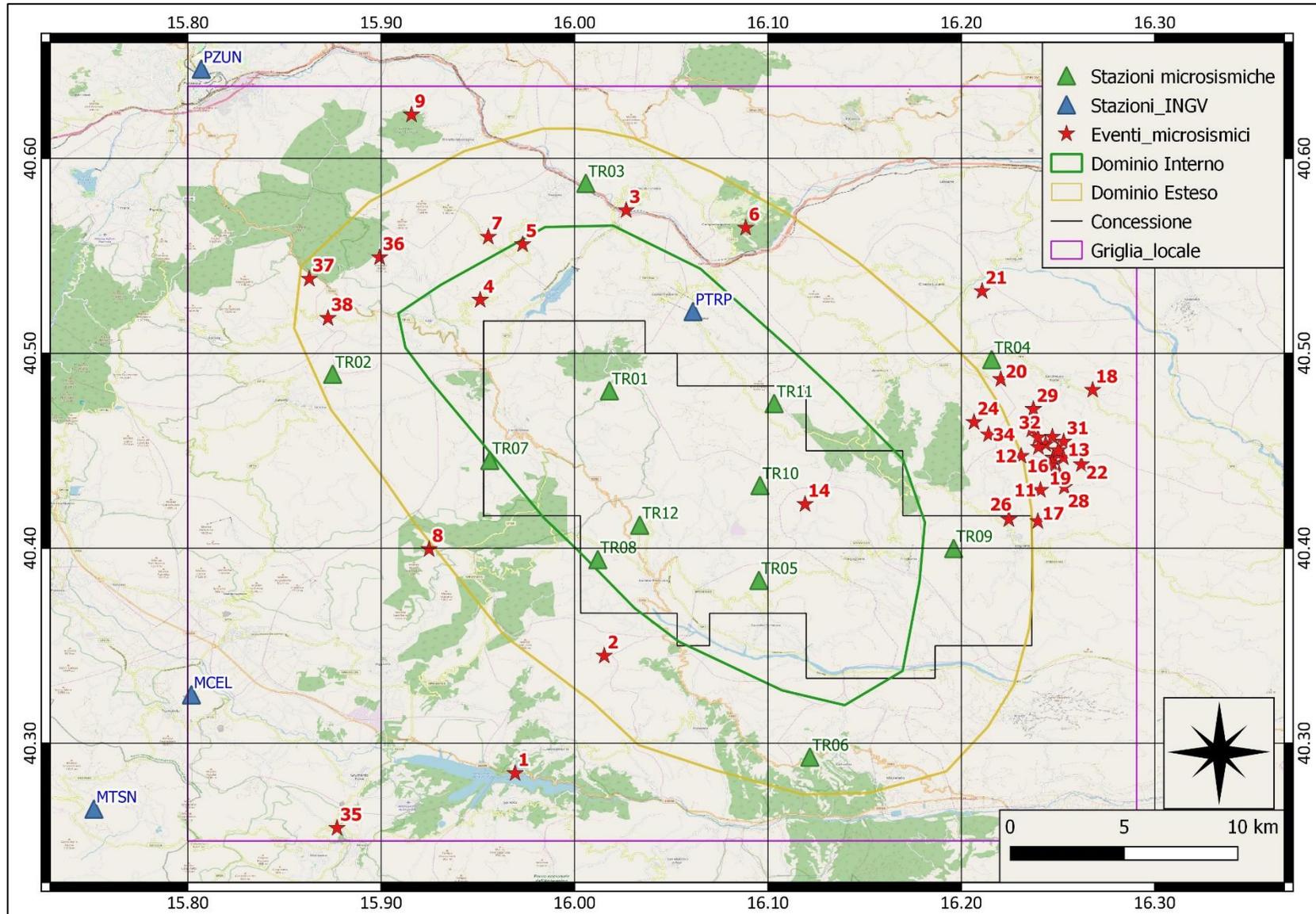


Figura 9: eventi sismici localizzati

In Figura 10 il numero di eventi sismici raggruppati per magnitudo locale, localizzati nell'area.

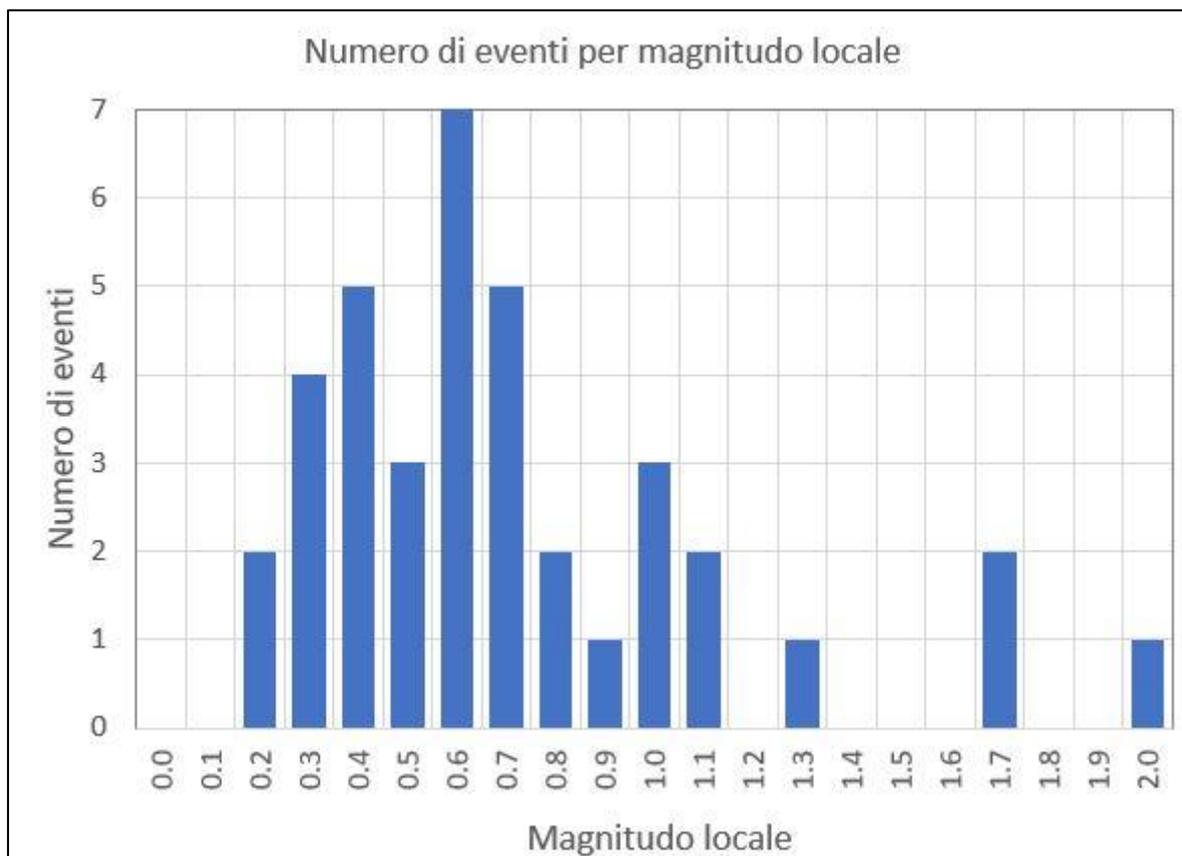


Figura 10: numero di eventi per magnitudo locale nel periodo luglio-settembre 2019.

In Figura 11 la distribuzione di magnitudo locale degli eventi localizzati.

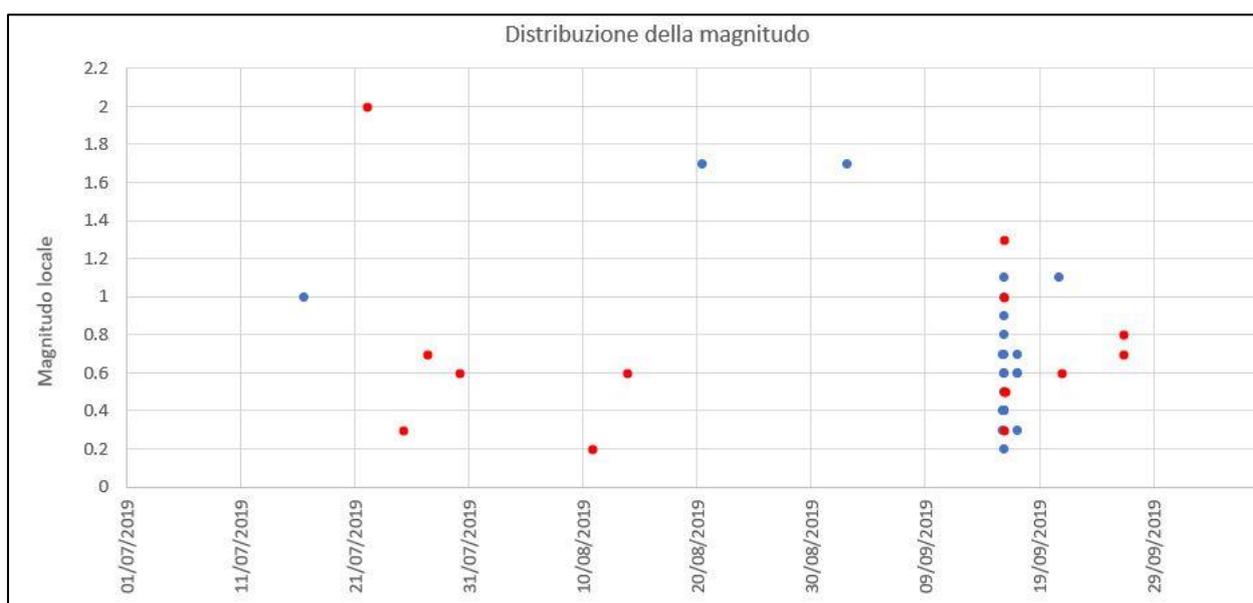


Figura 11: distribuzione di magnitudo locale nel periodo luglio-settembre 2019, degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione.

In Figura 12 la distribuzione delle profondità degli eventi sismici localizzati nella griglia.

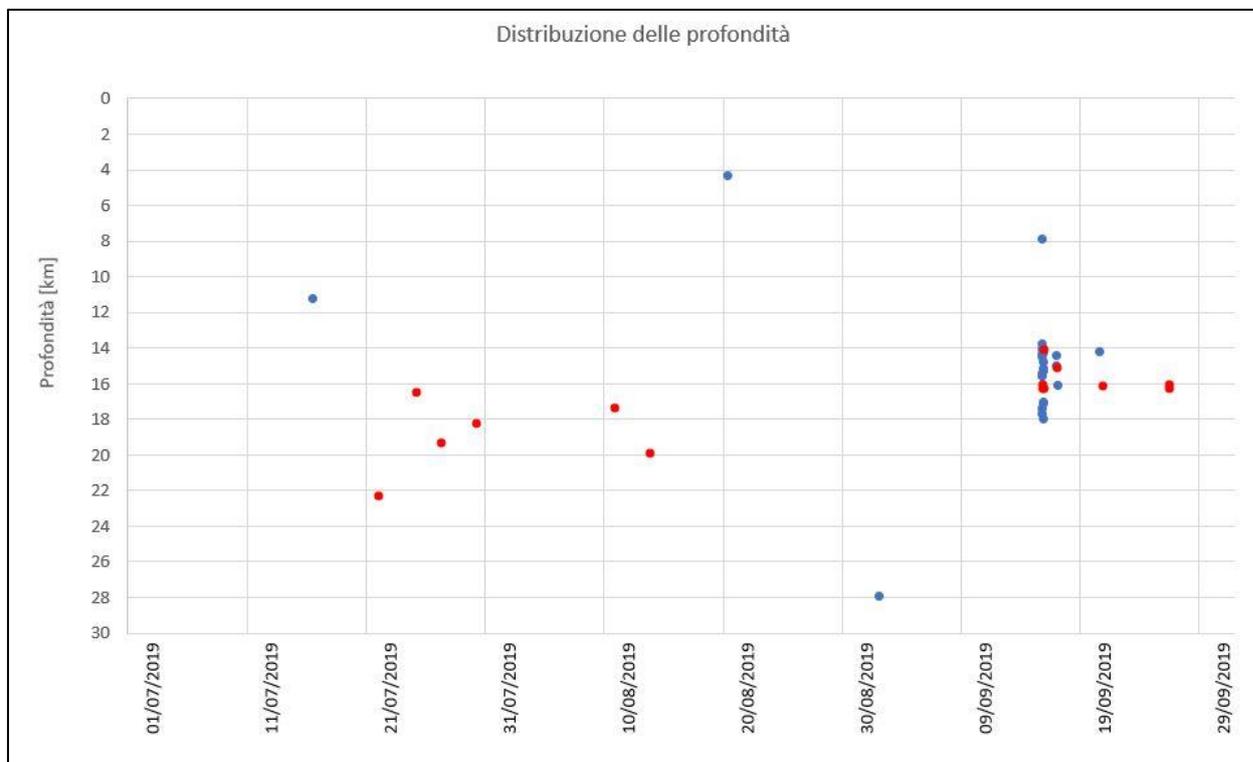


Figura 12: distribuzione delle profondità degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione.

6.1.Evento 1: 16/07/2019 11:37:02 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i	Stazioni INGV
1	16/07/2019 11:37:02	40.28	15.97	11.26	1.15	1.0 ± 0.3	MCEL – SIRI - SLCN

In Figura 13 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

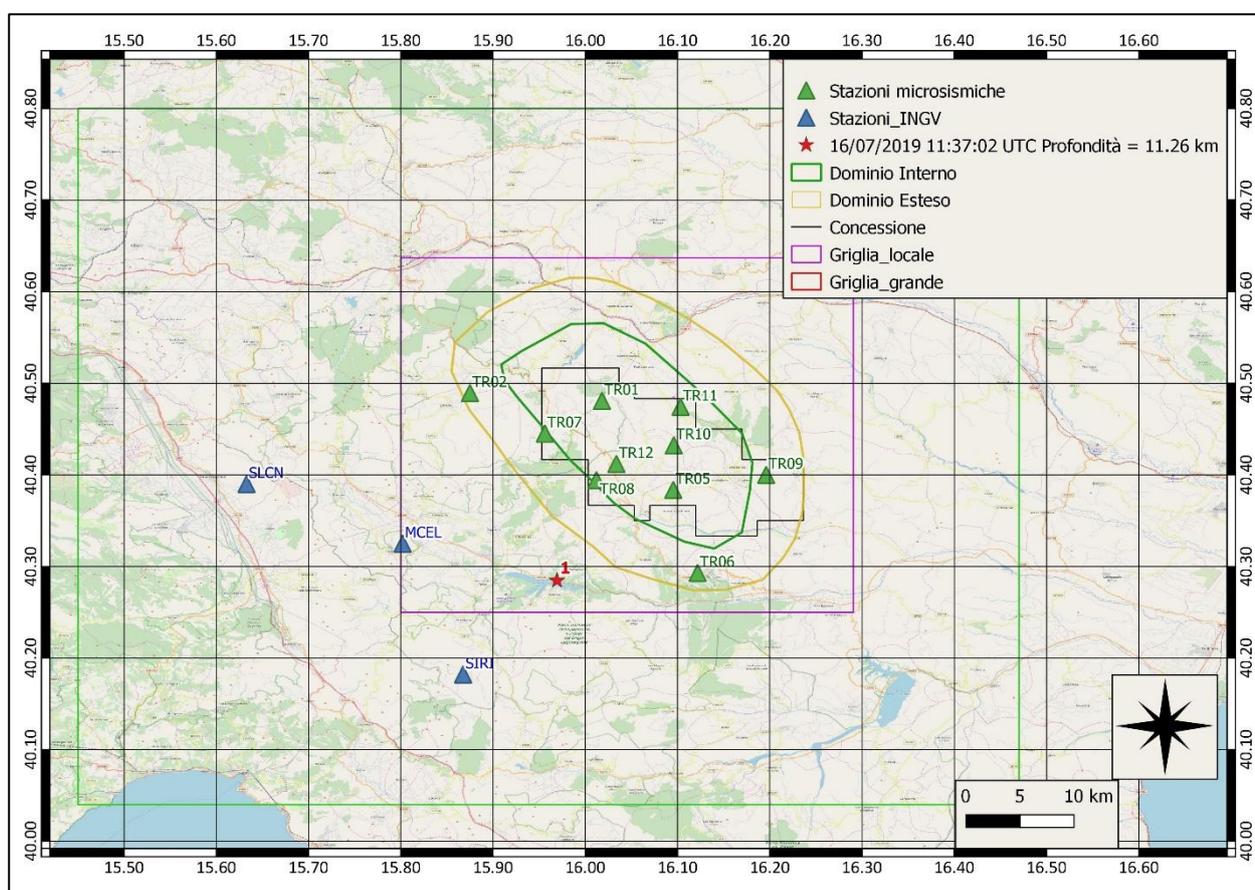
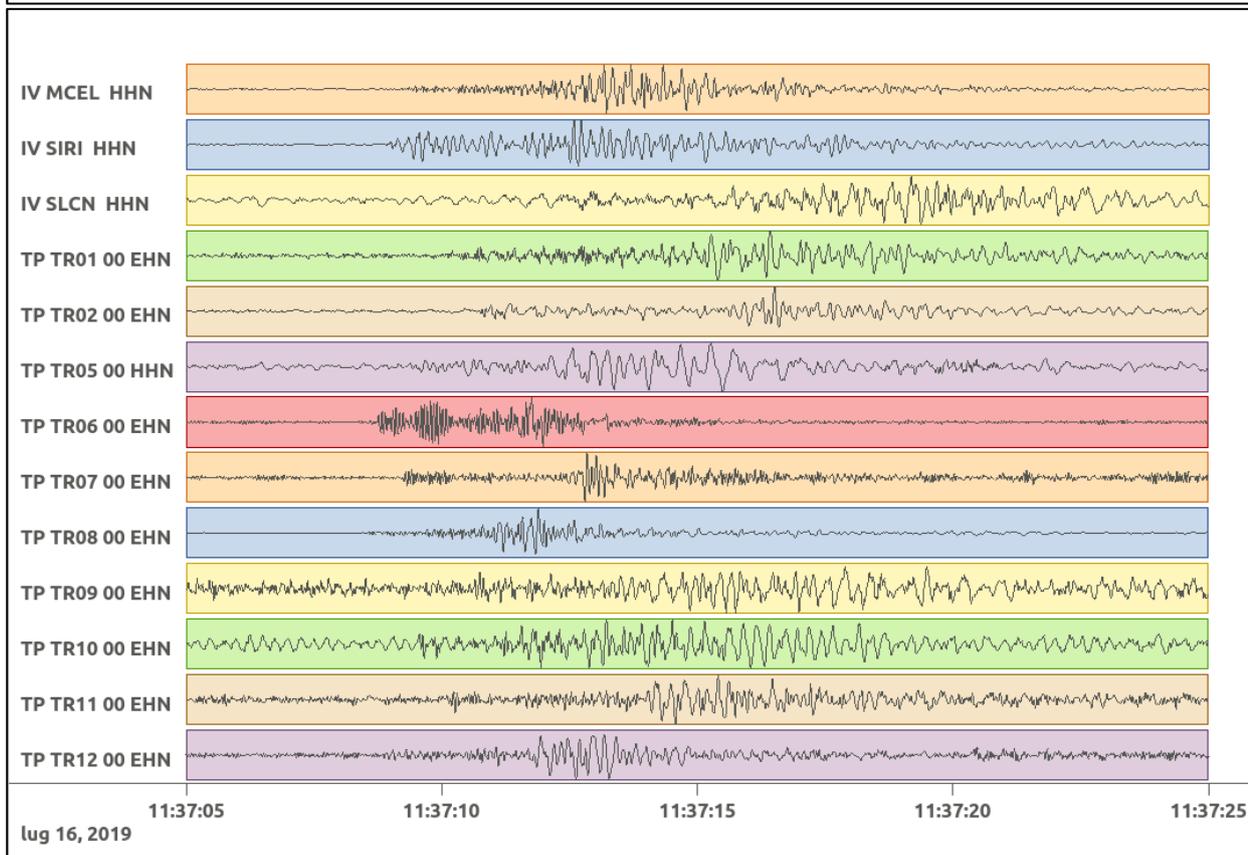
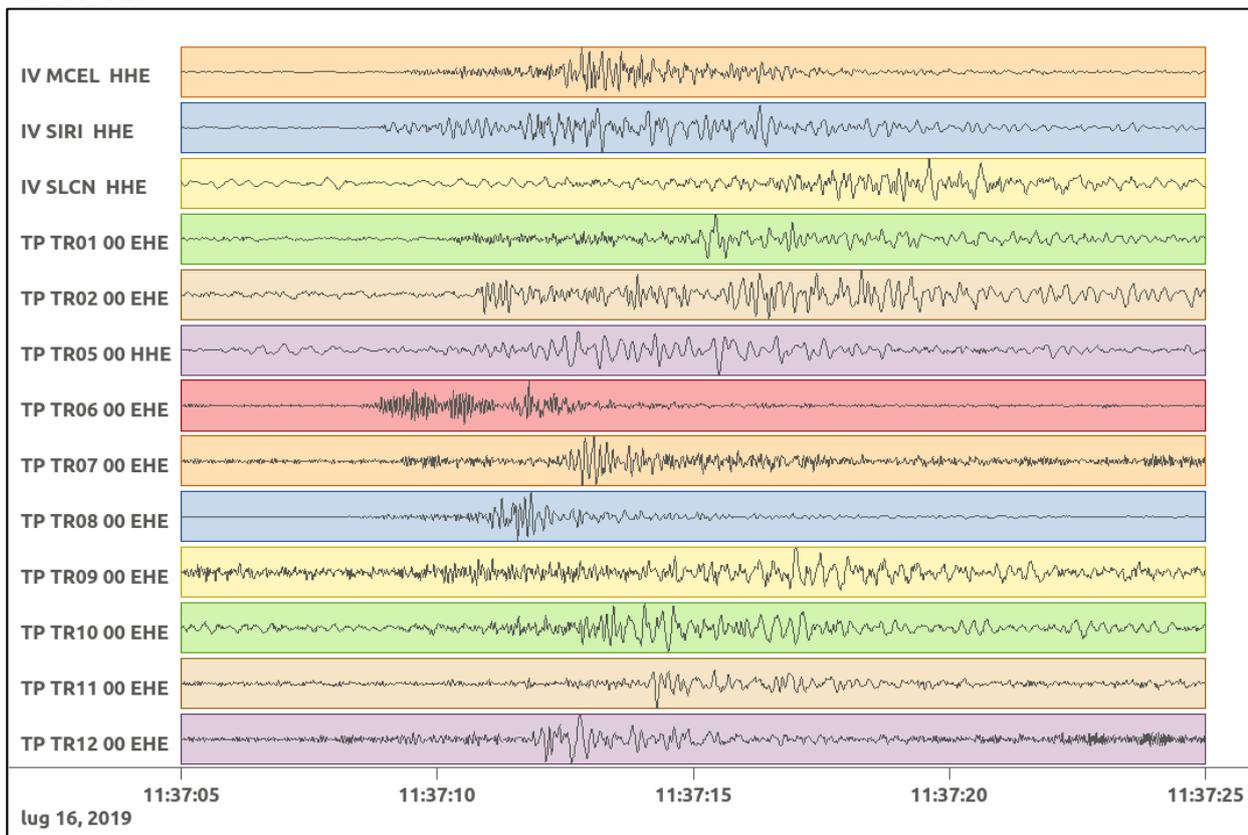


Figura 13: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 16/07/2019 11:37:02 UTC verificatosi a profondità 11.26 km

In Figura 14 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 1: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



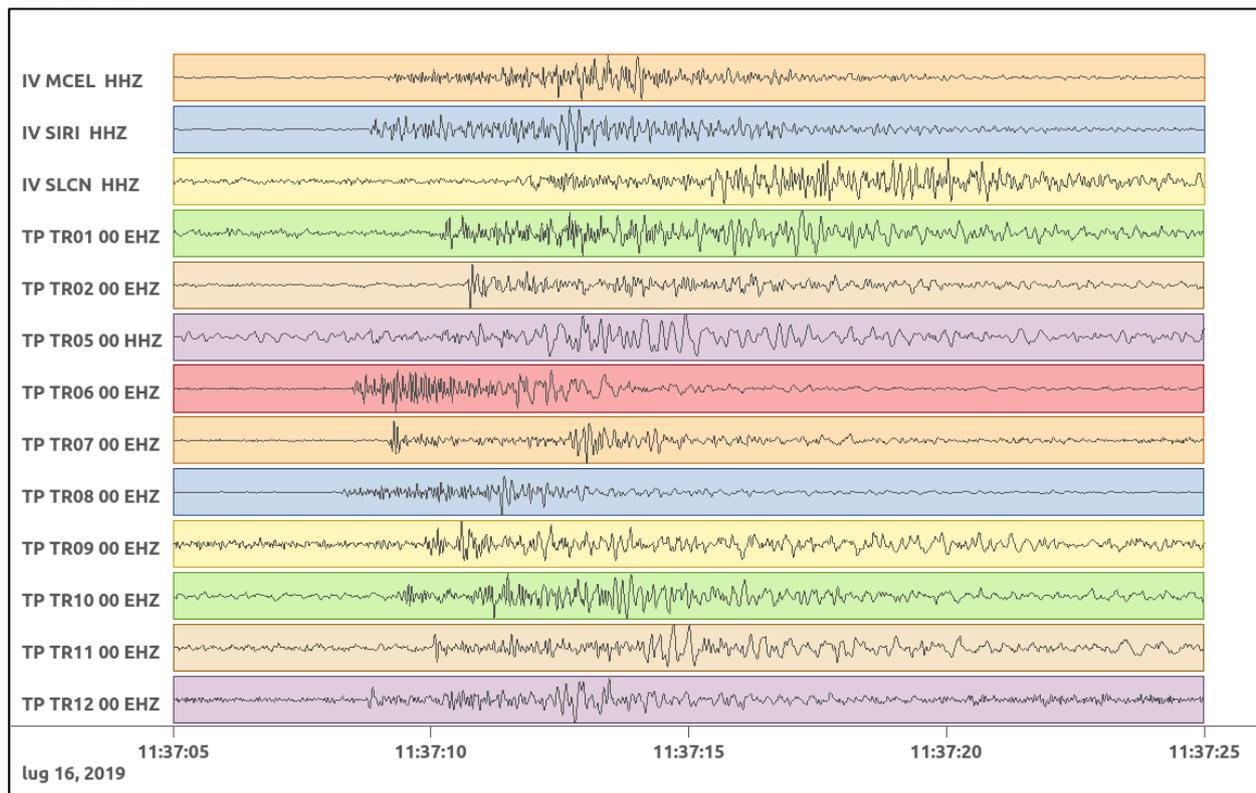


Figura 14: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 1, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

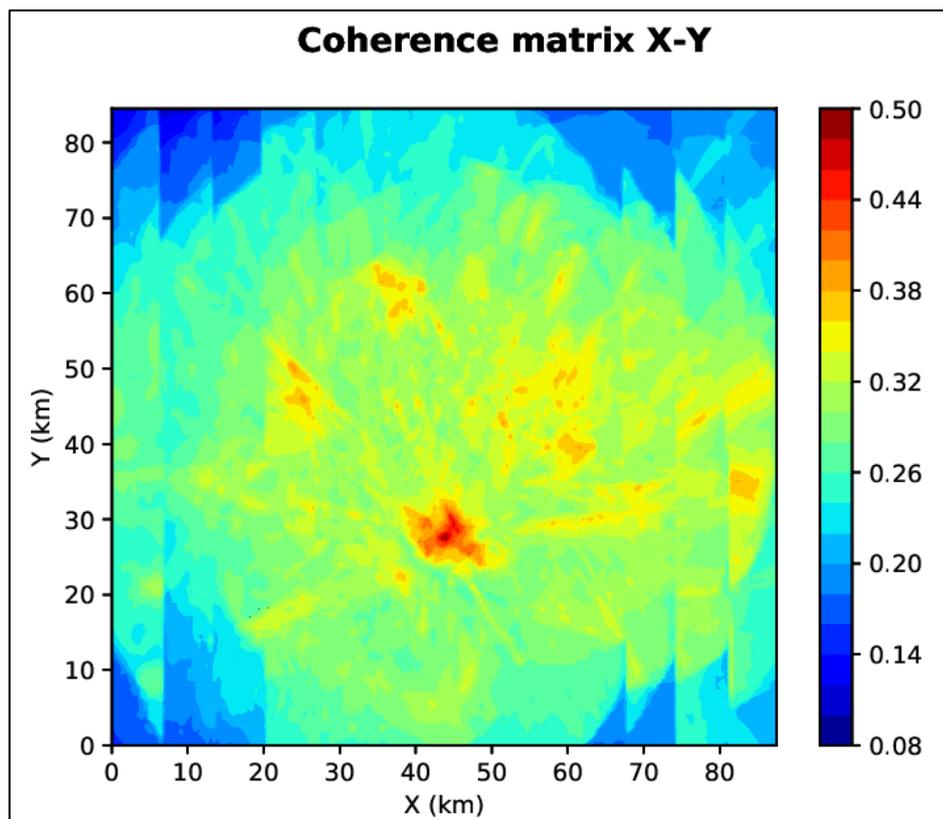


Figura 15: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia grande.

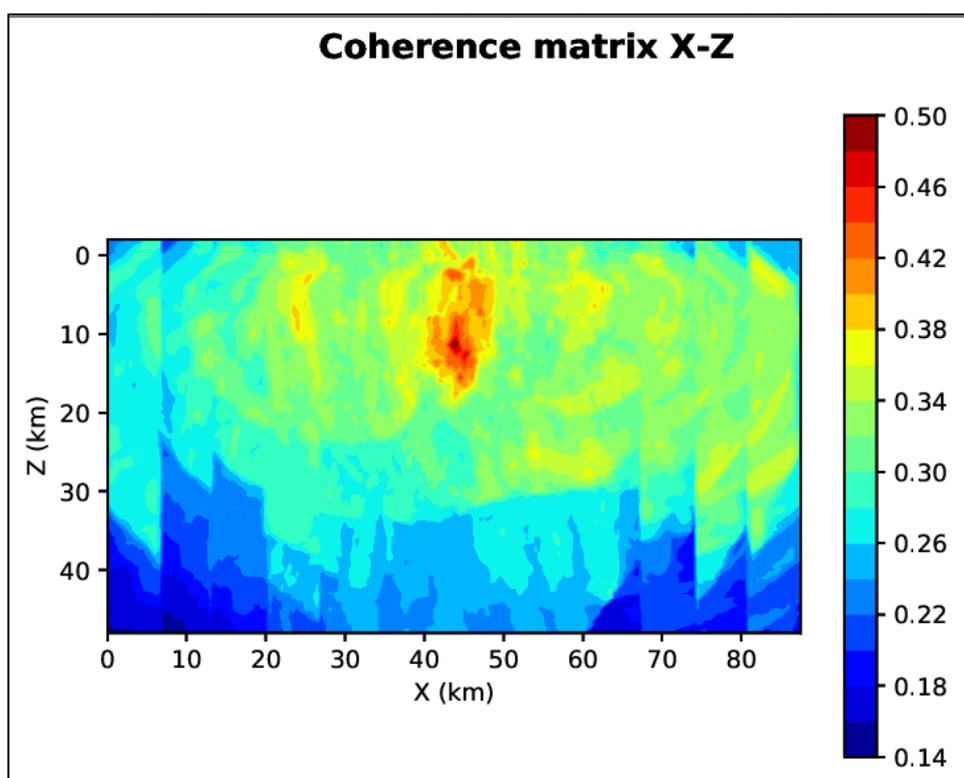


Figura 16: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

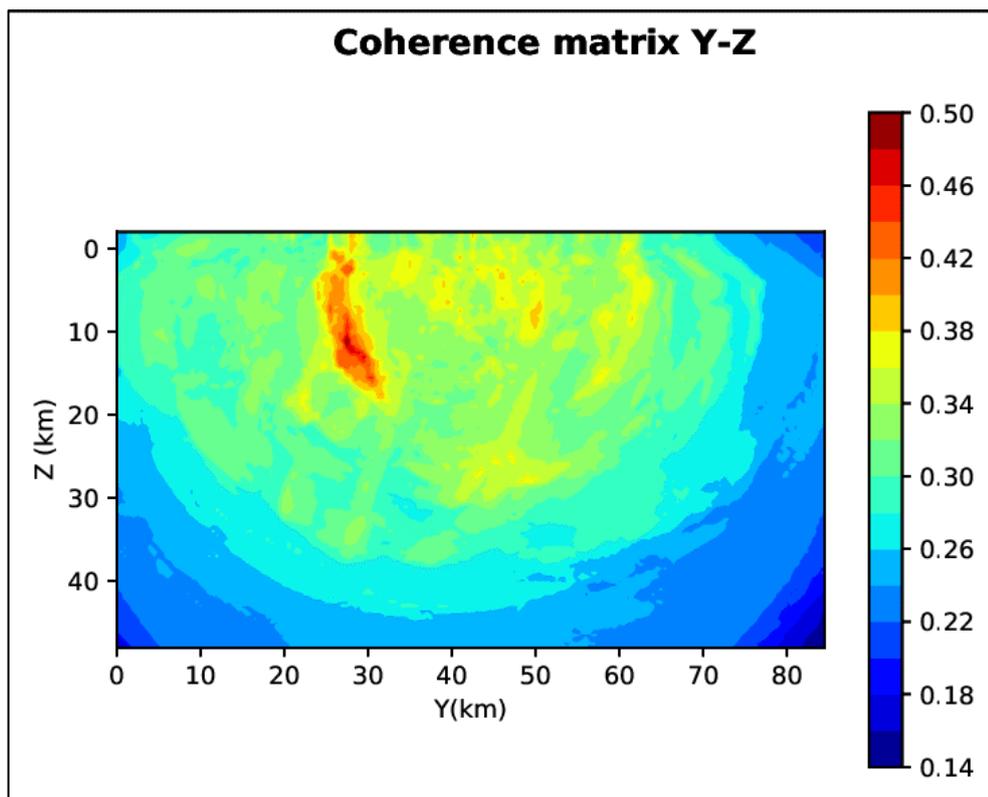


Figura 17: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

6.2.Evento 2: 22/07/2019 00:48:09 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
2	22/07/2019 00:48:09	40.34	16.02	22.25	0.40	2.0 ± 0.3

In Figura 18 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

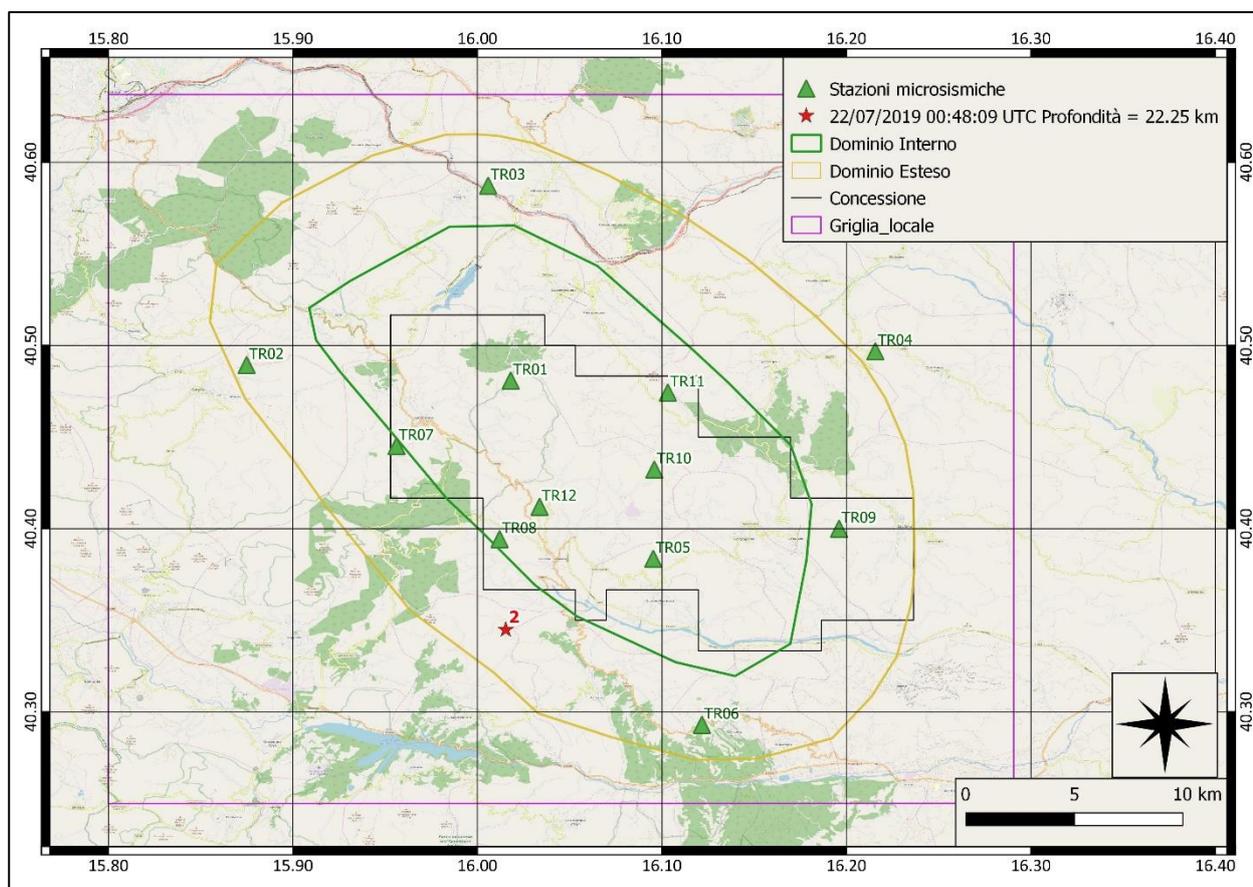
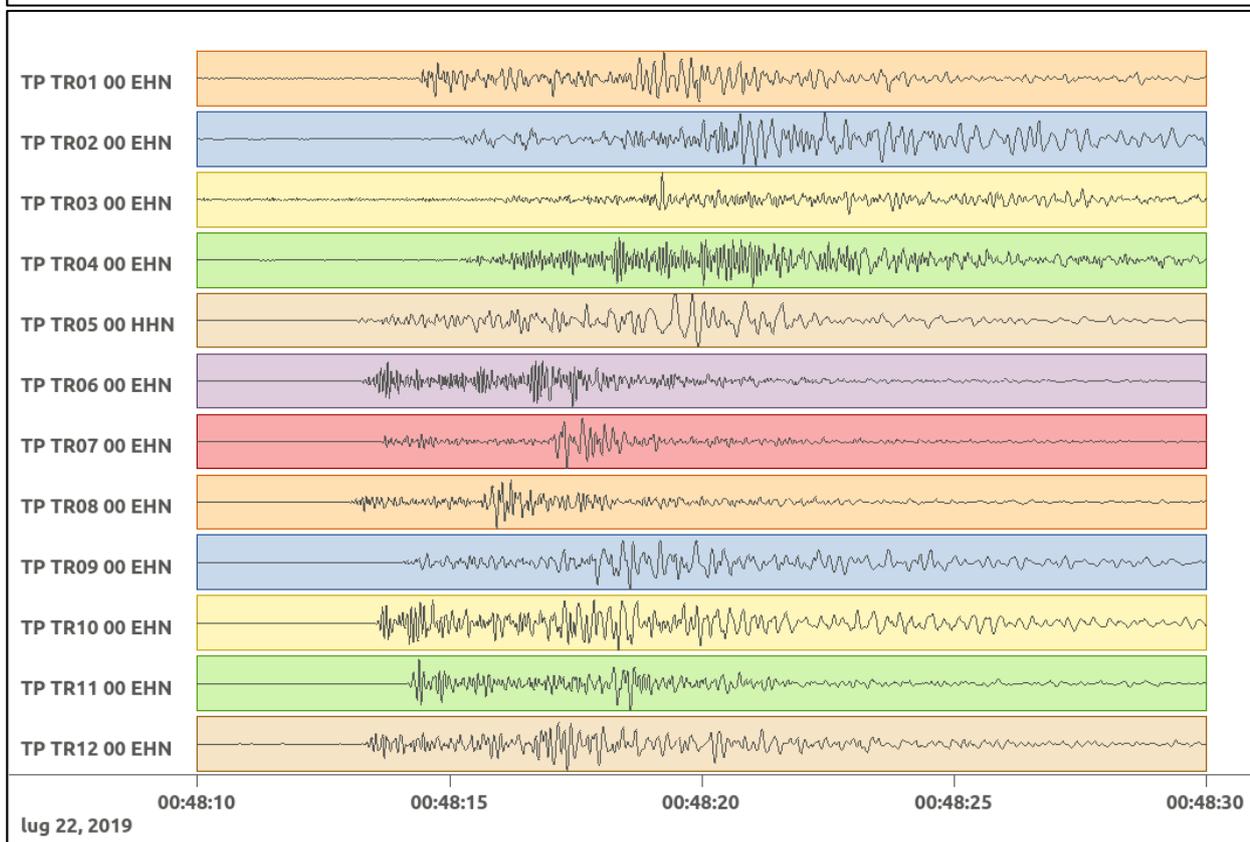
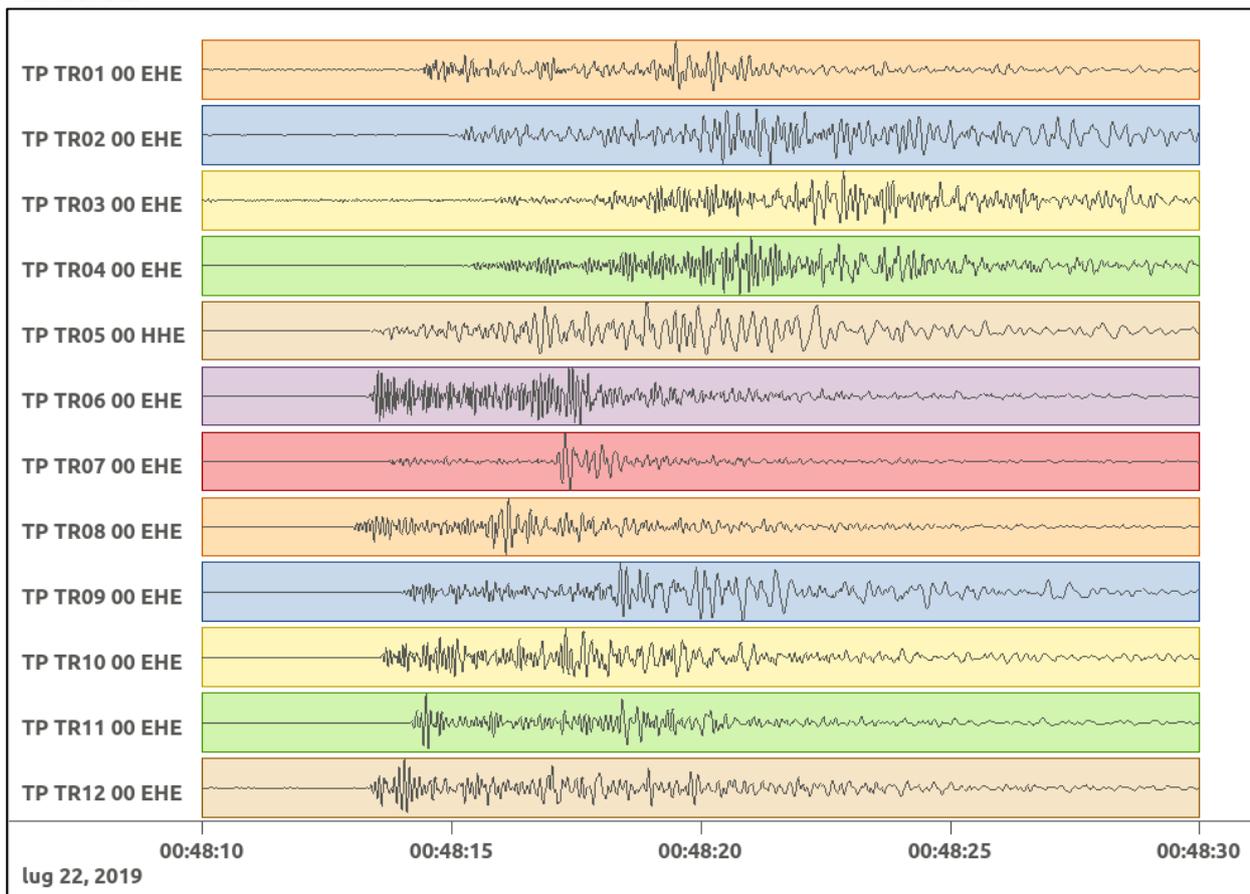


Figura 18: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 22/07/2019 00:48:09 UTC verificatosi a profondità 22.25 km

In Figura 19 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 2: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



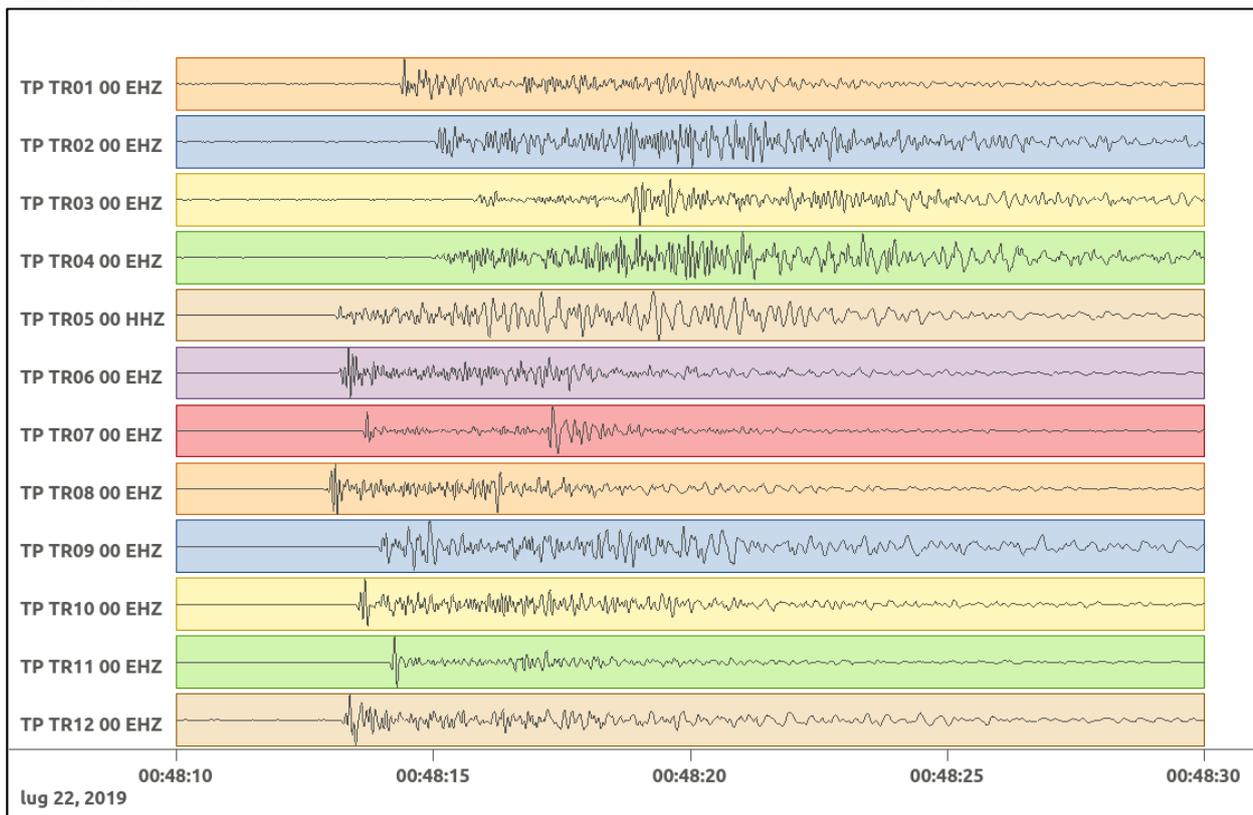


Figura 19: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 2, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.3.Evento 3: 25/07/2019 04:31:03 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
3	25/07/2019 04:31:03	40.57	16.03	16.47	0.90	0.3 ± 0.1

In Figura 20 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

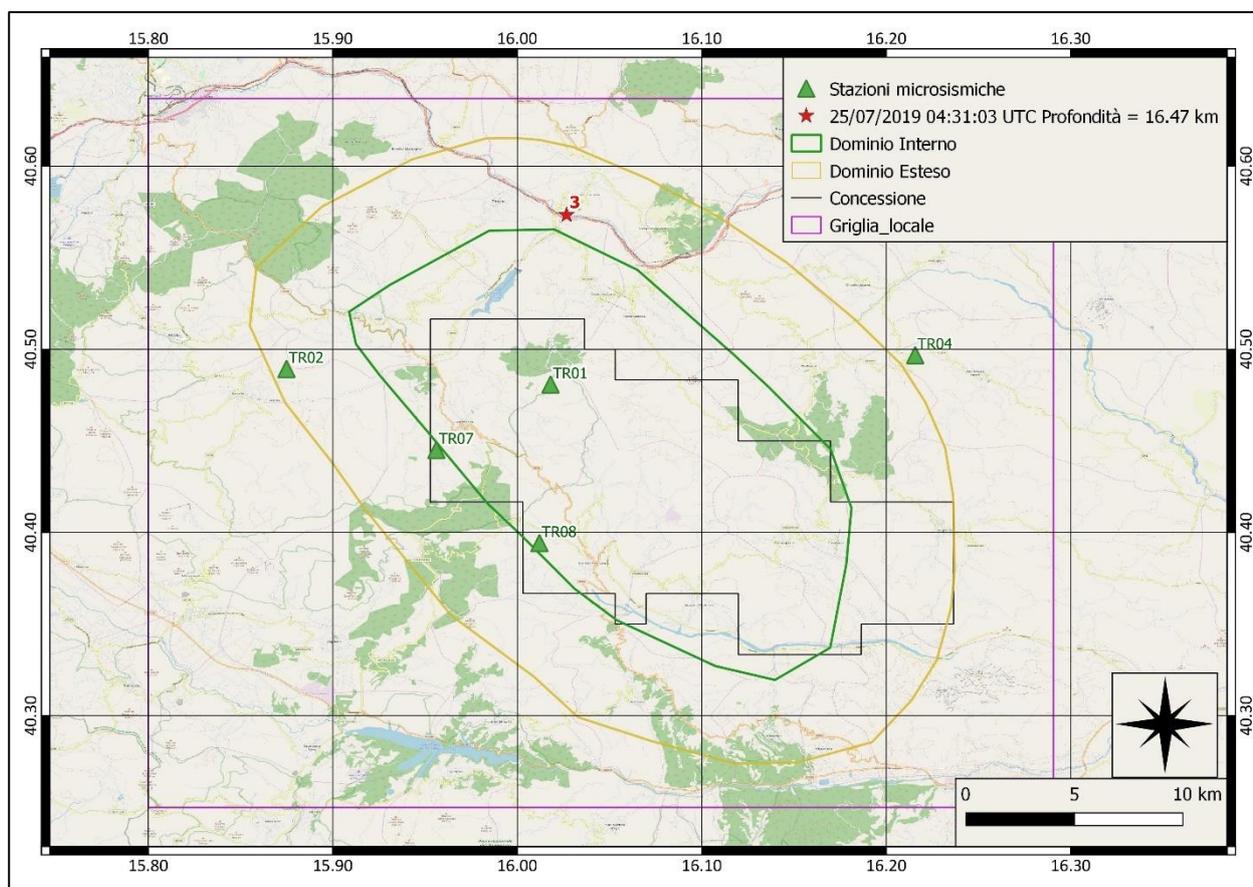
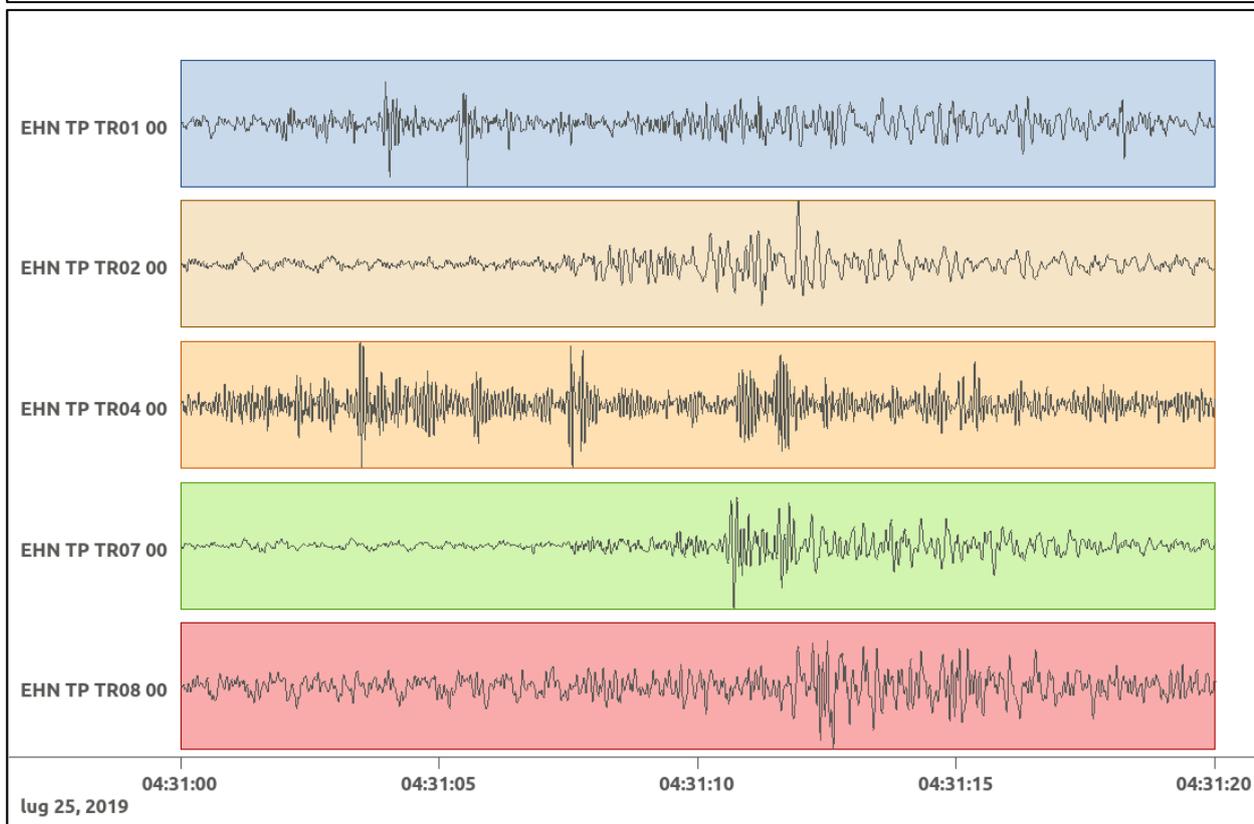
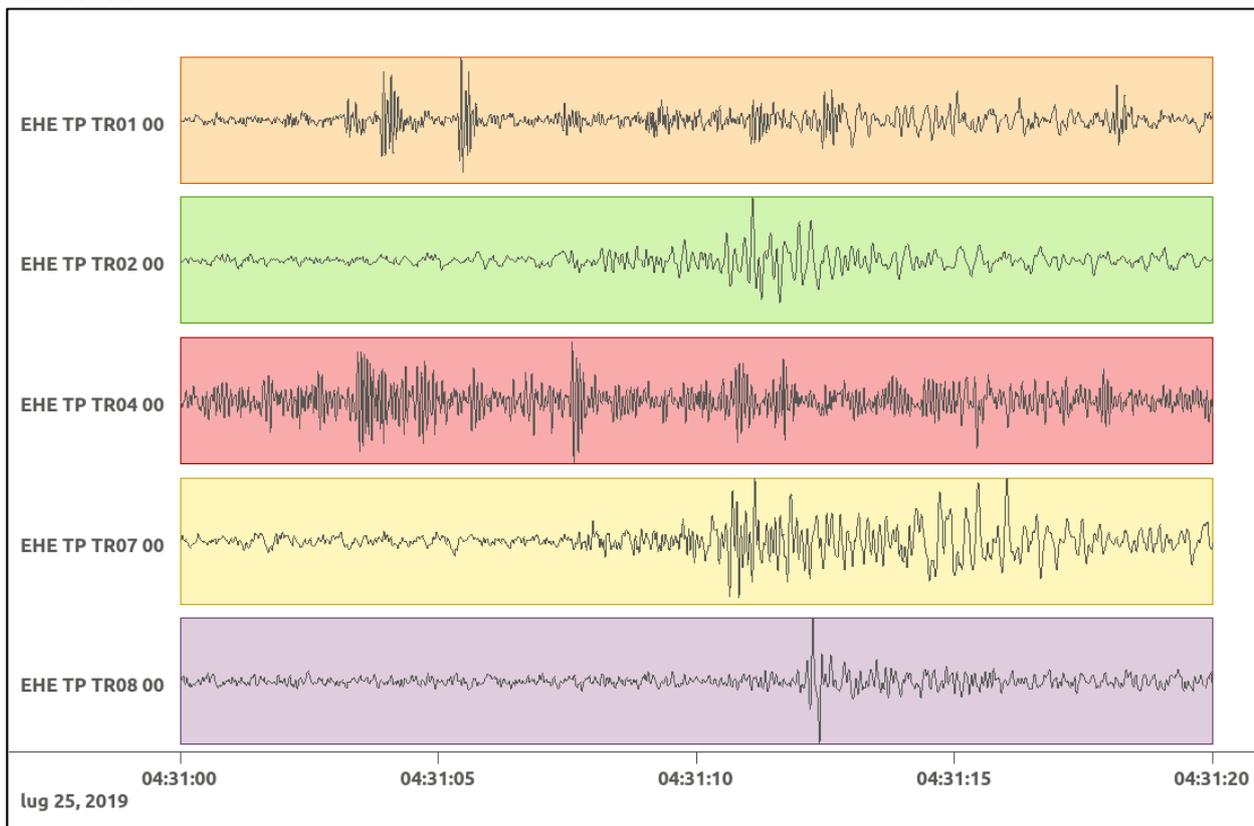


Figura 20: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/07/2019 04:31:03 UTC verificatosi a profondità 16.47 km

In Figura 21 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 3: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



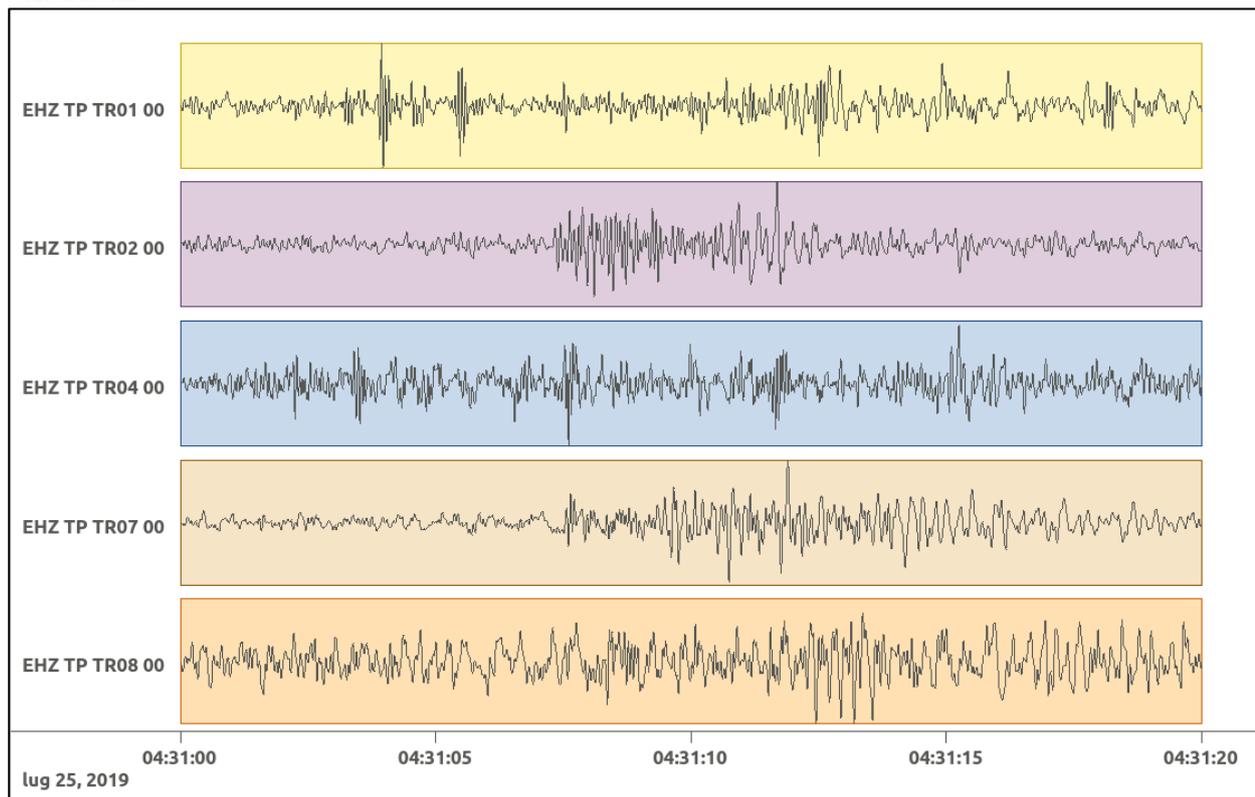


Figura 21: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 3, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.4. Evento 4: 27/07/2019 07:20:36 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
4	27/07/2019 07:20:36	40.53	15.95	19.31	0.70	0.7 ± 0.2

In Figura 22 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

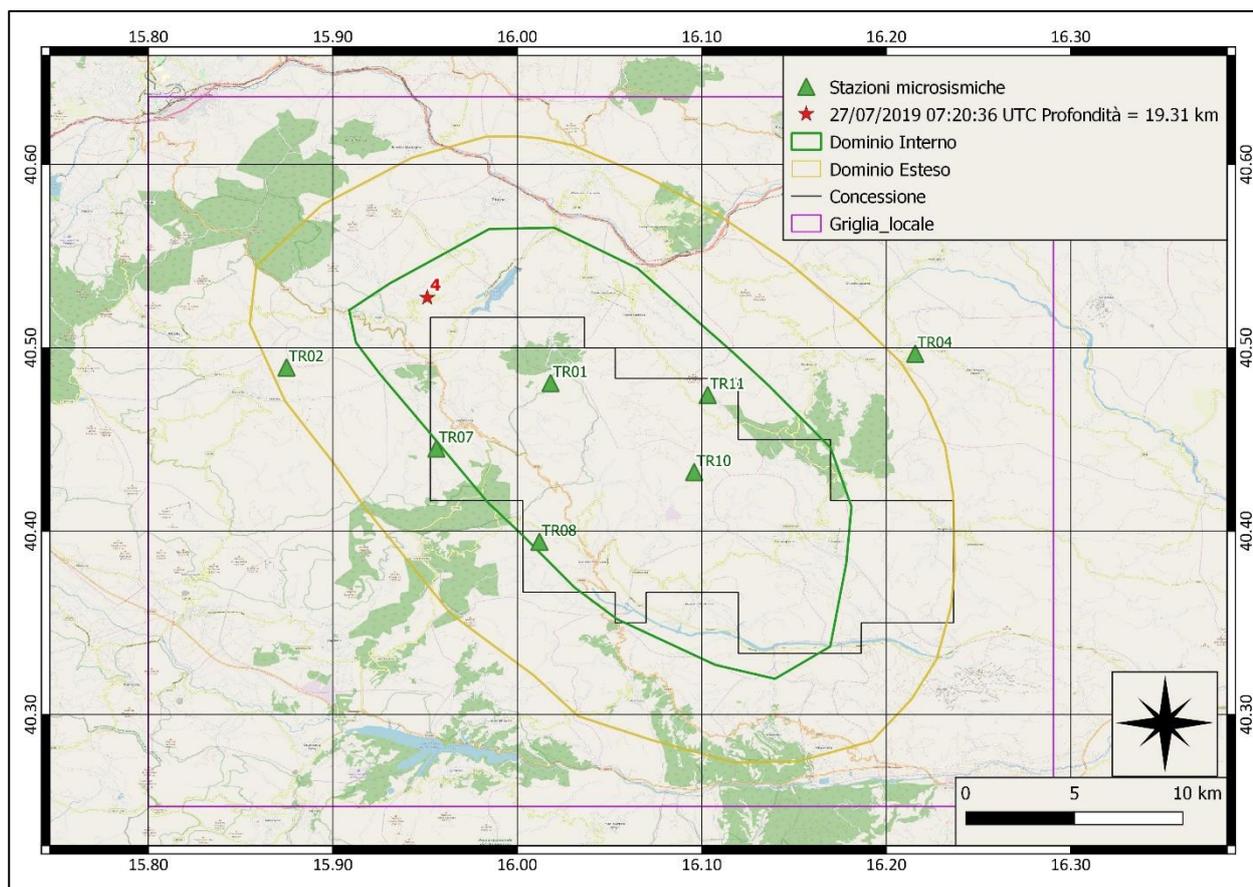
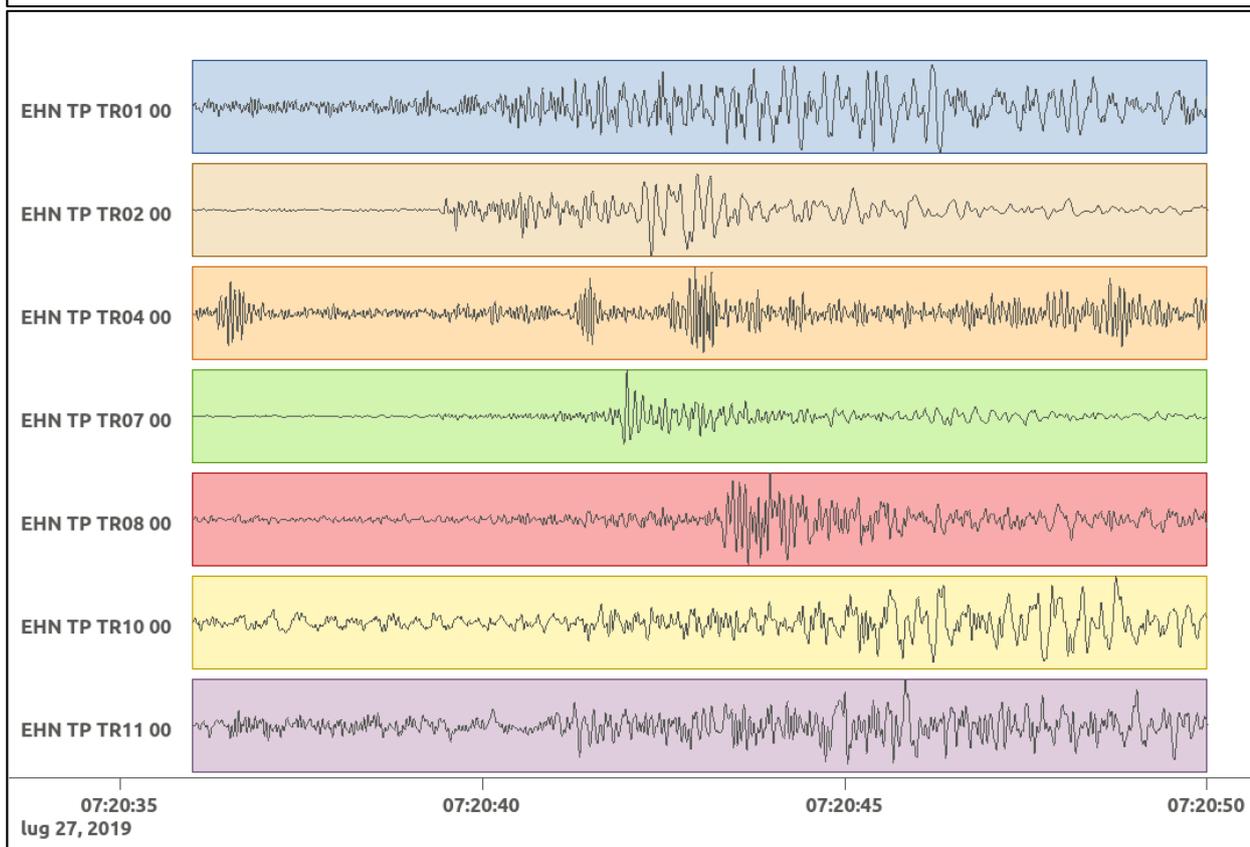
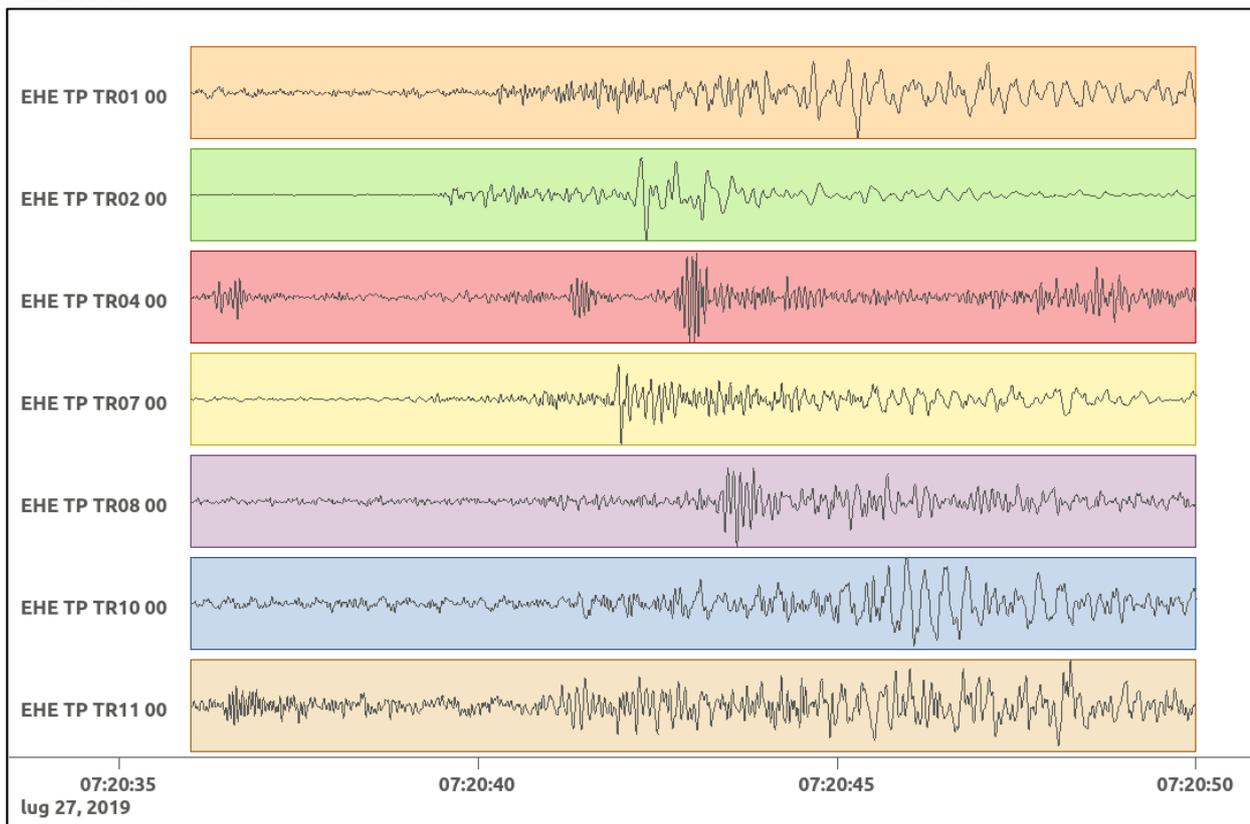


Figura 22: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 27/07/2019 07:20:36 UTC verificatosi a profondità 19.31 km

In Figura 23 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 4: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



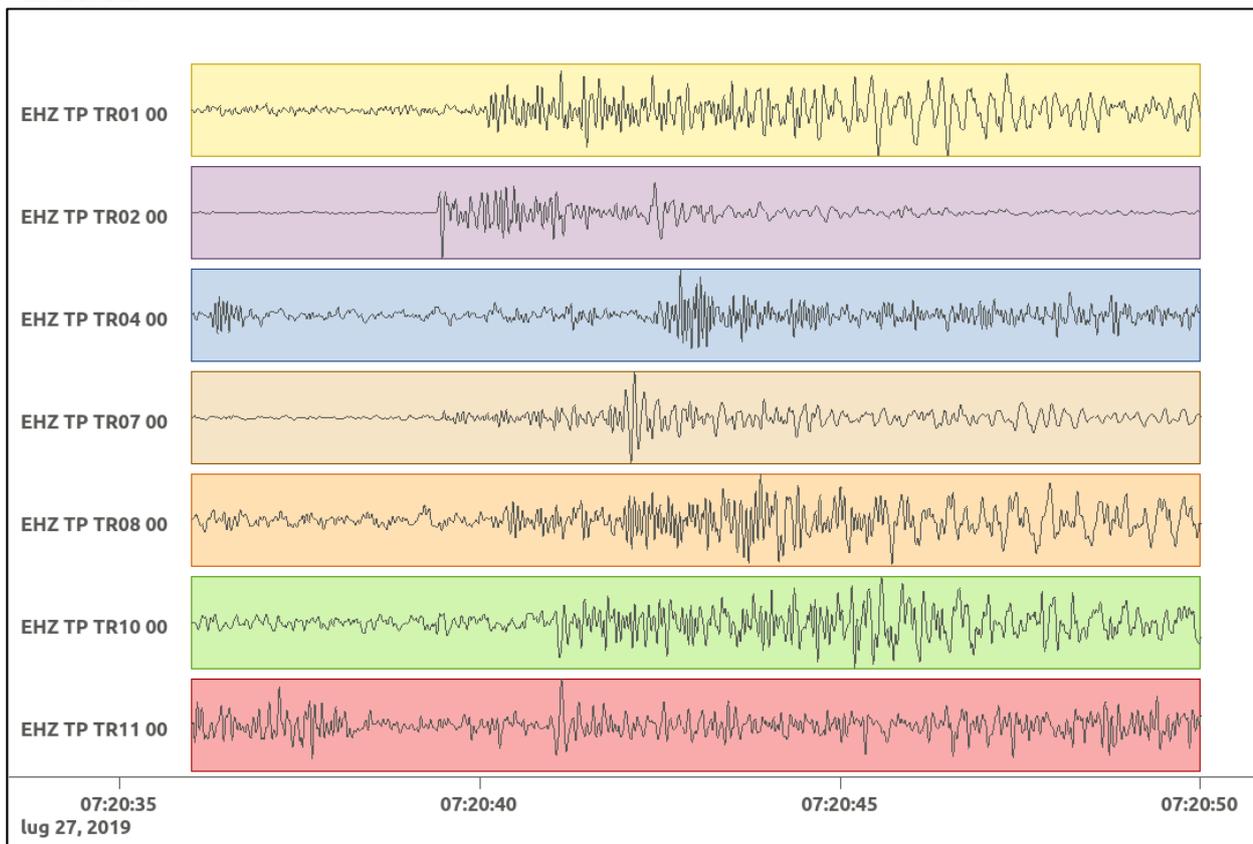


Figura 23: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 4, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.5. Evento 5: 30/07/2019 04:35:00 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
5	30/07/2019 04:35:30	40.56	15.97	18.20	0.50	0.6 ± 0.2

In Figura 24 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

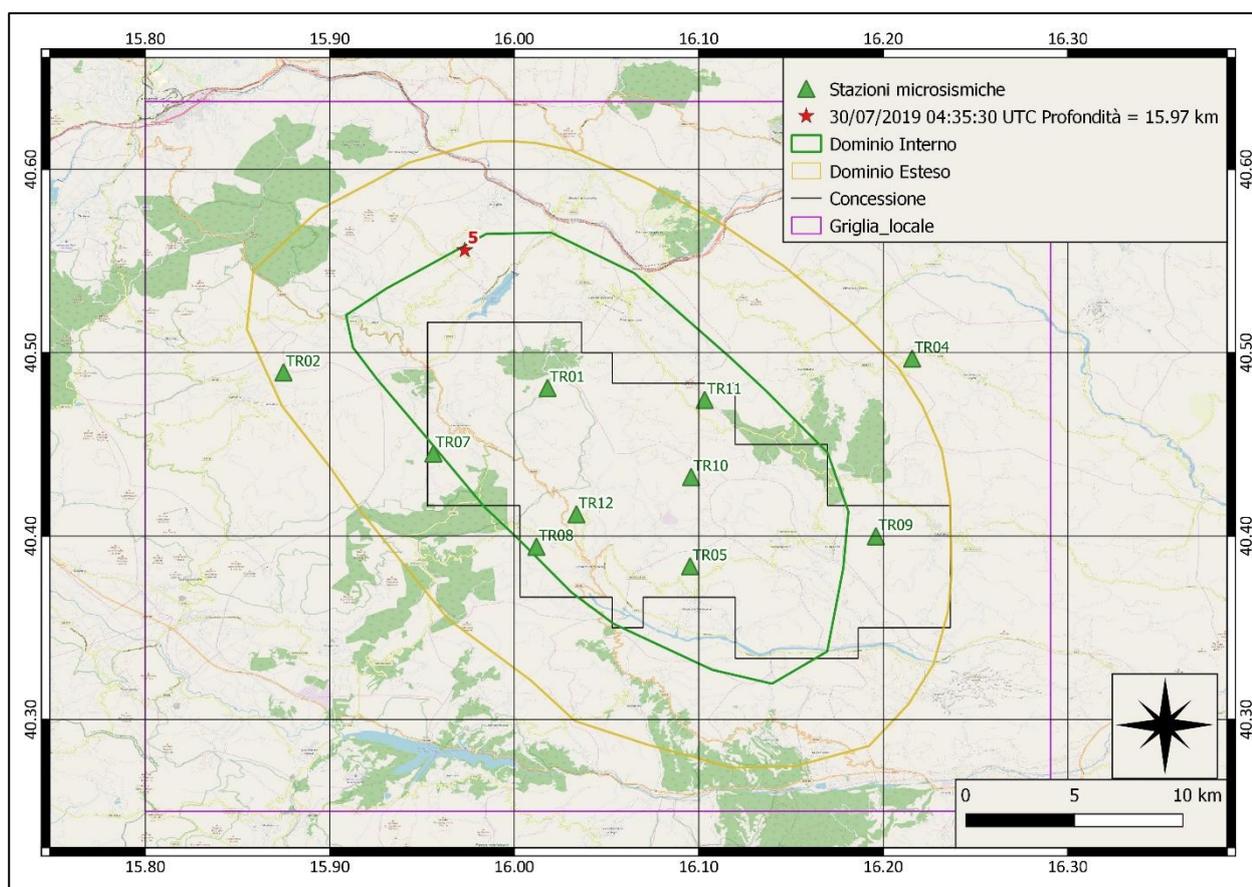


Figura 24: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/07/2019 04:35:30 UTC verificatosi a profondità 15.97 km

In Figura 25 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 5: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.

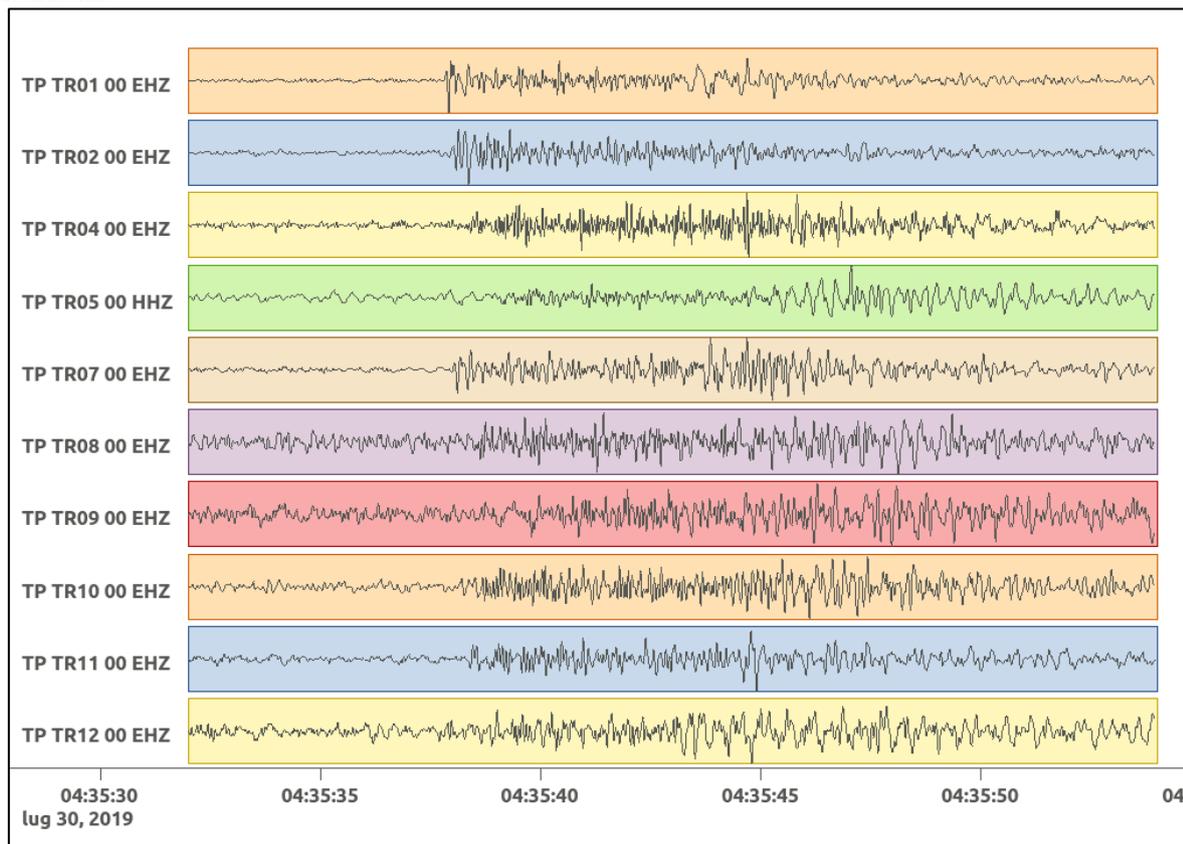


Figura 25: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 5, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.6. Evento 6: 10/08/2019 20:15:49 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i	Stazioni INGV
6	10/08/2019 20:15:49	40.56	16.09	17.35	0.25	0.2 ± 0.5	MCEL PTRP

In Figura 26 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

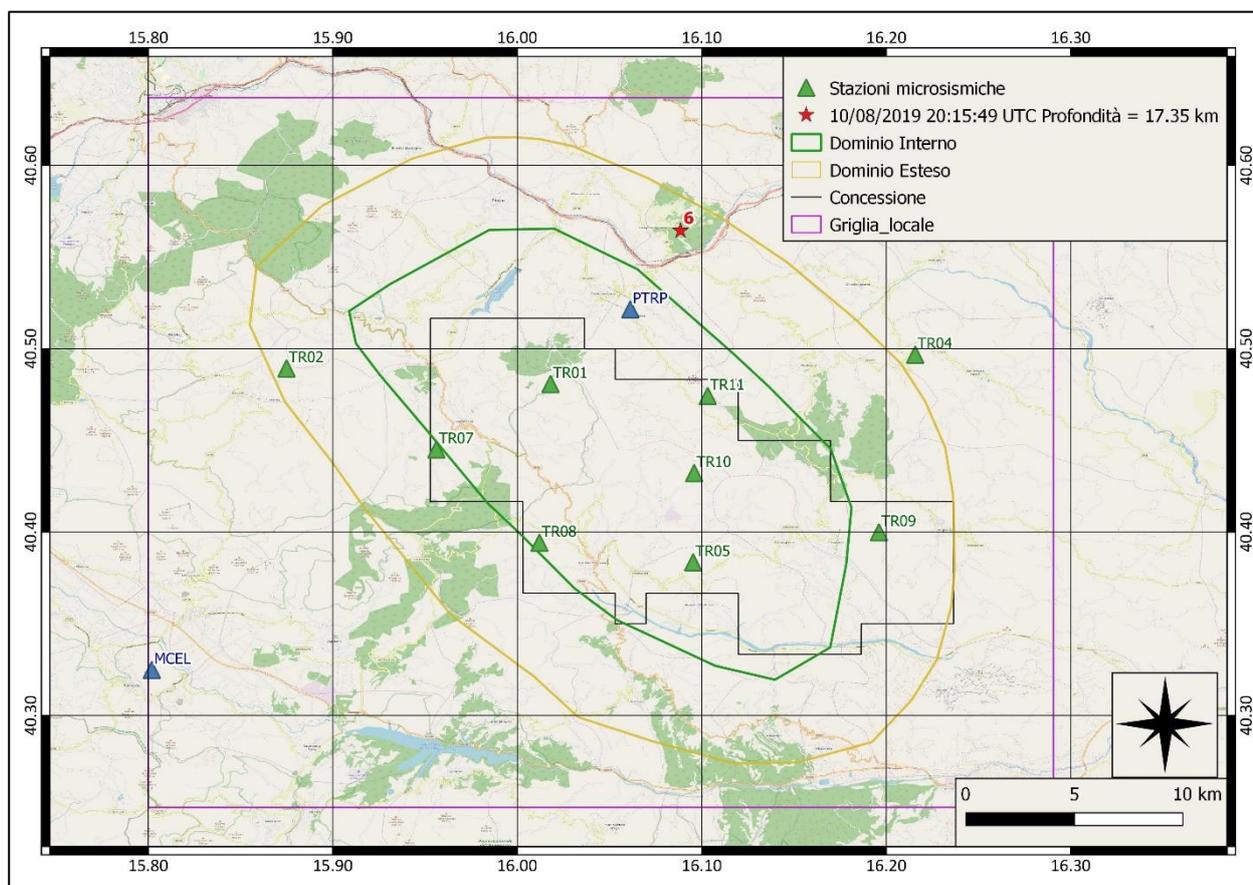
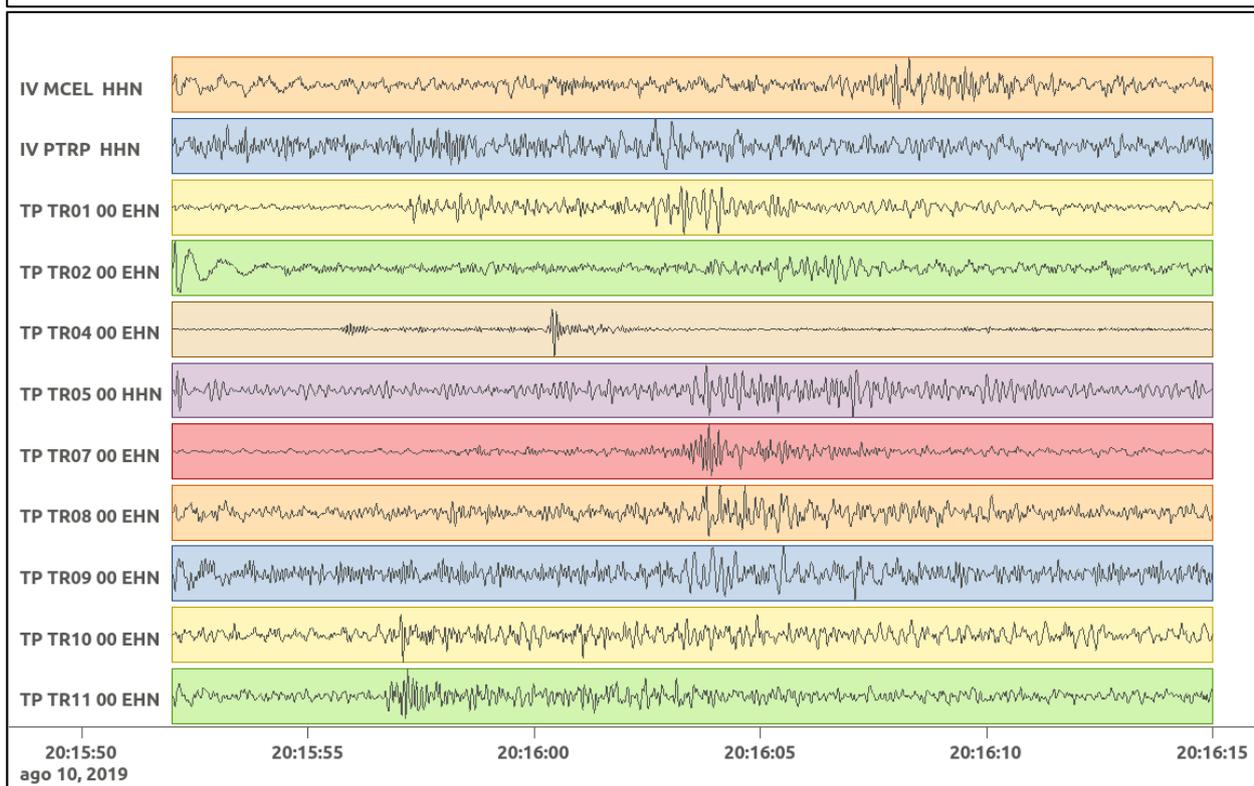
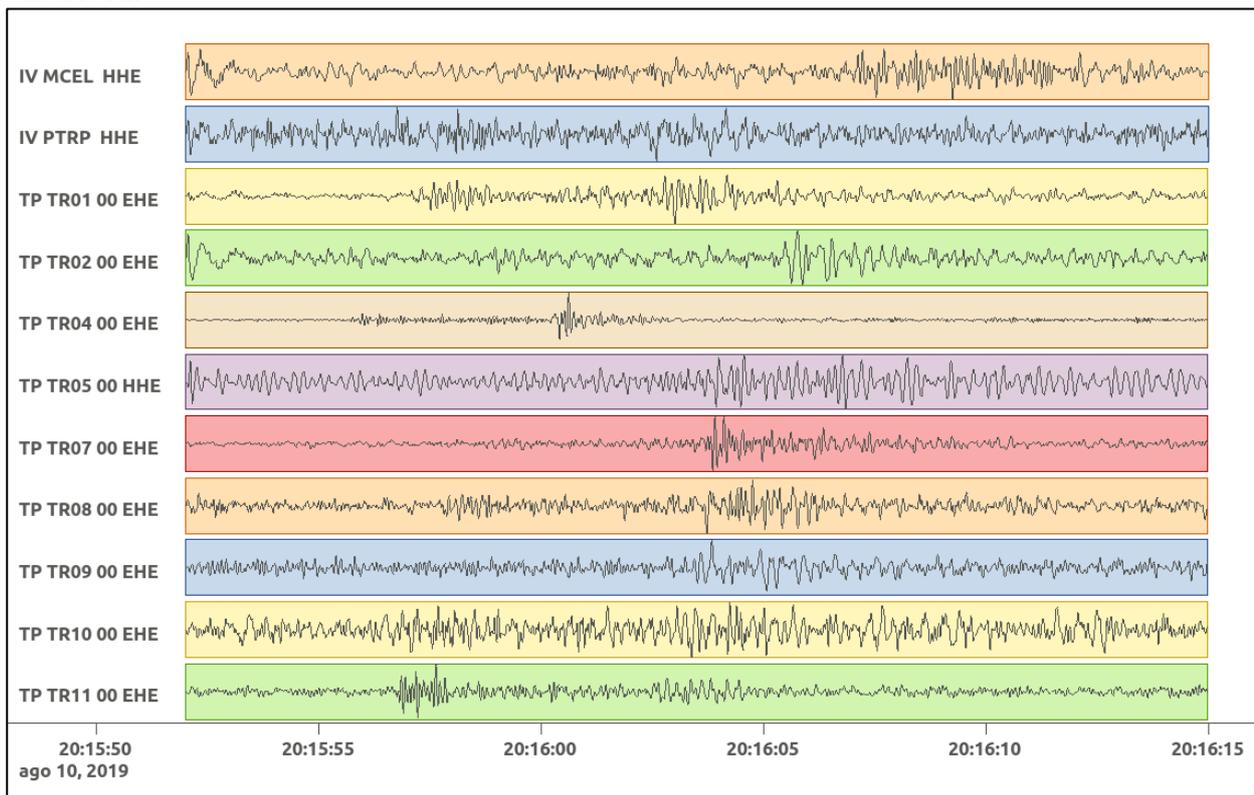


Figura 26: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 10/08/2019 20:15:49 UTC verificatosi a profondità 17.35 km.

In Figura 27 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 5: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



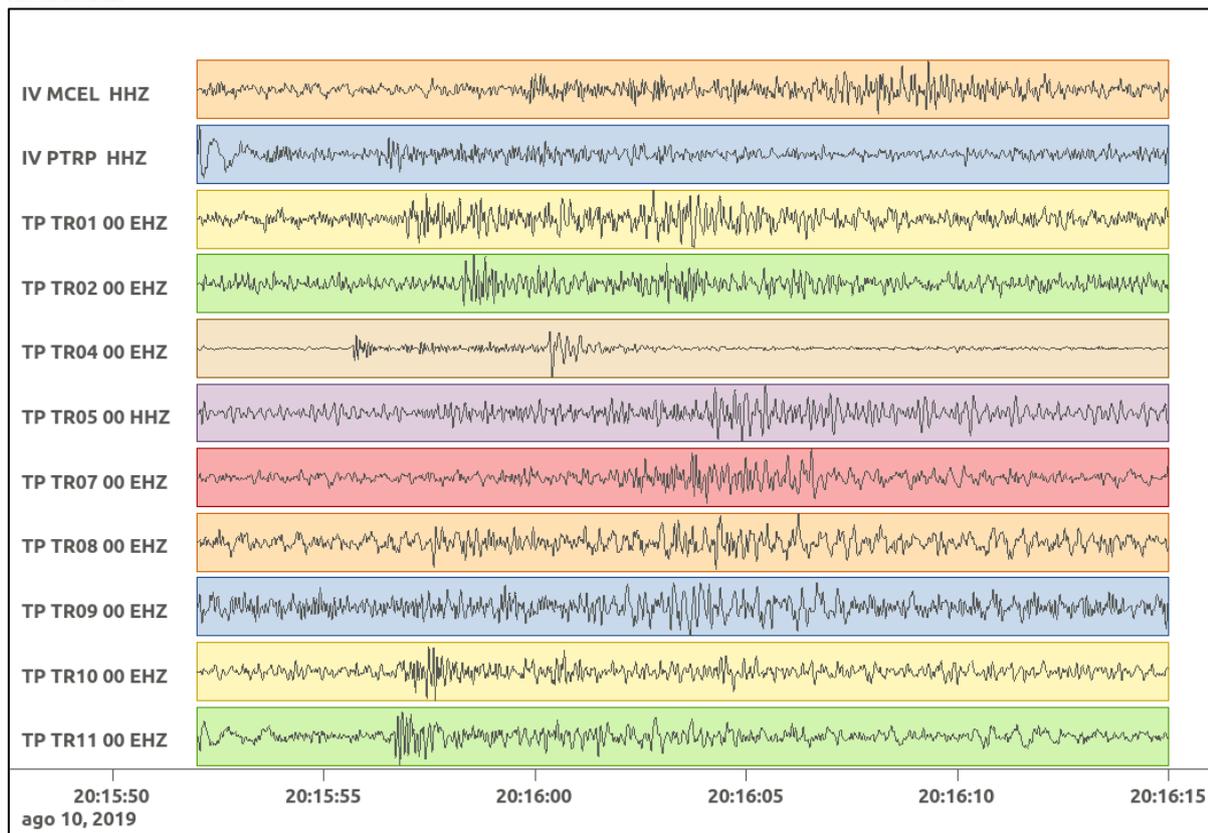


Figura 27: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 6, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

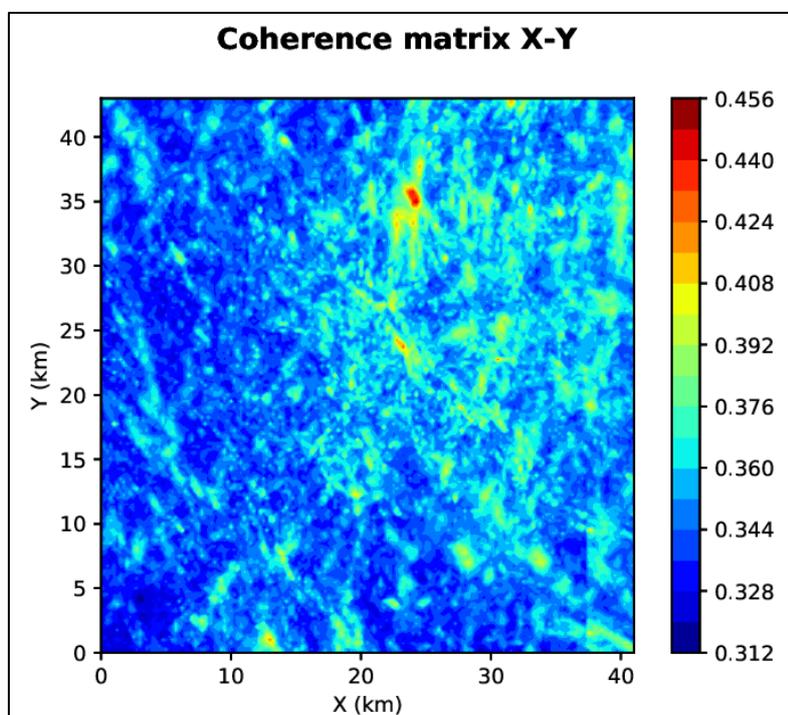


Figura 28: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.

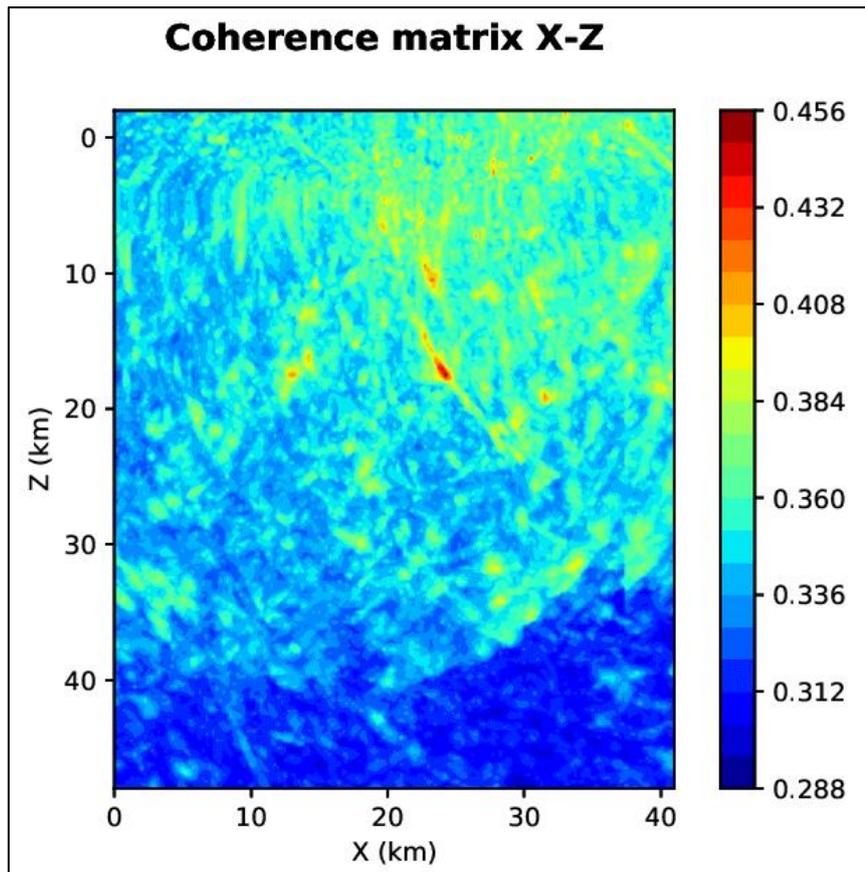


Figura 29: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

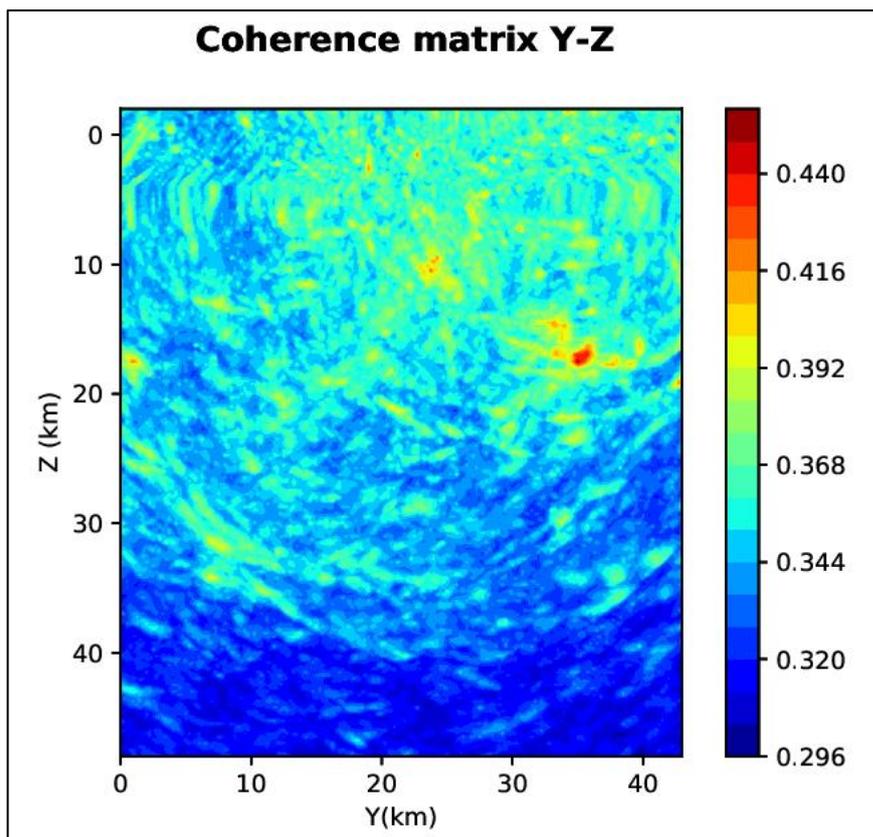


Figura 30: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

6.7. Evento 7: 13/08/2019 19:42:15 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i	Stazioni INGV
7	13/08/2019 19:42:15	40.56	15.96	19.84	0.56	0.6 ± 0.3	MCEL

In Figura 31 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

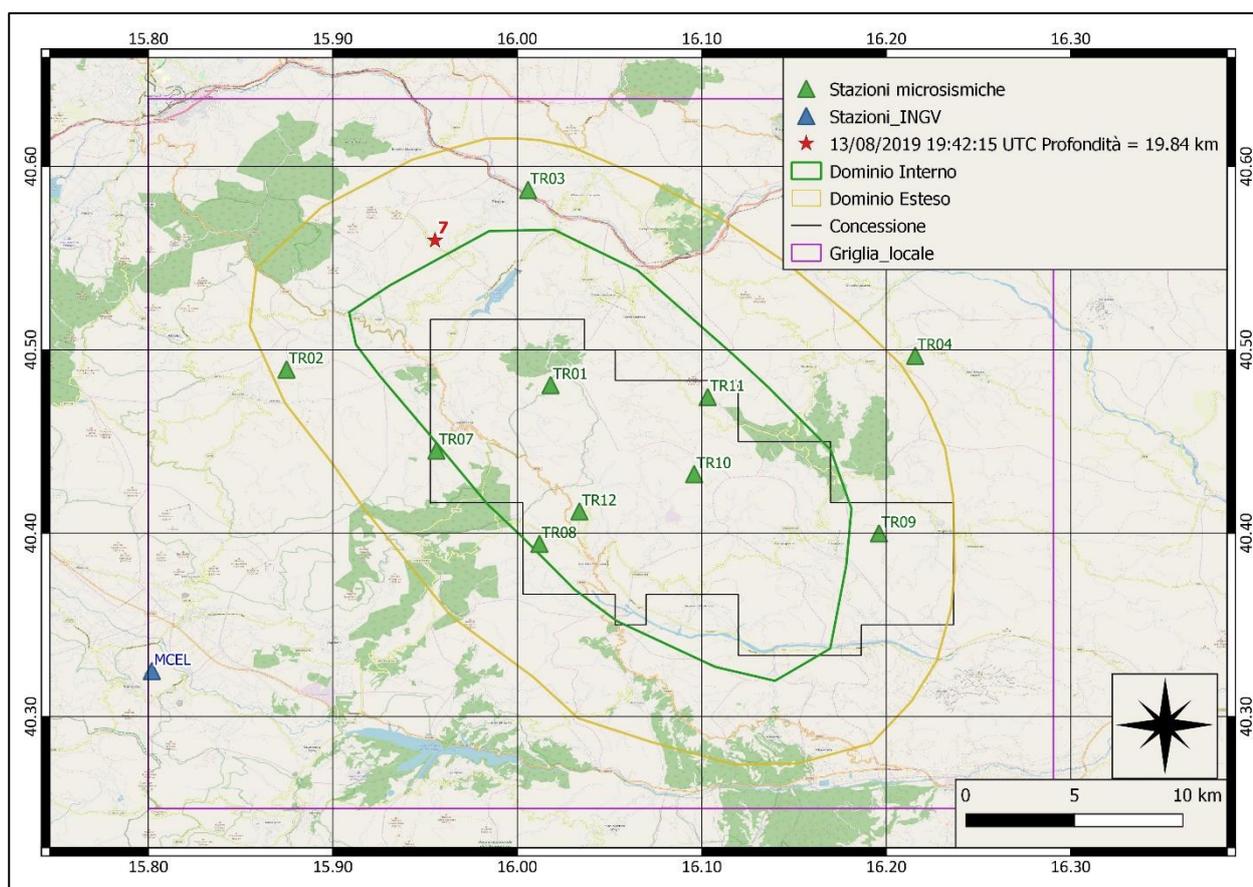
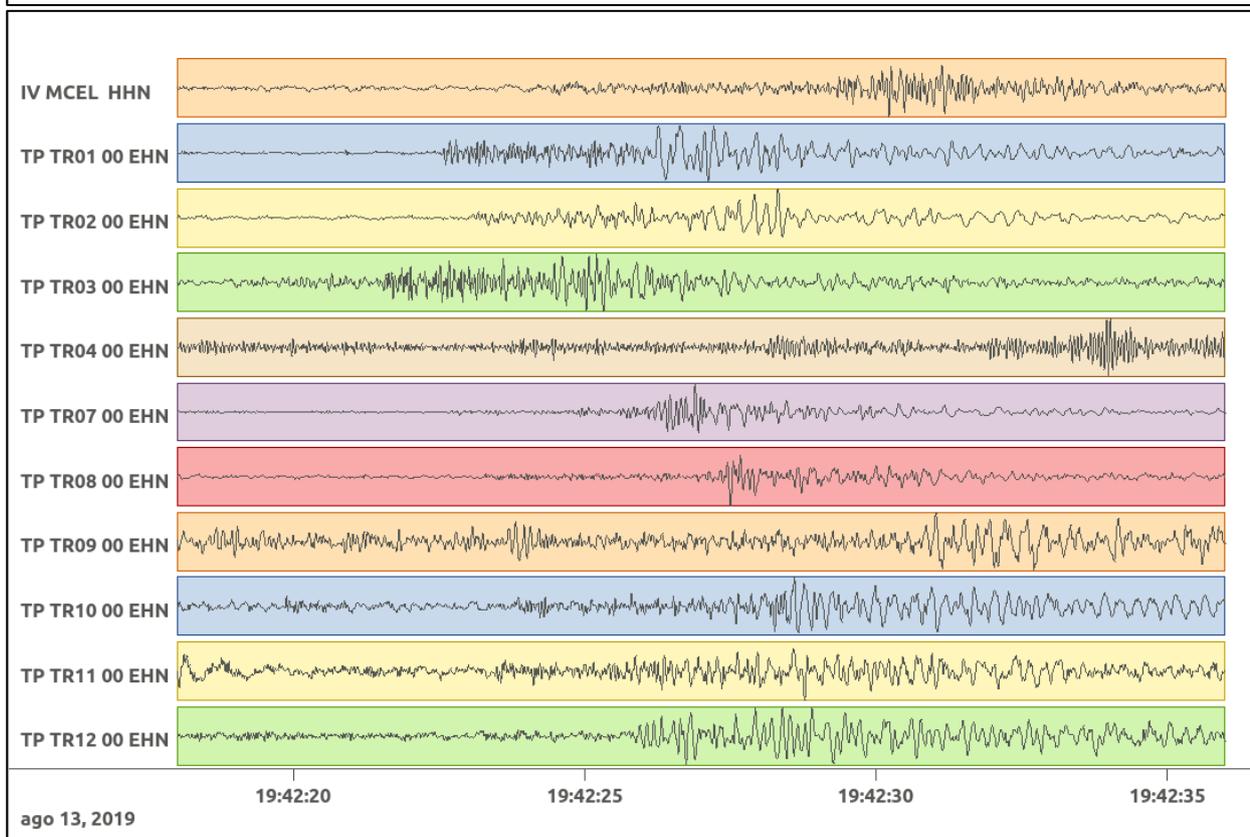
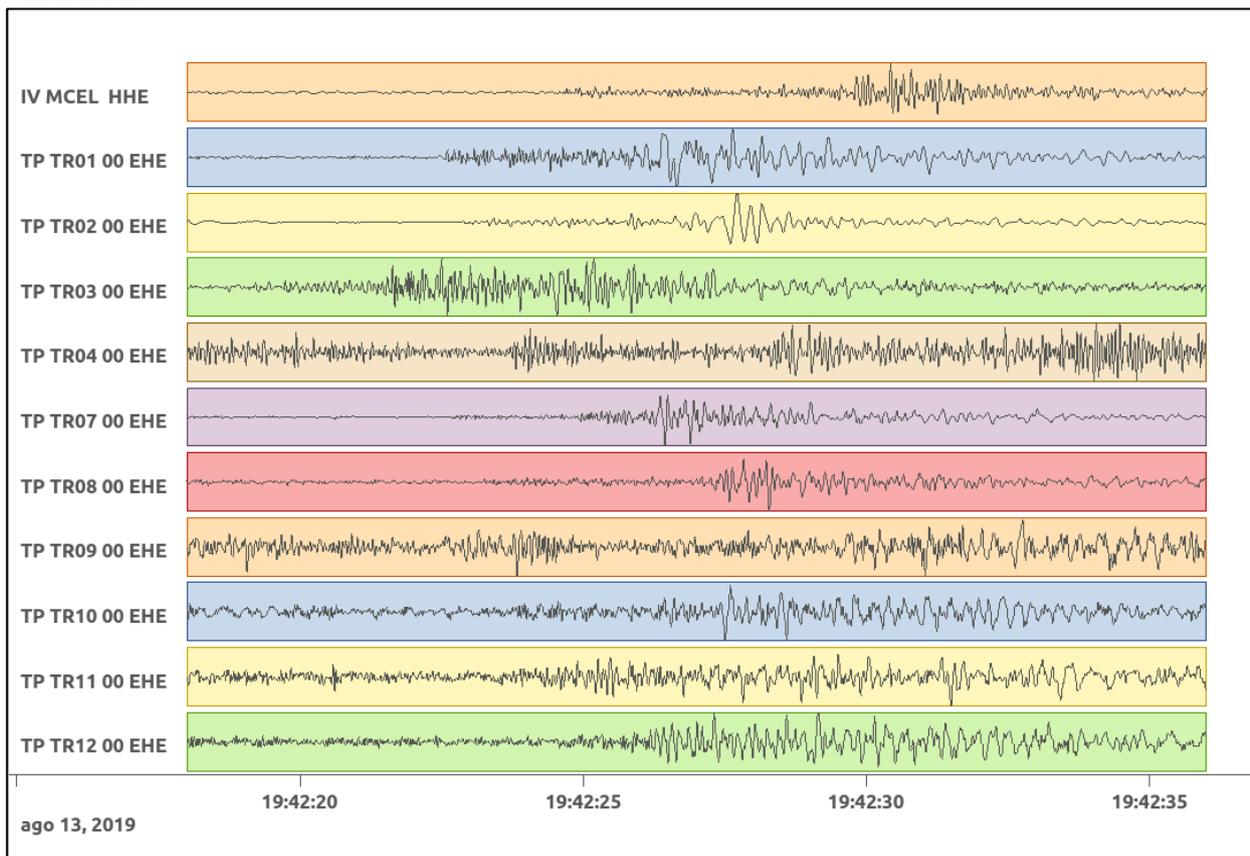


Figura 31: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 13/08/2019 19:42:15 UTC verificatosi a profondità 19.84 km

In Figura 32 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 7: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



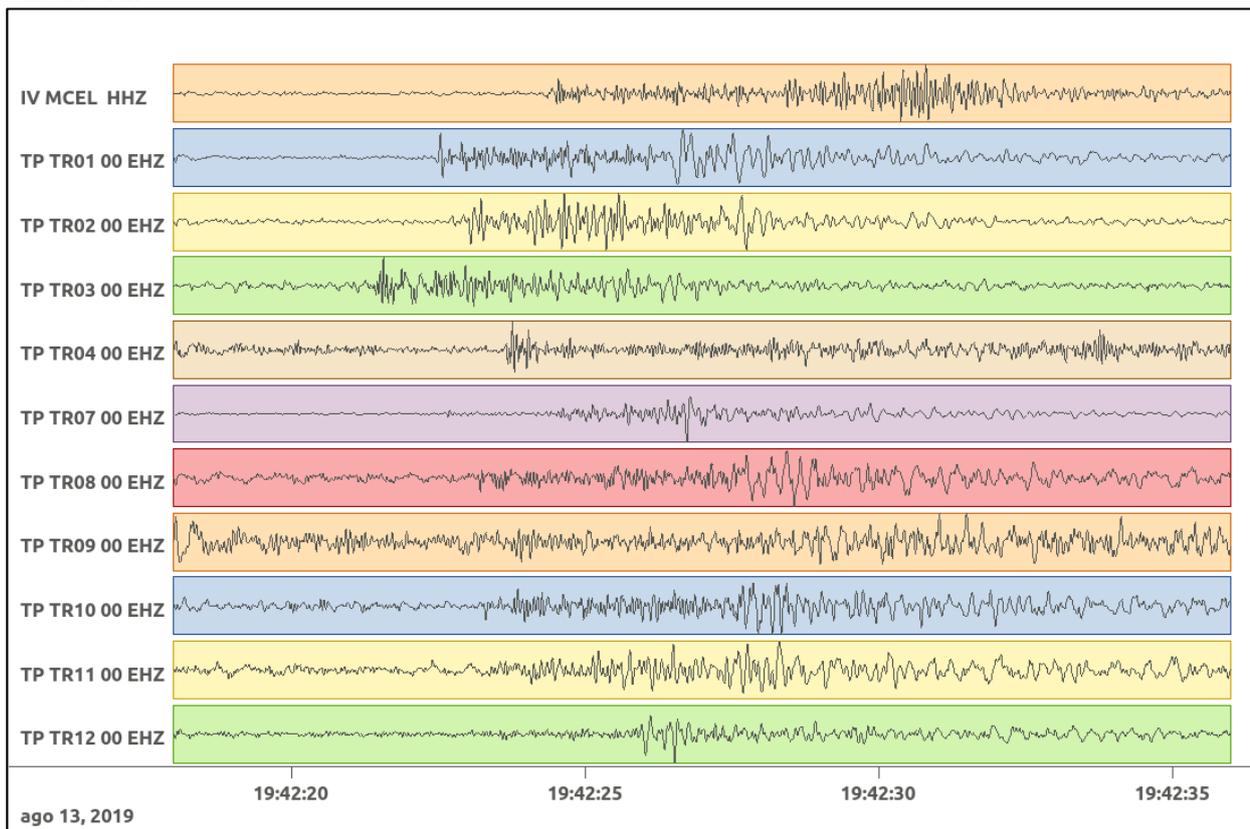


Figura 32: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 7, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

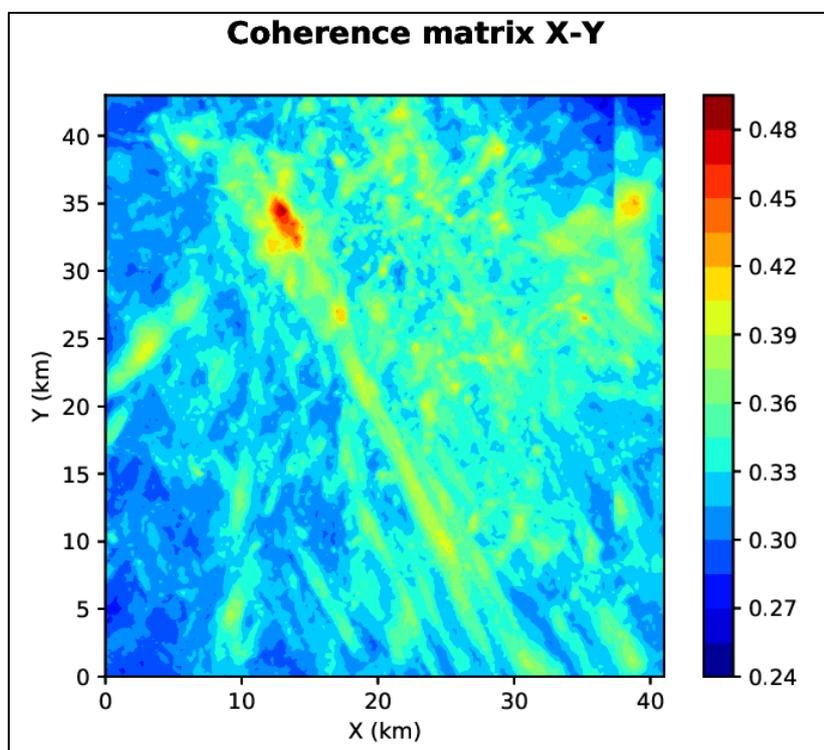


Figura 33: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.

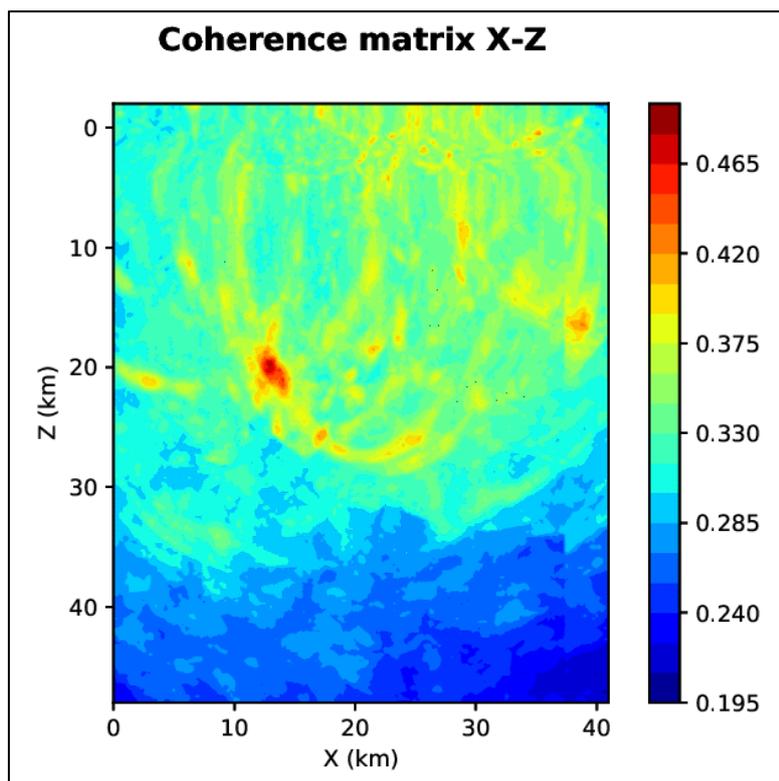


Figura 34: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

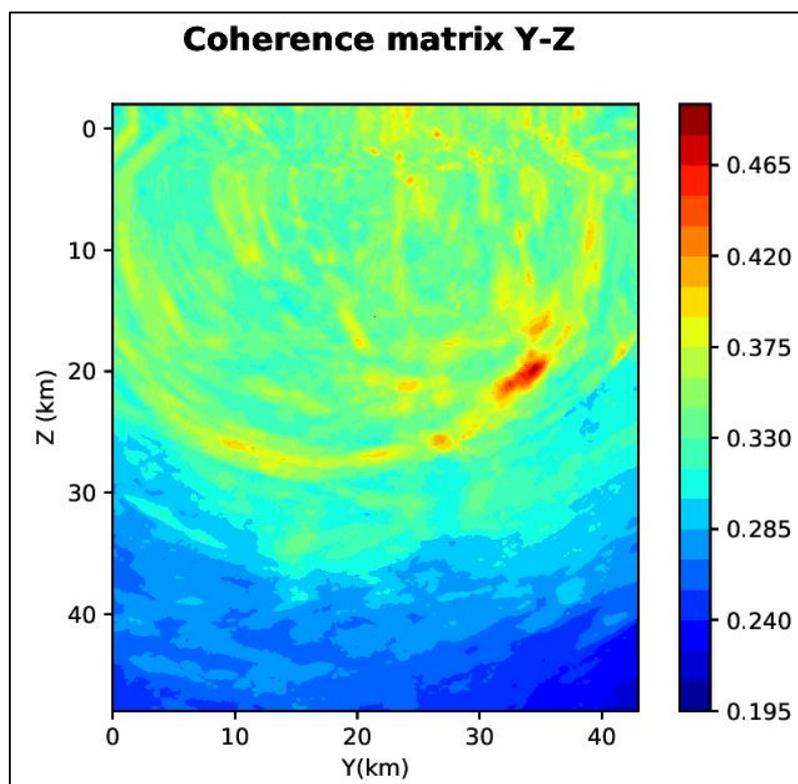


Figura 35: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

6.8. Evento 8: 20/08/2019 09:47:52 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i	Stazioni INGV
8	20/08/2019 09:47:52	40.40	15.92	4.31	2.16	1.7 ± 0.4	ACER - MCEL - MGR - MIGL- PTRP - SIRI SLCN

Questo evento è stato localizzato con entrambi i localizzatori e, nel caso di LOKI, con la griglia più grande, in modo da utilizzare più stazioni INGV: l'epicentro è poco al di fuori del dominio esteso, e la profondità dell'ipocentro è risultata con entrambi i localizzatori più superficiale di quella calcolata da INGV; tale disaccordo è sicuramente dovuto al modello di velocità differente.

In Figura 36 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

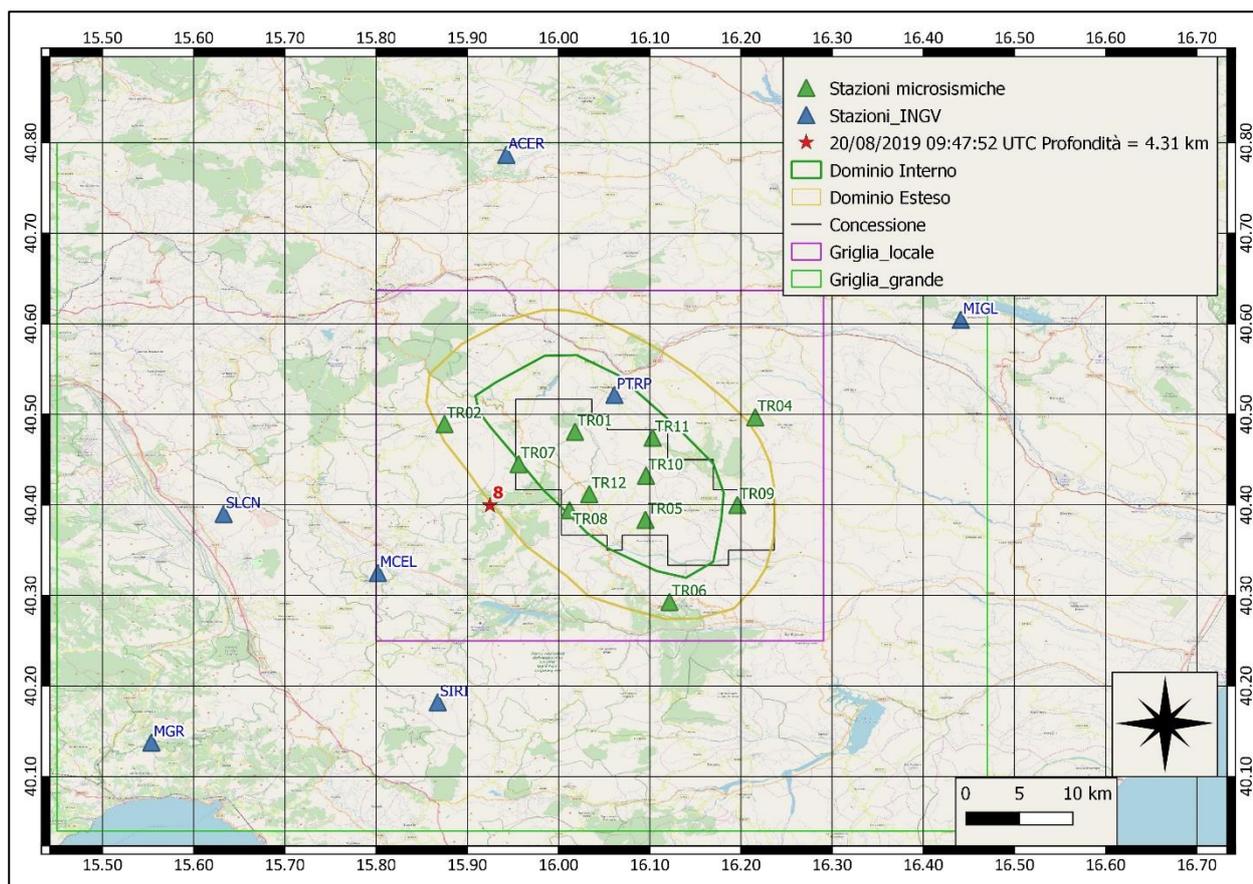
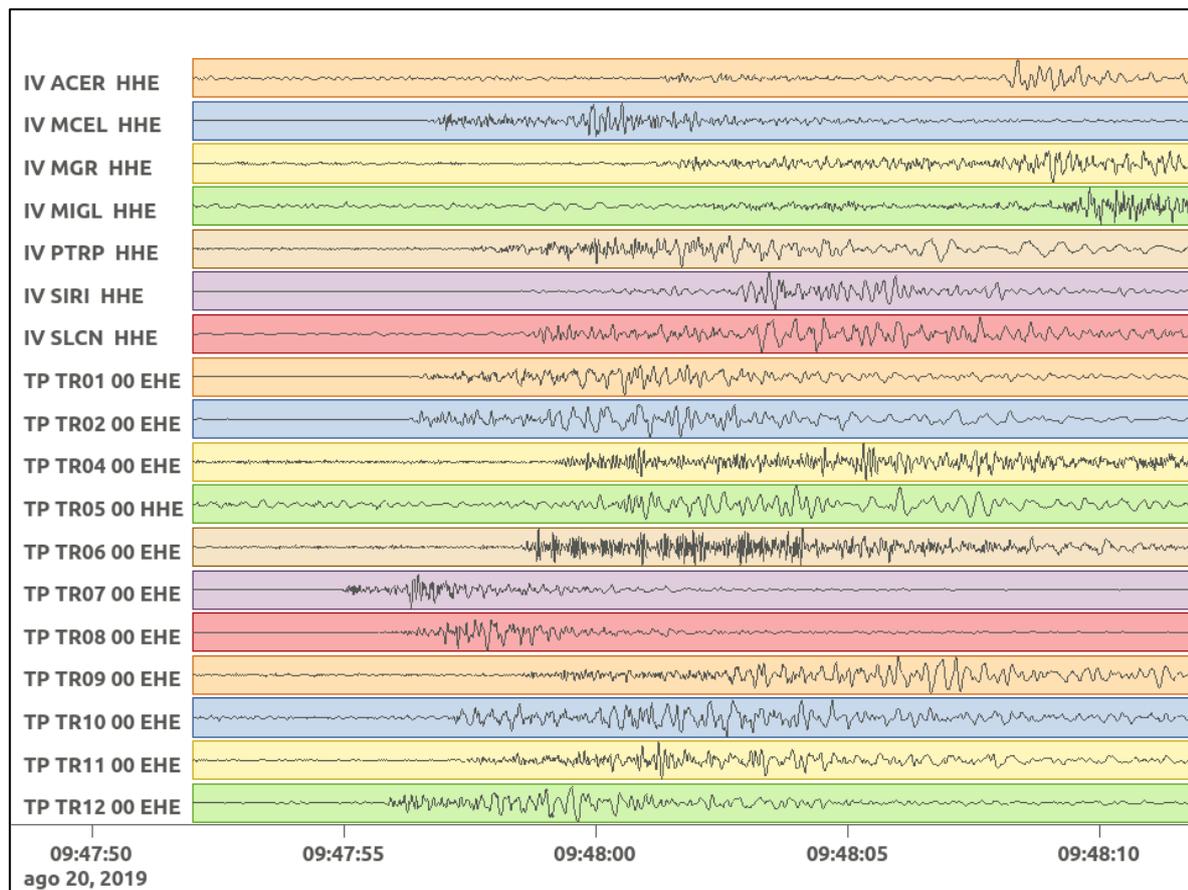


Figura 36: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/08/2019 09:47:52 UTC verificatosi a profondità 4.31 km

In Figura 37 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 8: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



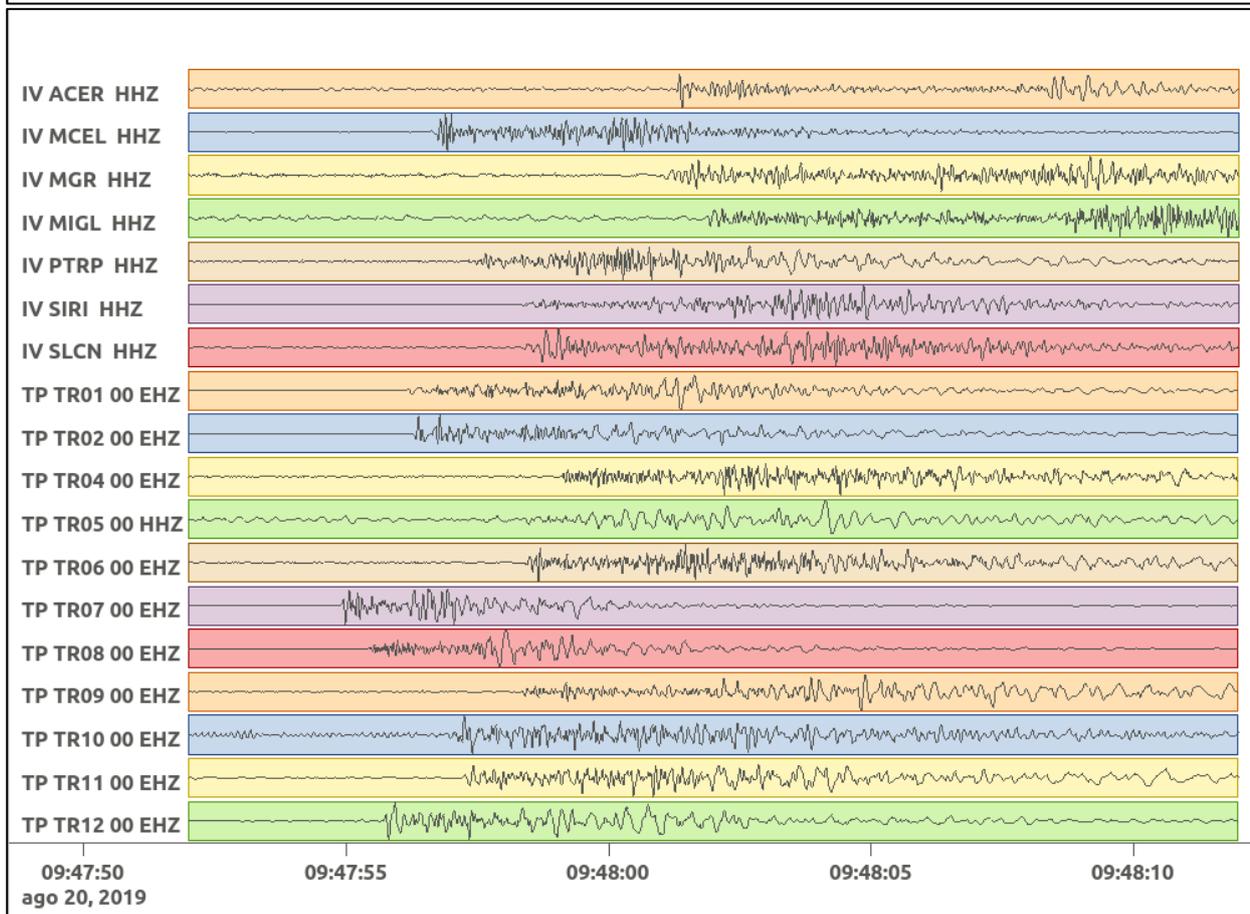
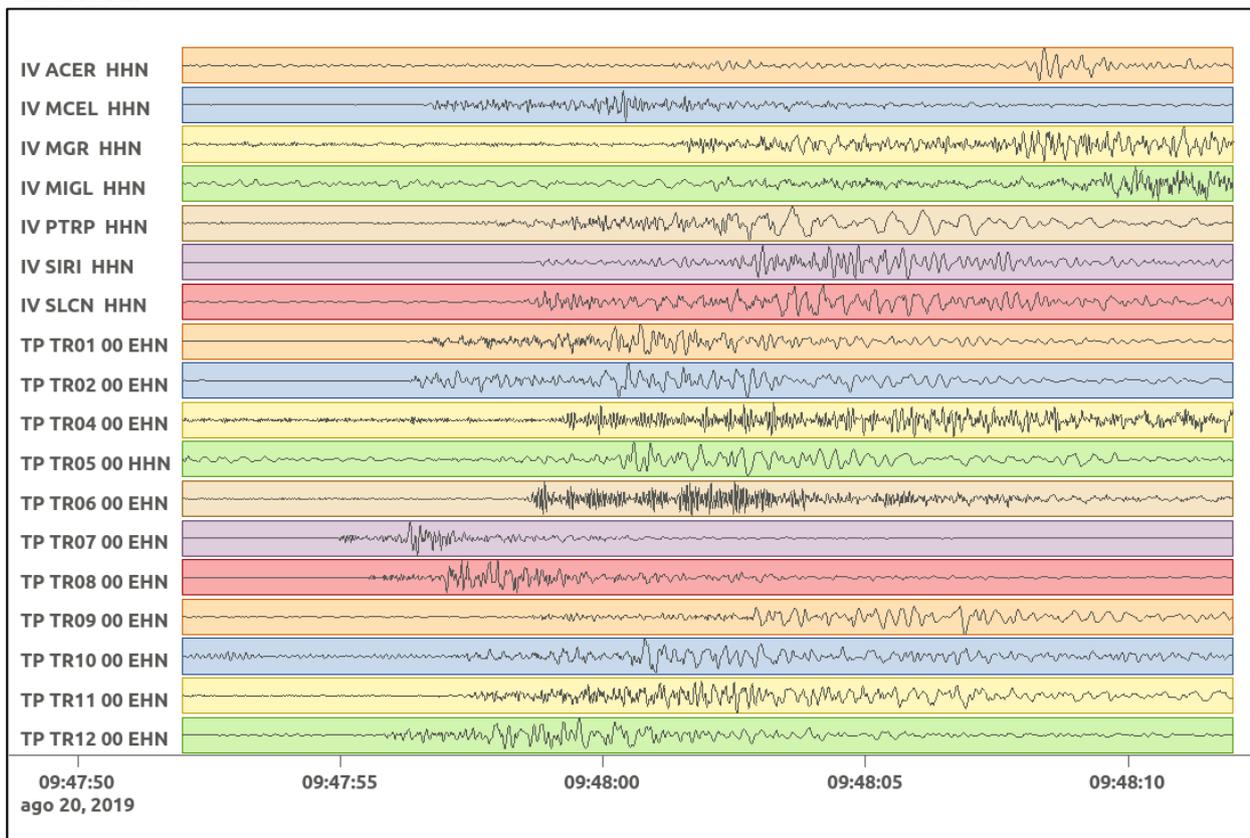


Figura 37: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 8, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

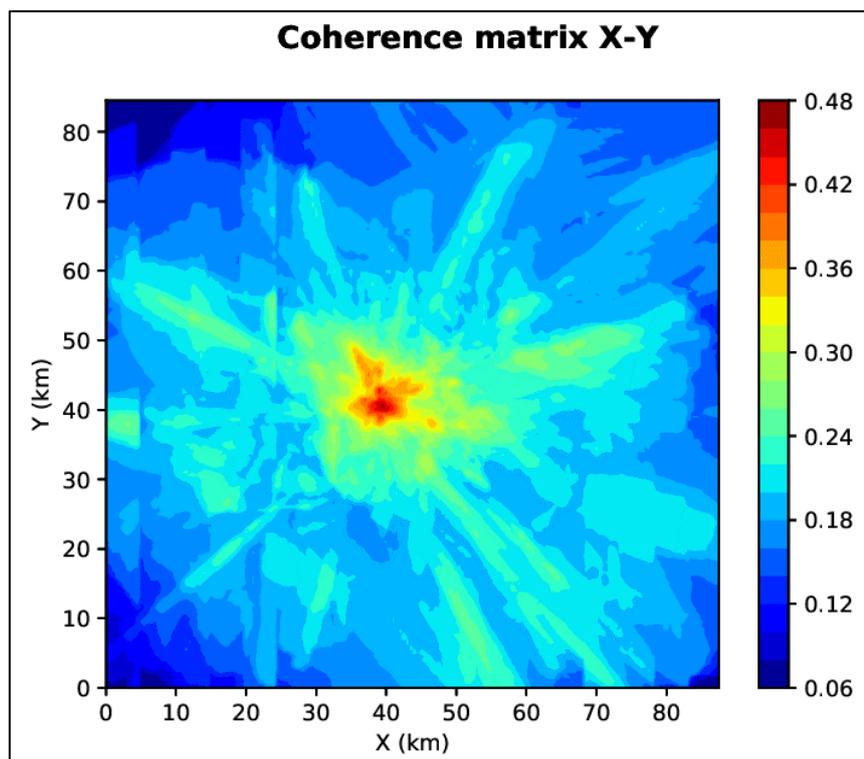


Figura 38: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.

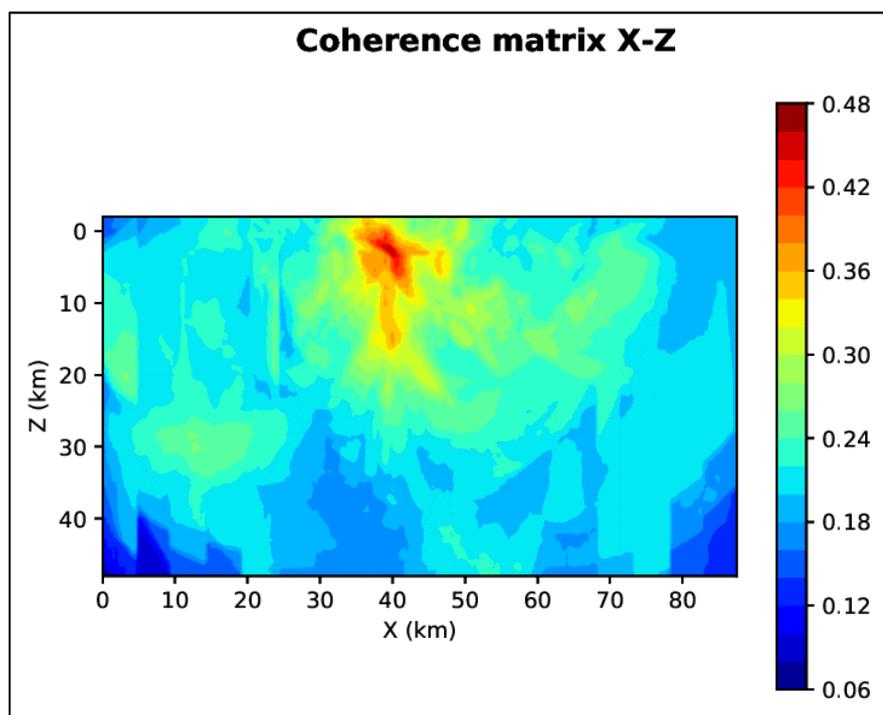


Figura 39: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

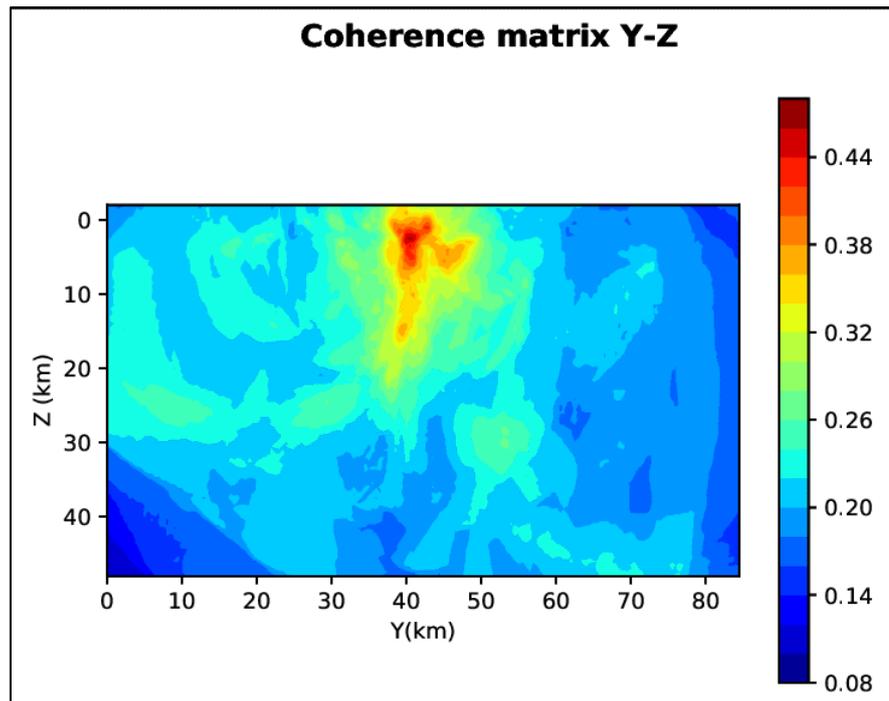


Figura 40: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

6.9. Evento 9: 02/09/2019 02:11:17 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
9	02/09/2019 02:11:17	40.62	15.92	27.96	0.50	1.7 ± 0.3

In Figura 41 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

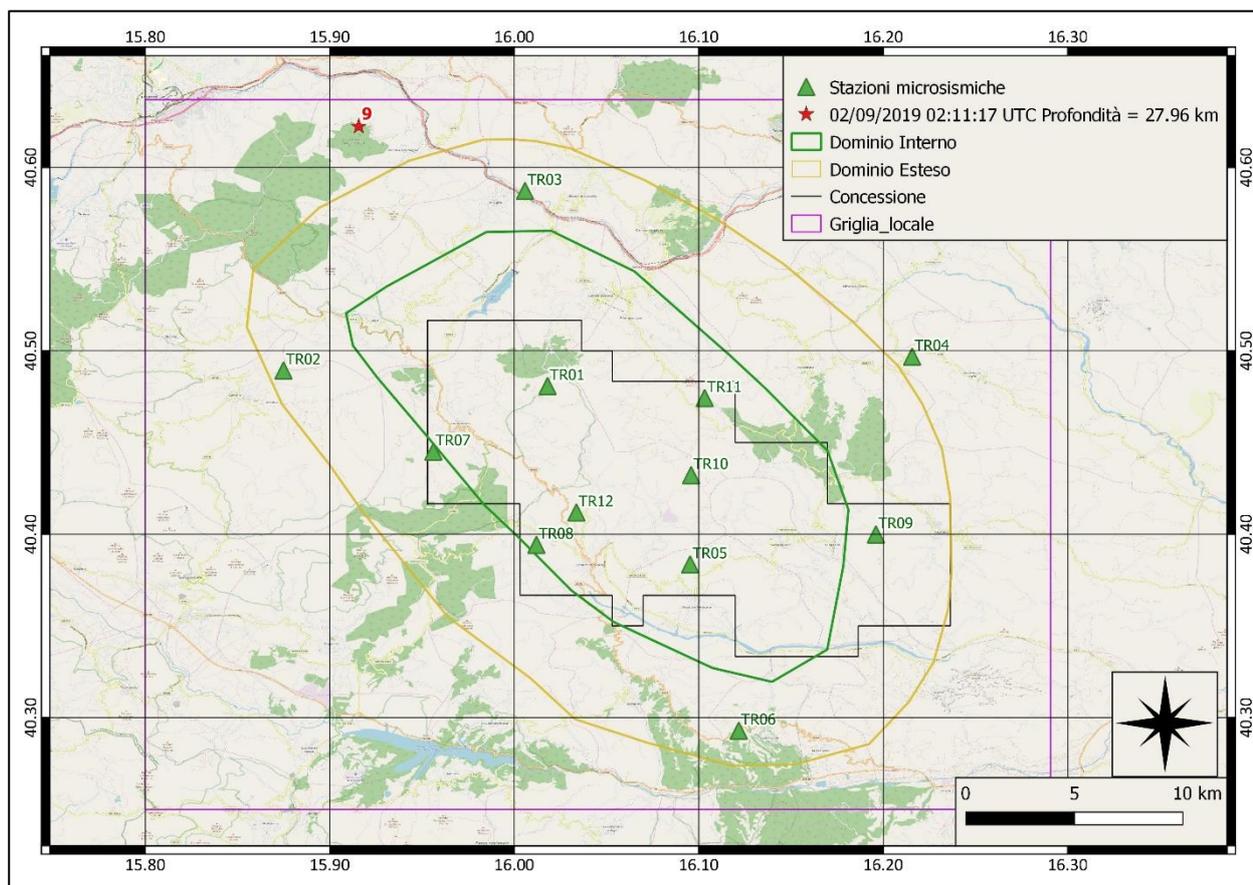
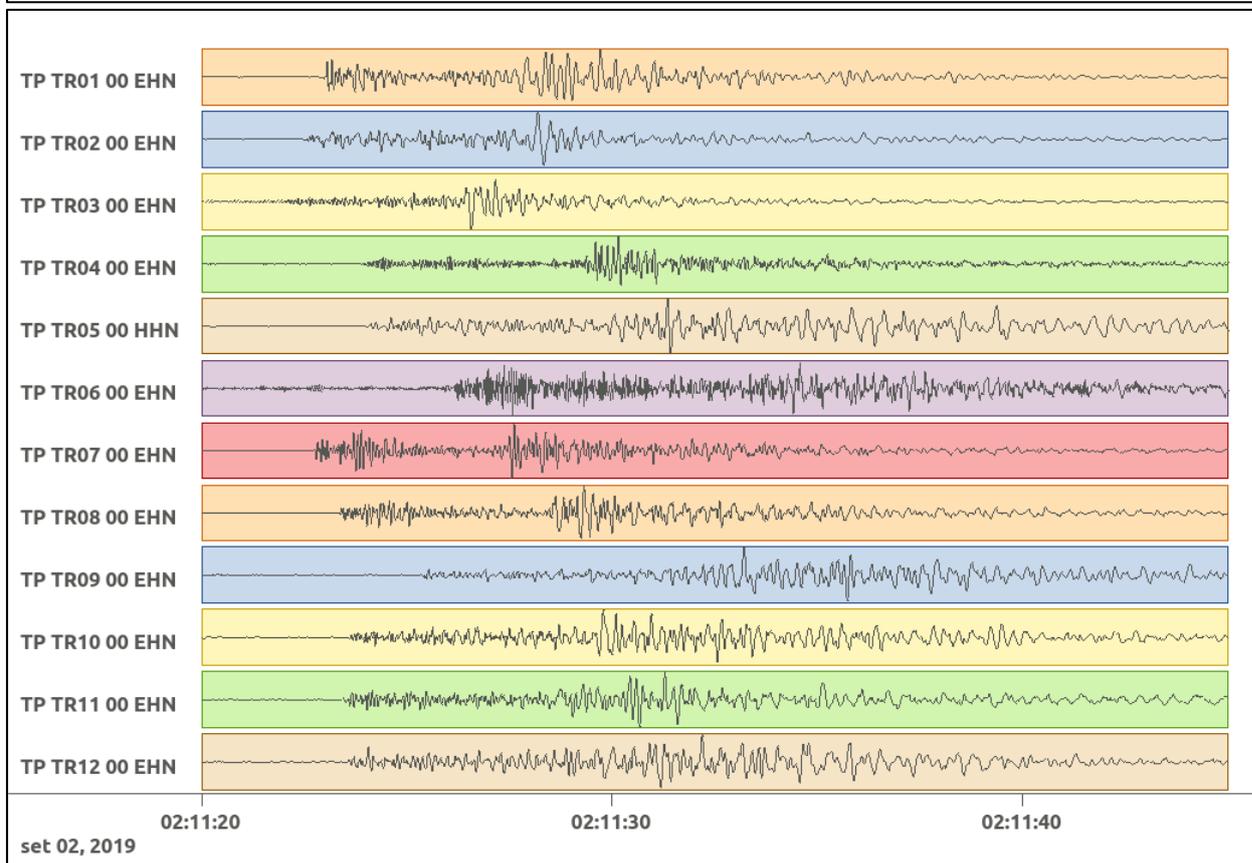
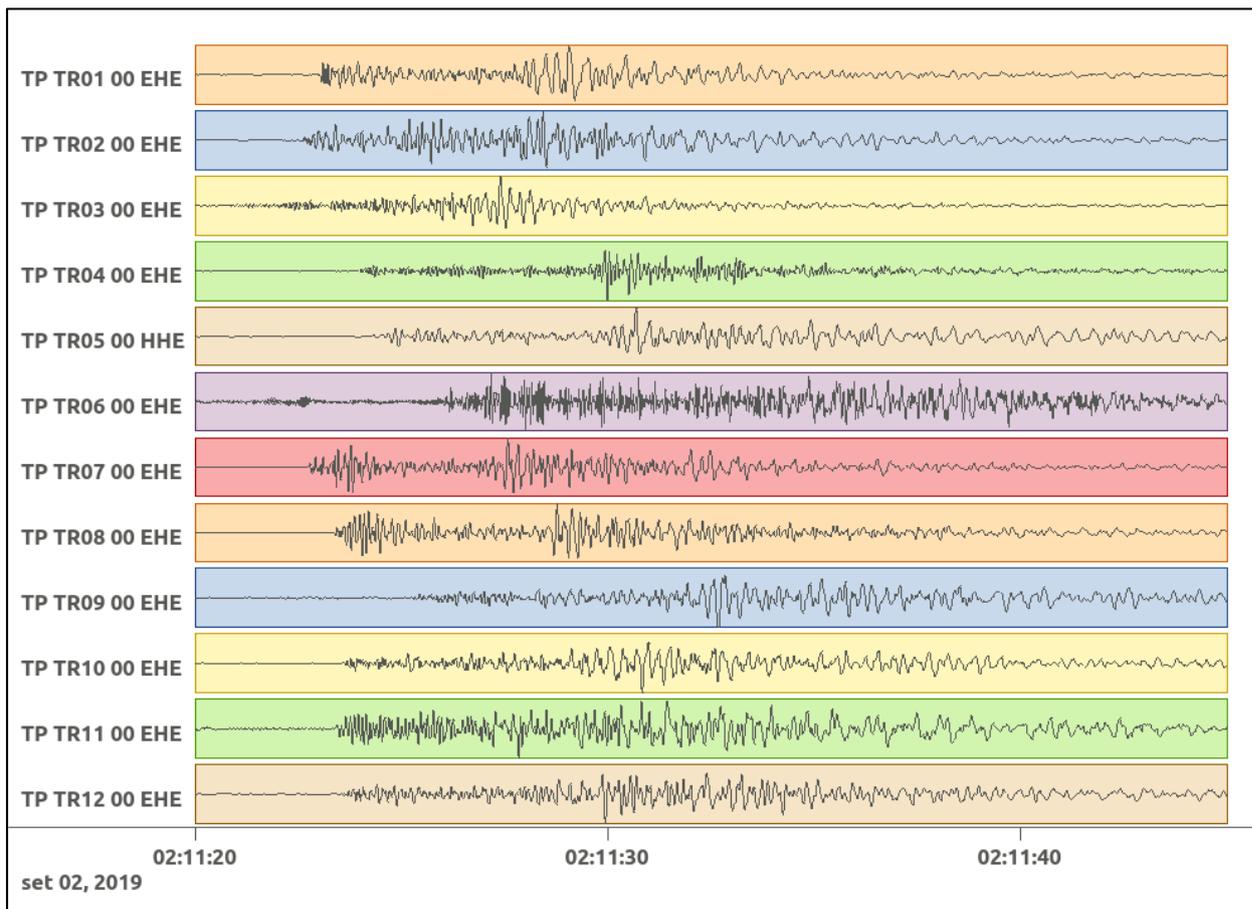


Figura 41: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 02/09/2019 02:11:17 UTC verificatosi a profondità 27.96 km

In Figura 42 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 9: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



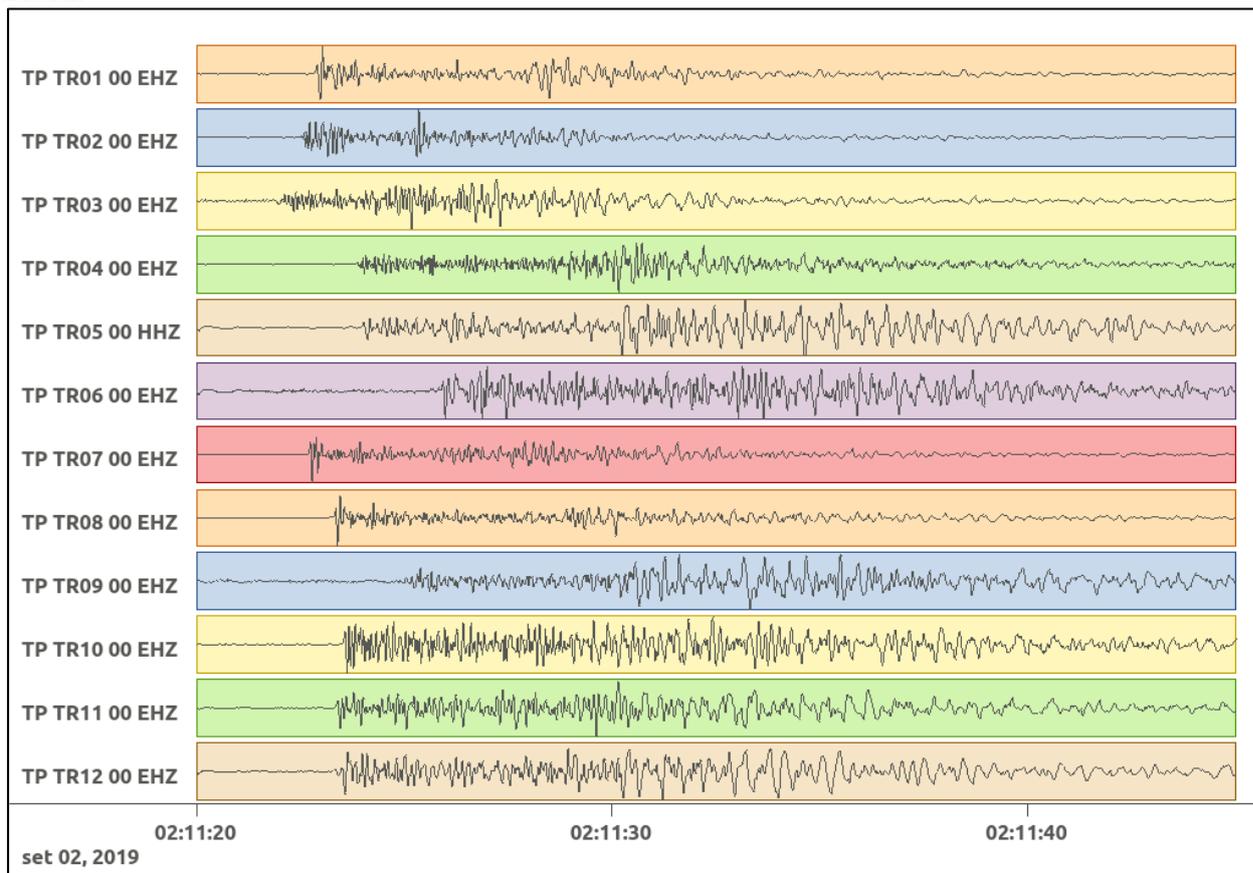


Figura 42: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 9, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.10. Evento 10: 15/09/2019 18:42:50 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
10	15/09/2019 18:42:50	40.45	16.24	15.55	0.60	0.4 ± 0.2

In Figura 43 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

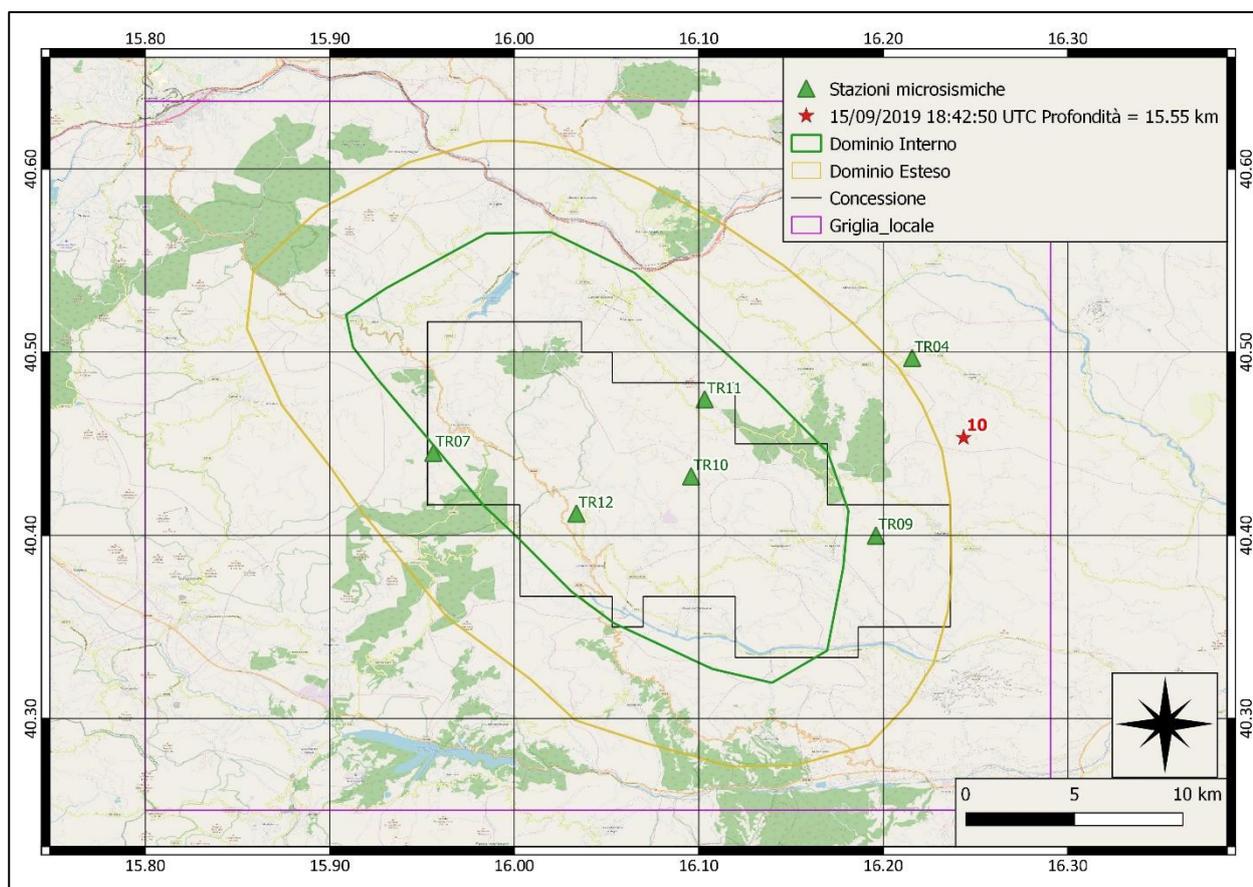
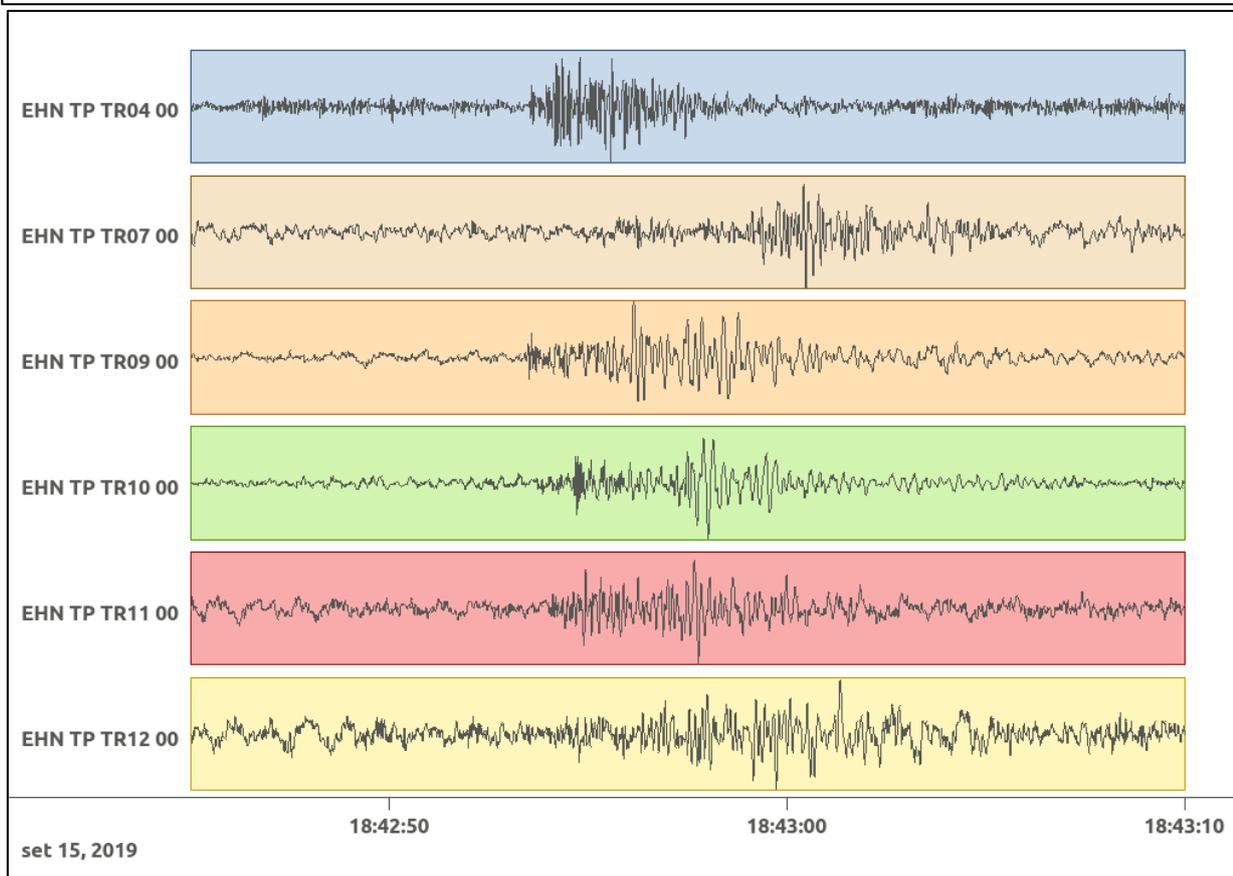
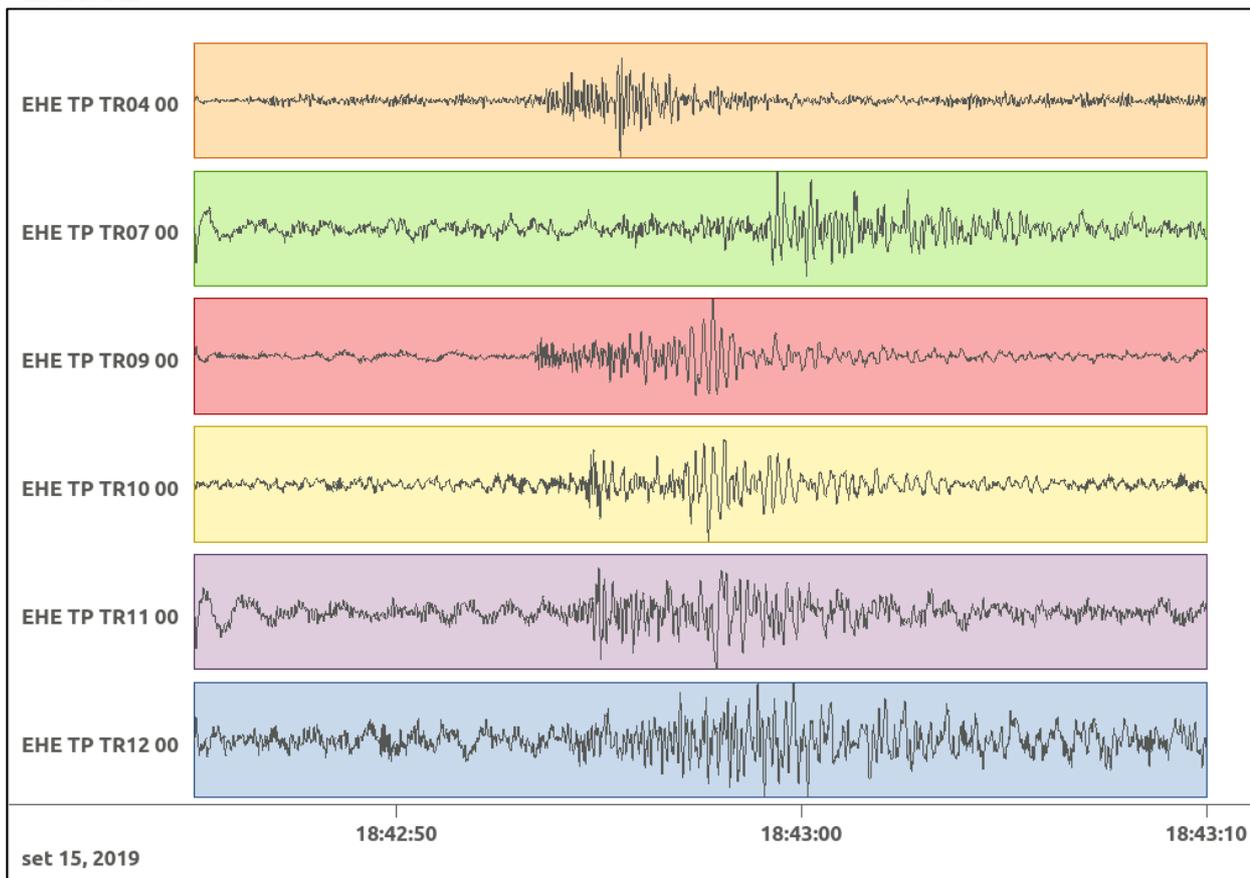


Figura 43: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 18:42:50 UTC verificatosi a profondità 15.55 km

In Figura 44 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 10: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



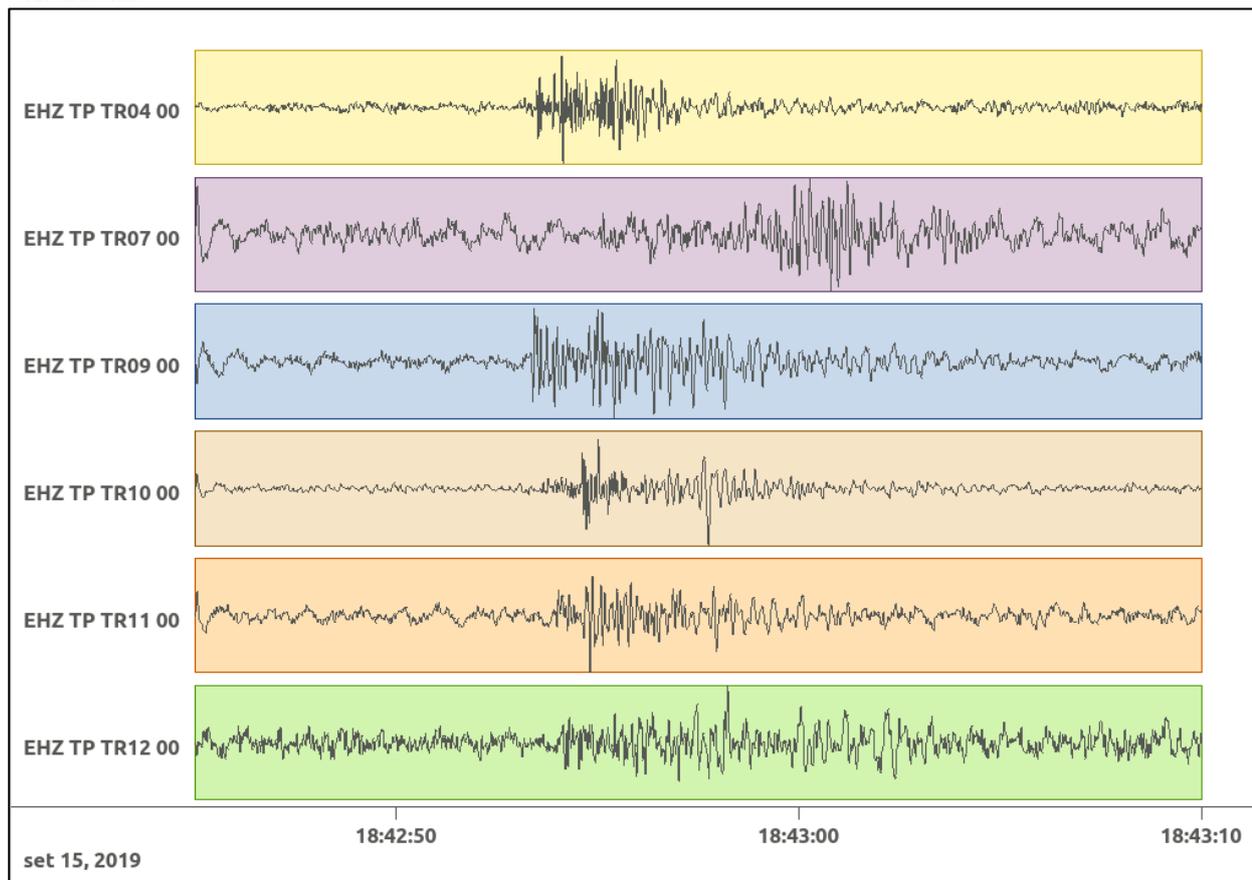


Figura 44: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 10, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.11. Evento 11: 15/09/2019 19:10:47 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
11	15/09/2019 19:10:47	40.43	16.24	16.02	0.40	0.3 ± 0.2

In Figura 45 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

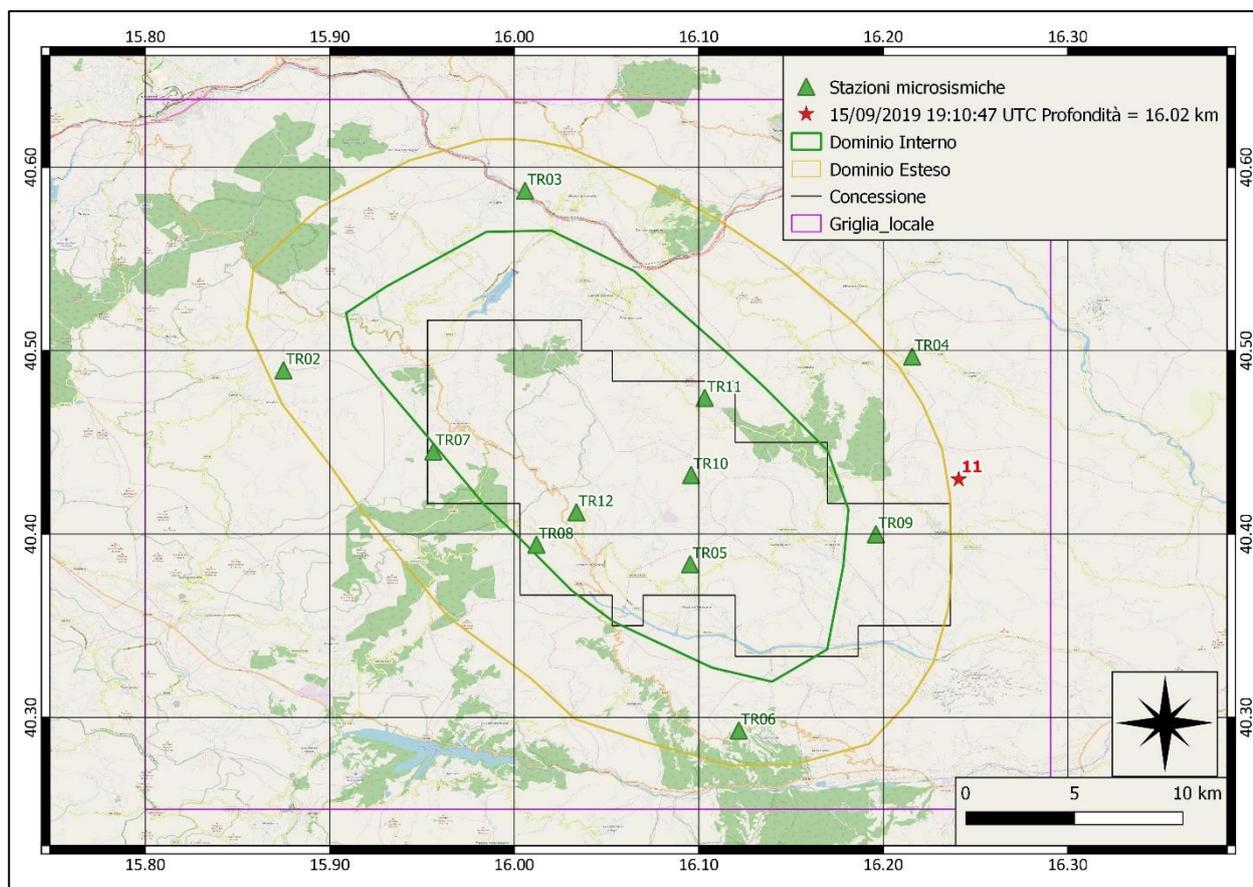
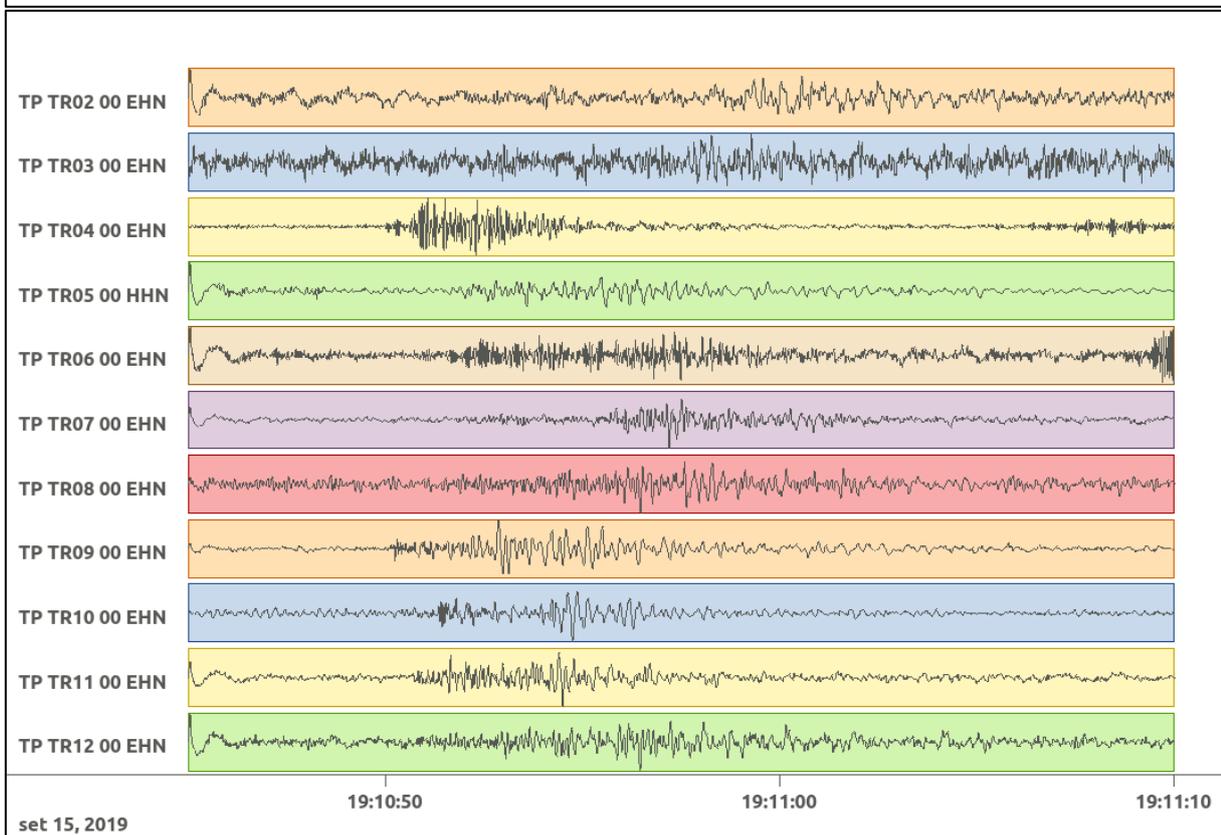
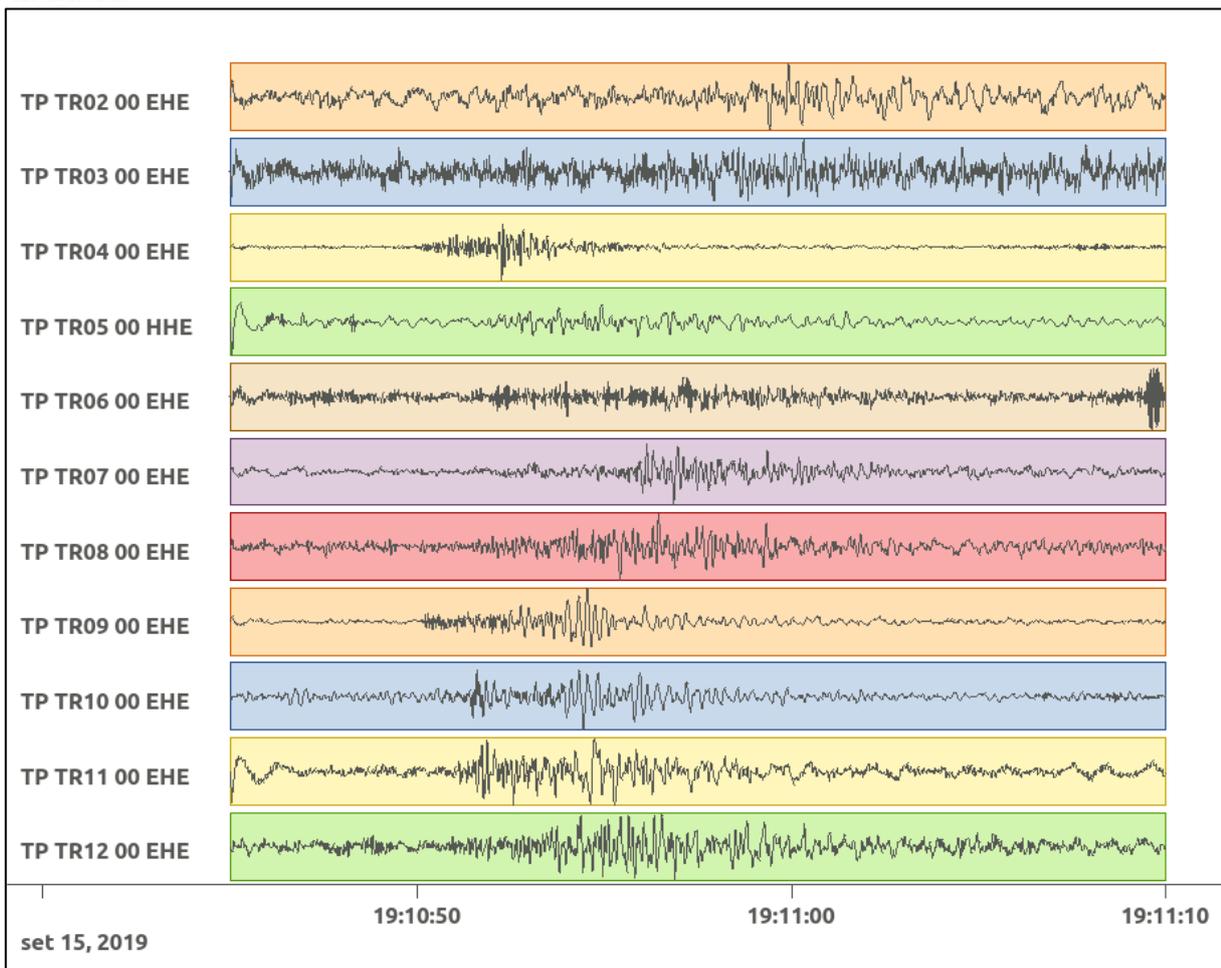


Figura 45: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:10:47 UTC verificatosi a profondità 16.02 km

In Figura 46 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 11: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



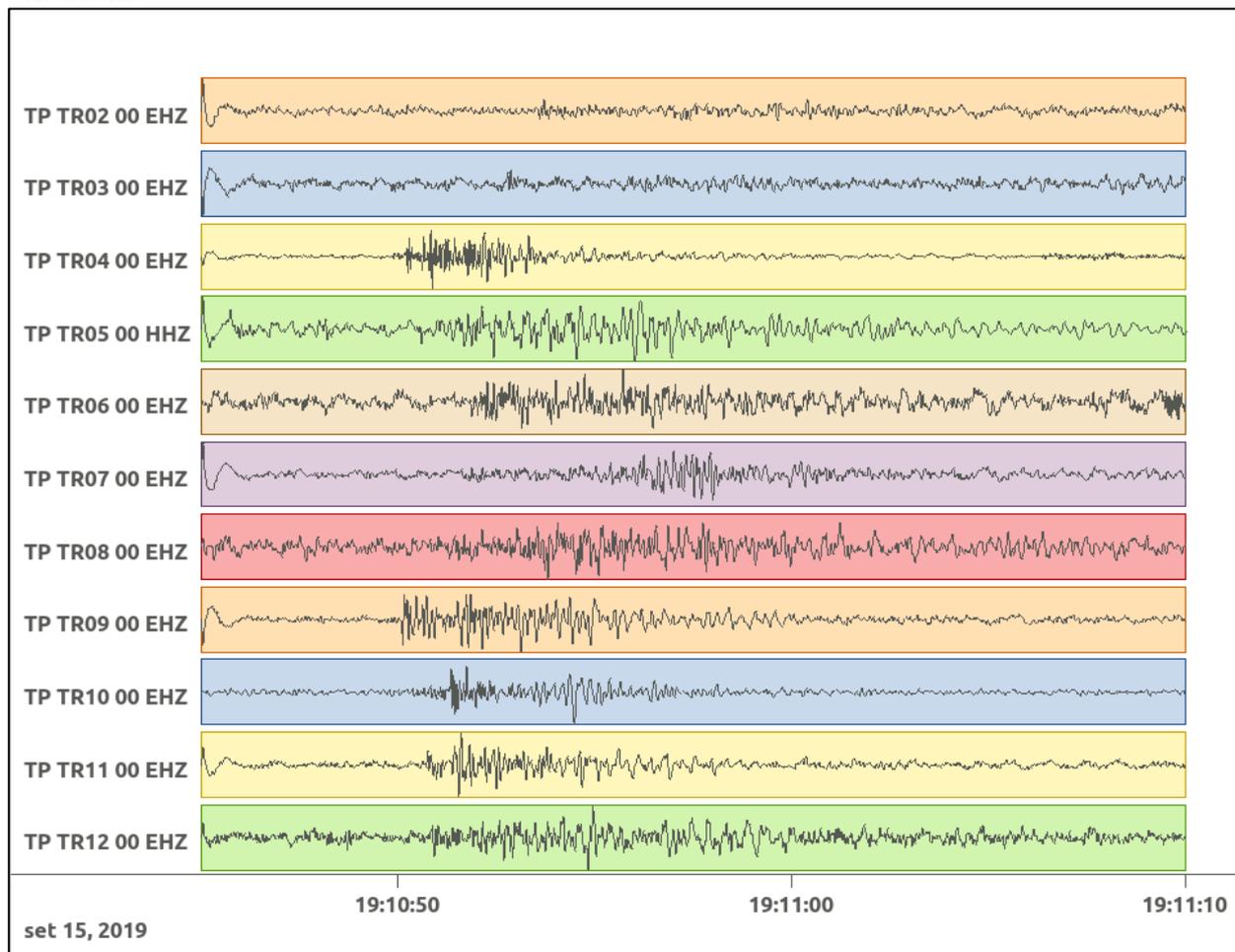


Figura 46: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 11, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.12. Evento 12: 15/09/2019 19:37:43 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
12	15/09/2019 19:37:43	40.44	16.23	14.09	0.40	0.7 ± 0.3

In Figura 47 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

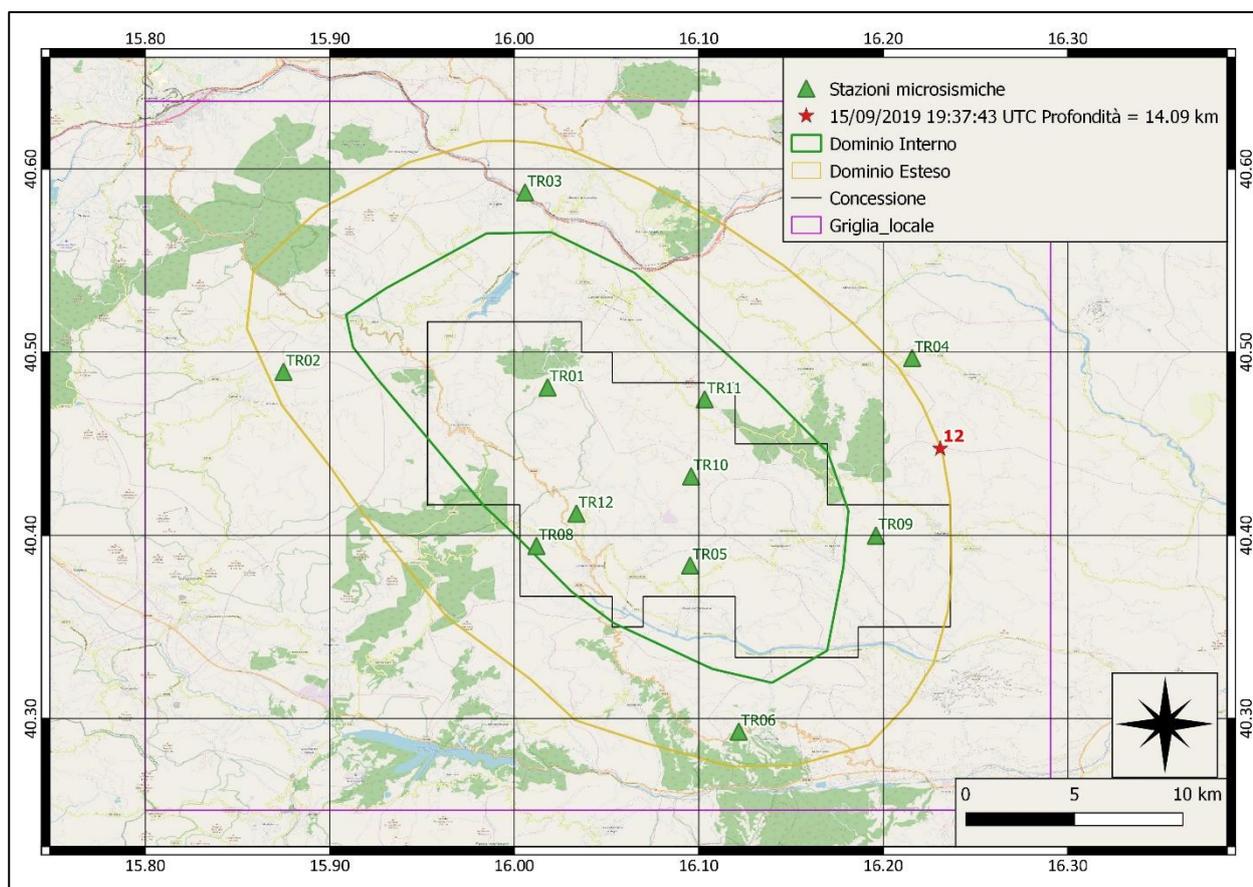
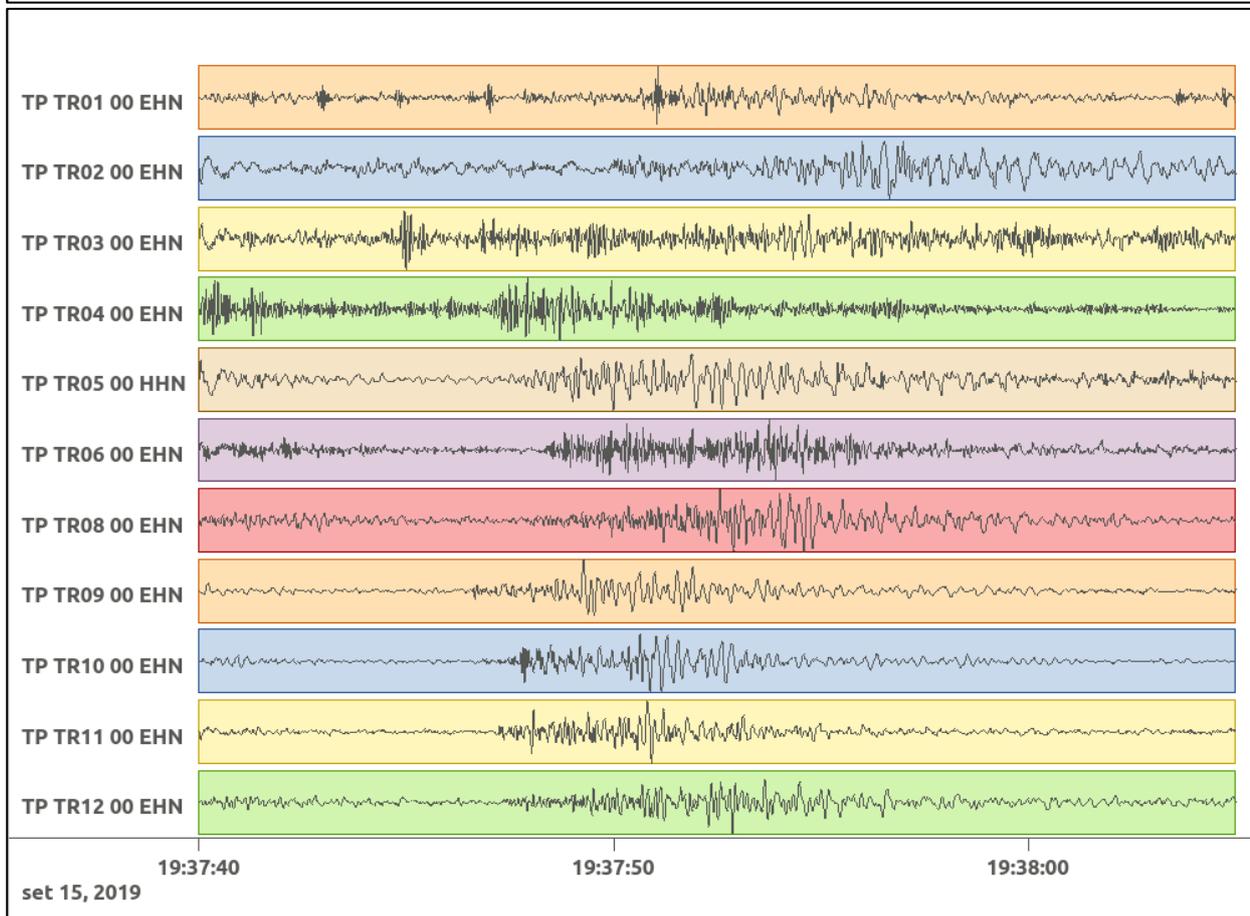
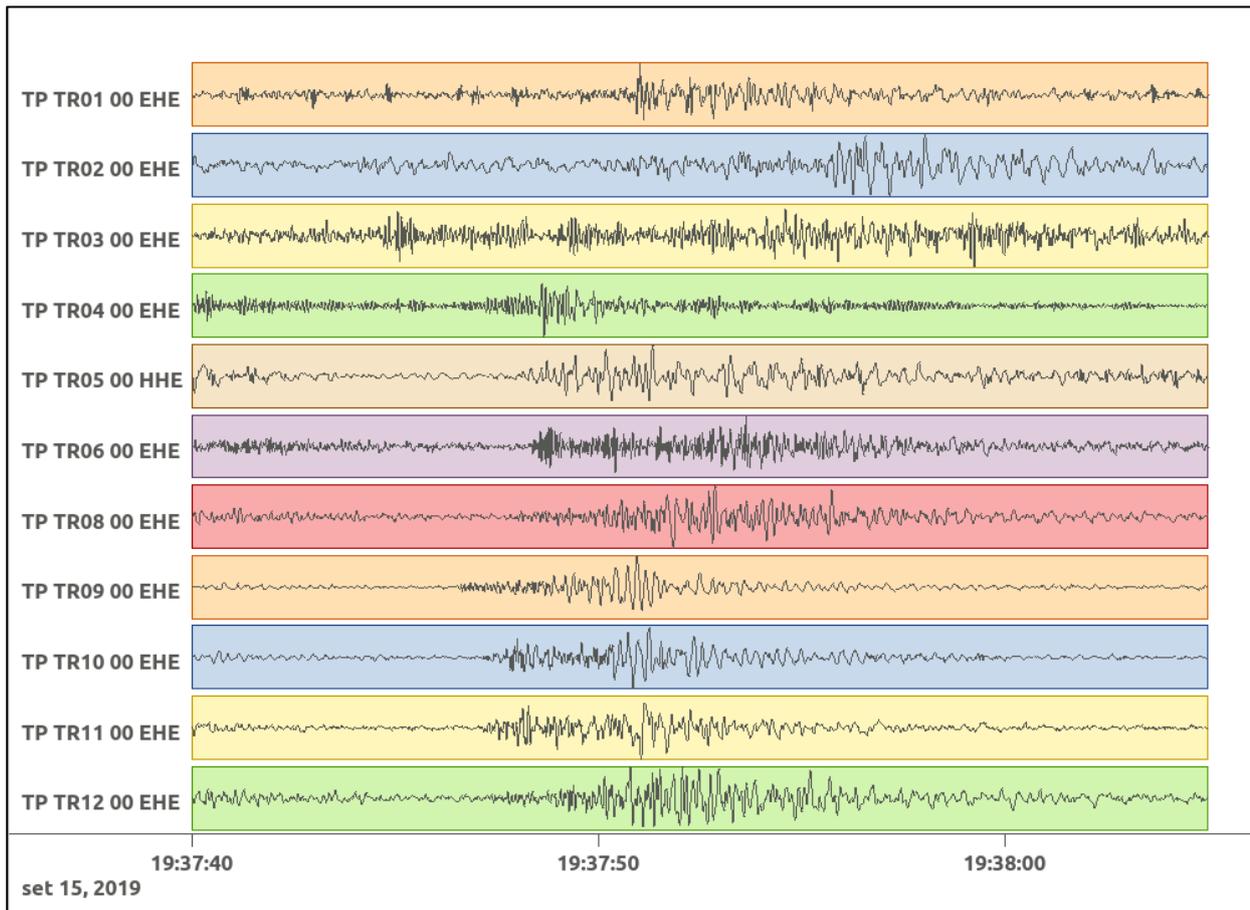


Figura 47: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:37:43 UTC verificatosi a profondità 14.09 km

In Figura 48 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 12: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



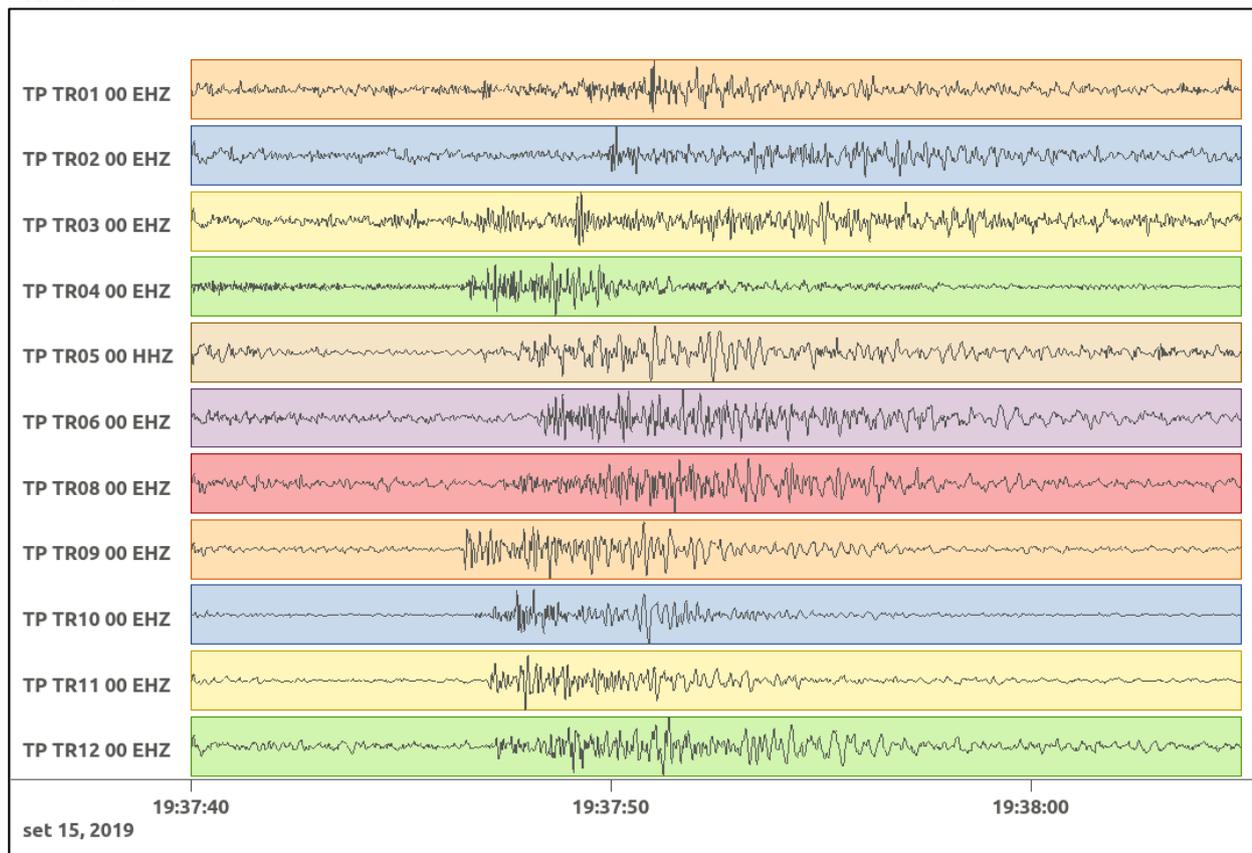


Figura 48: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 12, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.13. Evento 13: 15/09/2019 19:48:54 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
13	15/09/2019 19:48:54	40.45	16.25	16.25	0.60	0.5 ± 0.2

In Figura 49 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

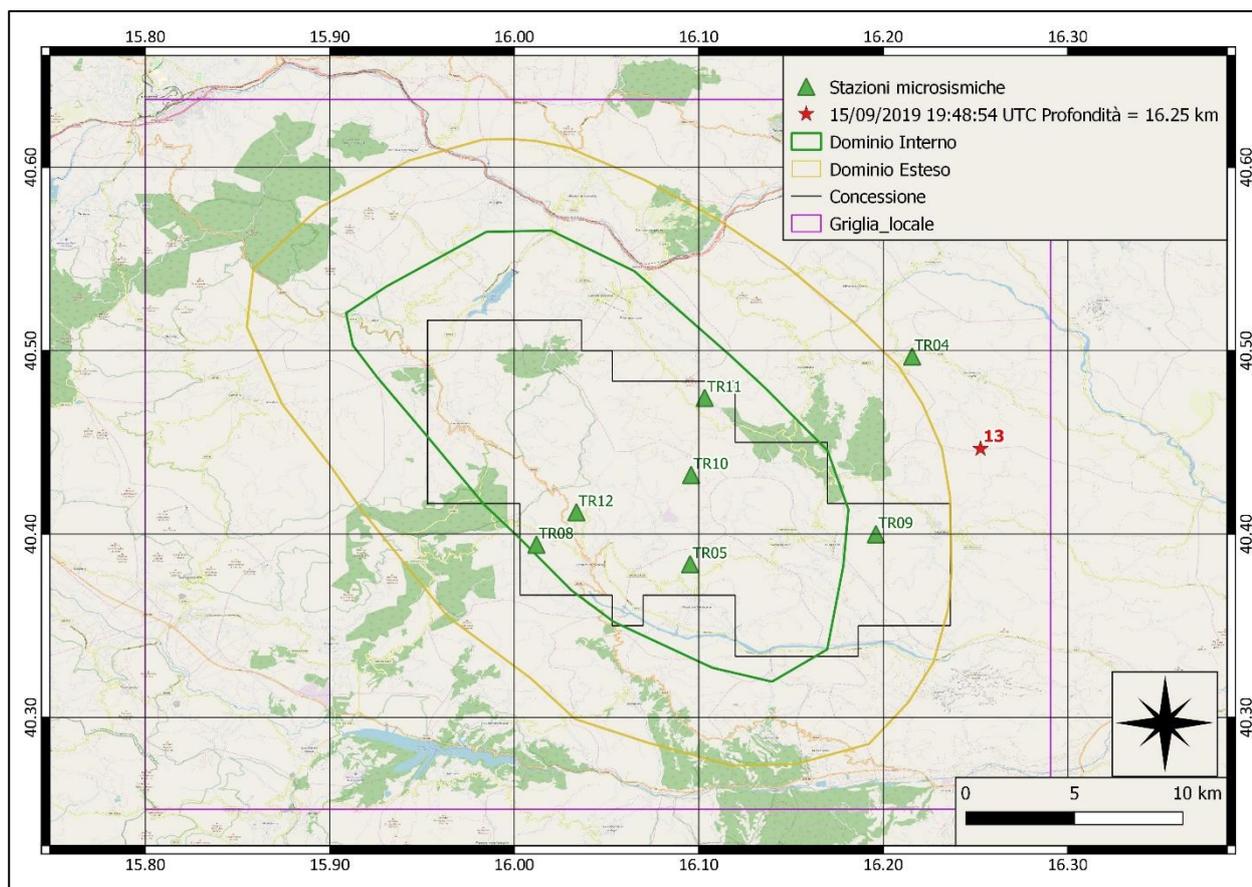
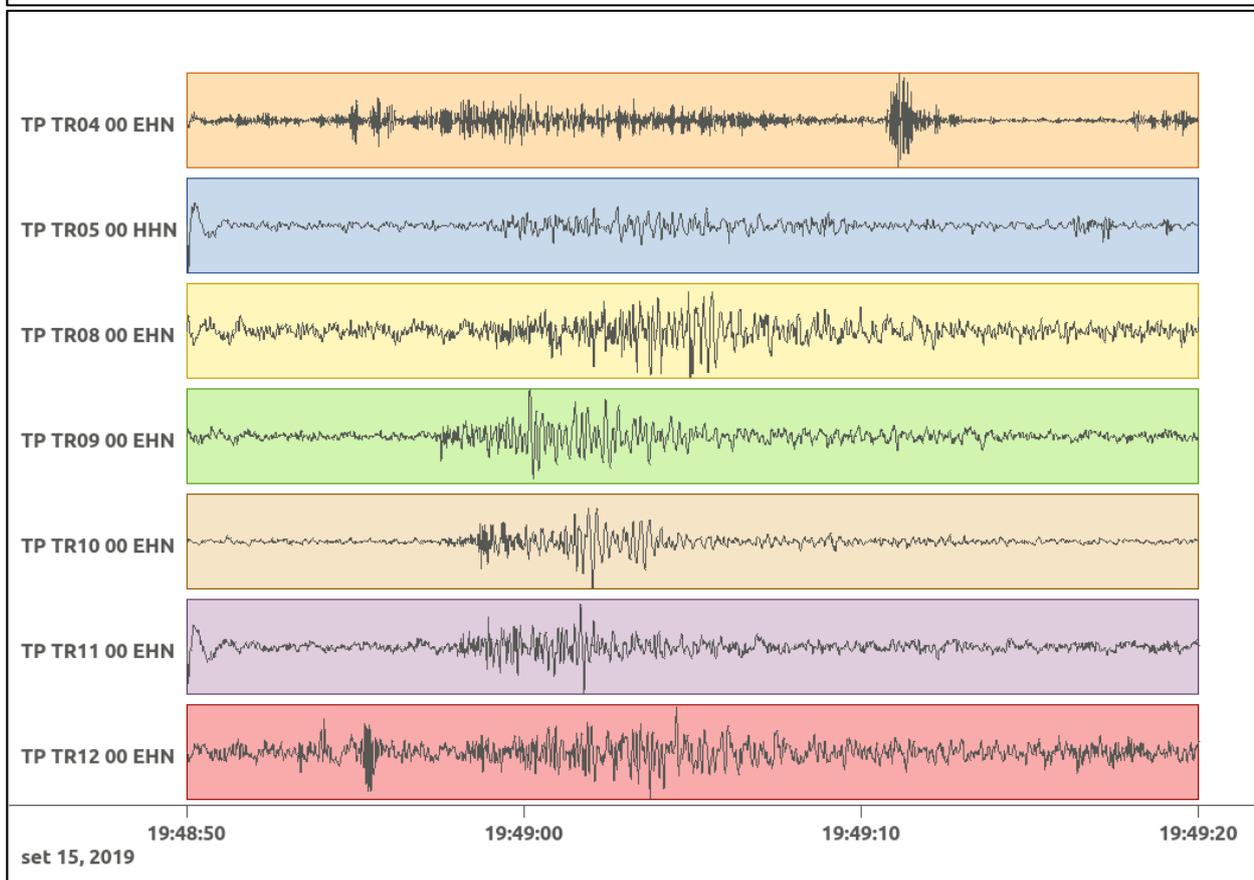
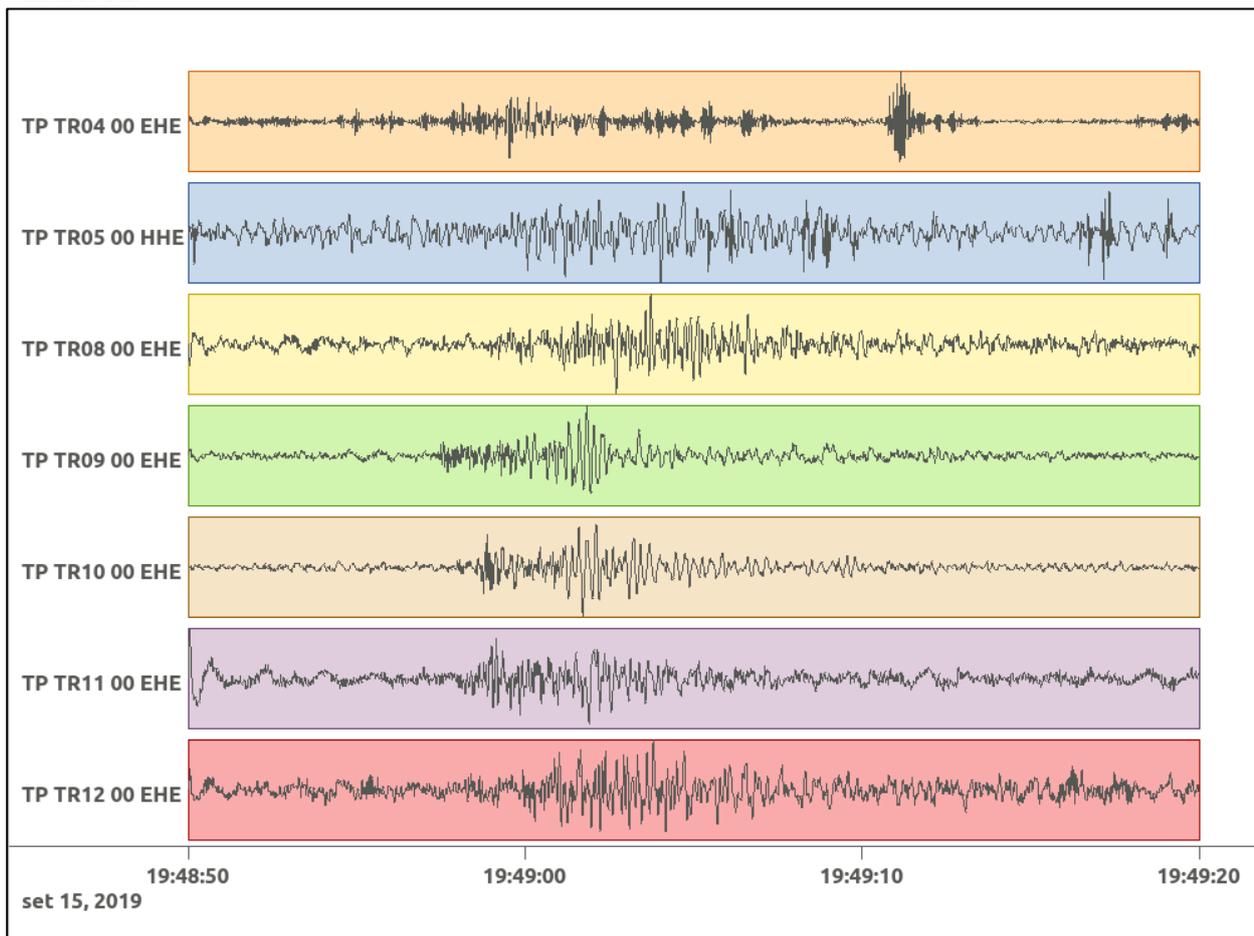


Figura 49: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:48:54 UTC verificatosi a profondità 16.25 km

In Figura 50 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 13: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



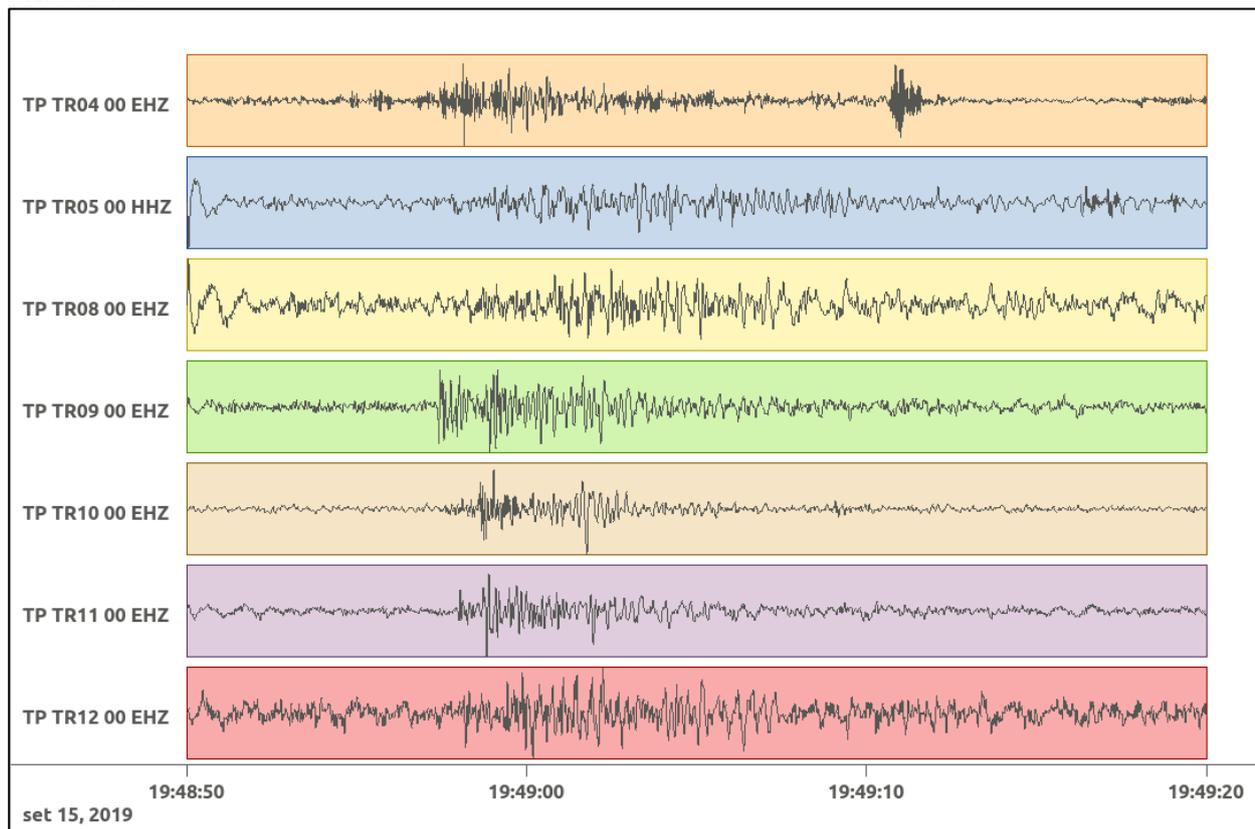


Figura 50: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 13, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.14. Evento 14: 15/09/2019 19:56:39 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
14	15/09/2019 19:56:39	40.42	16.12	7.91	0.44	1.0 ± 0.3

In Figura 51 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

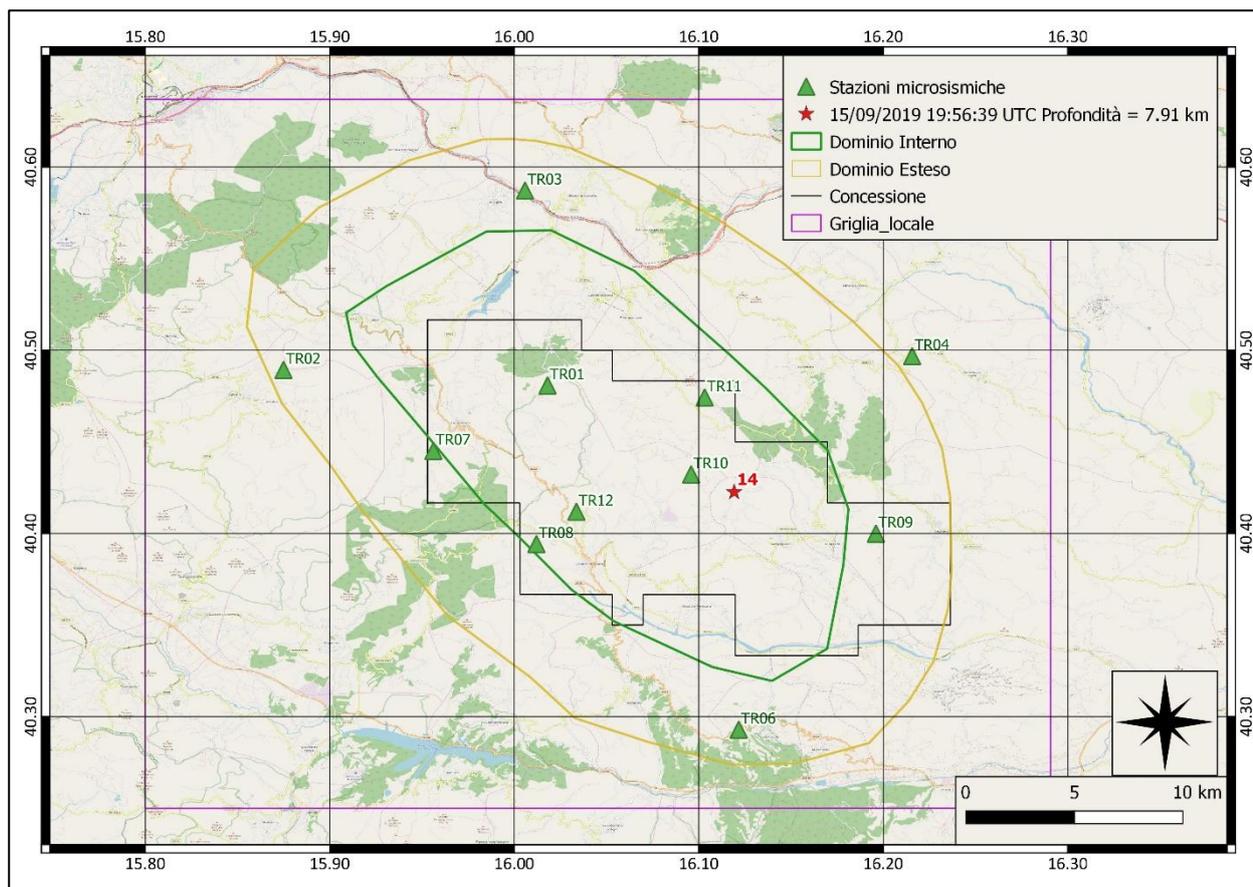
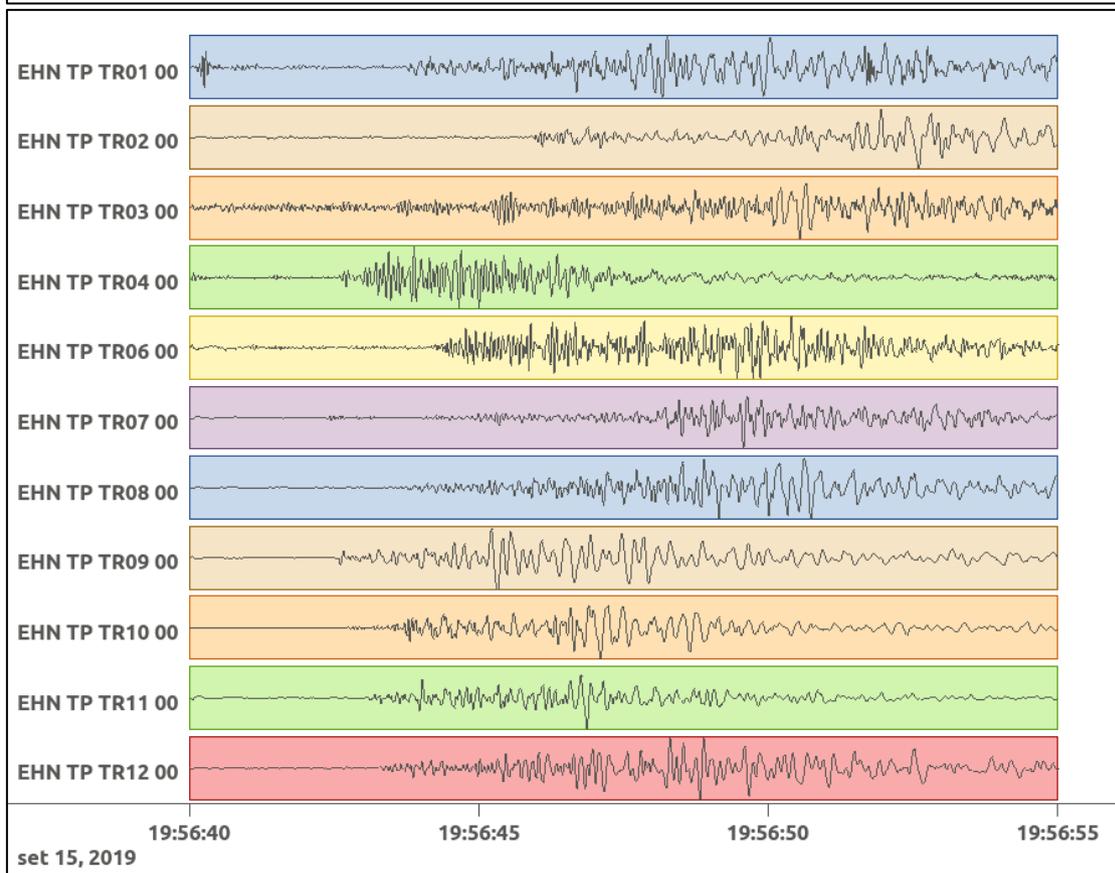
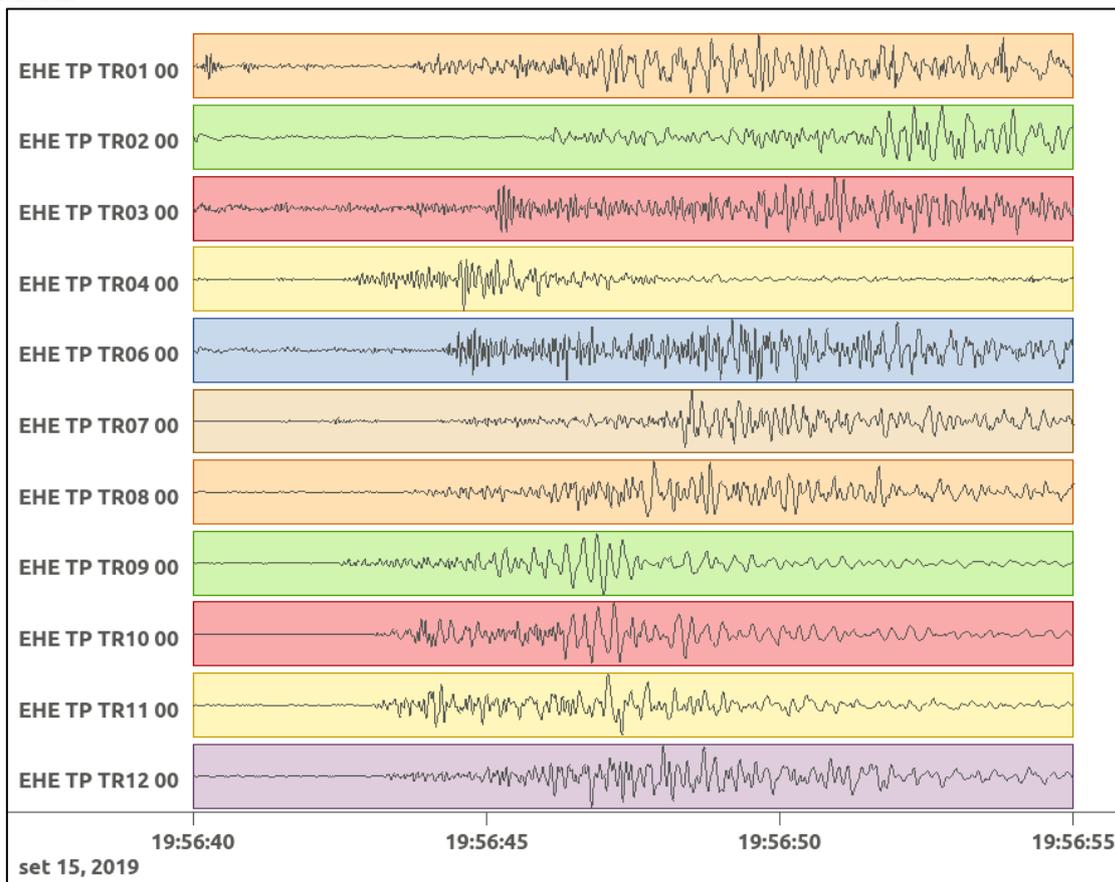


Figura 51: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:56:39 UTC verificatosi a profondità 7.91 km

In Figura 52 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 14: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



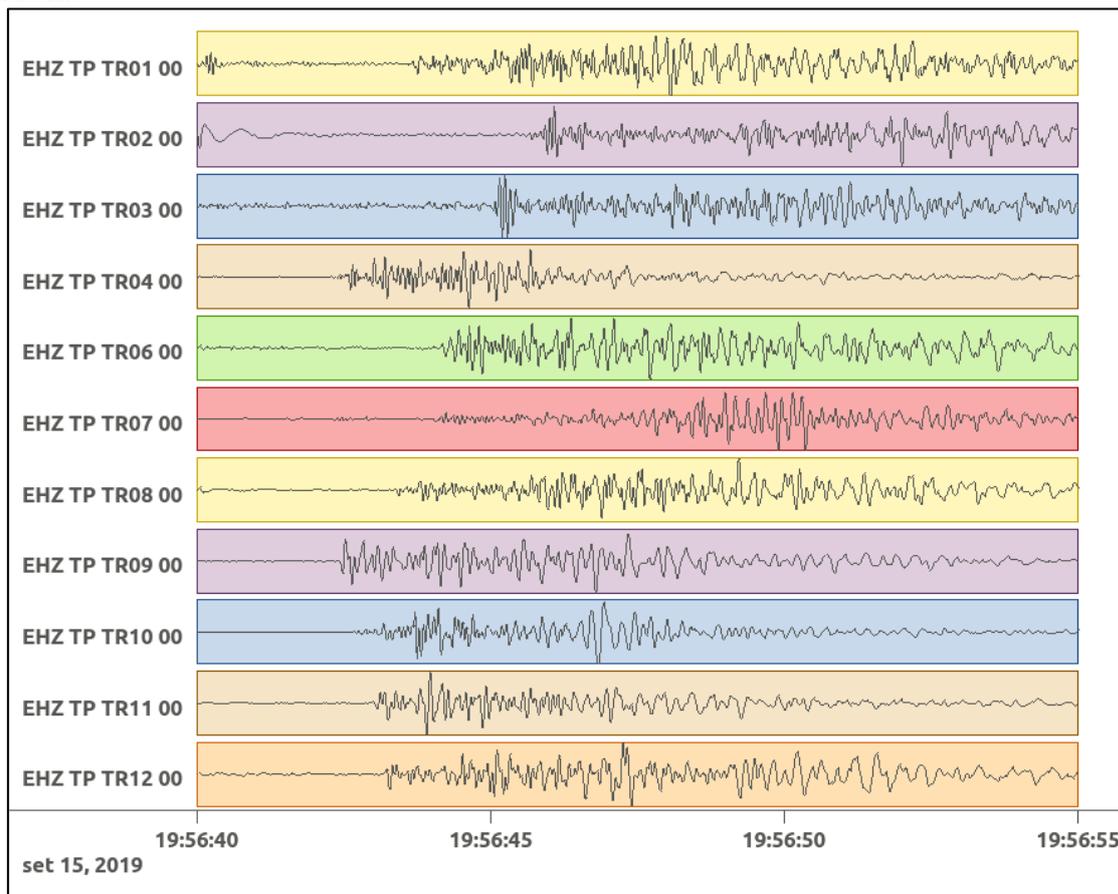


Figura 52: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 14, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

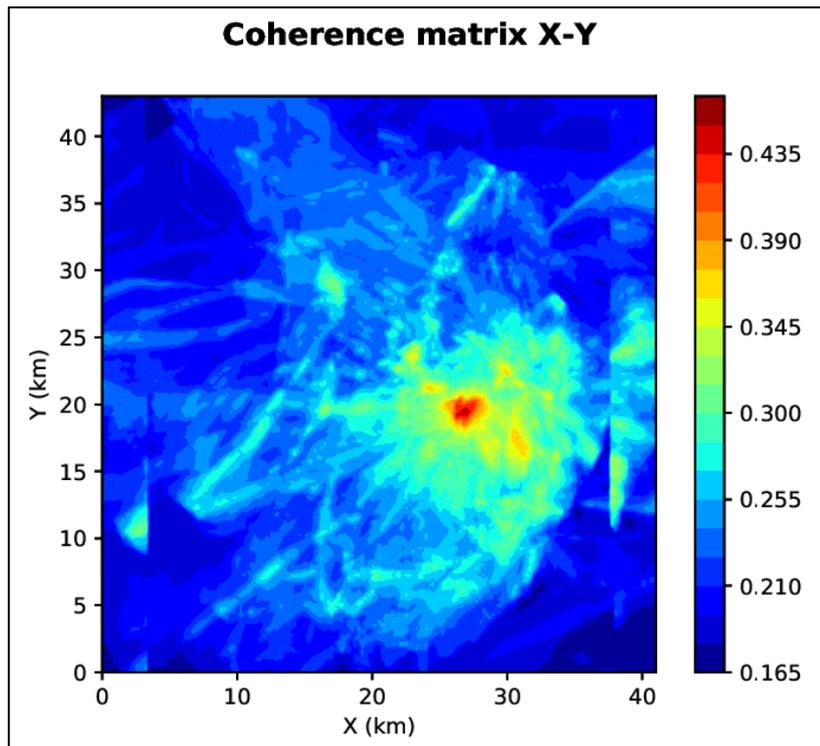


Figura 53: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.

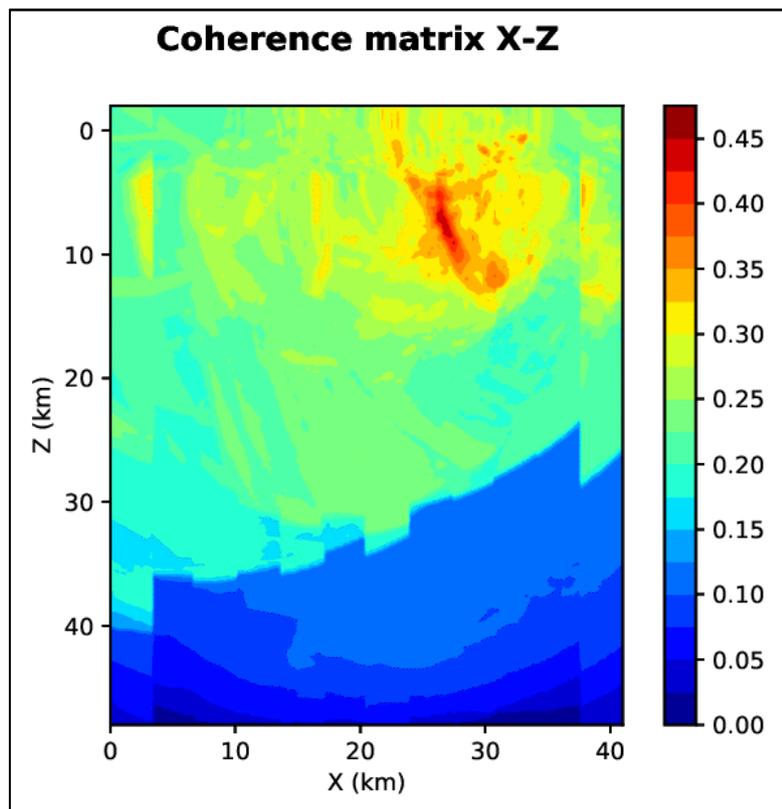


Figura 54: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

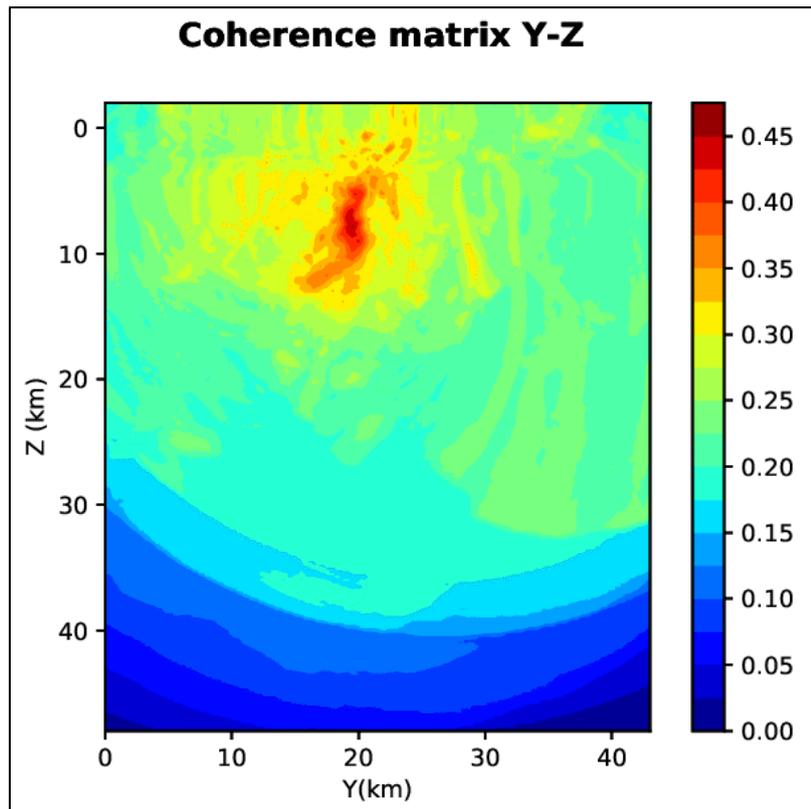


Figura 55: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.

6.15. Evento 15: 15/09/2019 19:57:04 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
15	15/09/2019 19:57:04	40.45	16.24	17.37	0.50	0.7 ± 0.2

In Figura 56 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

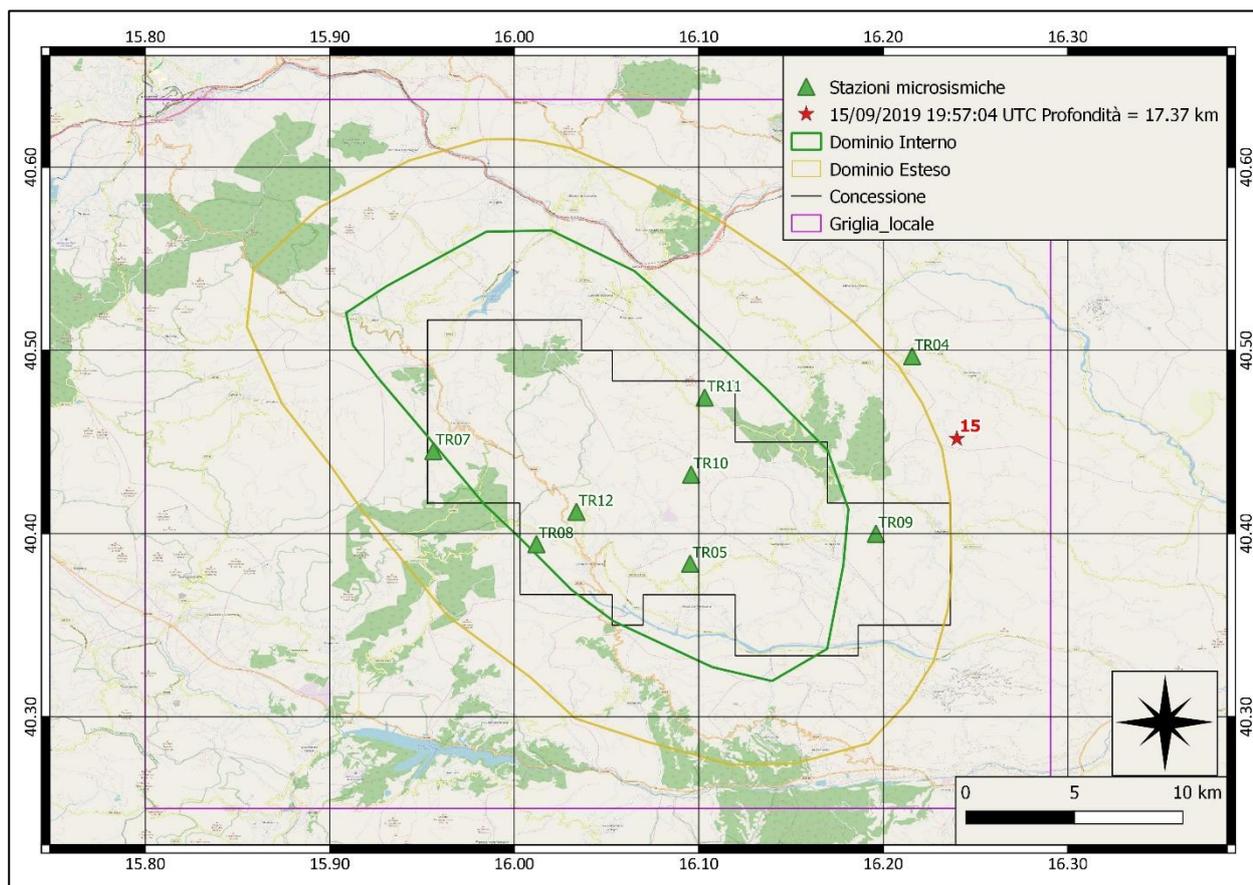
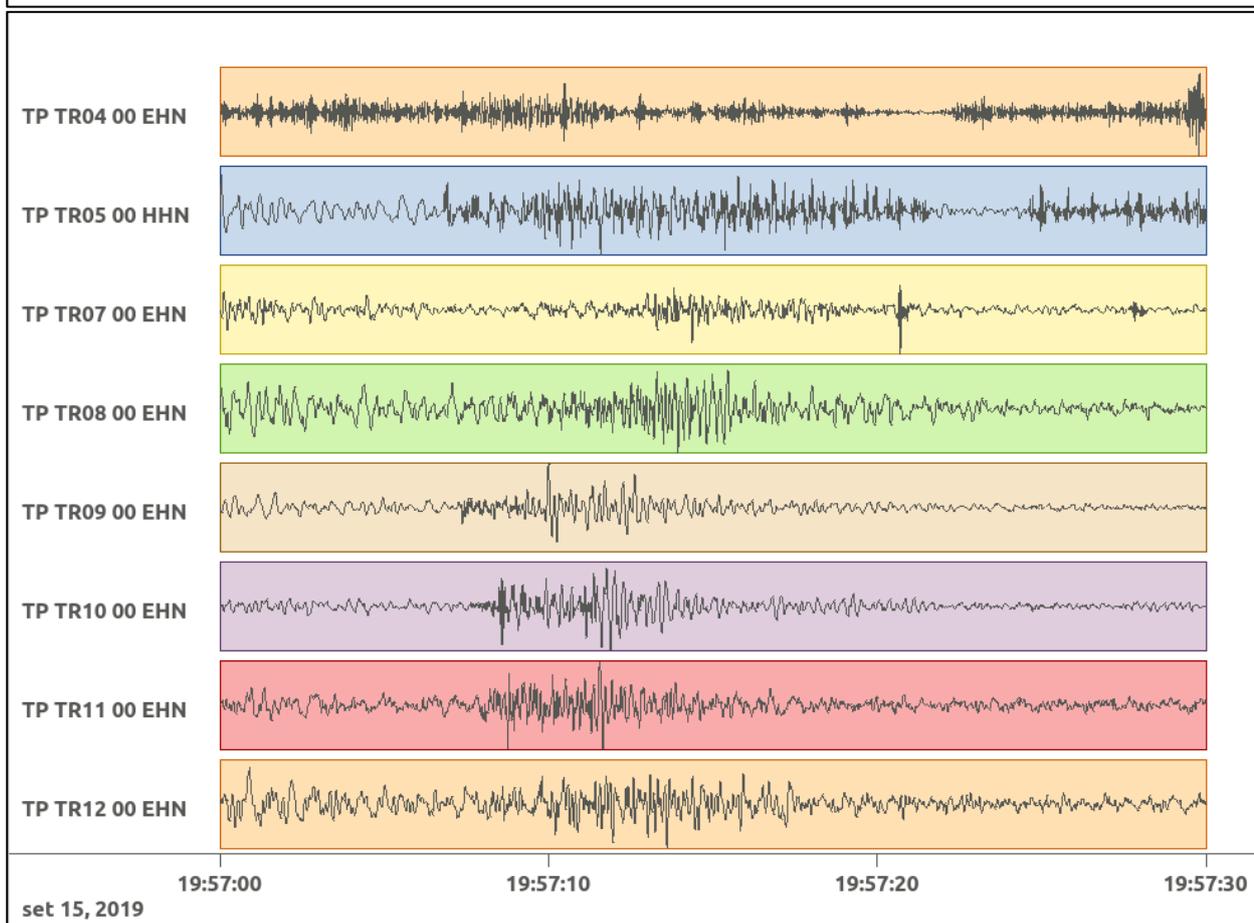
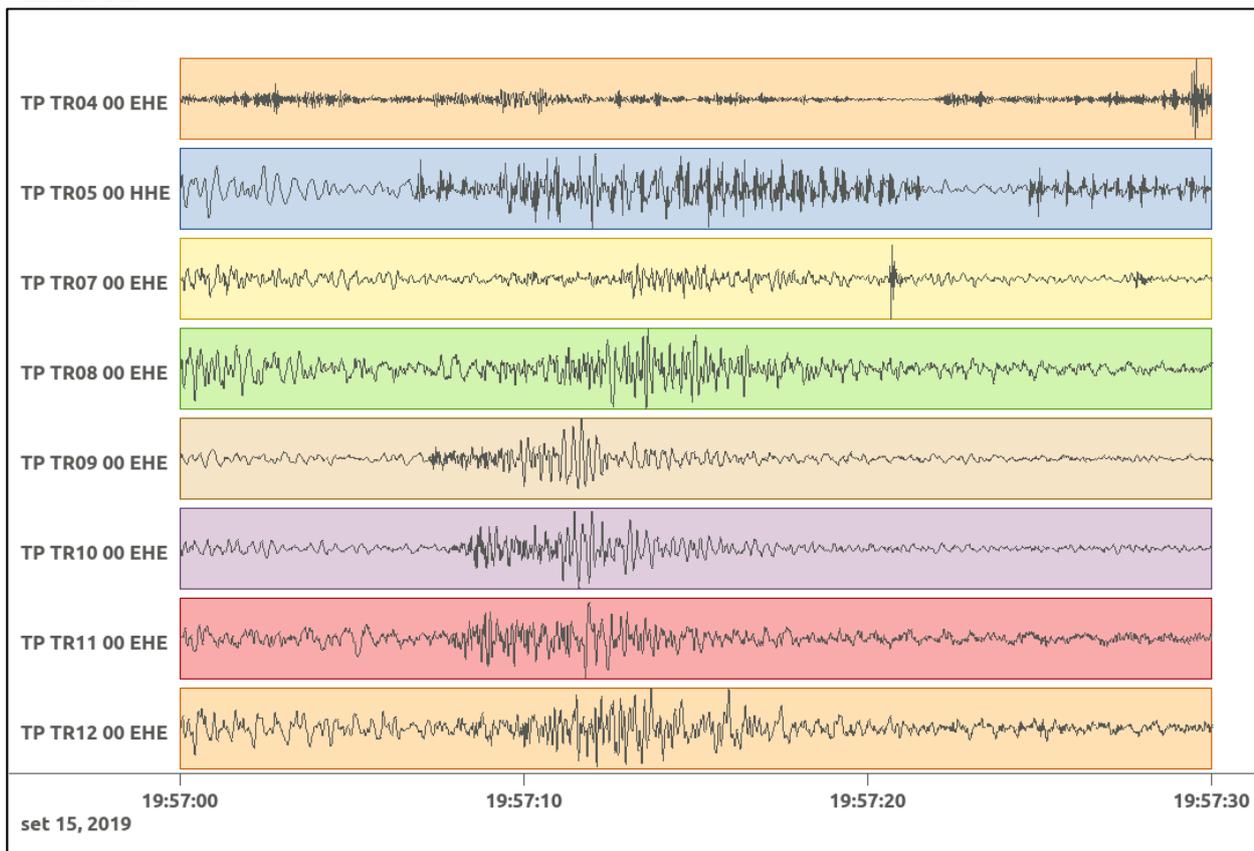


Figura 56: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:57:04 UTC verificatosi a profondità 17.37 km

In Figura 57 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 15: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



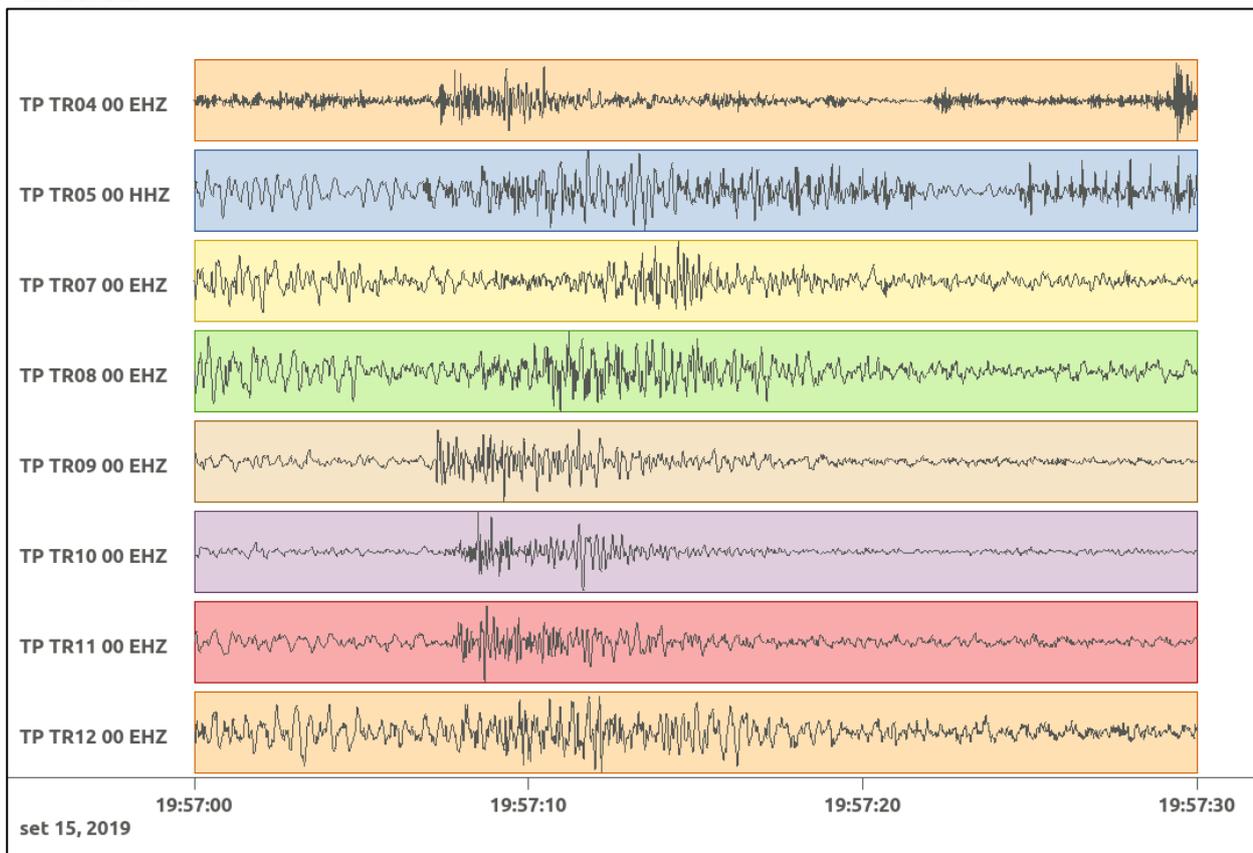


Figura 57: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 15, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.16. Evento 16: 15/09/2019 19:59:43 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
16	15/09/2019 19:59:43	40.45	16.25	15.47	0.40	0.5 ± 0.2

In Figura 58 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

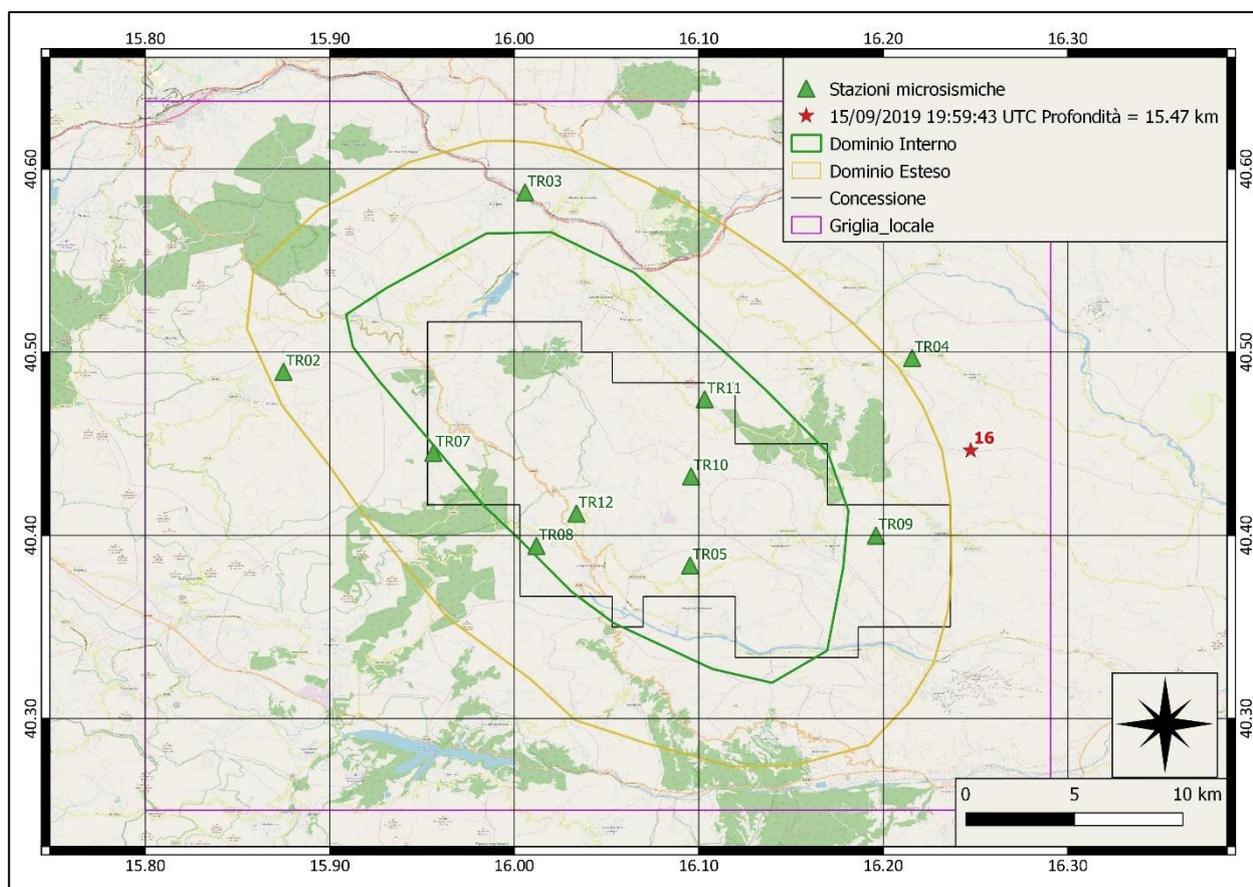
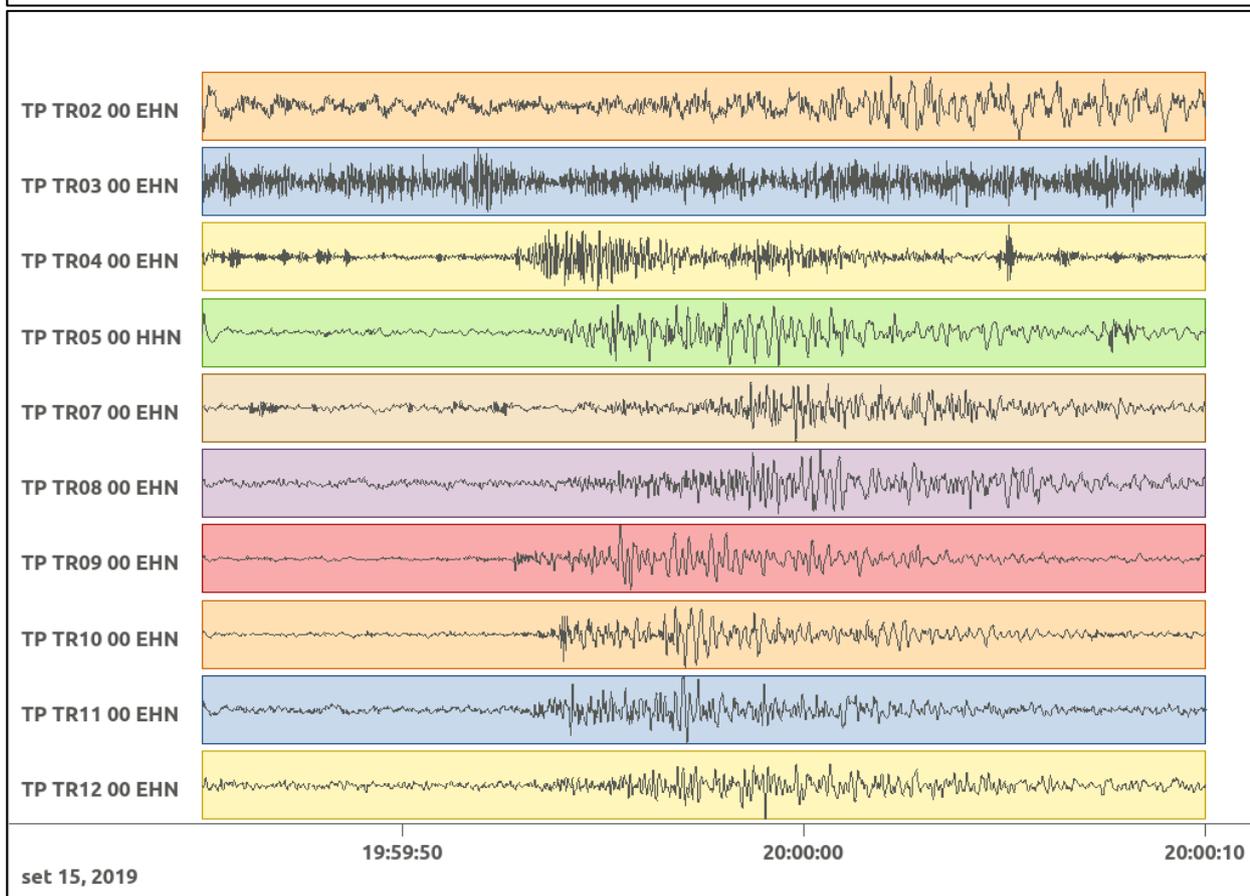
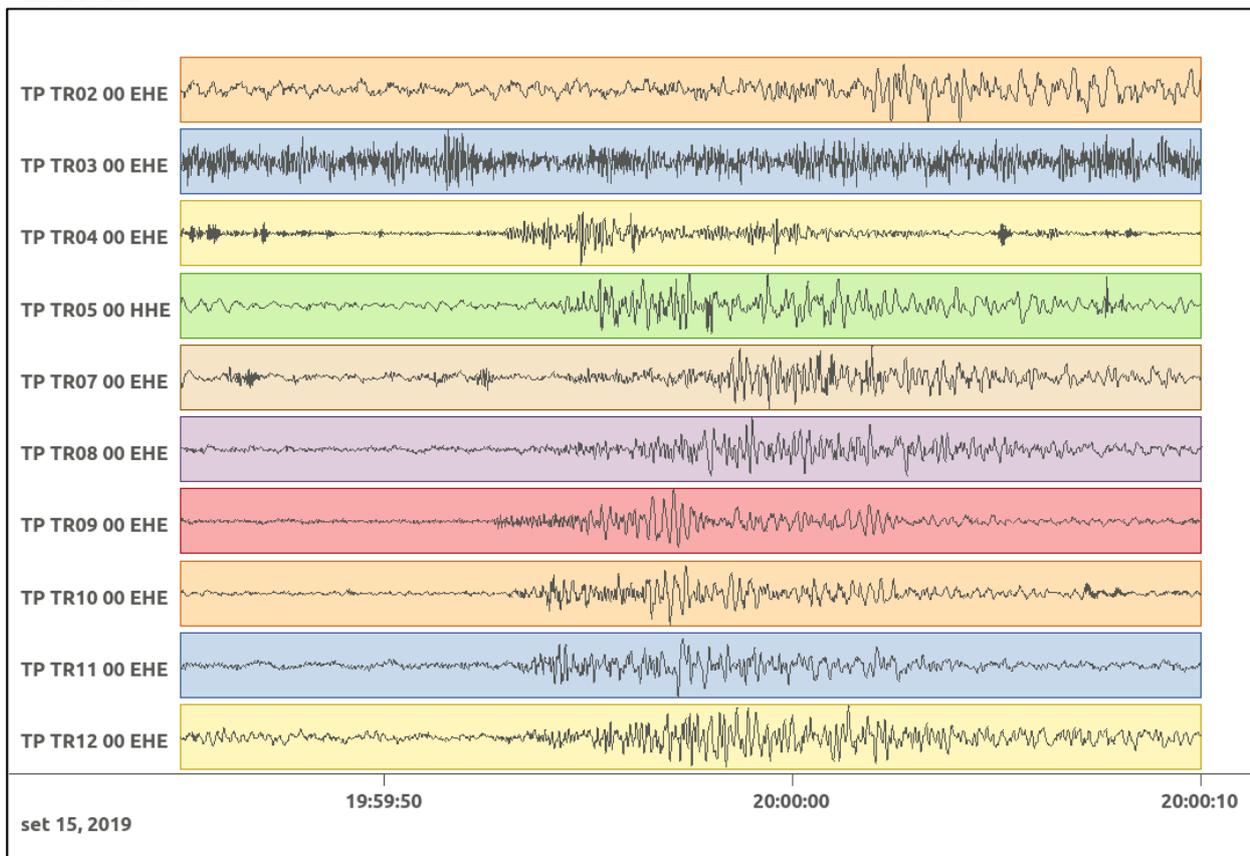


Figura 58: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 19:59:43 UTC verificatosi a profondità 15.47 km

In Figura 59 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 16: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



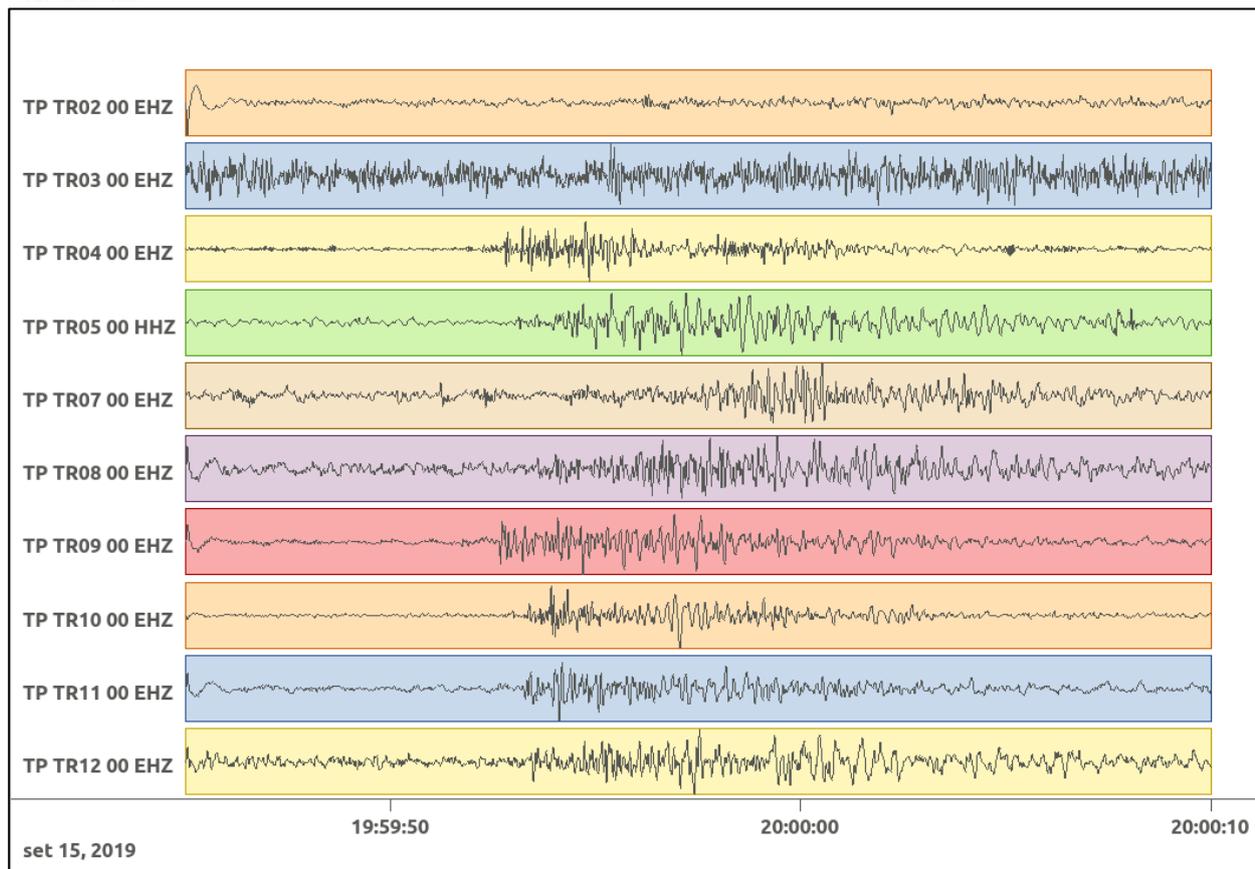


Figura 59: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 16, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.17. Evento 17: 15/09/2019 20:05:03 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
17	15/09/2019 20:05:03	40.41	16.24	13.74	0.40	0.9 ± 0.3

In Figura 60 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

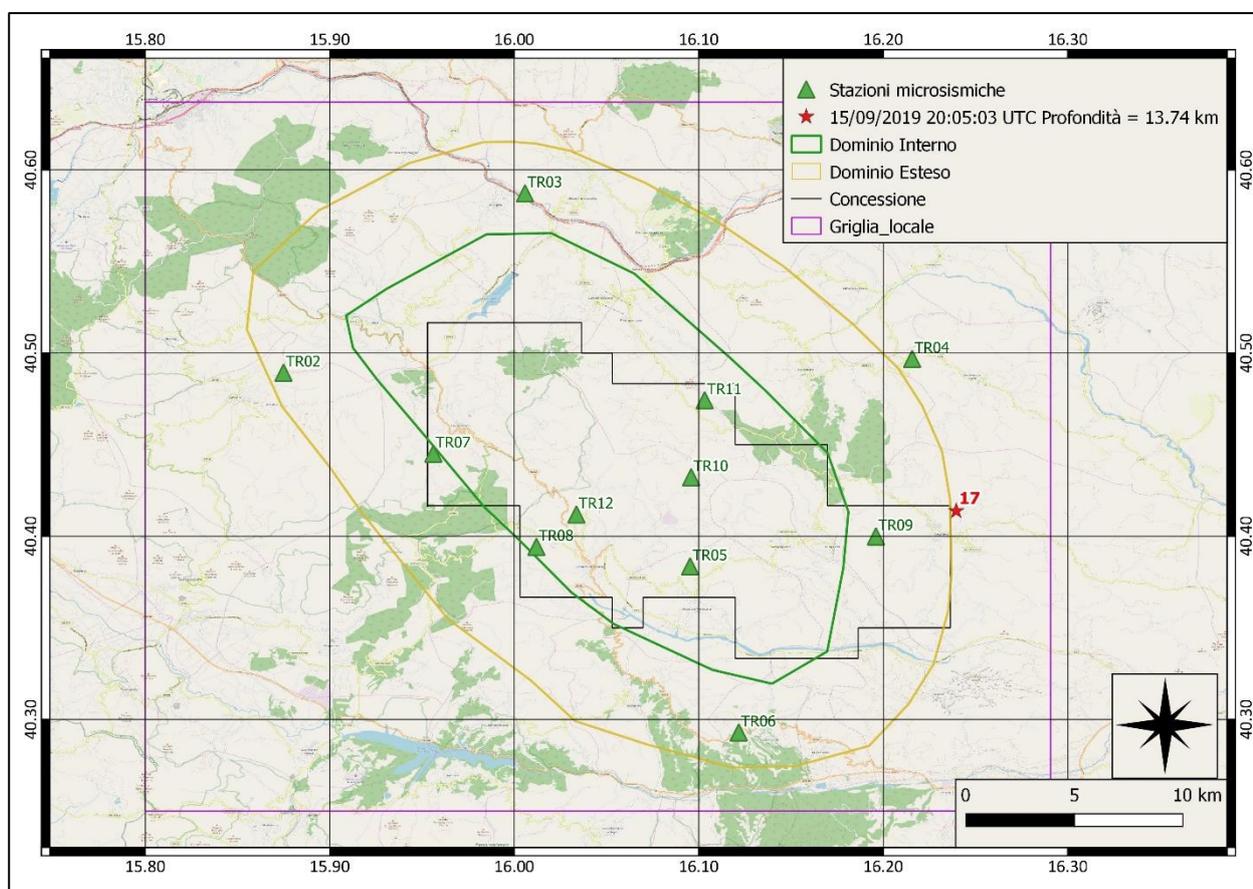
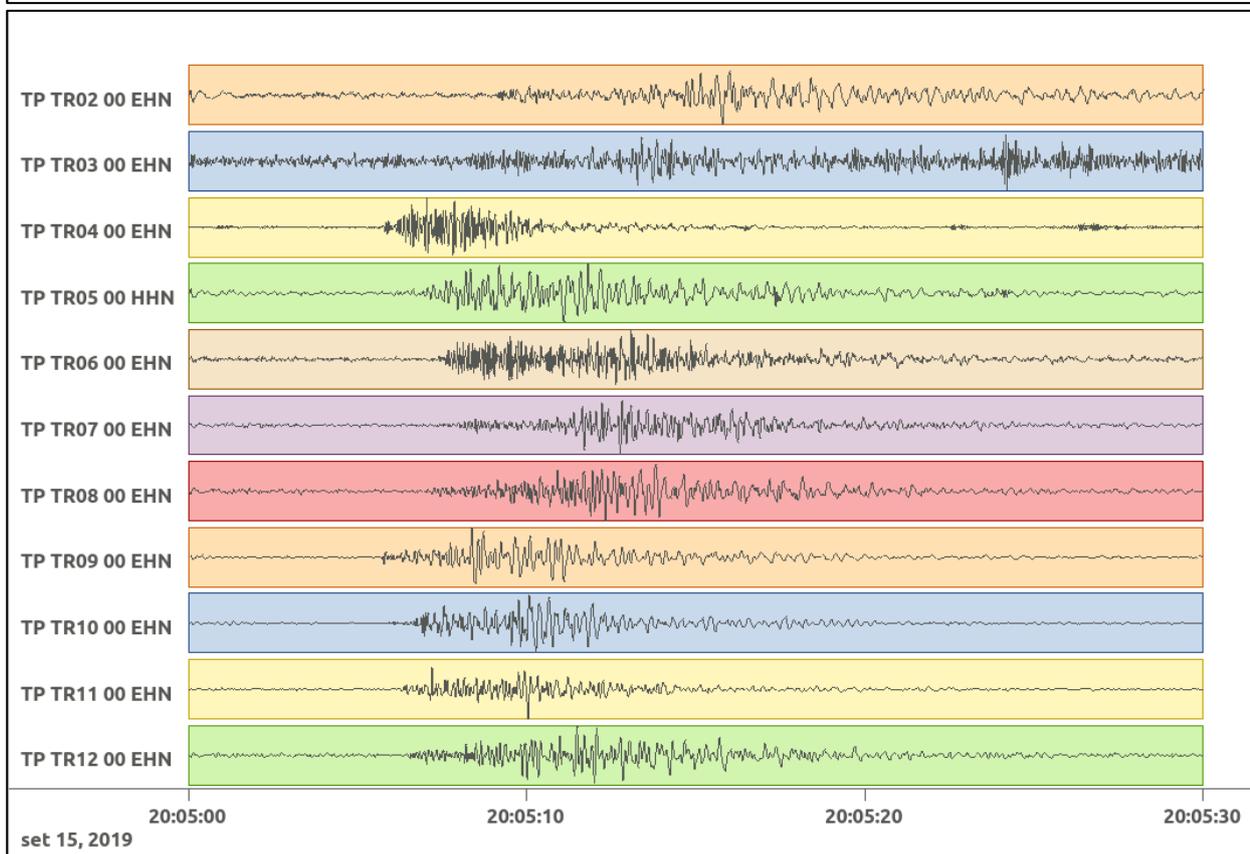
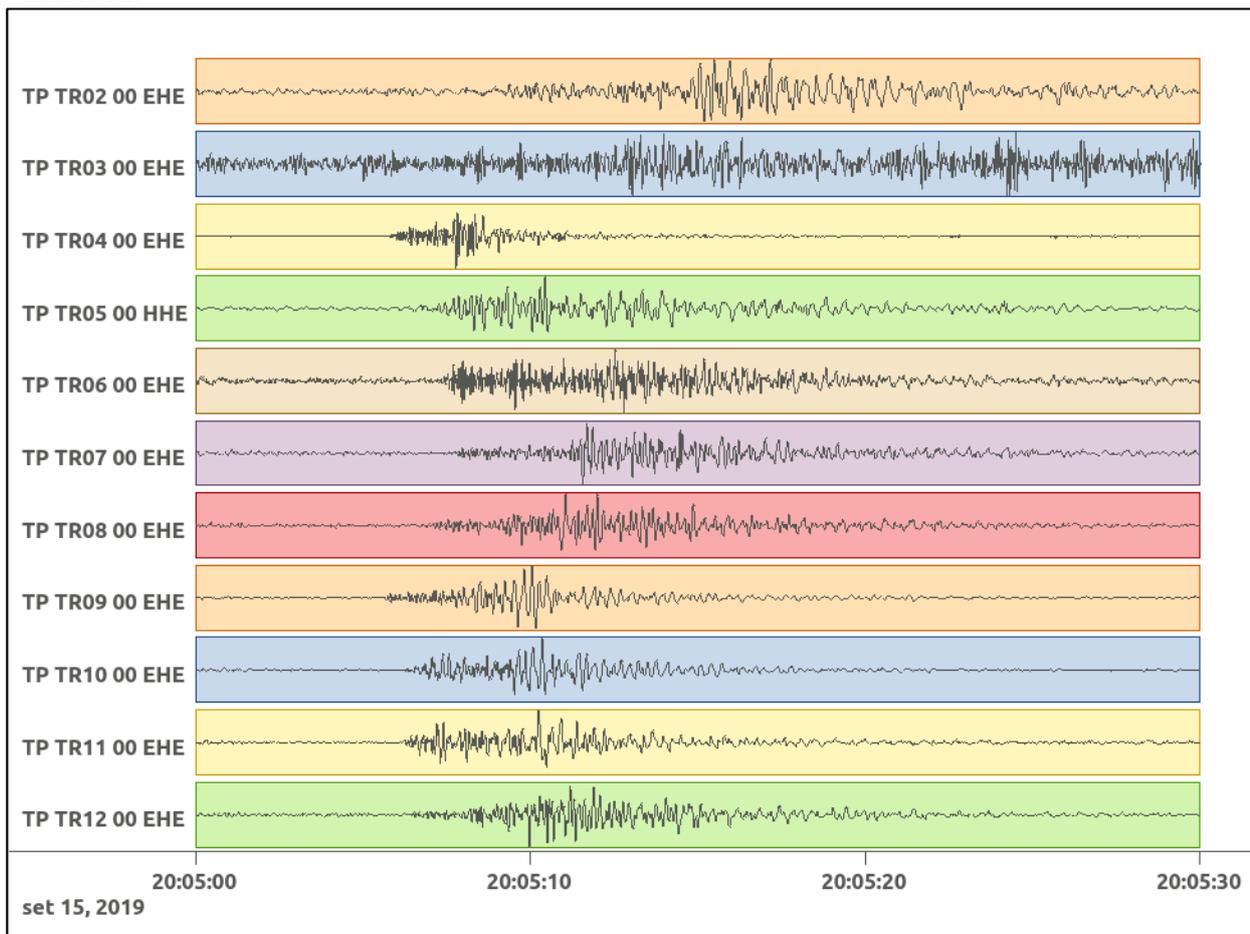


Figura 60: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:05:03 UTC verificatosi a profondità 13.74 km

In Figura 61 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 17: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



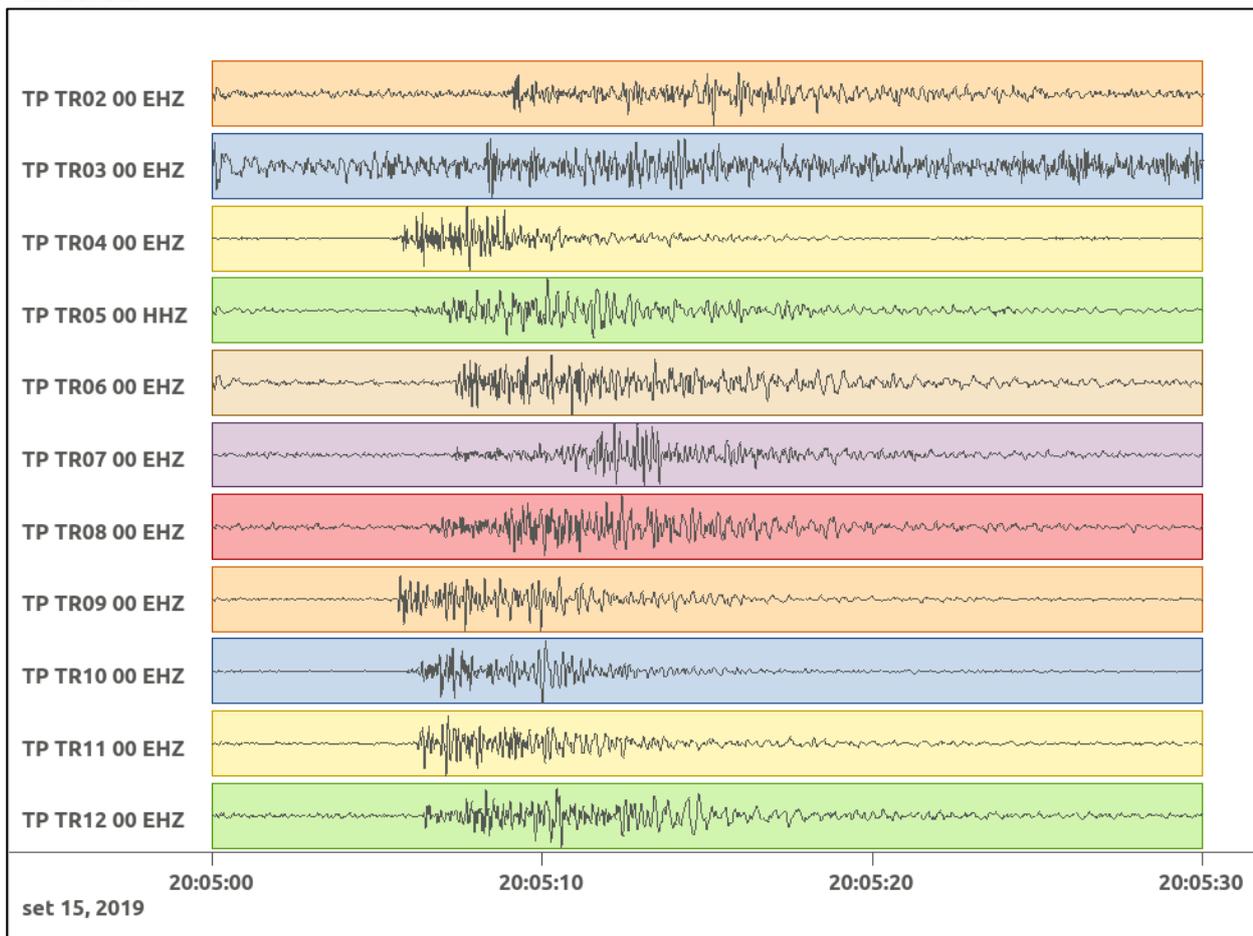


Figura 61: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 17, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.18. Evento 18: 15/09/2019 20:06:21 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
18	15/09/2019 20:06:21	40.48	16.27	14.38	0.80	0.4 ± 0.3

In Figura 62 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

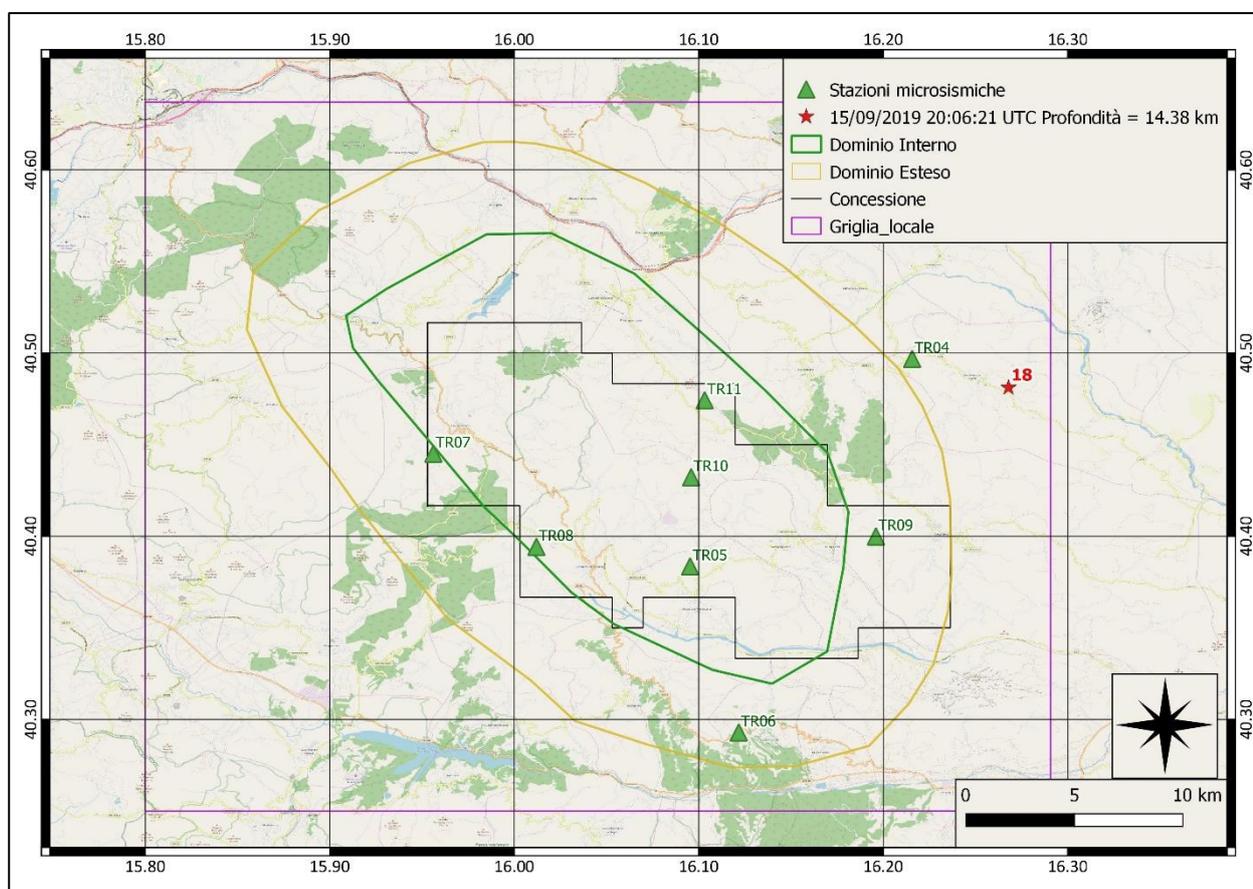
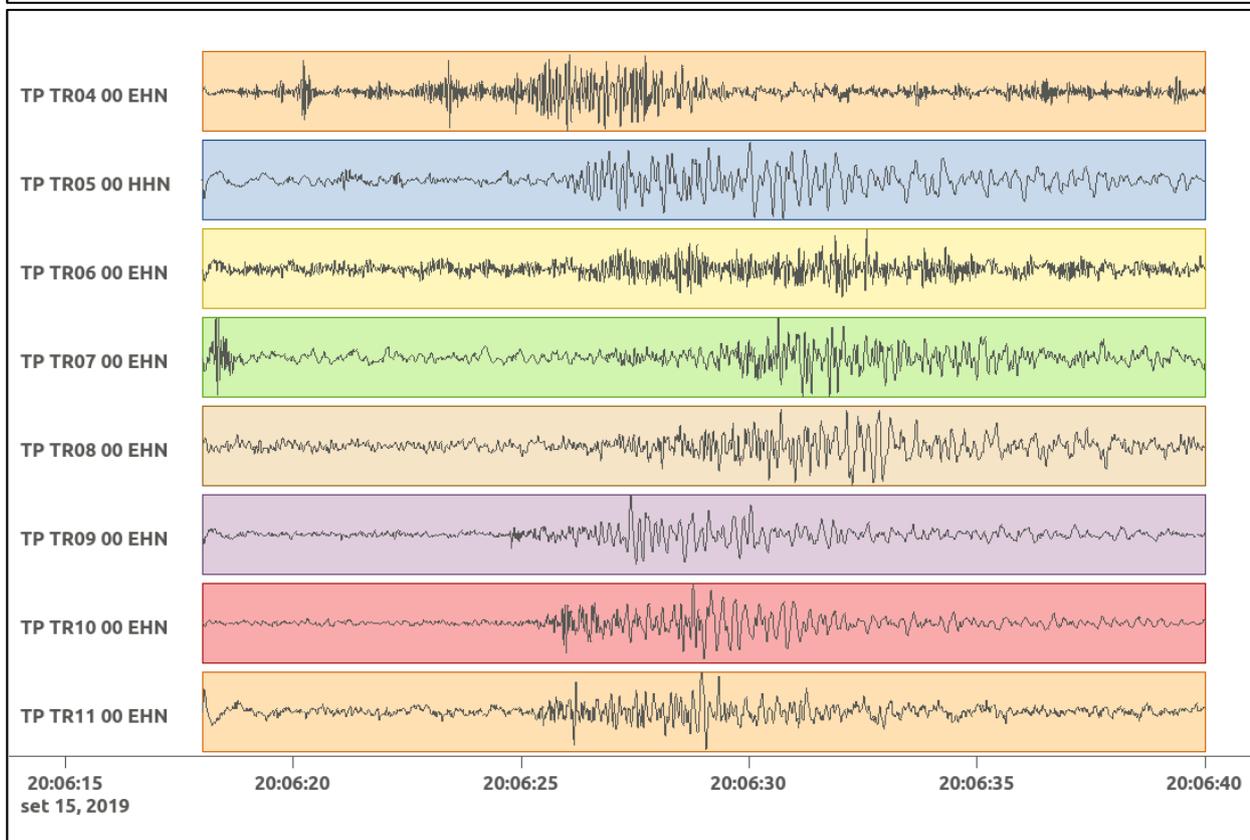
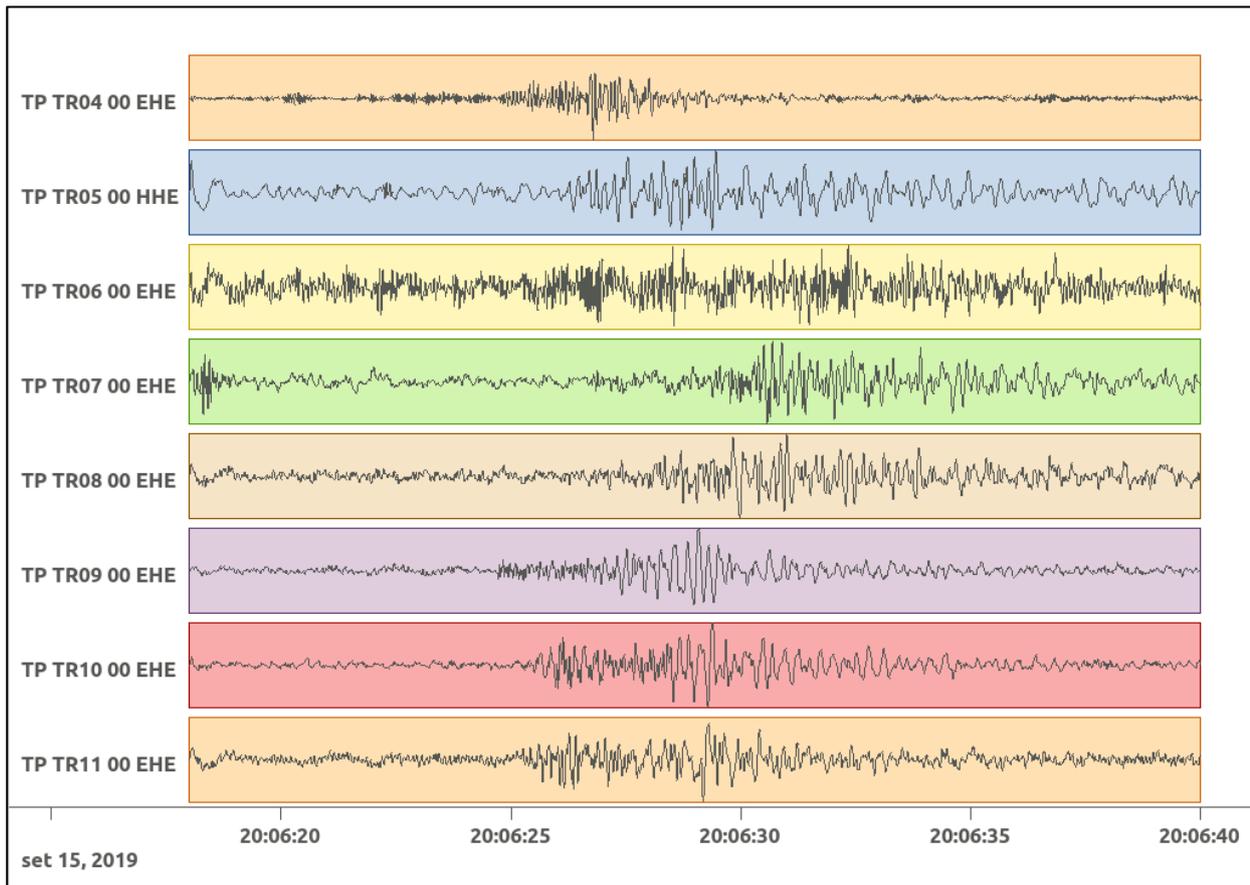


Figura 62: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:06:21 UTC verificatosi a profondità 14.38 km

In Figura 63 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 18: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



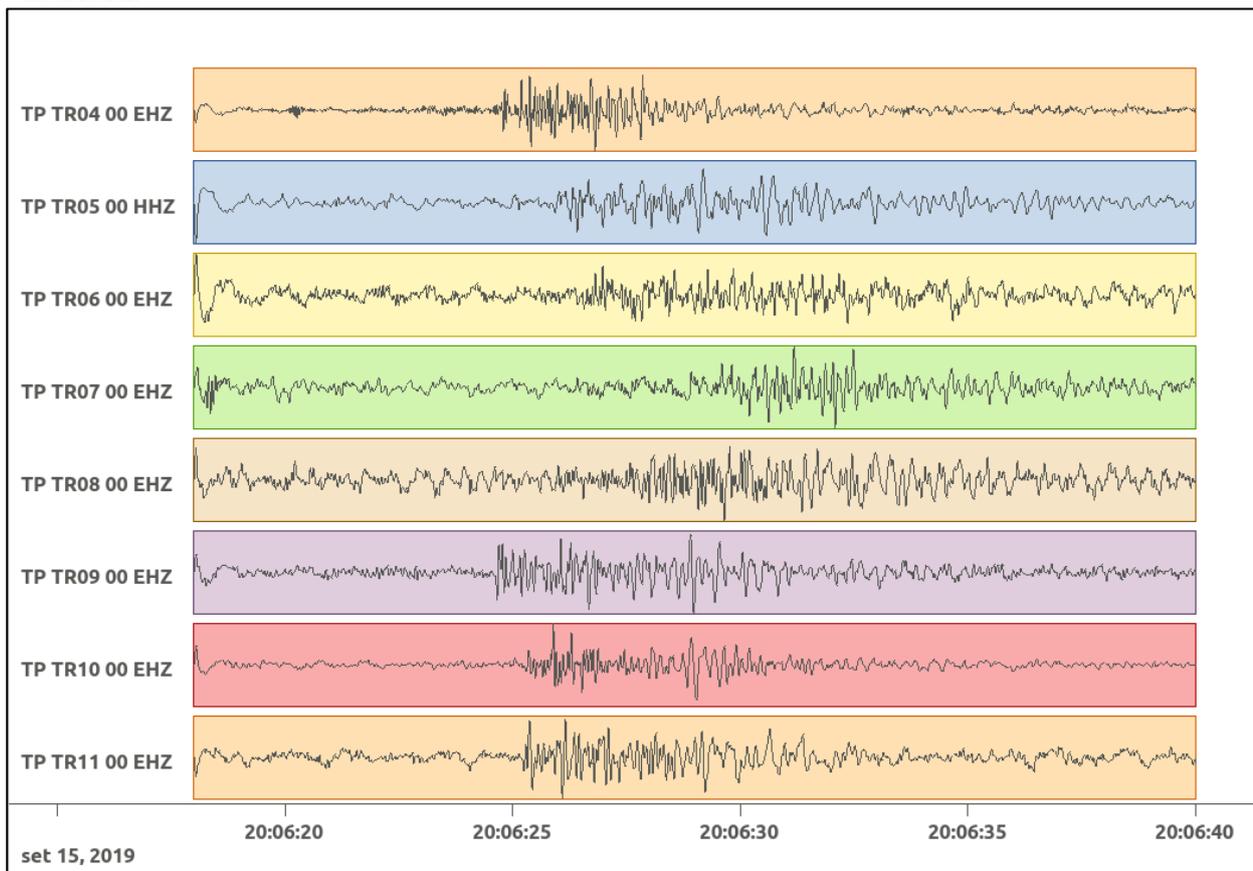


Figura 63: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 18, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.19. Evento 19: 15/09/2019 20:14:58 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
19	15/09/2019 20:14:58	40.44	16.25	14.47	0.40	0.6 ± 0.2

In Figura 64 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

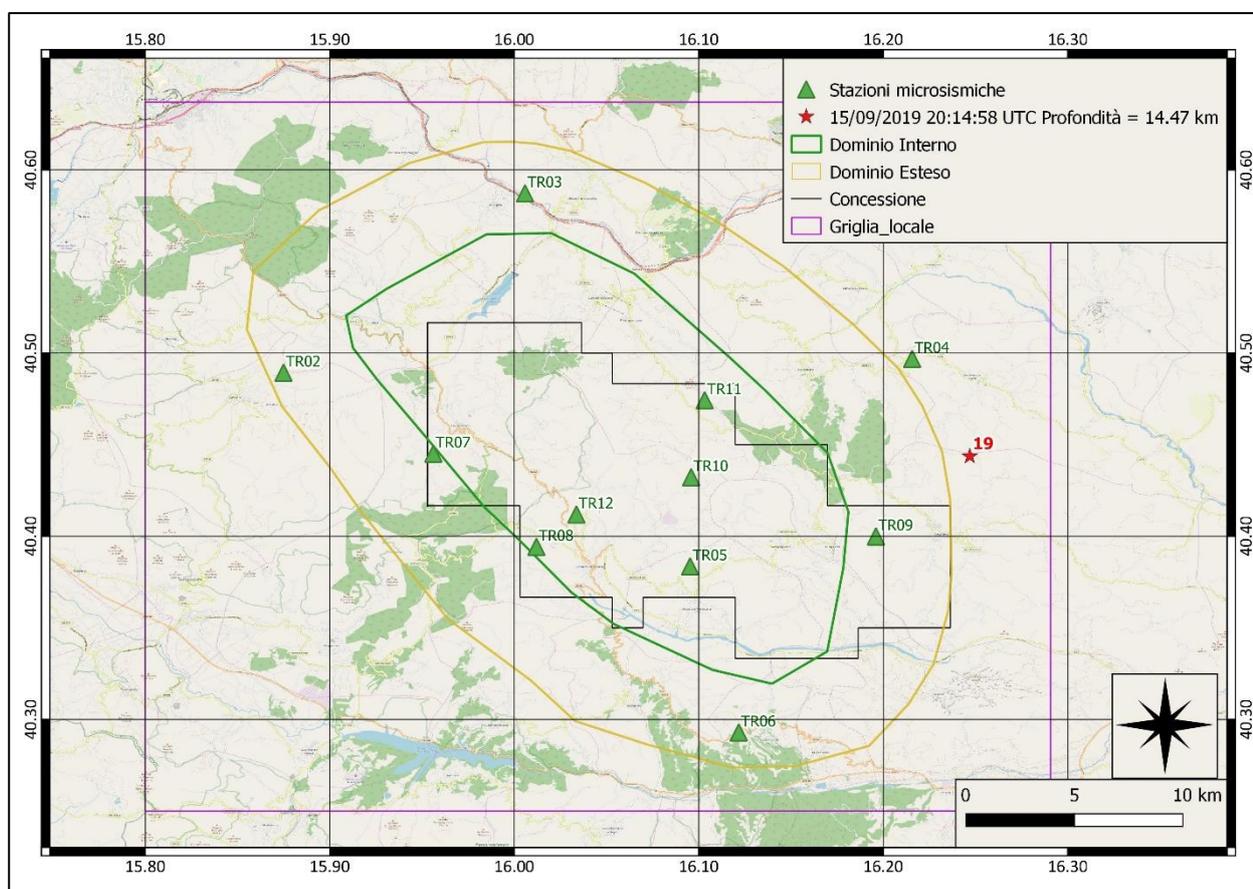
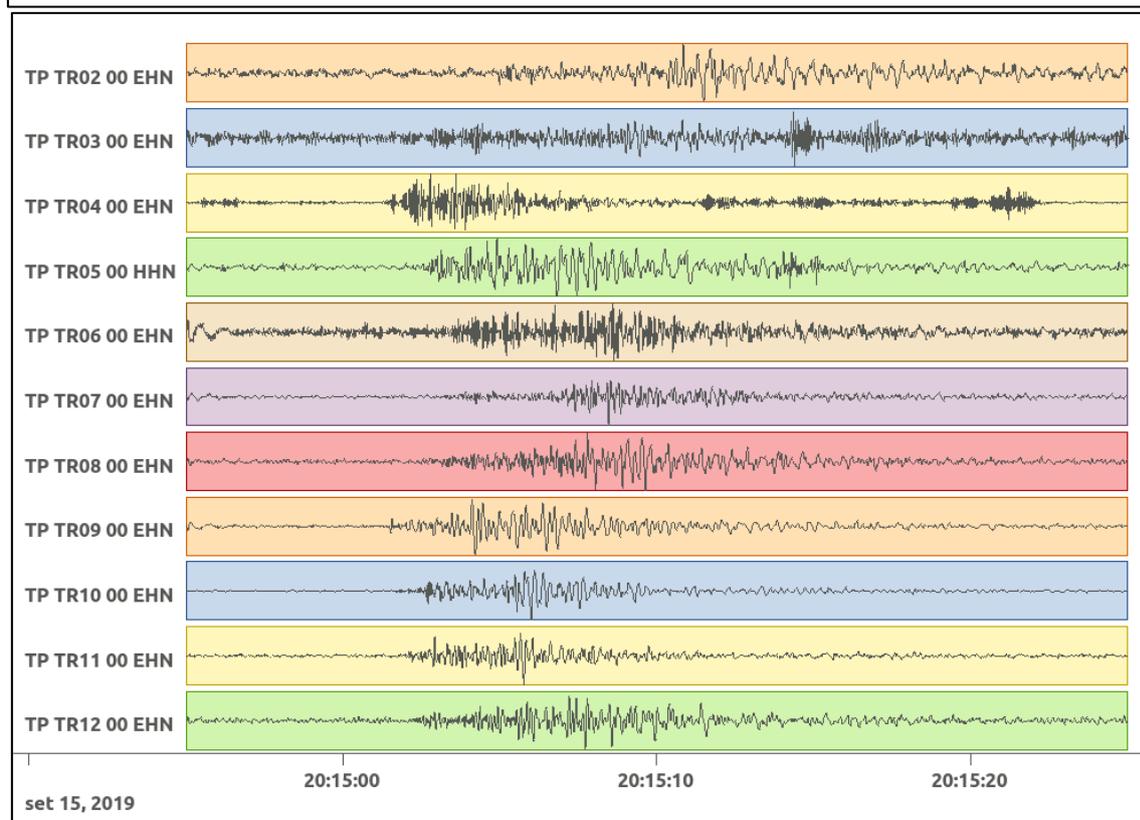
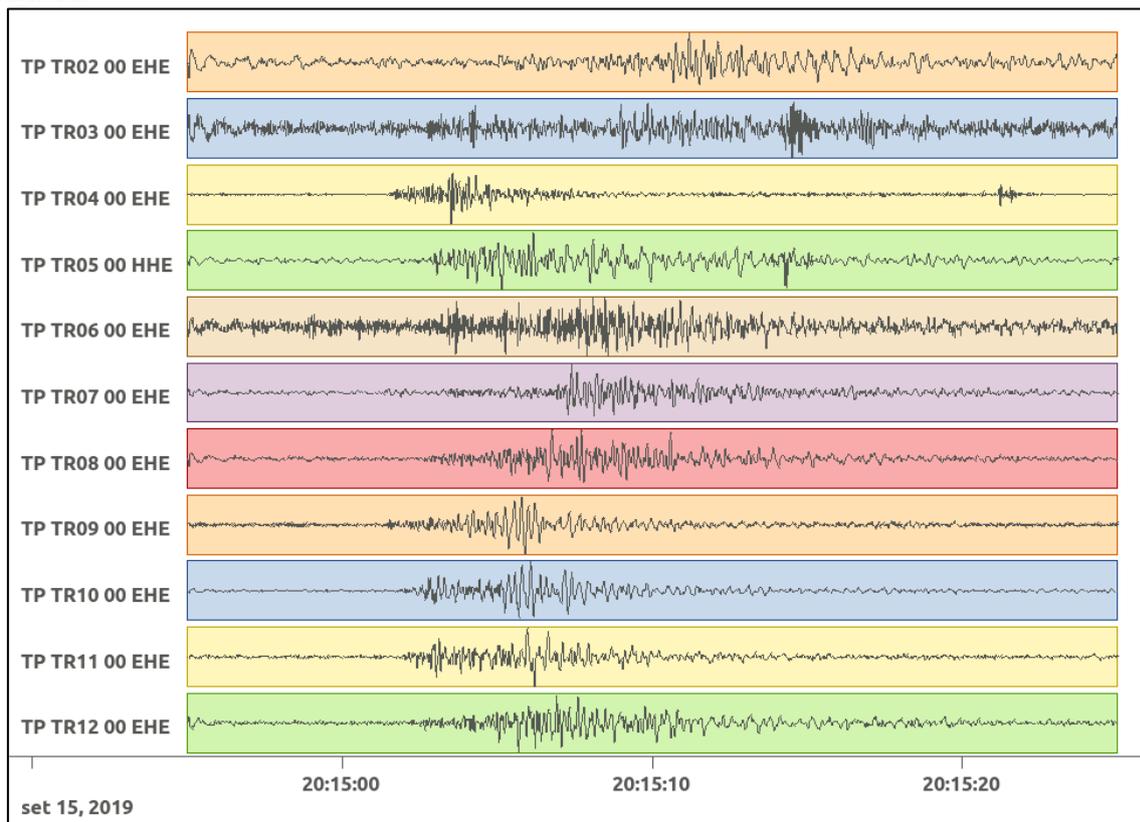


Figura 64: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:14:58 UTC verificatosi a profondità 14.47 km

In Figura 65 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 19: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



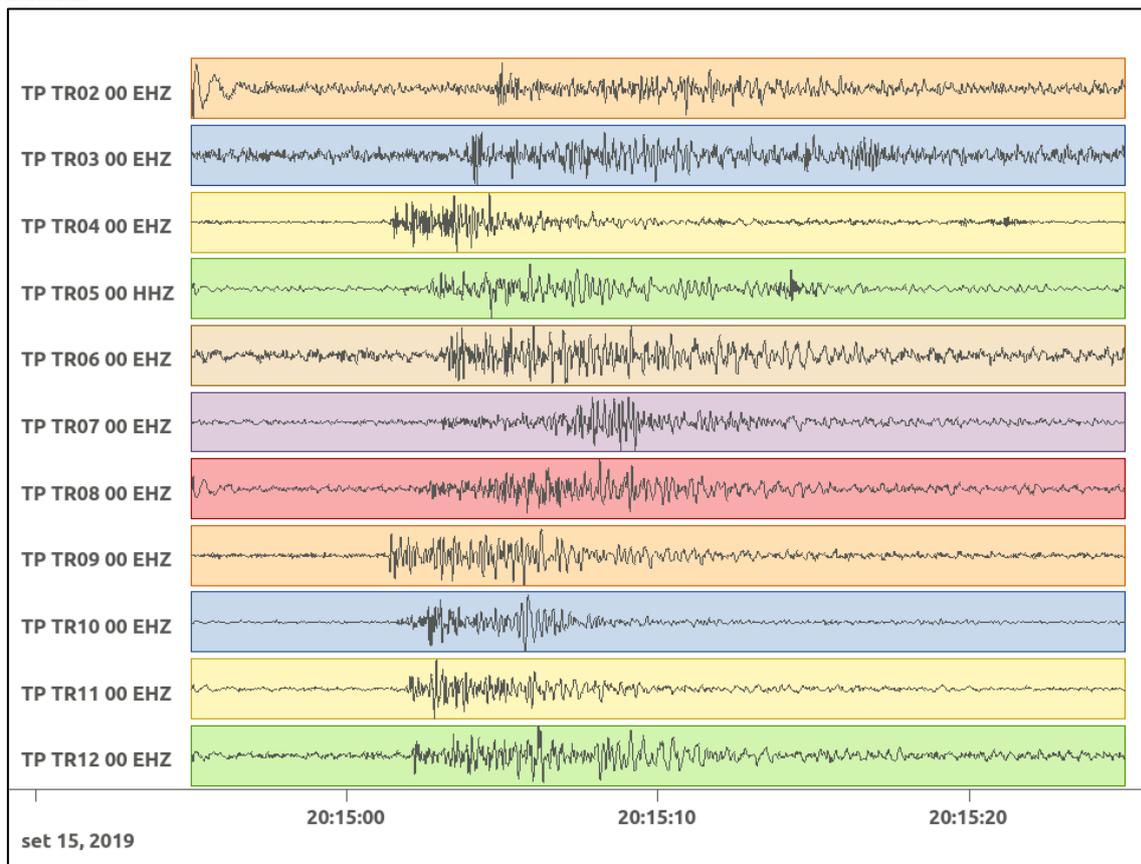


Figura 65: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 19, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.20. Evento 20: 15/09/2019 20:30:56 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
20	15/09/2019 20:30:56	40.49	16.22	17.70	0.60	0.4 ± 0.2

In Figura 66 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

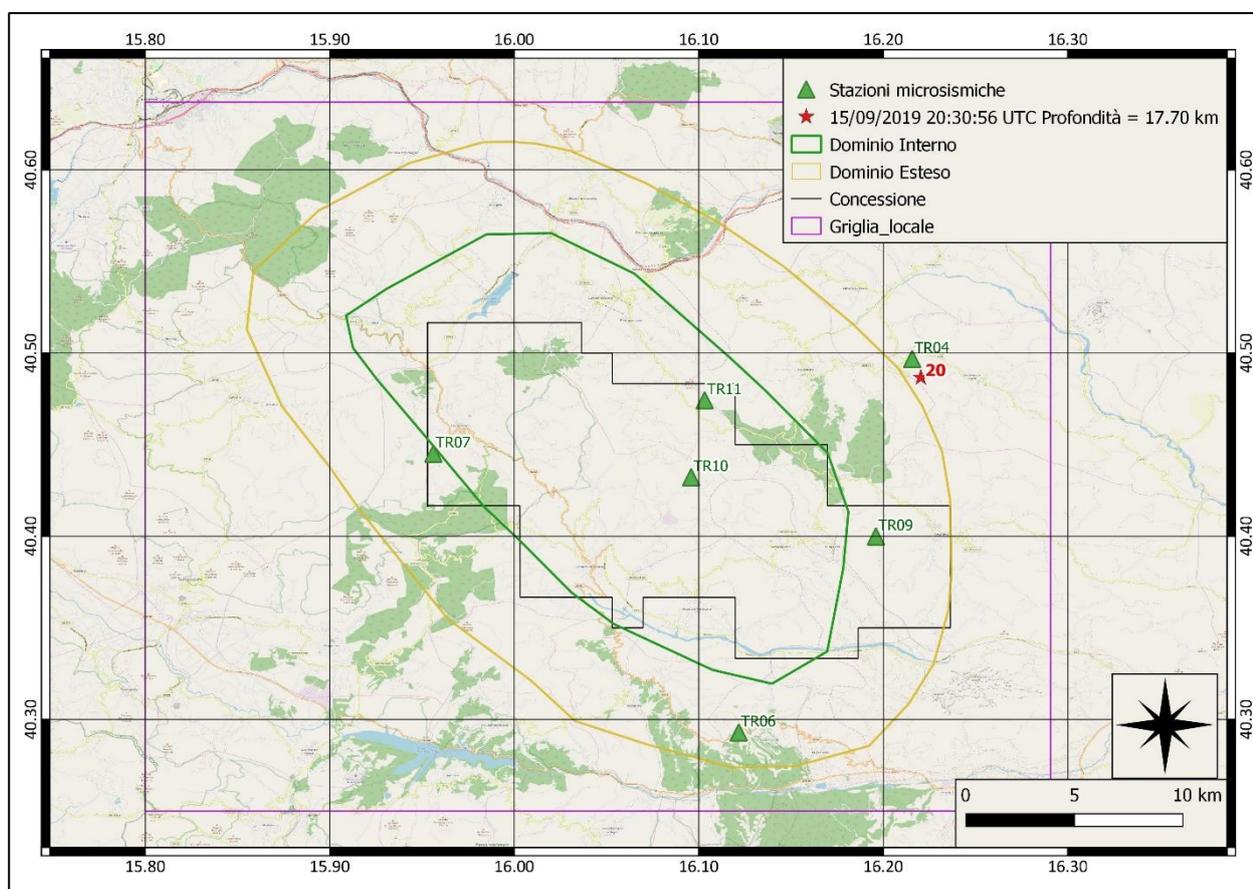
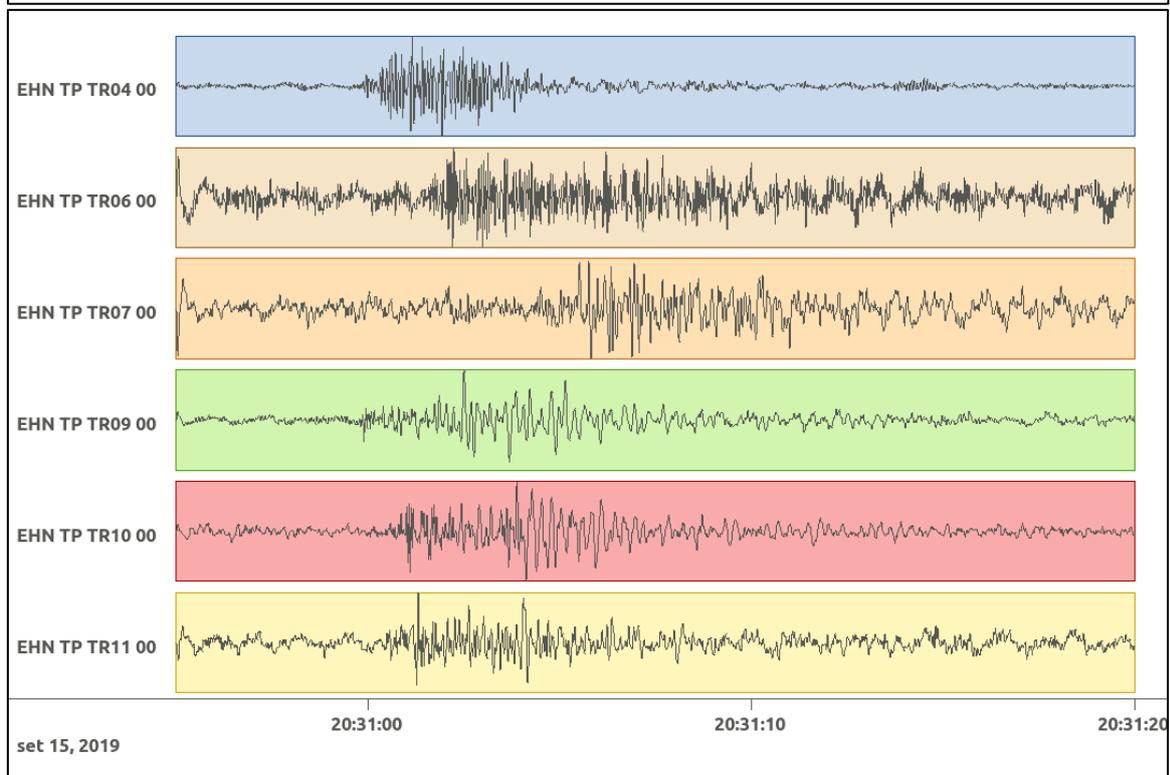
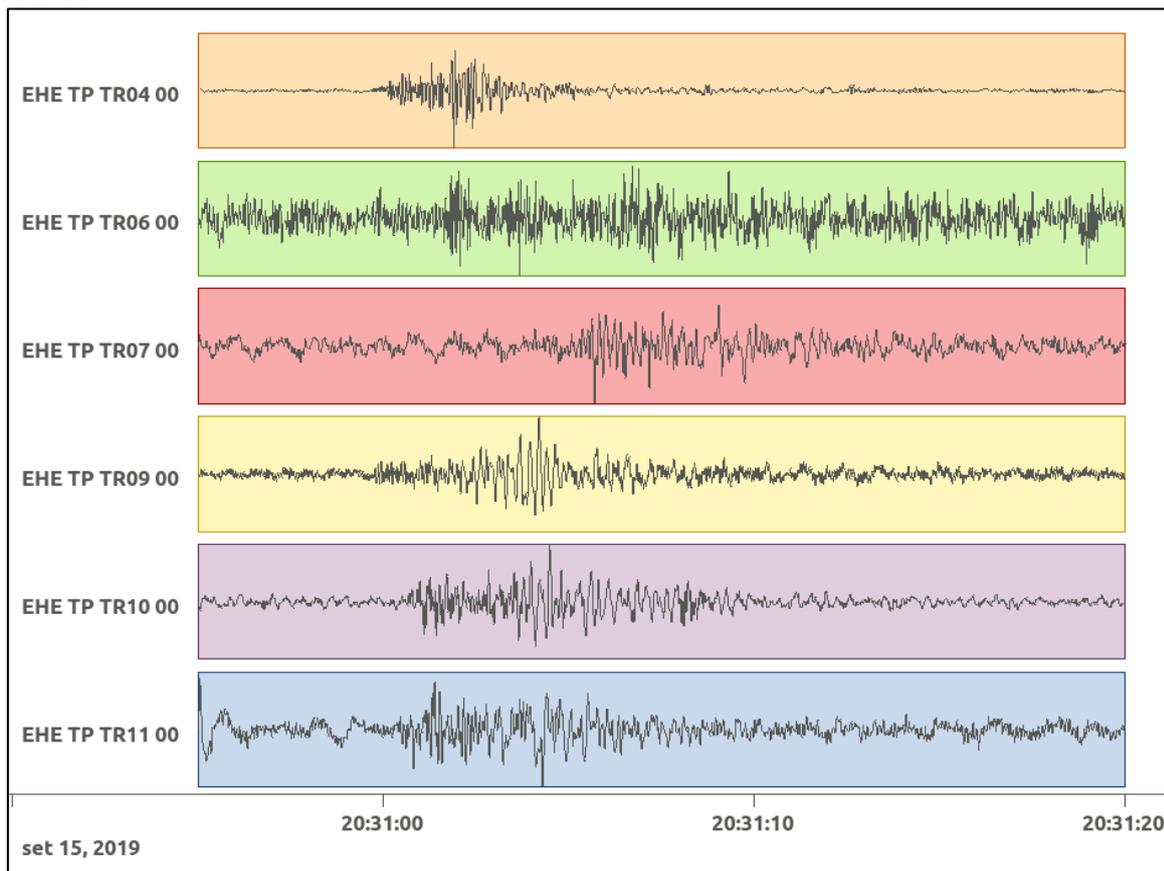


Figura 66: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:30:56 UTC verificatosi a profondità 17.70 km

In Figura 67 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 20: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



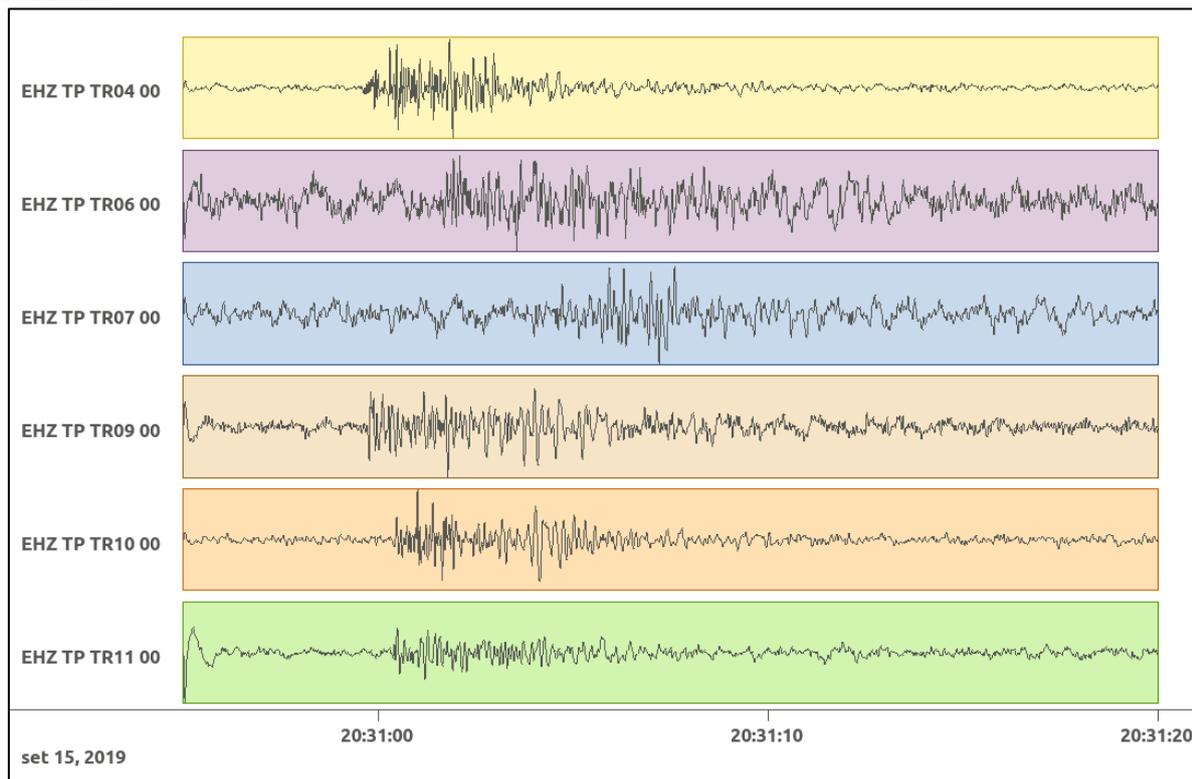


Figura 67: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 20, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.21. Evento 21: 15/09/2019 20:46:08 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
21	15/09/2019 20:46:08	40.53	16.21	17.03	1.20	0.2 ± 0.2

In Figura 68 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

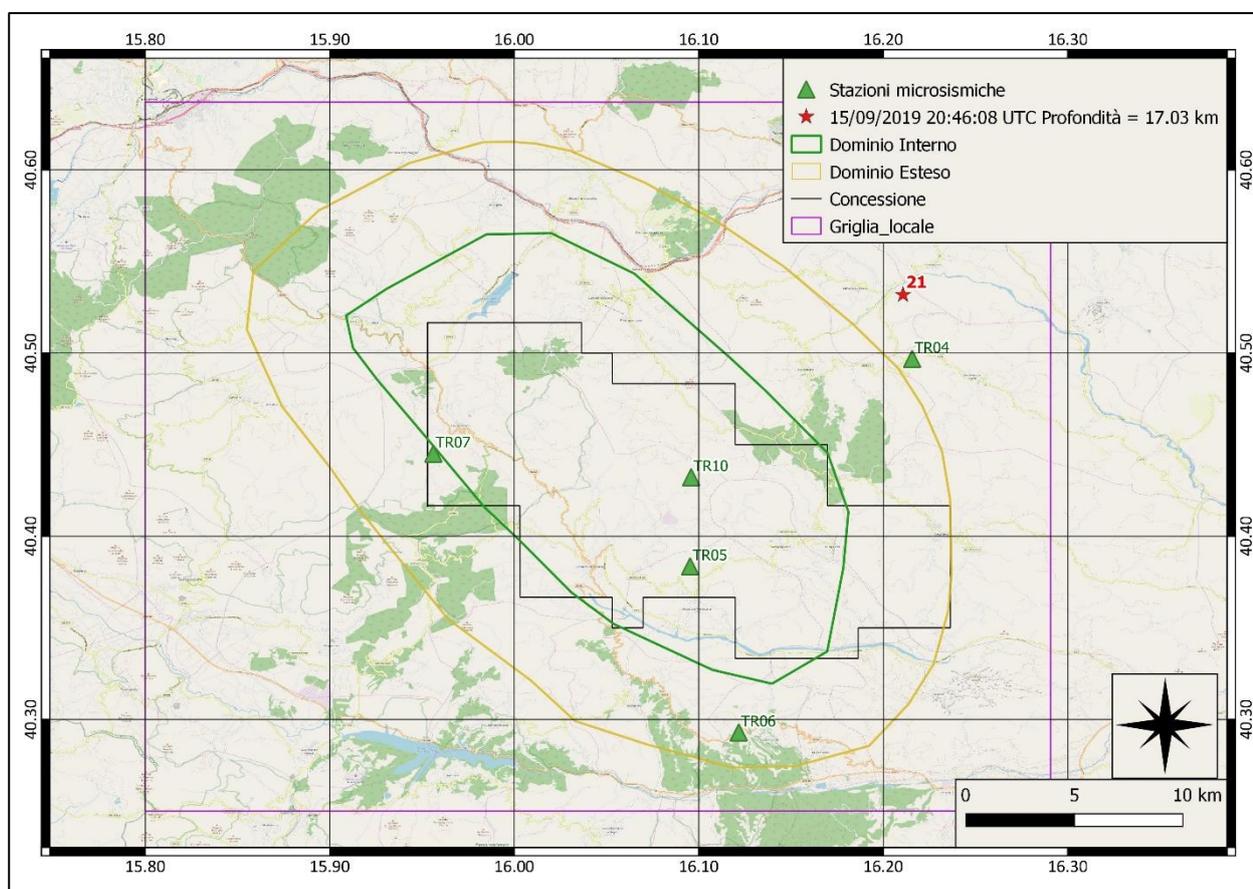
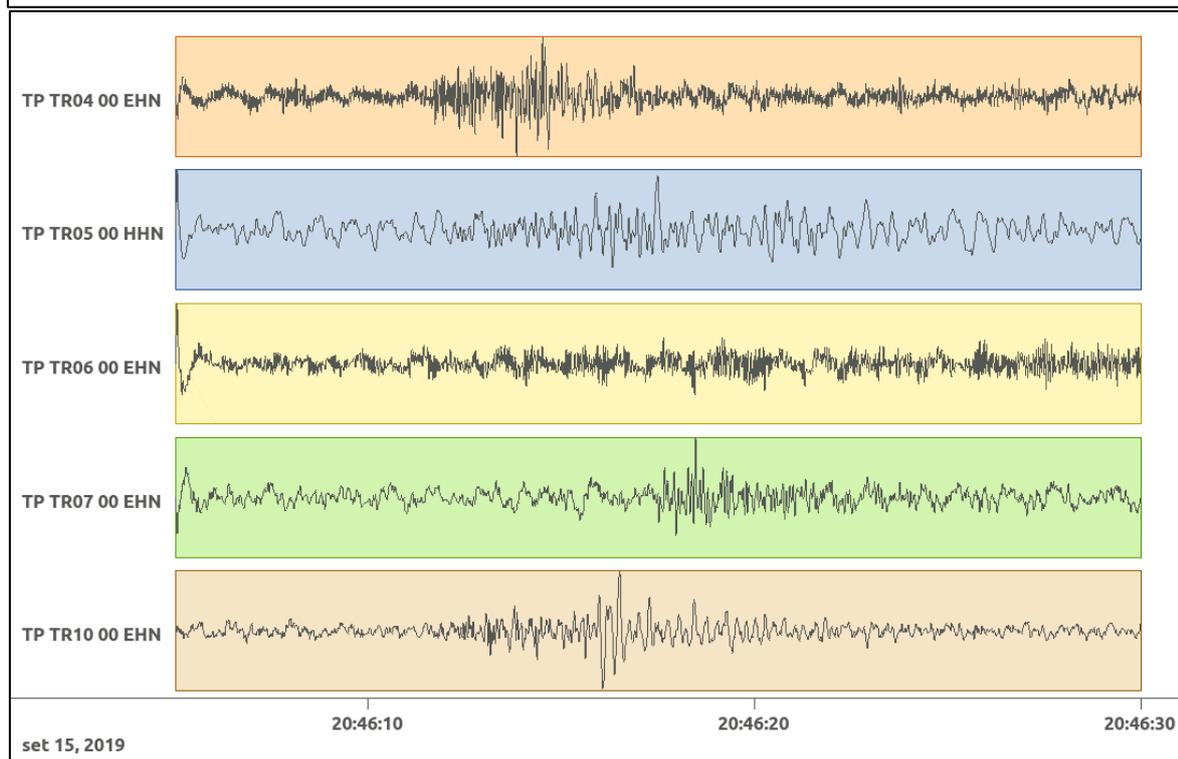
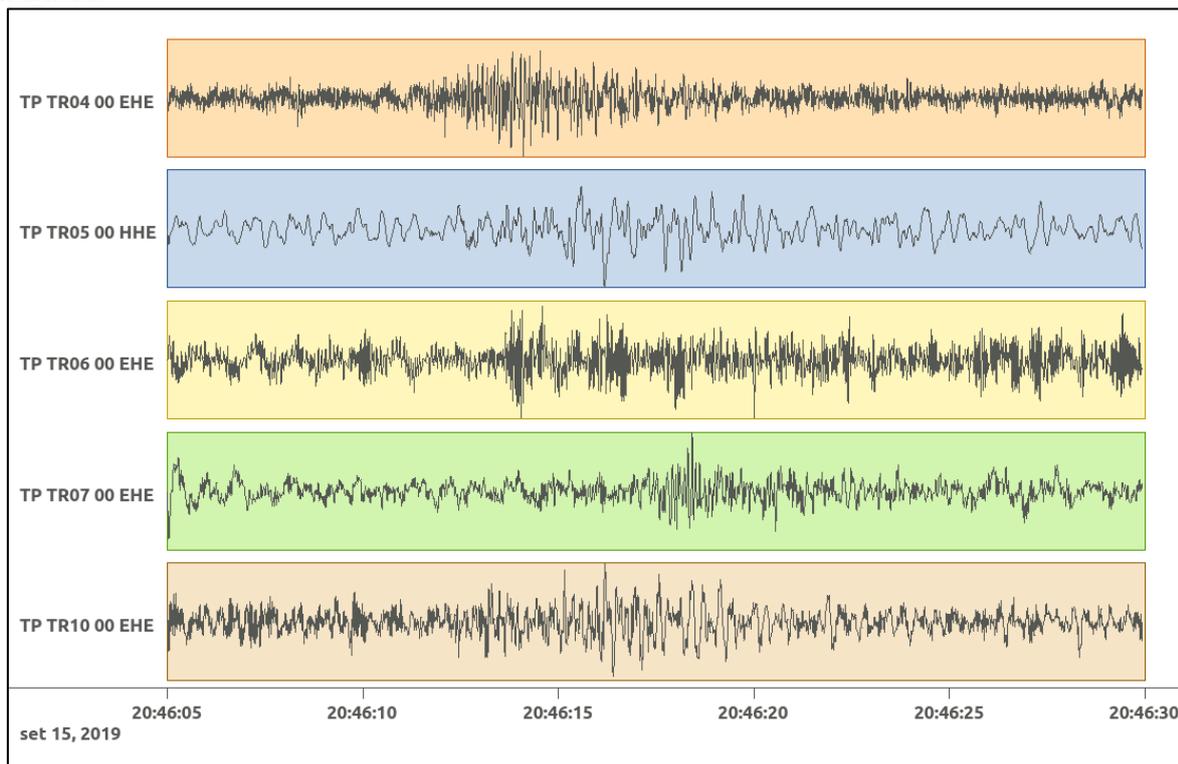


Figura 68: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:46:08 UTC verificatosi a profondità 17.03 km

In Figura 71 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 21: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



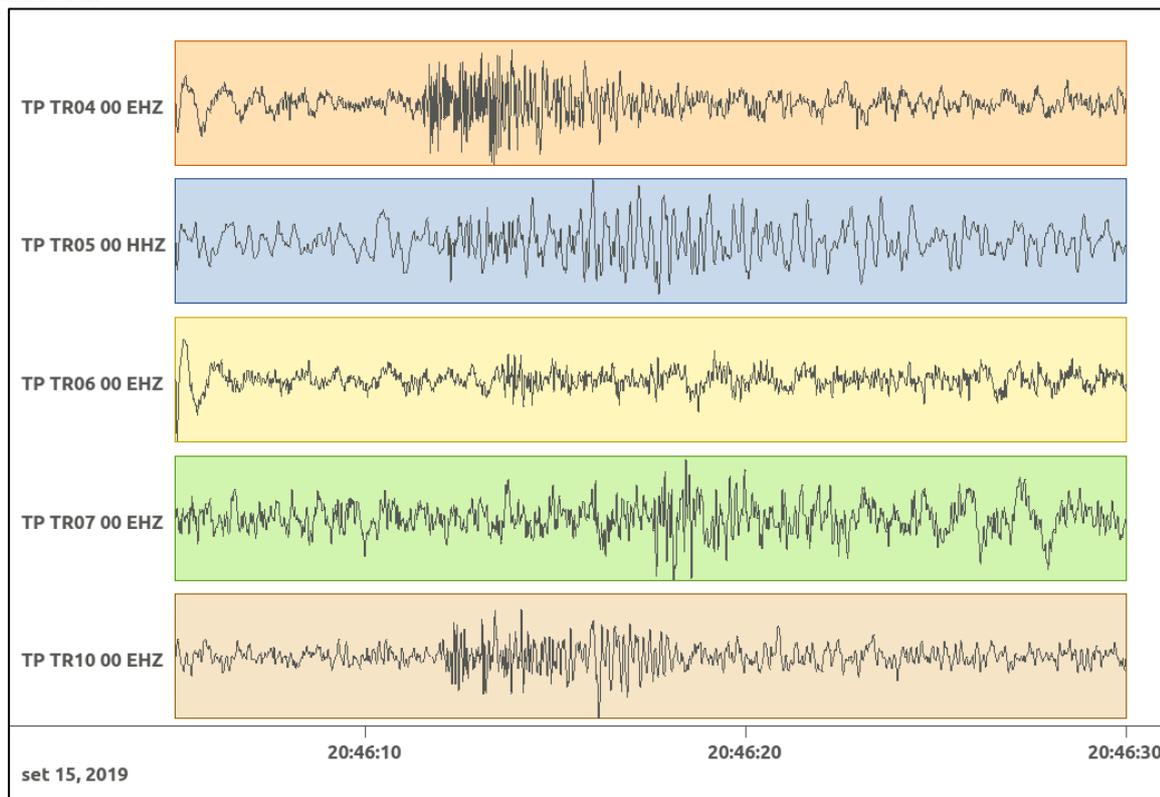


Figura 69: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 21, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.22. Evento 22: 15/09/2019 20:56:06 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
22	15/09/2019 20:56:06	40.44	16.26	15.28	0.40	0.8 ± 0.3

In Figura 70 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

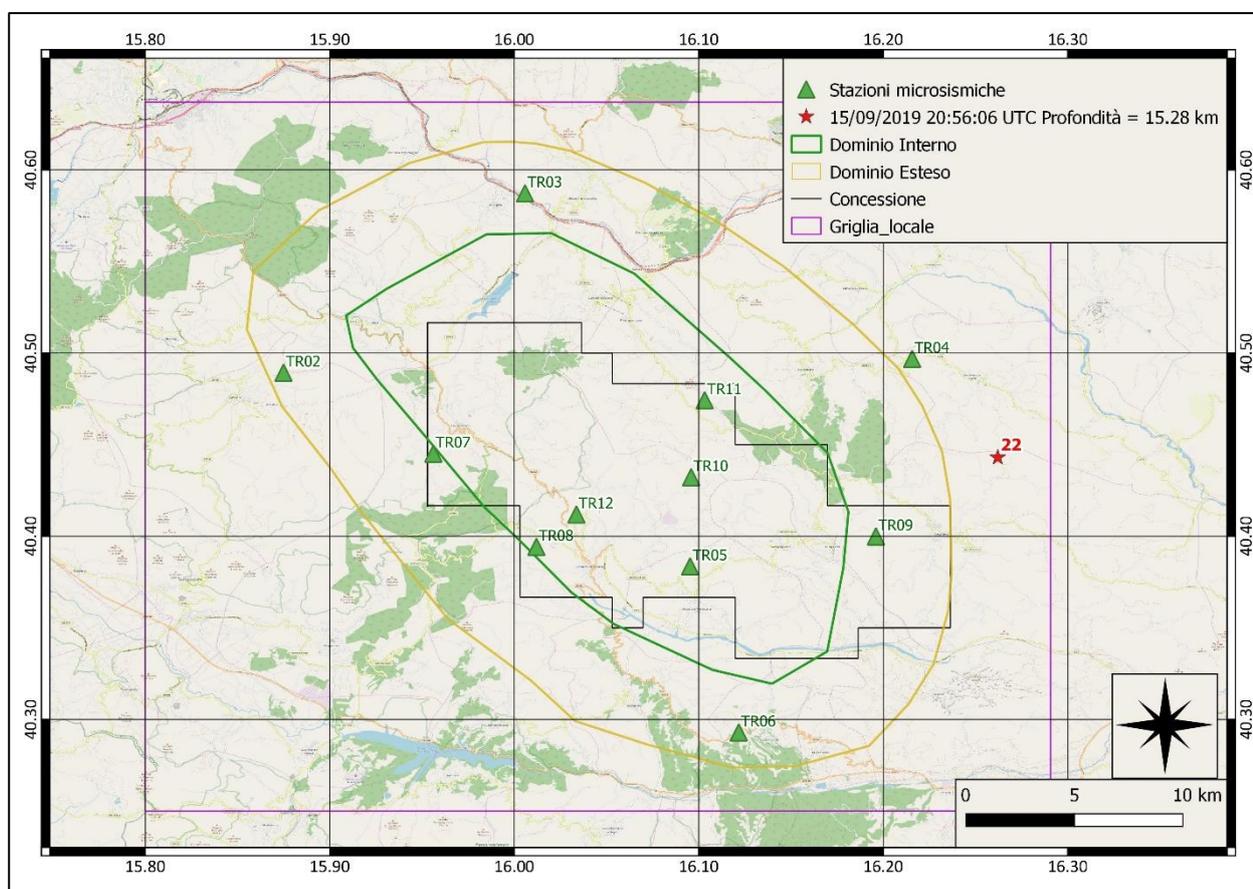
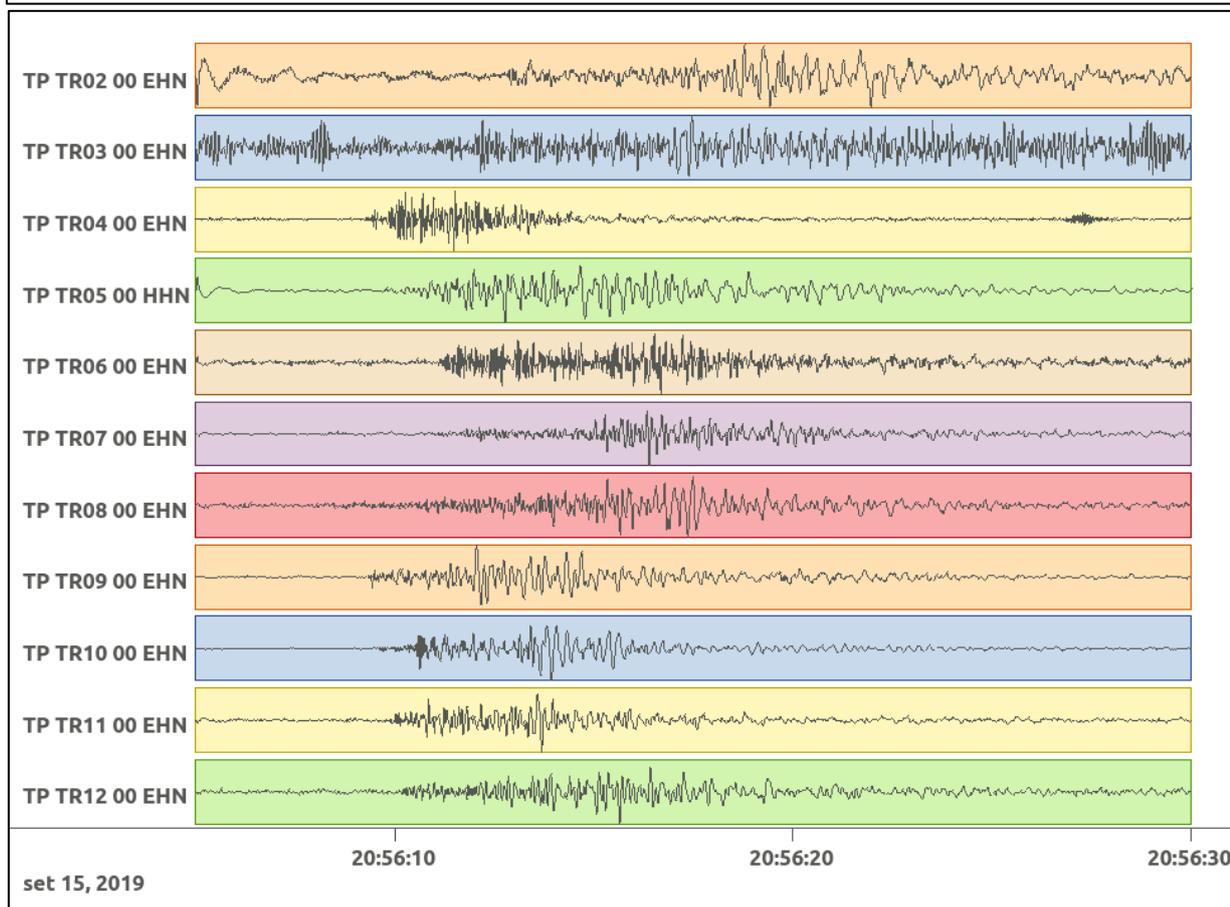
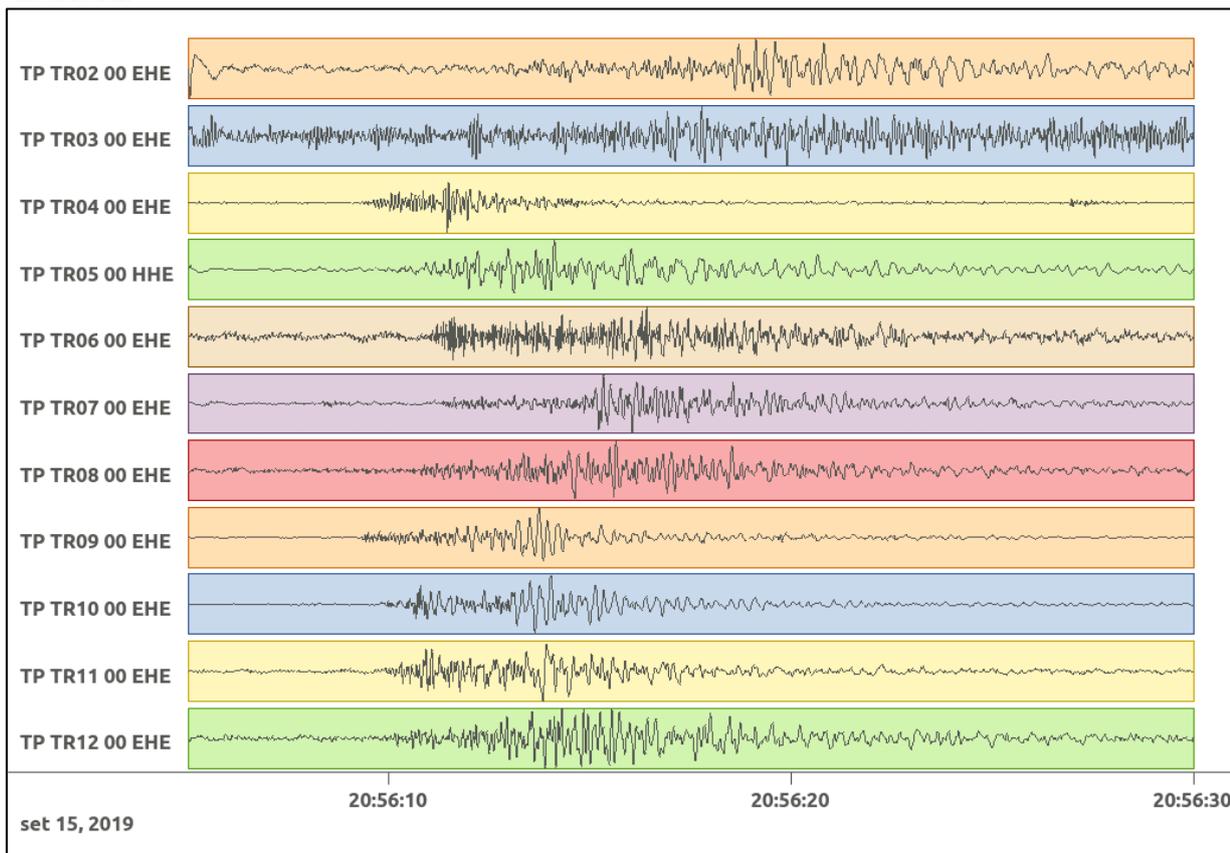


Figura 70: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 20:56:086UTC verificatosi a profondità 15.28 km

In Figura 71 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 22: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



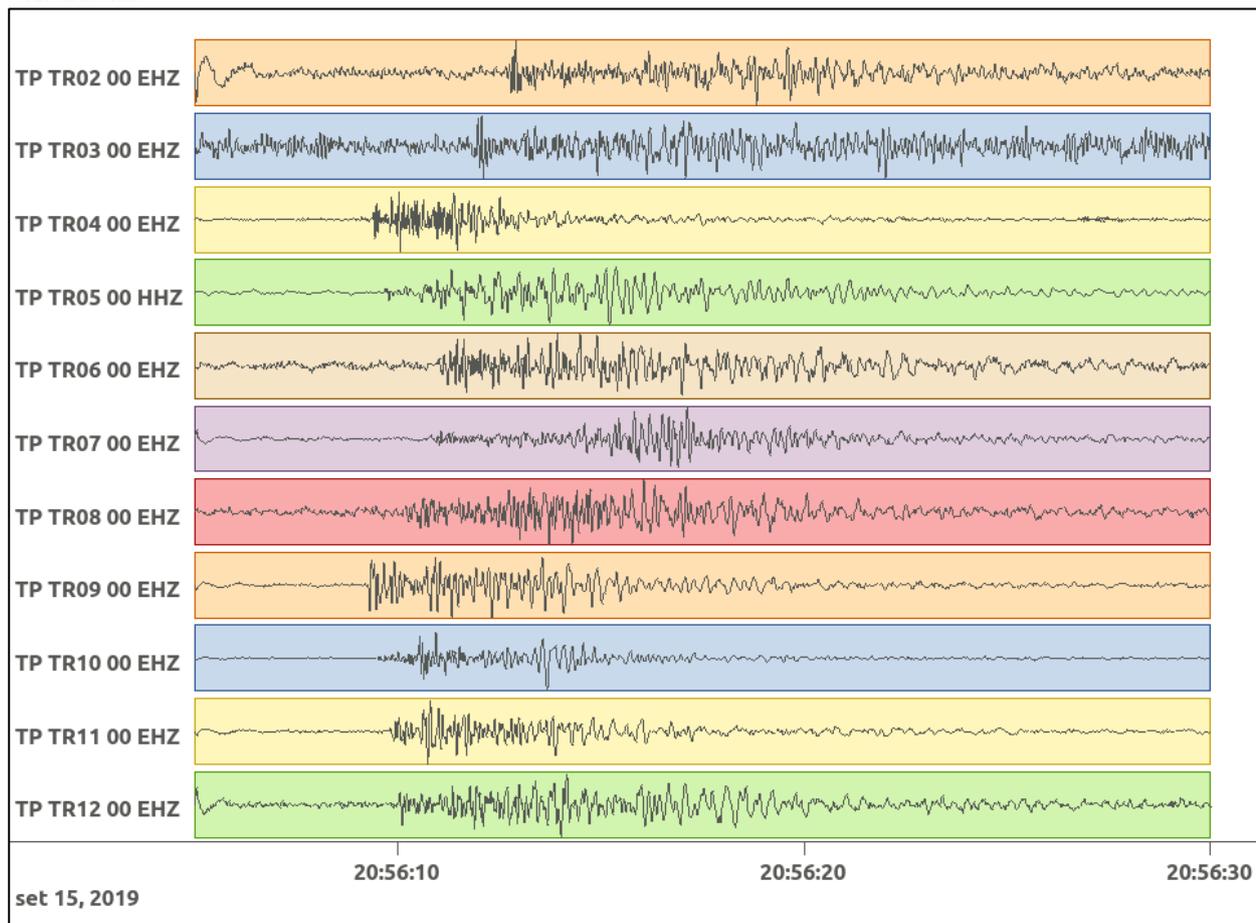


Figura 71: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 22, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.23. Evento 23: 15/09/2019 21:09:18 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
23	15/09/2019 21:09:18	40.44	16.25	14.02	0.40	1.3 ± 0.3

In Figura 72 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

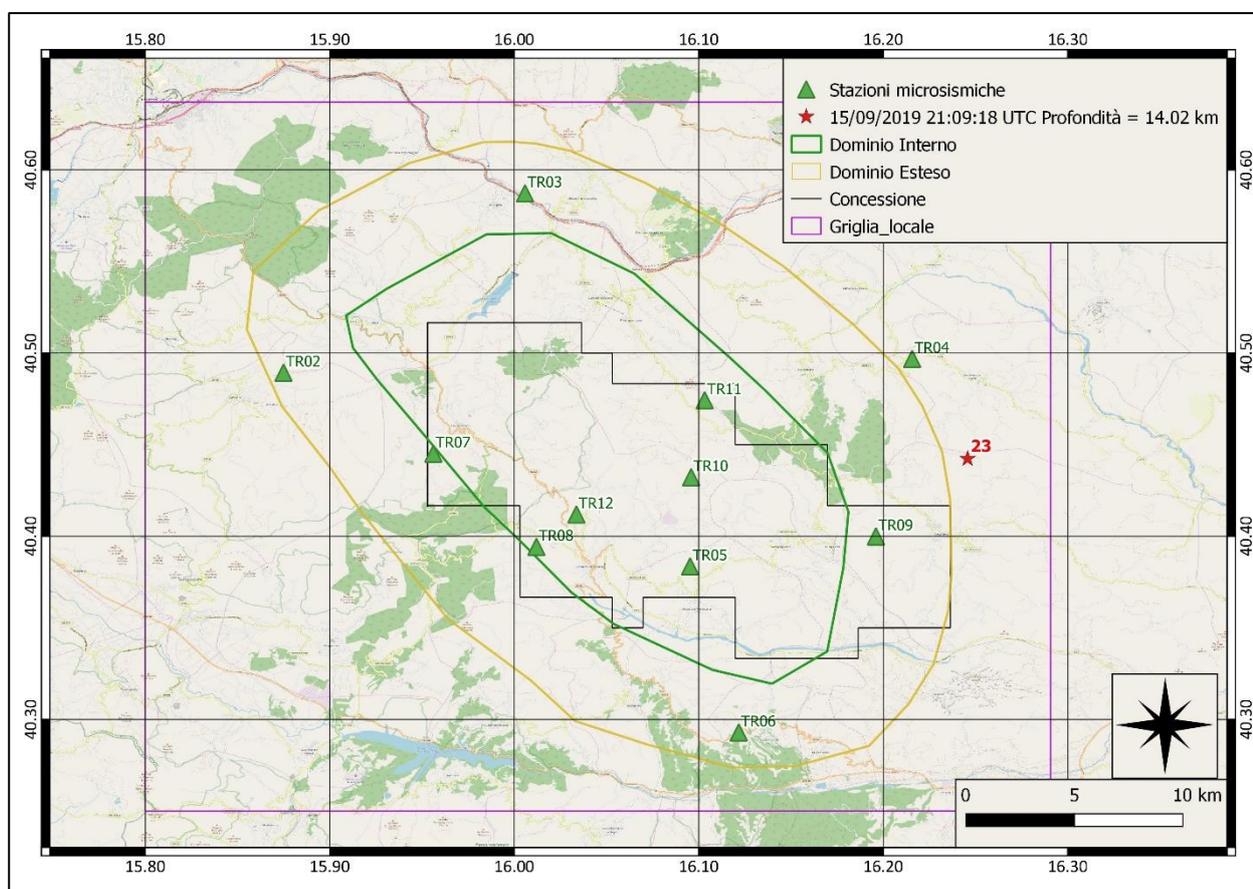
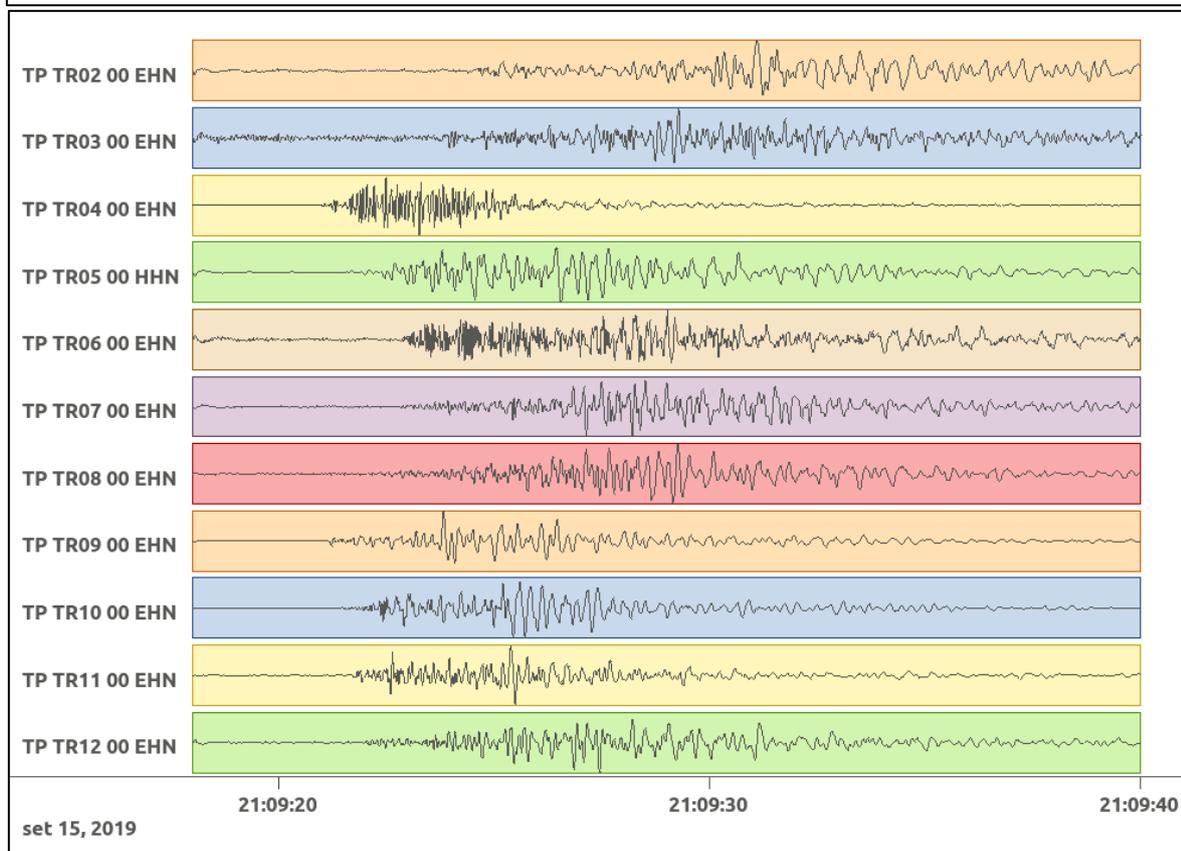
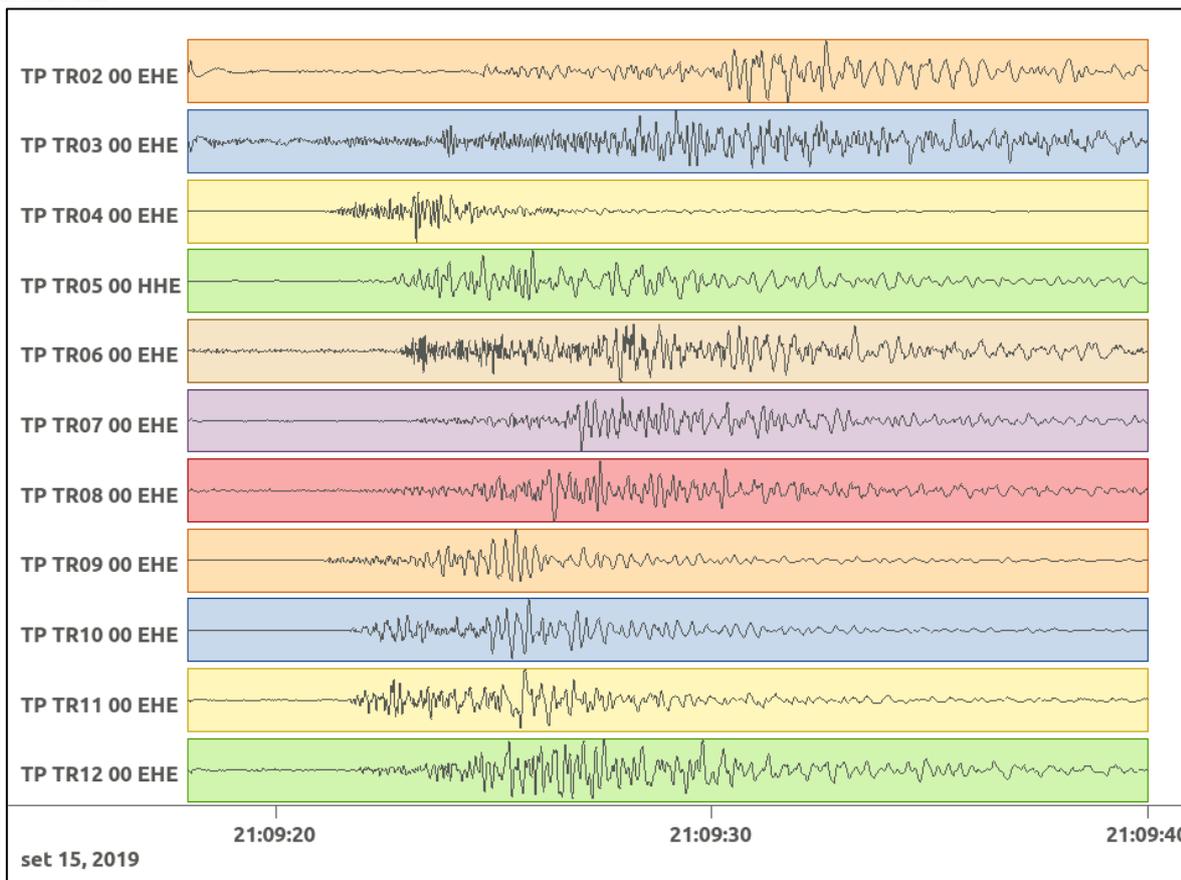


Figura 72: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:09:18 UTC verificatosi a profondità 14.02 km

In Figura 73 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 23: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



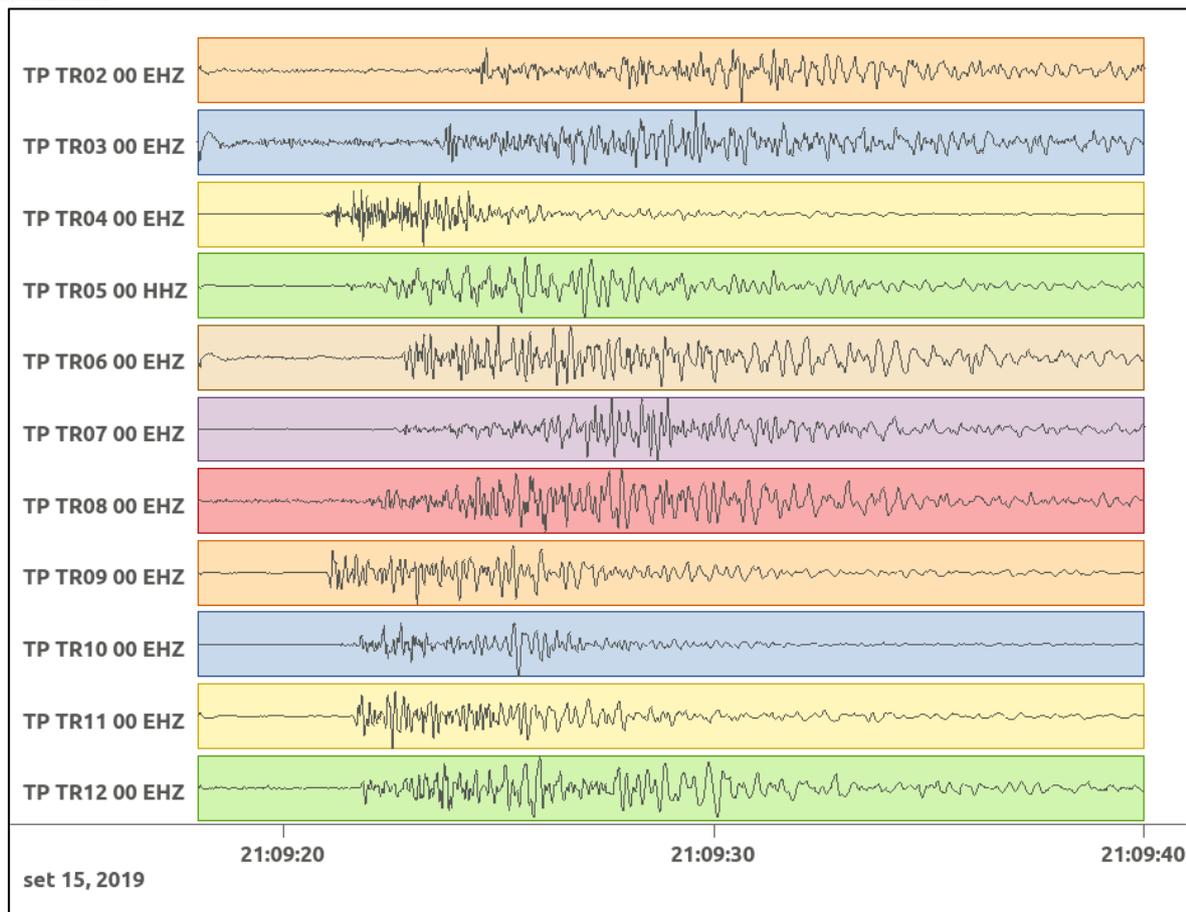


Figura 73: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 23, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.24. Evento 24: 15/09/2019 21:09:50 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
24	15/09/2019 21:09:50	40.46	16.21	14.24	0.50	0.6 ± 0.2

In Figura 74 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

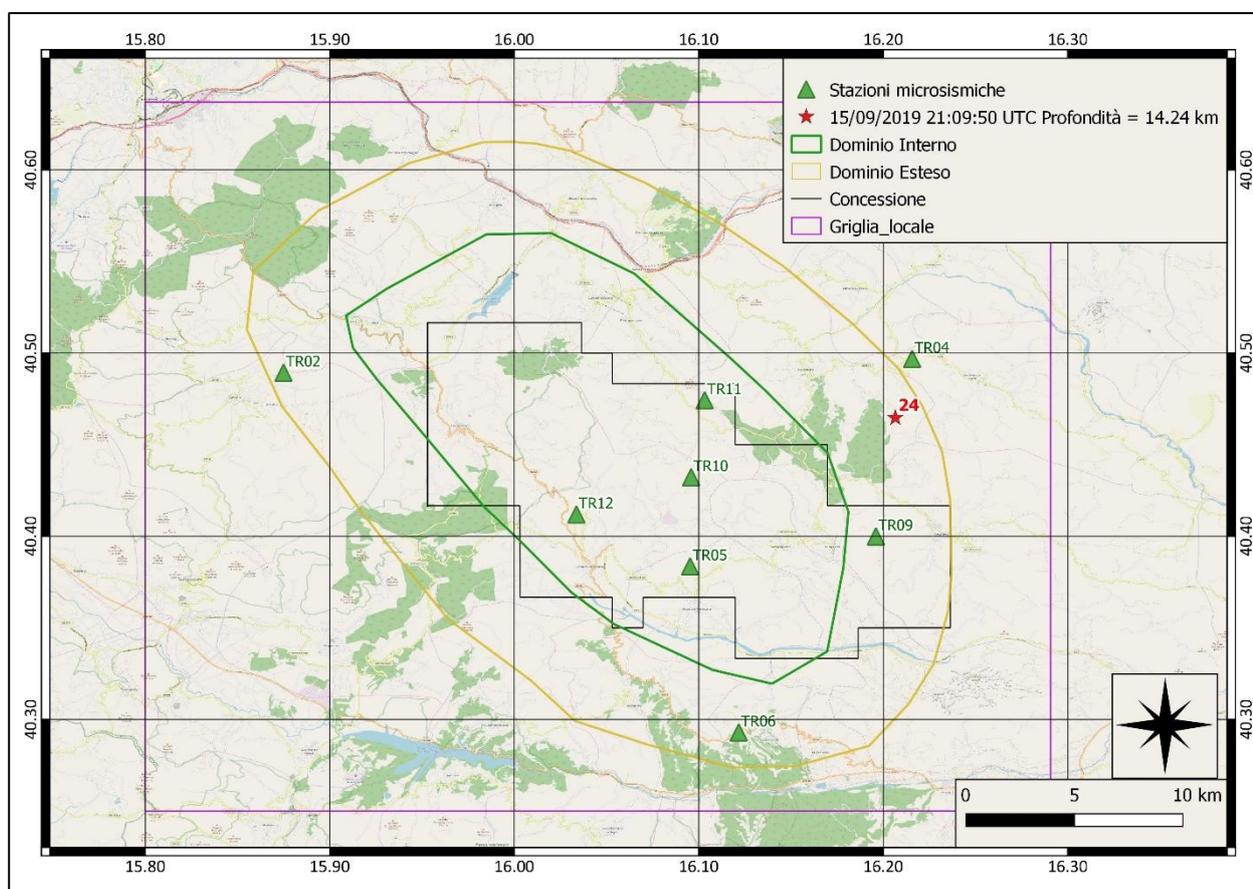
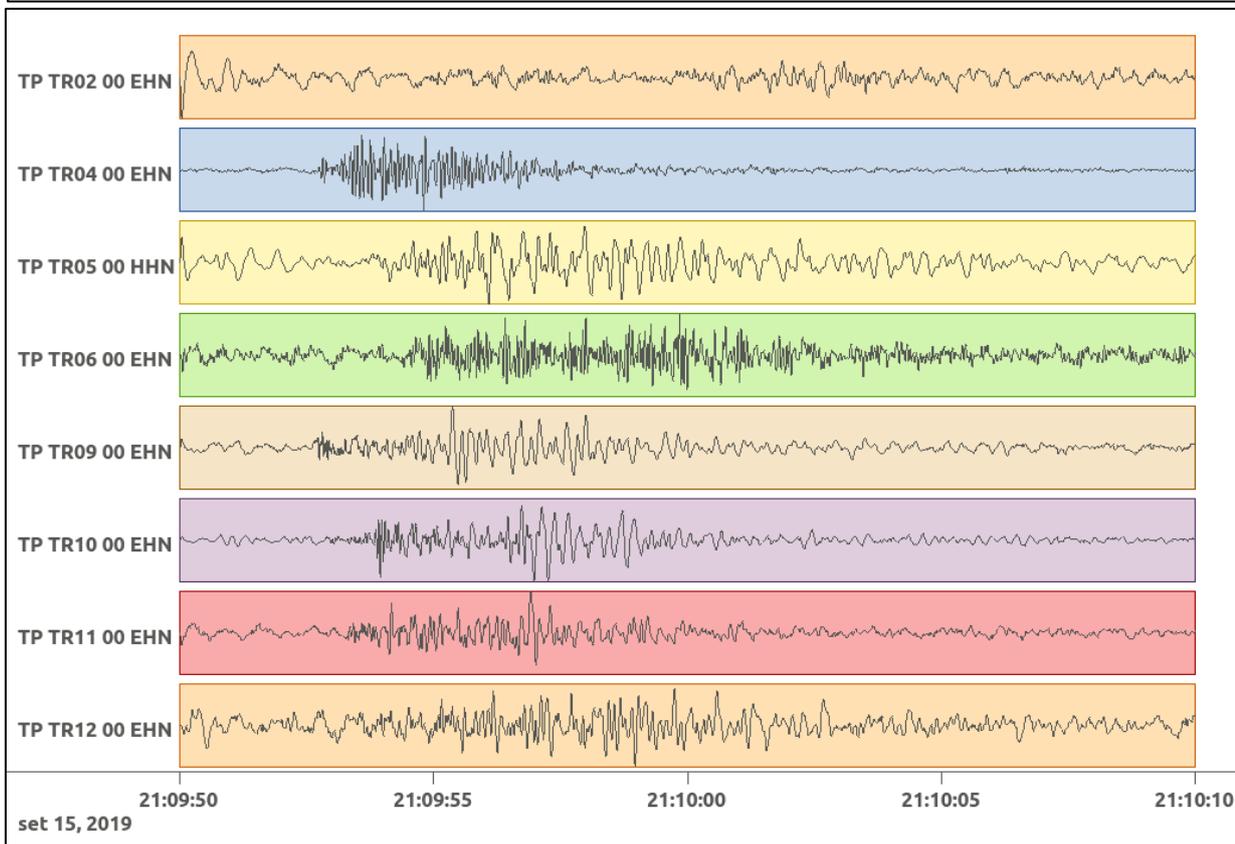
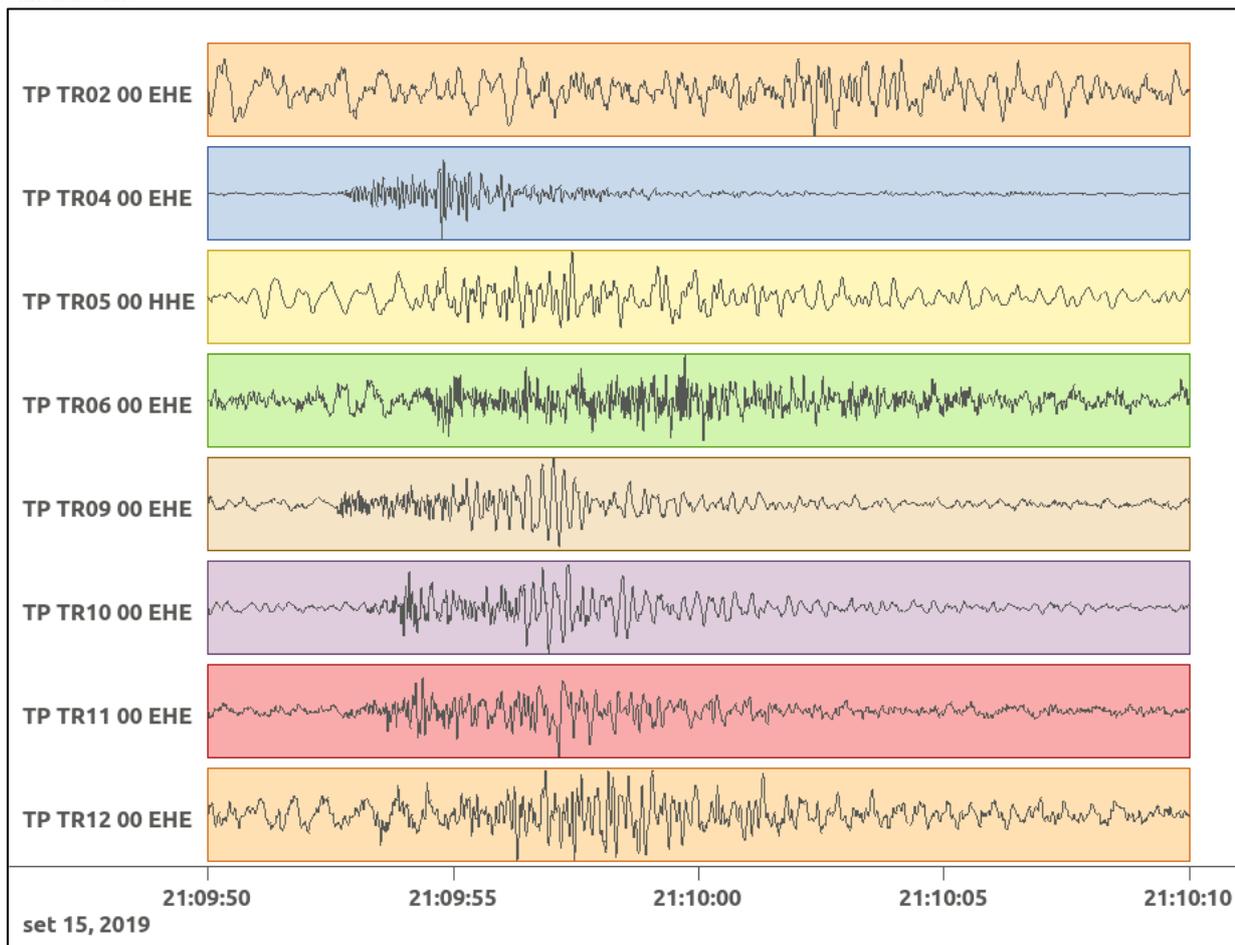


Figura 74: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:09:50 UTC verificatosi a profondità 14.24 km

In Figura 75 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 24: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



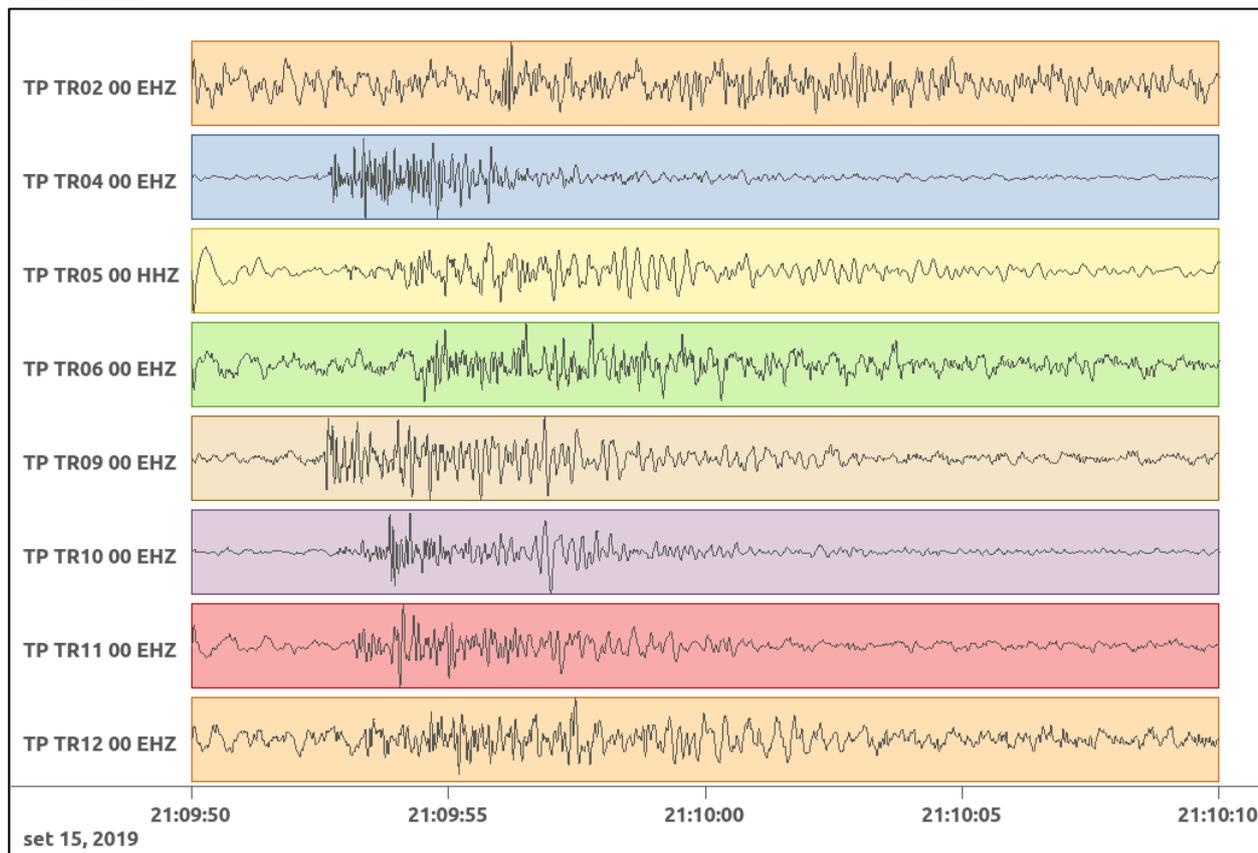


Figura 75: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 24, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.25. Evento 25: 15/09/2019 21:13:55 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
25	15/09/2019 21:13:55	40.46	16.24	16.25	0.70	0.3 ± 0.4

In Figura 76 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

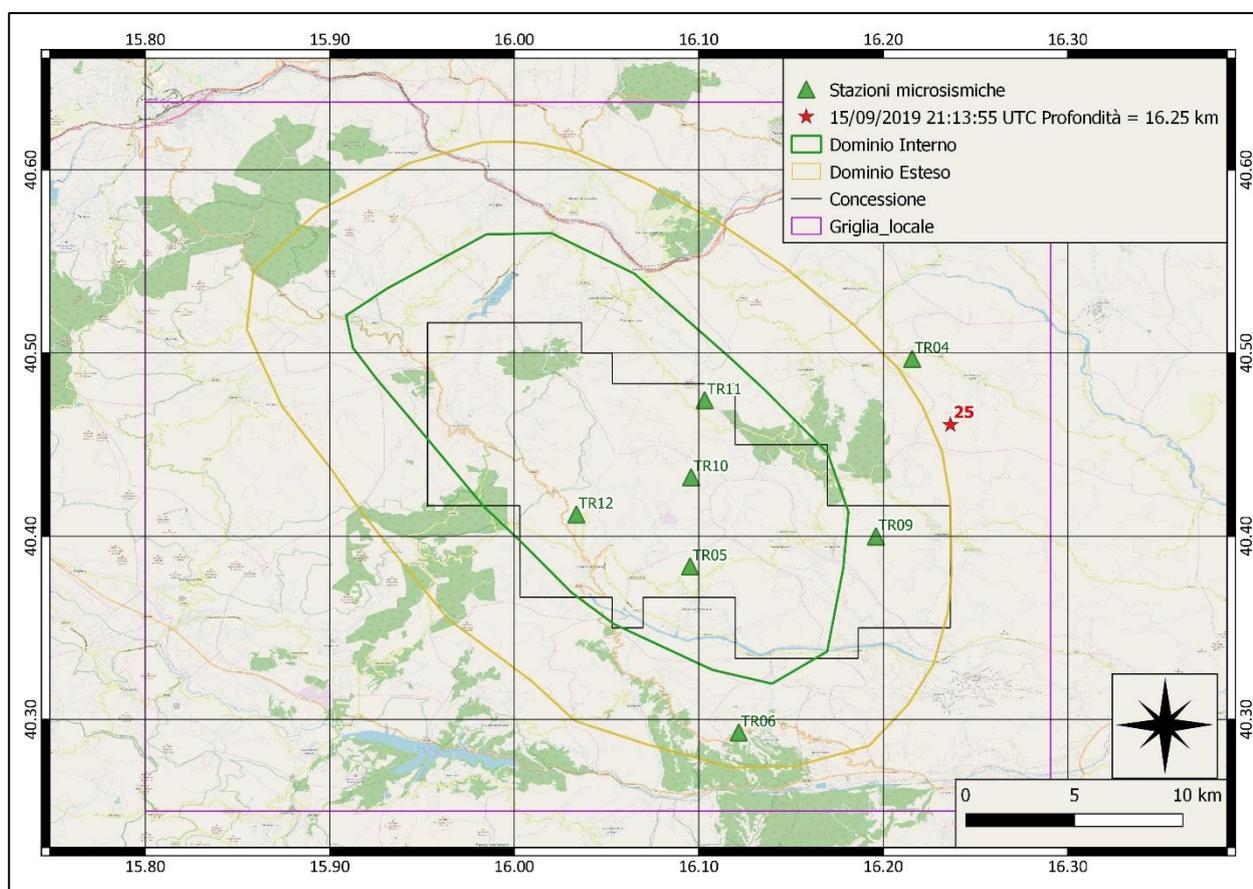
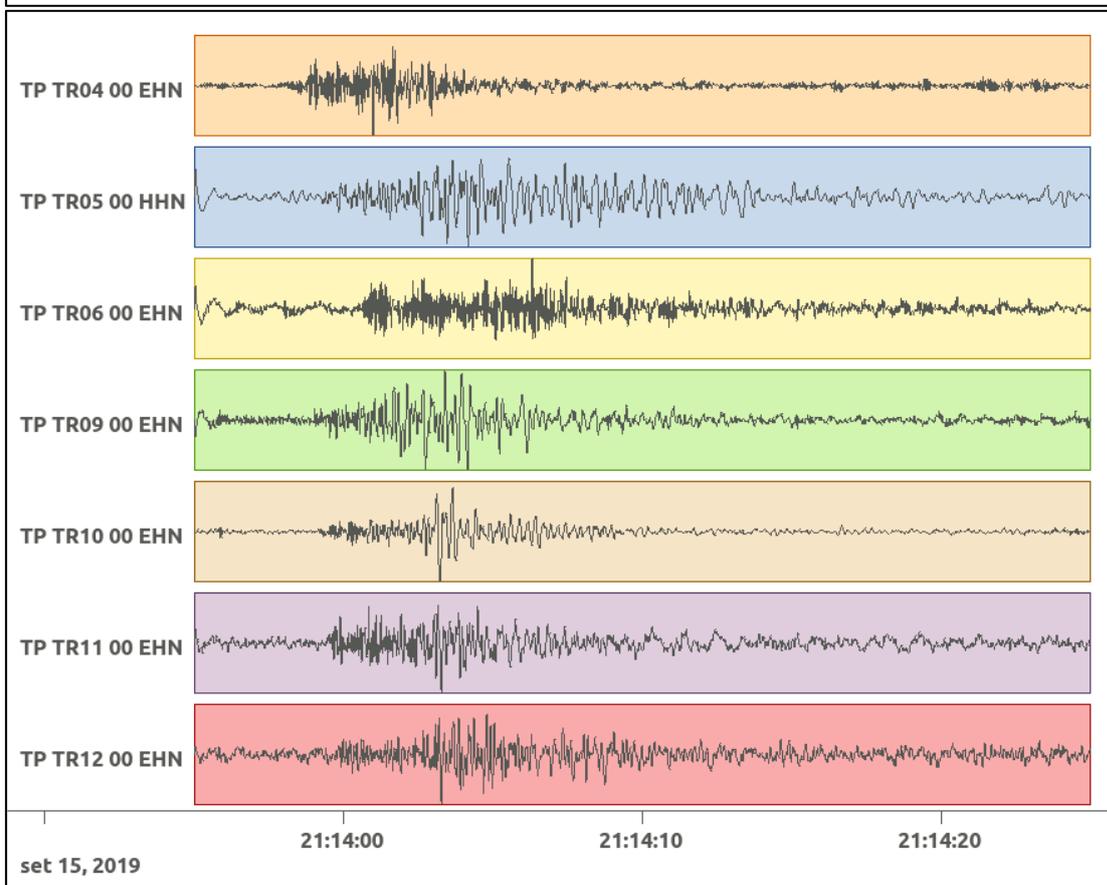
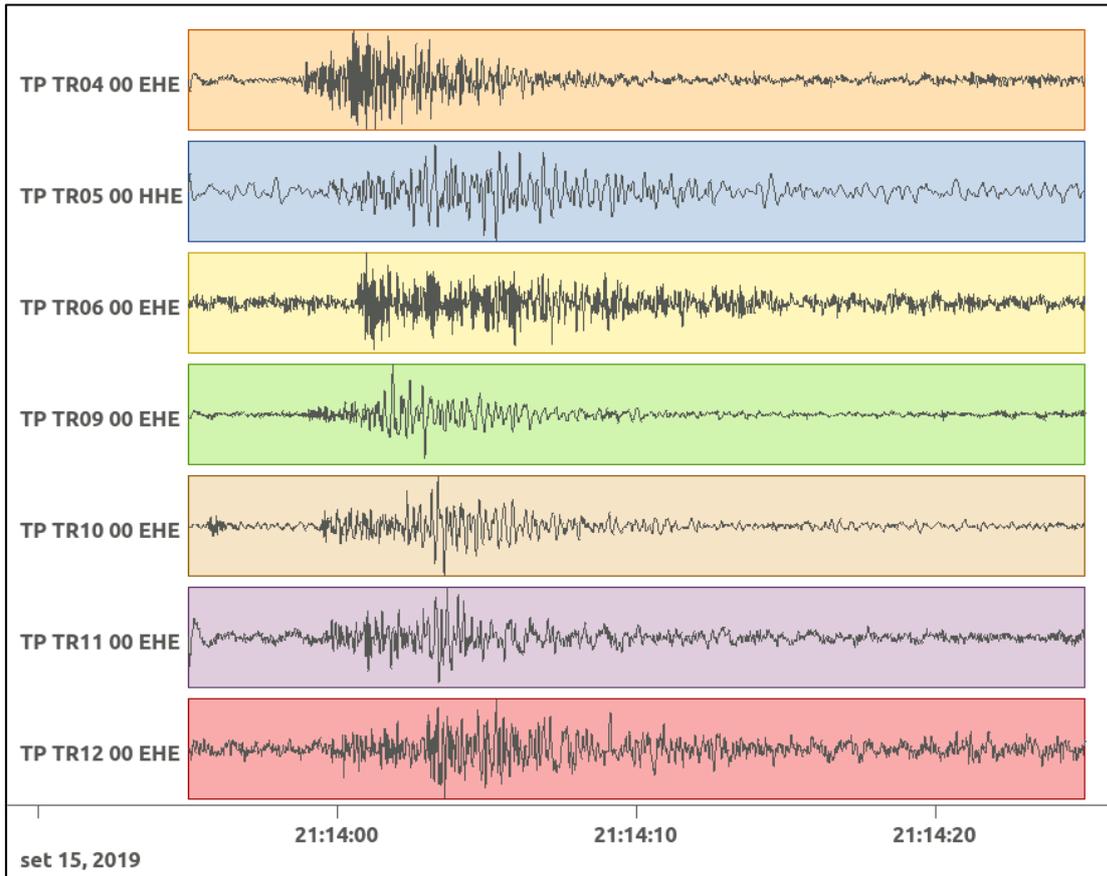


Figura 76: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:13:55 UTC verificatosi a profondità 16.25 km

In Figura 77 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 25: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



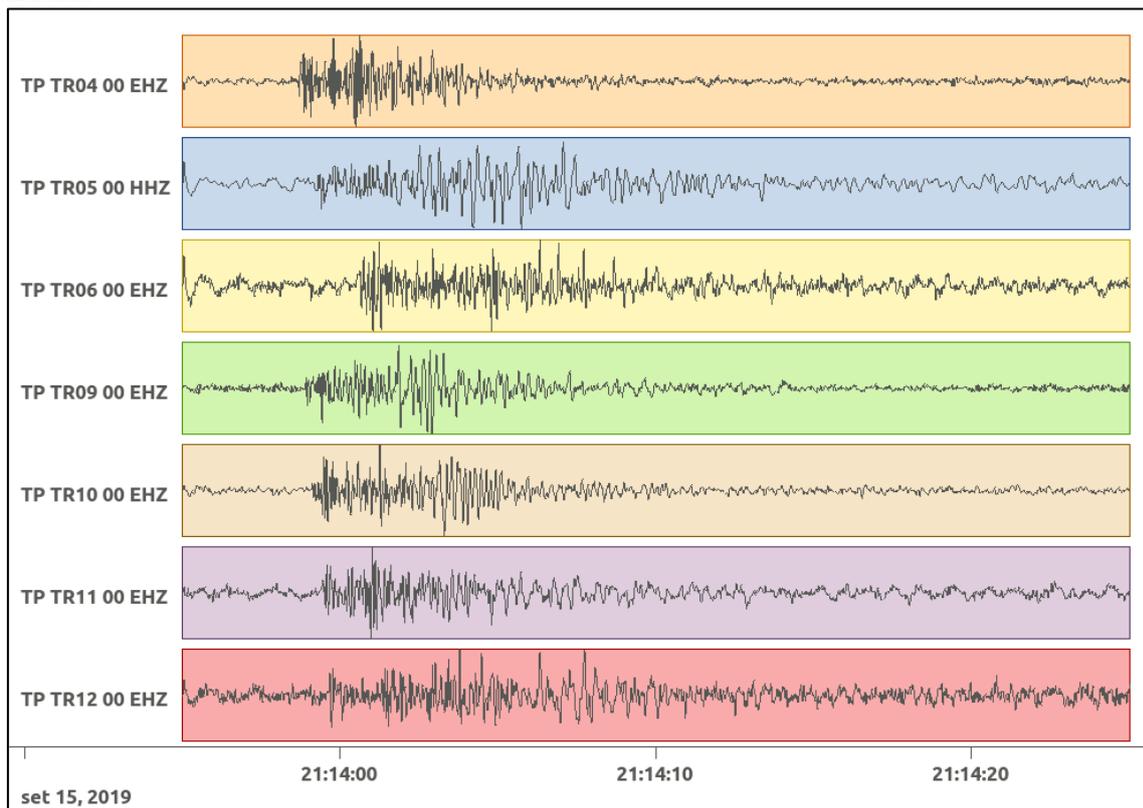


Figura 77: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 25, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.26. Evento 26: 15/09/2019 21:32:21 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
26	15/09/2019 21:32:21	40.41	16.22	18.01	0.80	0.4 ± 0.4

In Figura 78 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

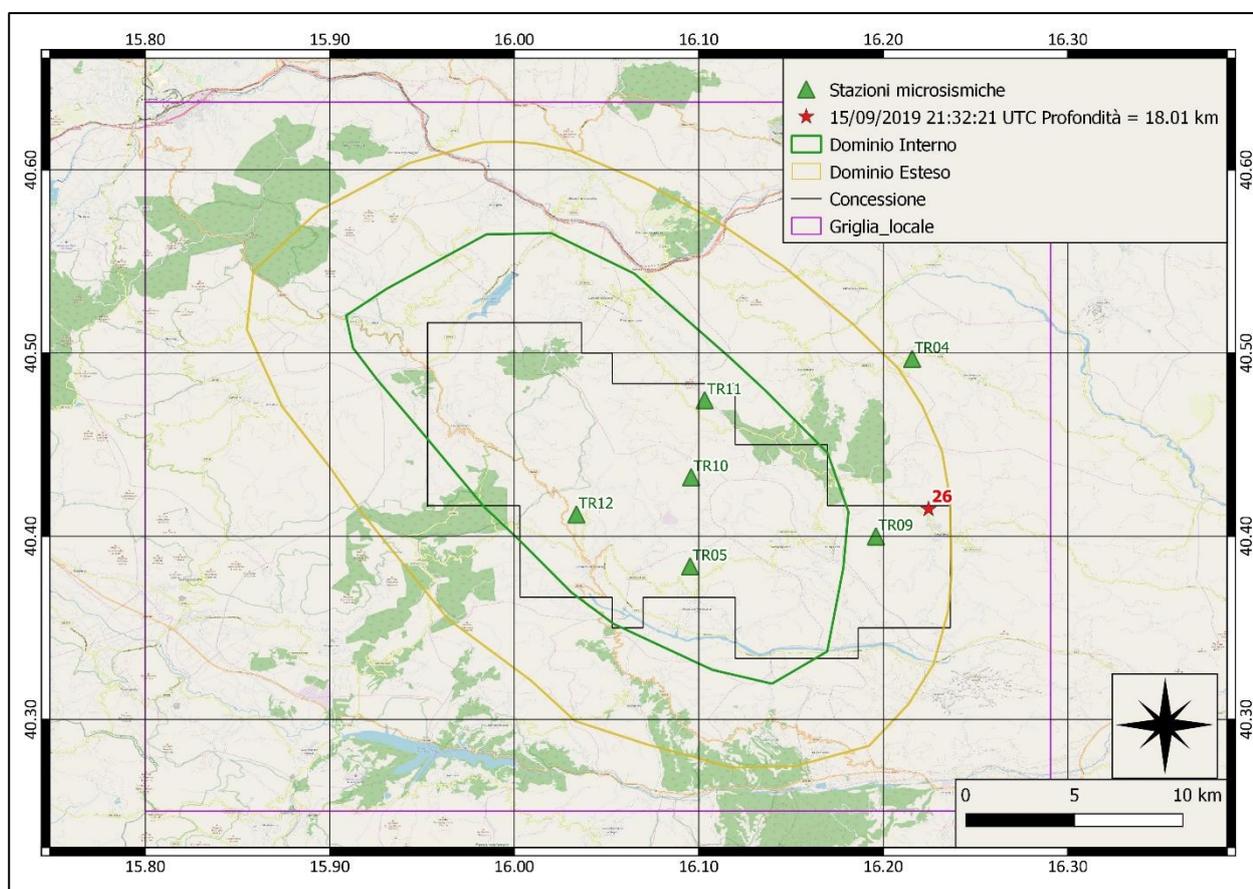
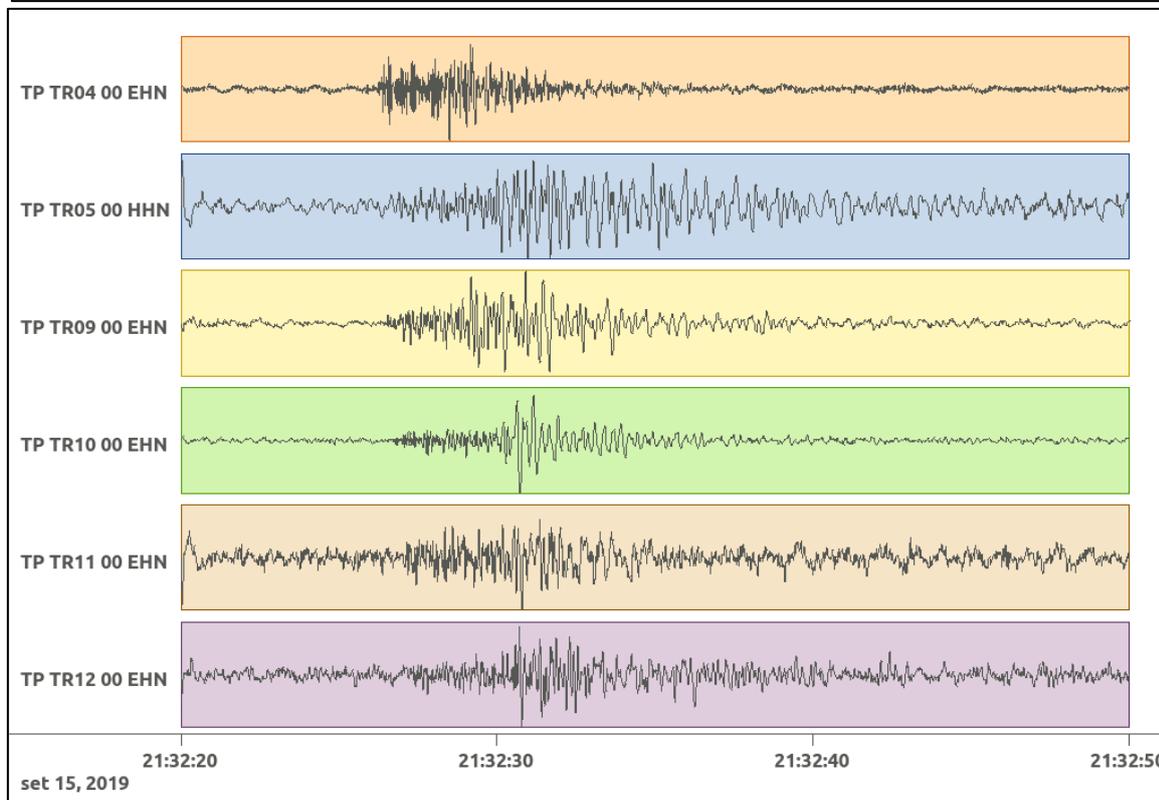
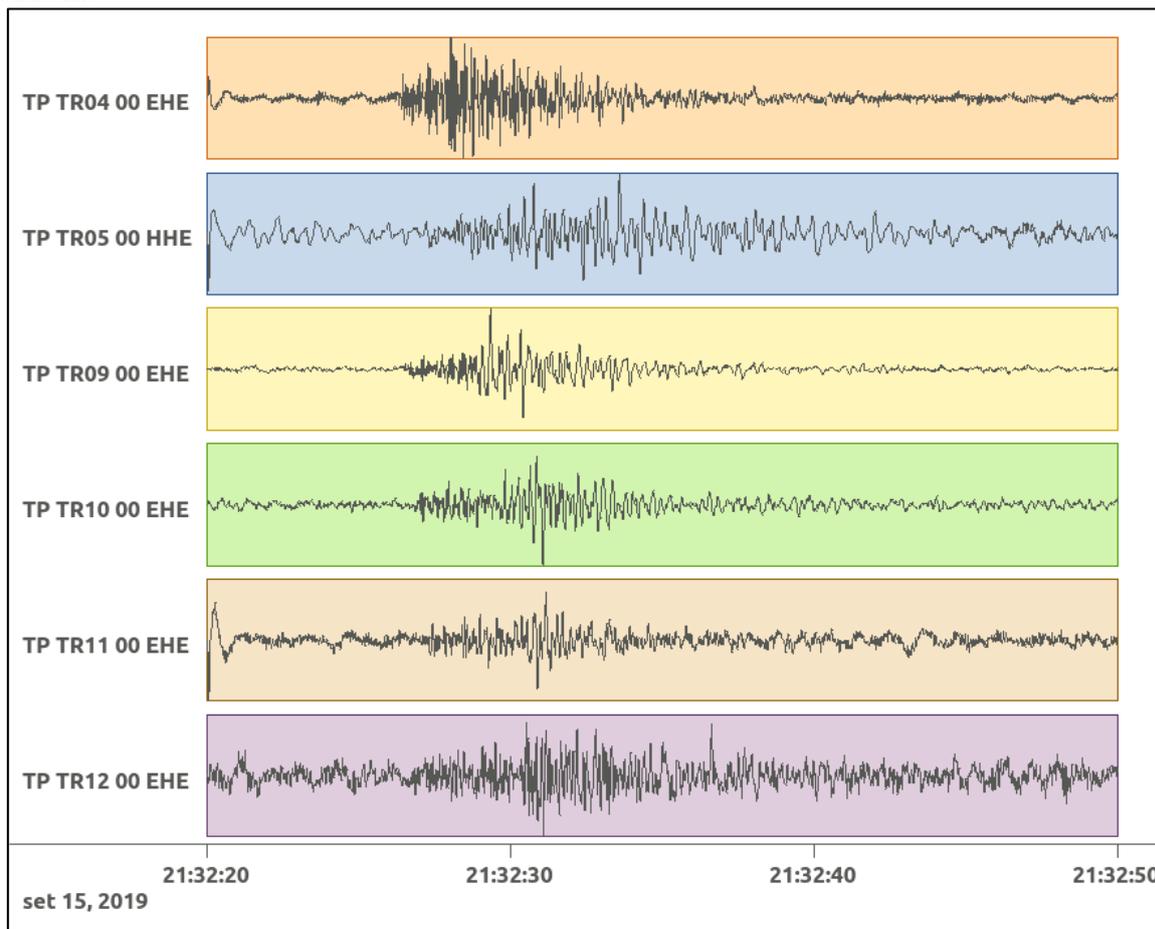


Figura 78: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:32:21 UTC verificatosi a profondità 18.01 km

In Figura 79 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 26: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



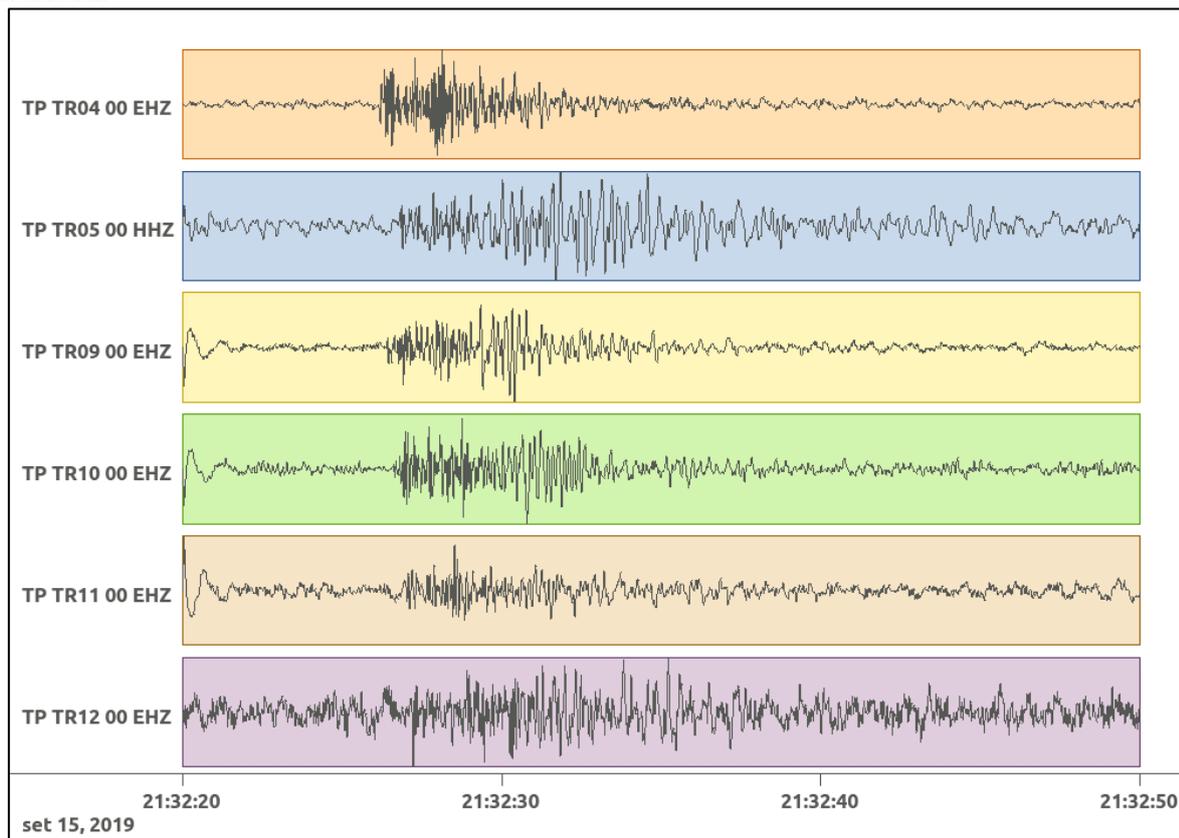


Figura 79: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 26, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.27. Evento 27: 15/09/2019 21:41:46 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
27	15/09/2019 21:41:46	40.44	16.25	15.16	0.40	1.1 ± 0.3

In Figura 80 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

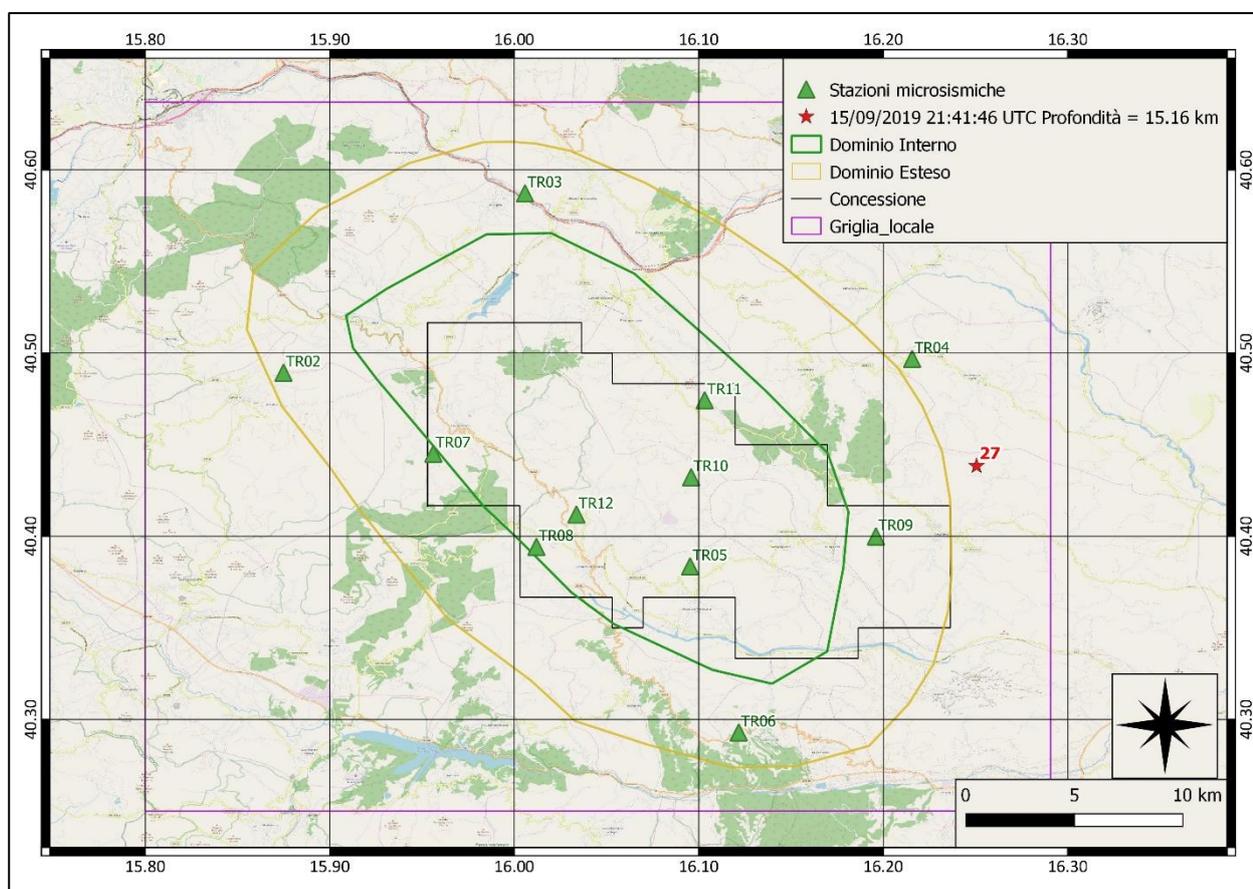
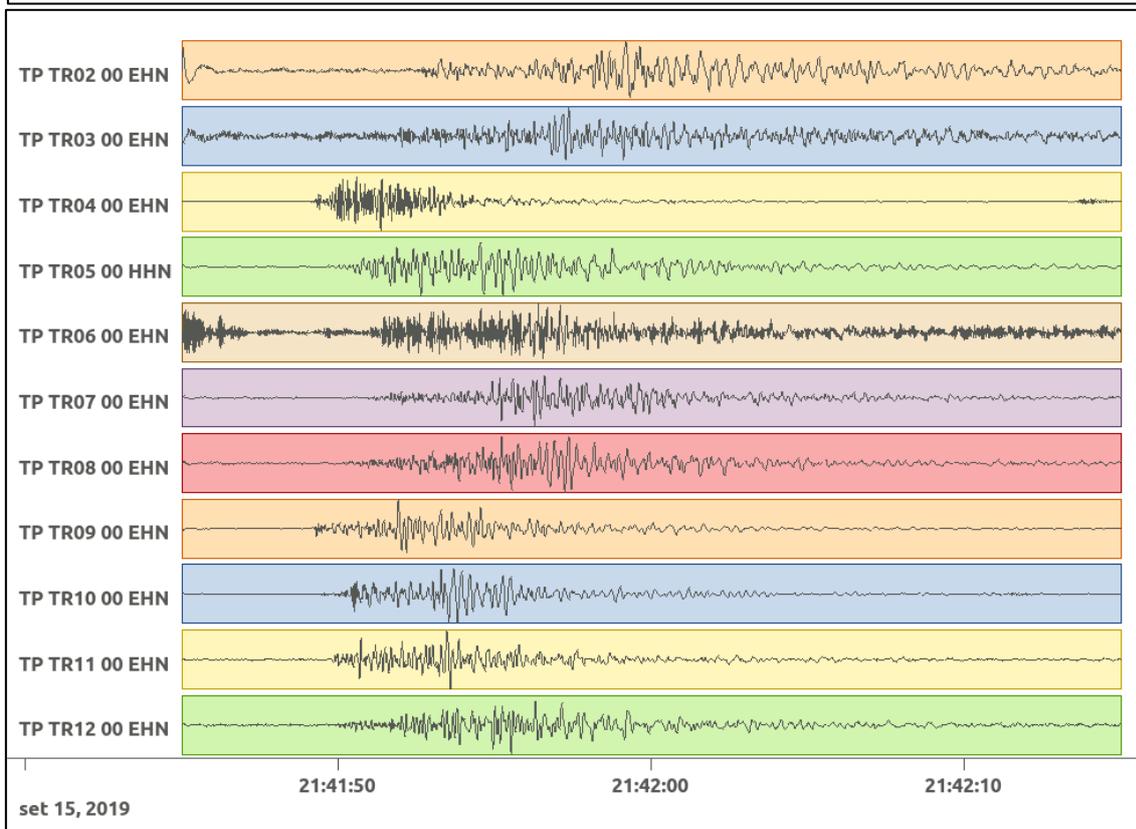
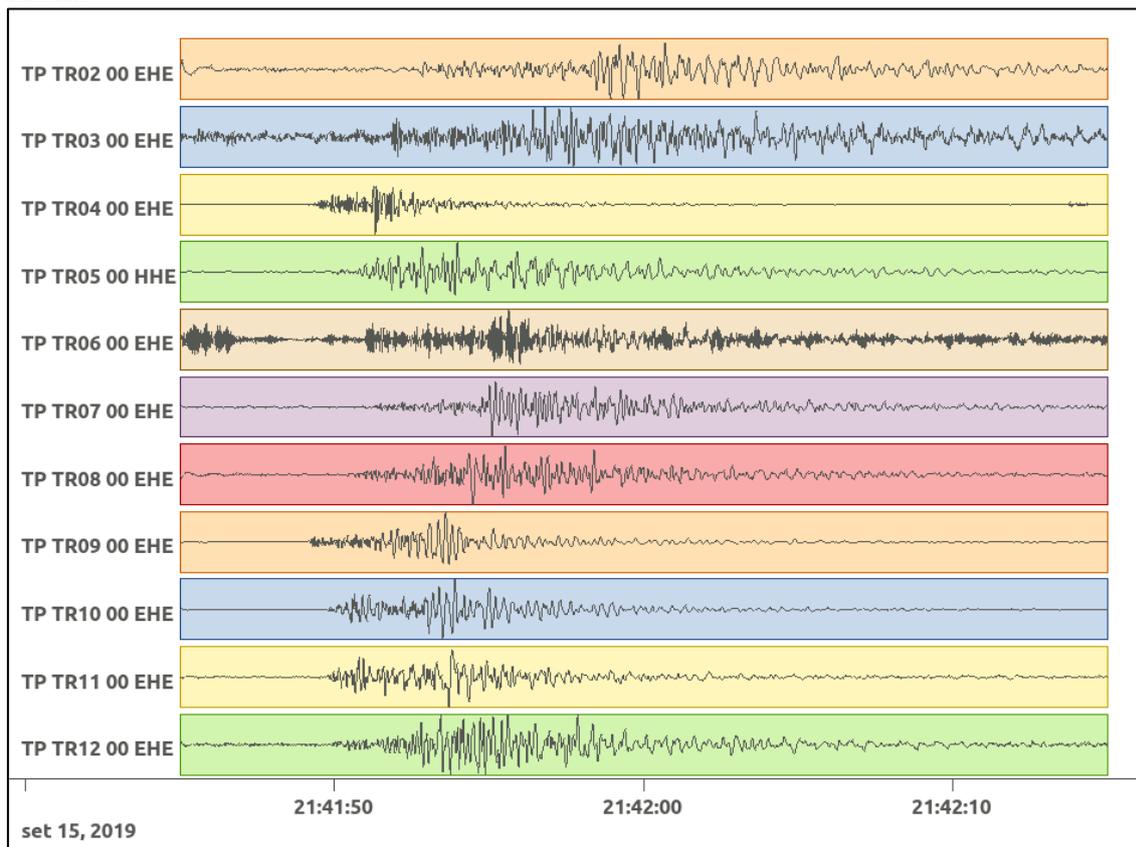


Figura 80: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:41:46 UTC verificatosi a profondità 15.16 km

In Figura 81 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 27: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



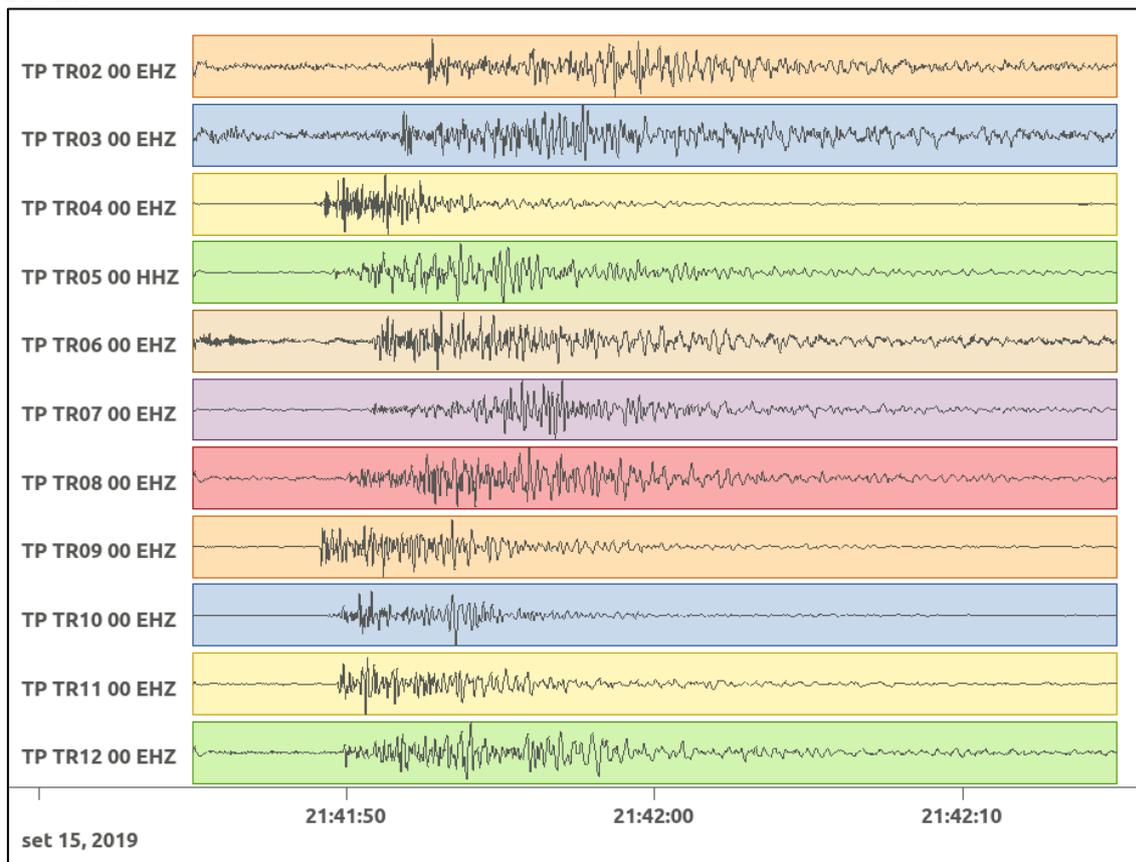


Figura 81: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 27, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.28. Evento 28: 15/09/2019 21:45:26 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
28	15/09/2019 21:45:26	40.43	16.5	14.81	0.40	1.0 ± 0.3

In Figura 72 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

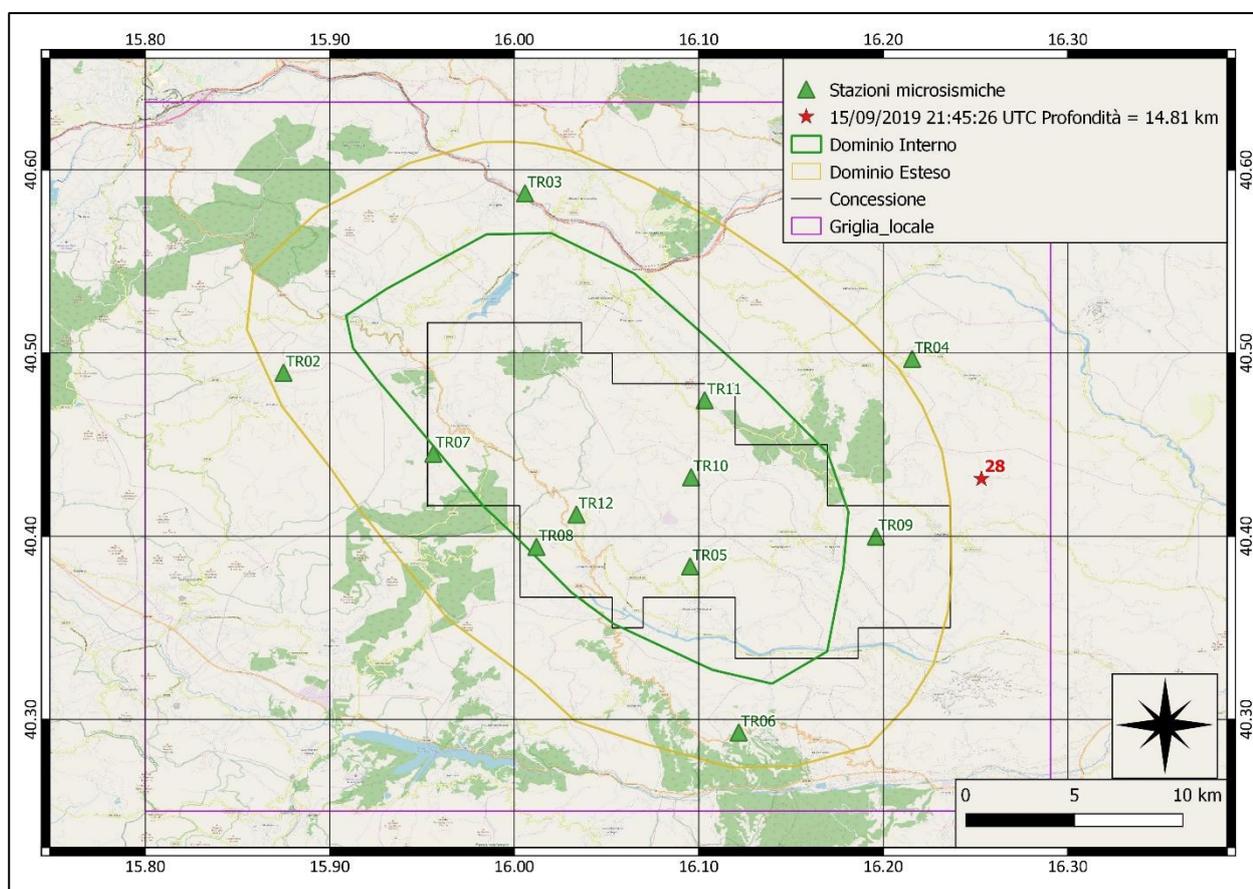
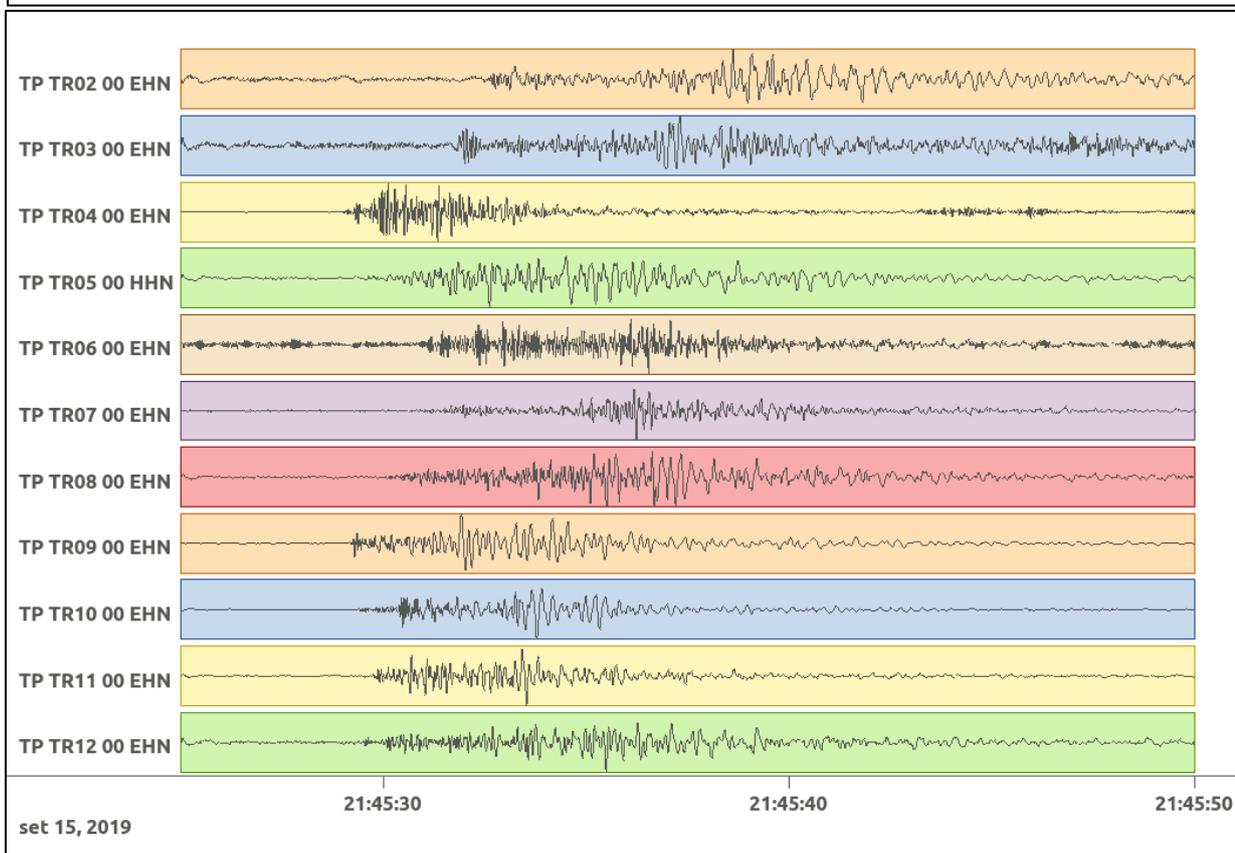
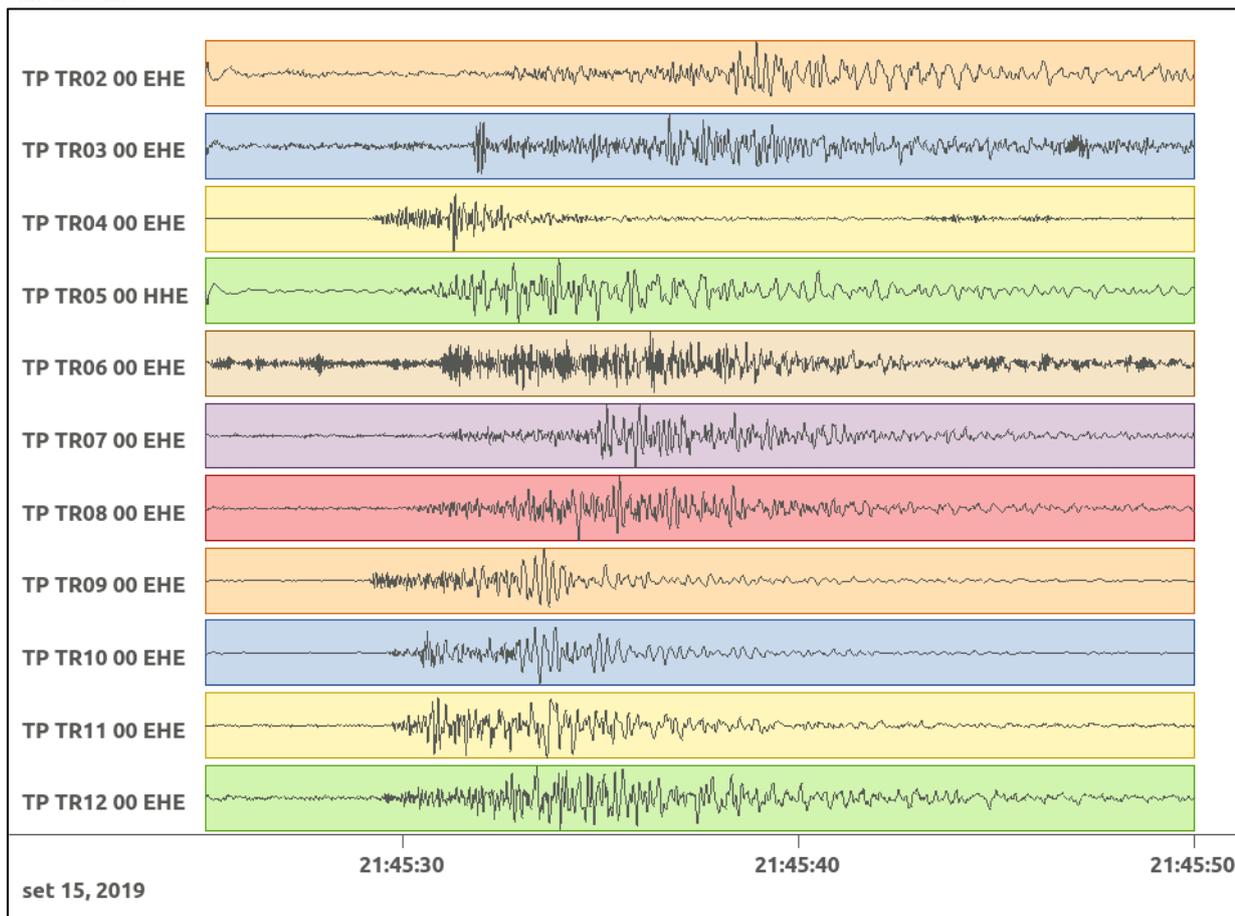


Figura 82: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 21:45:26 UTC verificatosi a profondità 14.81 km

In Figura 83 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 28: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



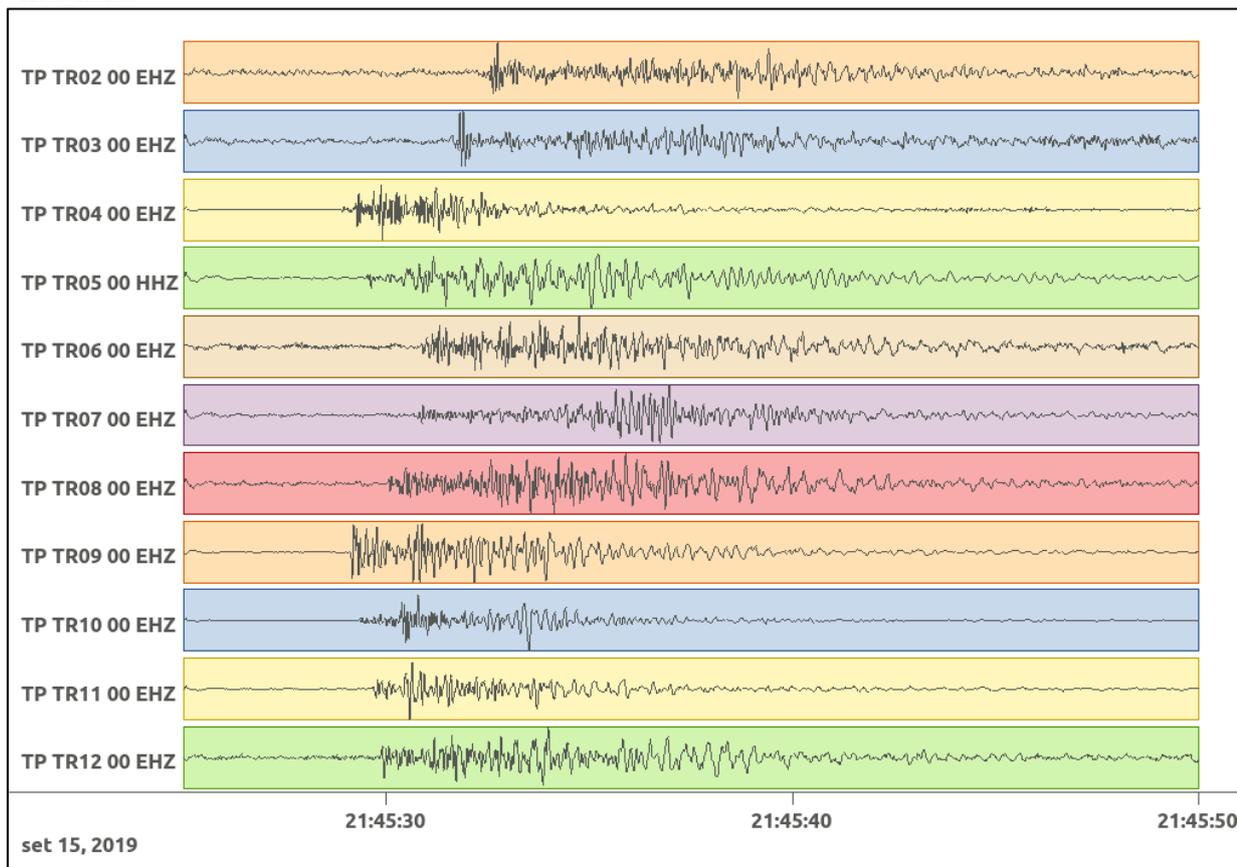


Figura 83: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 28, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.29. Evento 29: 15/09/2019 22:04:49 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
29	15/09/2019 22:04:49	44.47	16.24	17.13	0.50	0.4 ± 0.2

In Figura 84 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

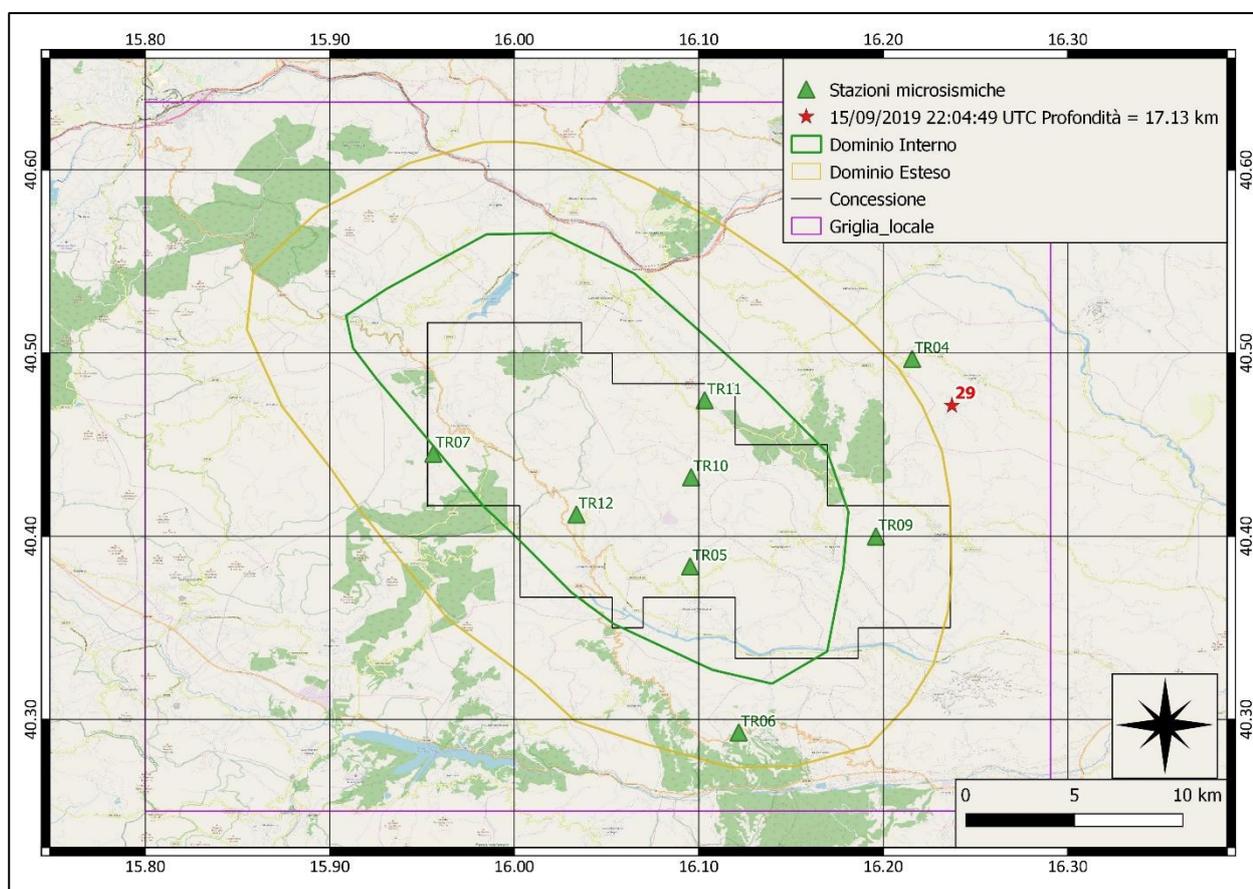
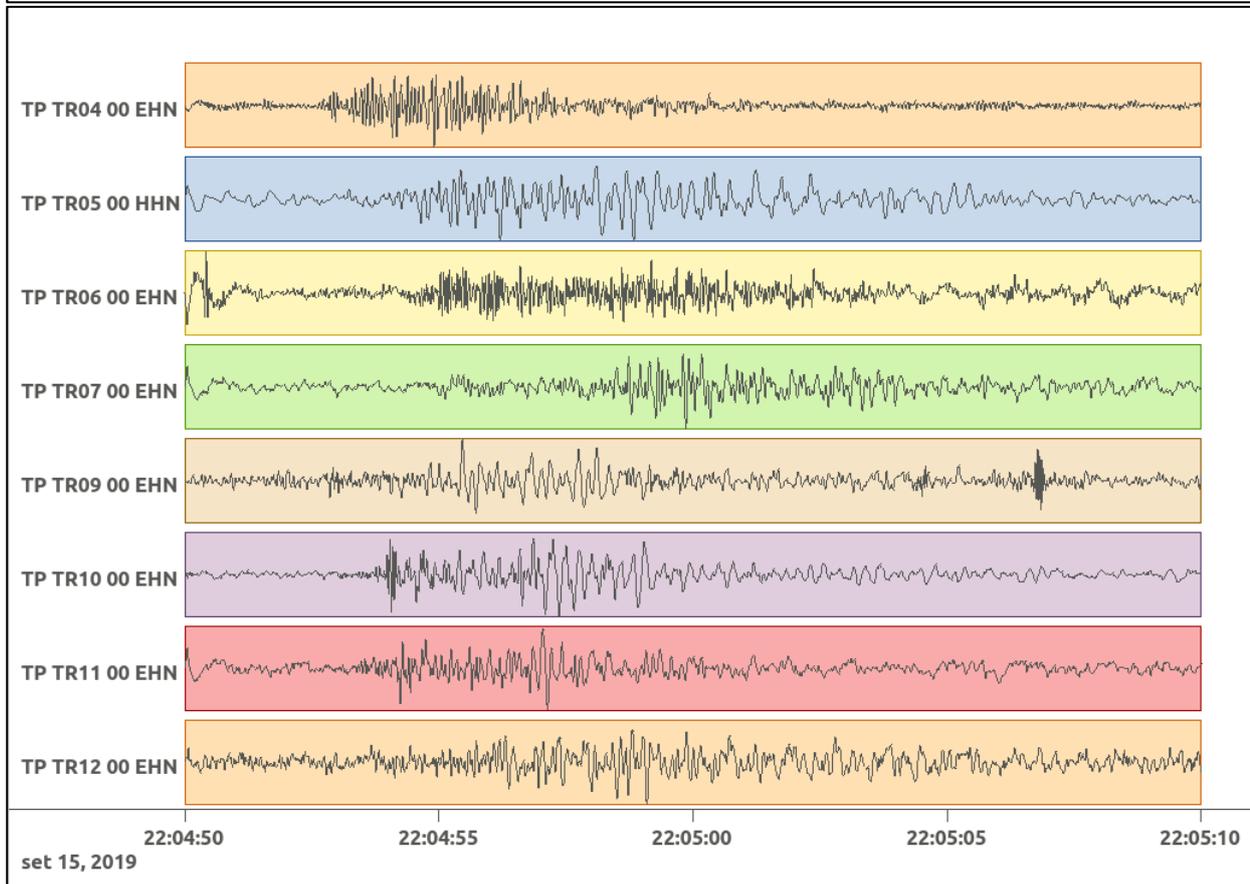
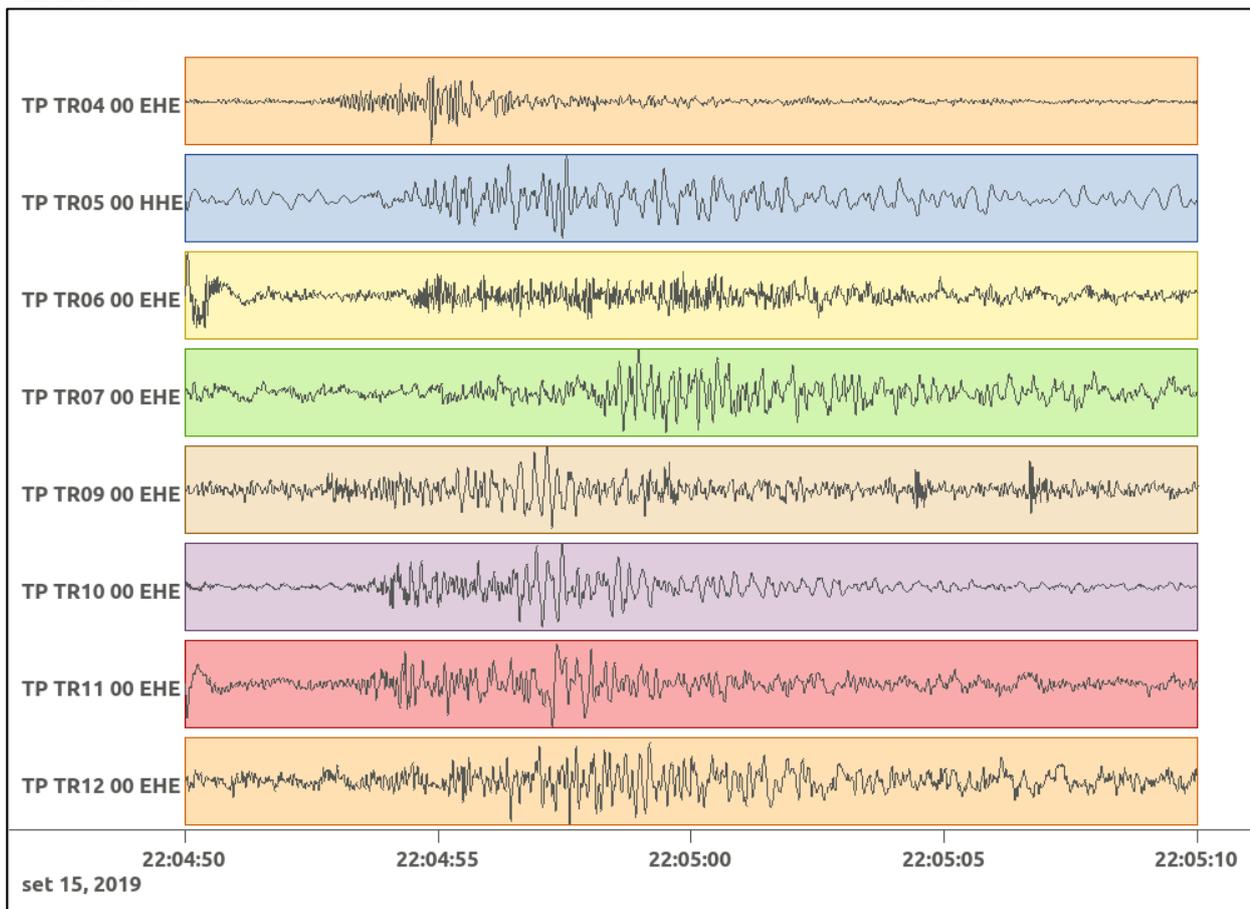


Figura 84: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 22:04:49 UTC verificatosi a profondità 17.13 km

In Figura 85 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 29: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



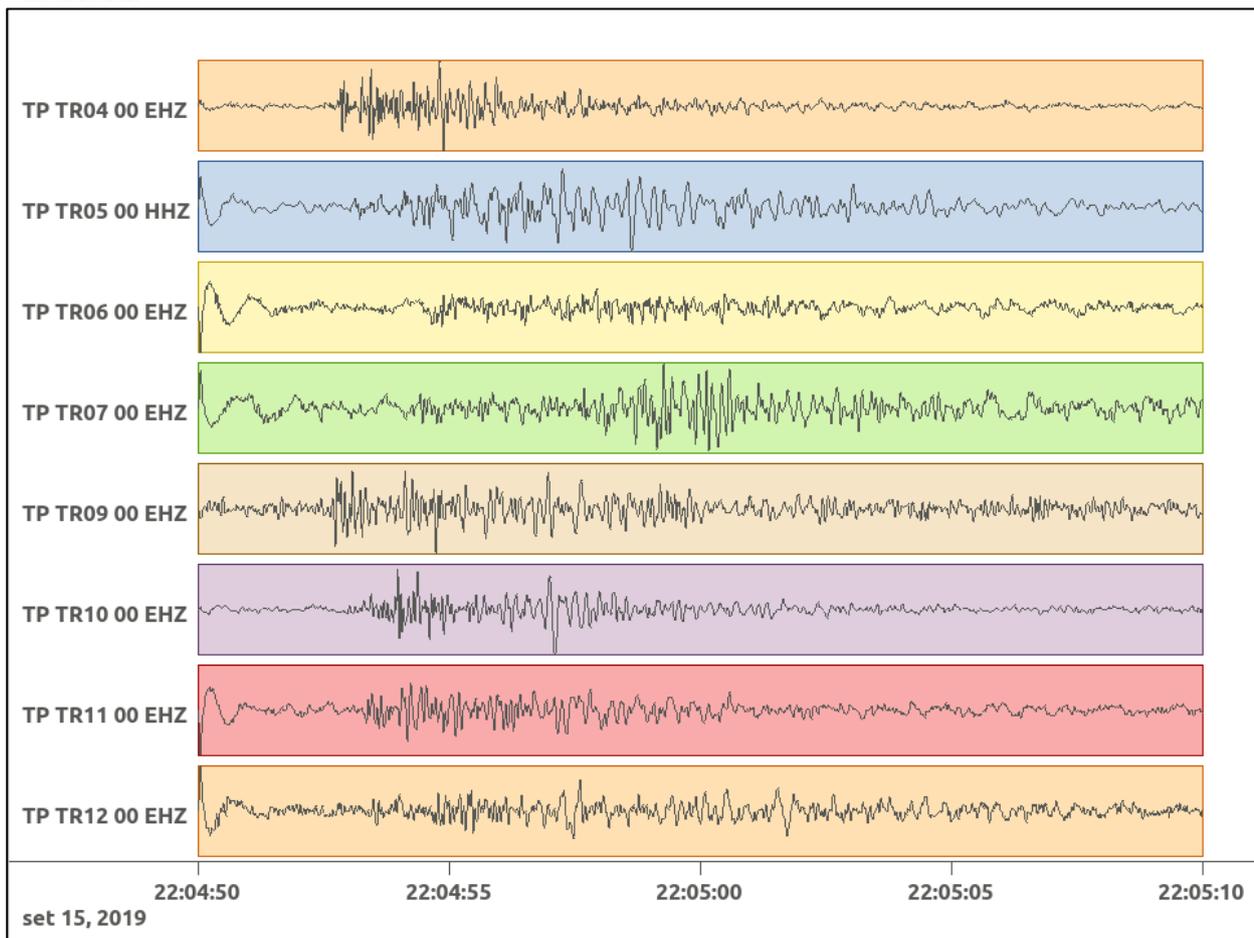


Figura 85: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 29, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.30. Evento 30: 15/09/2019 22:59:20 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
30	15/09/2019 22:59:20	44.46	16.25	15.24	0.40	0.5 ± 0.2

In Figura 86 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

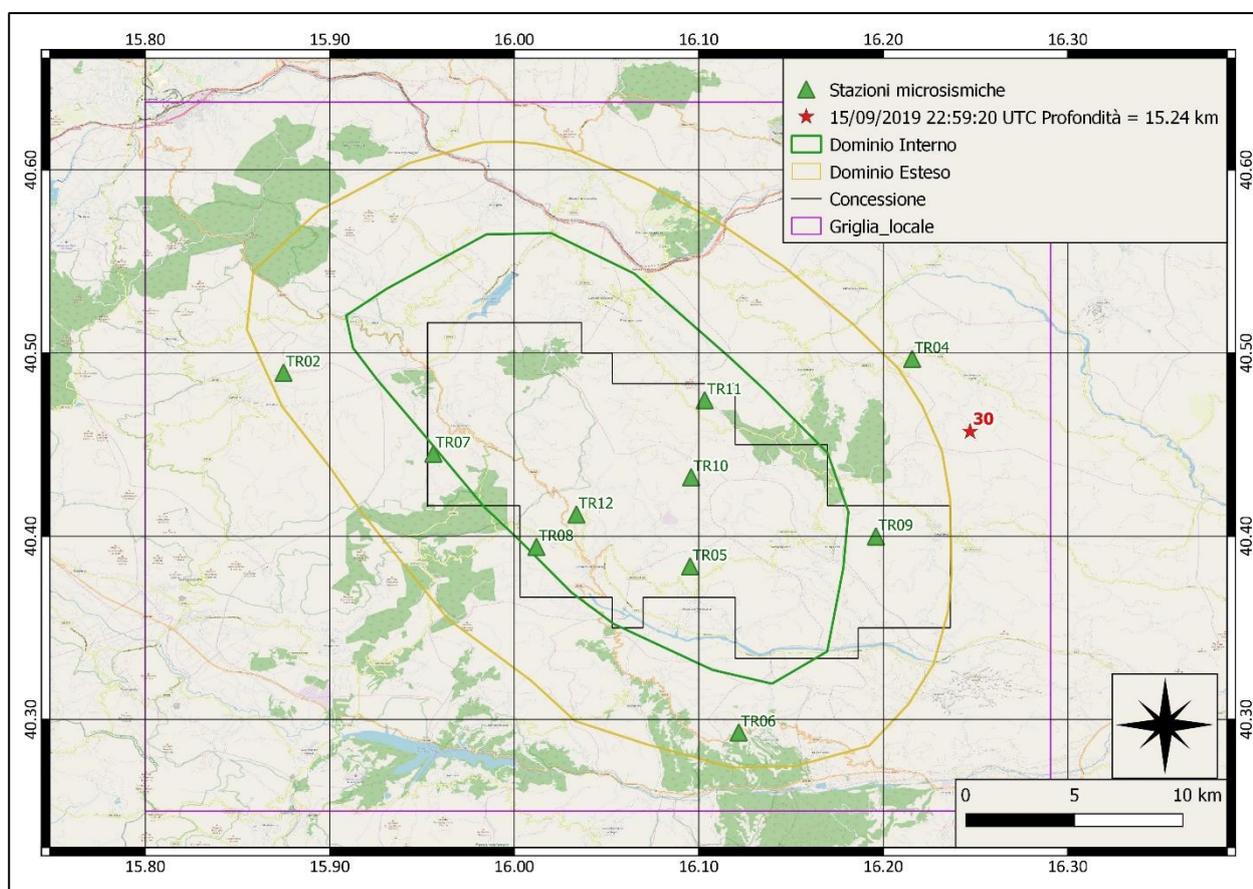
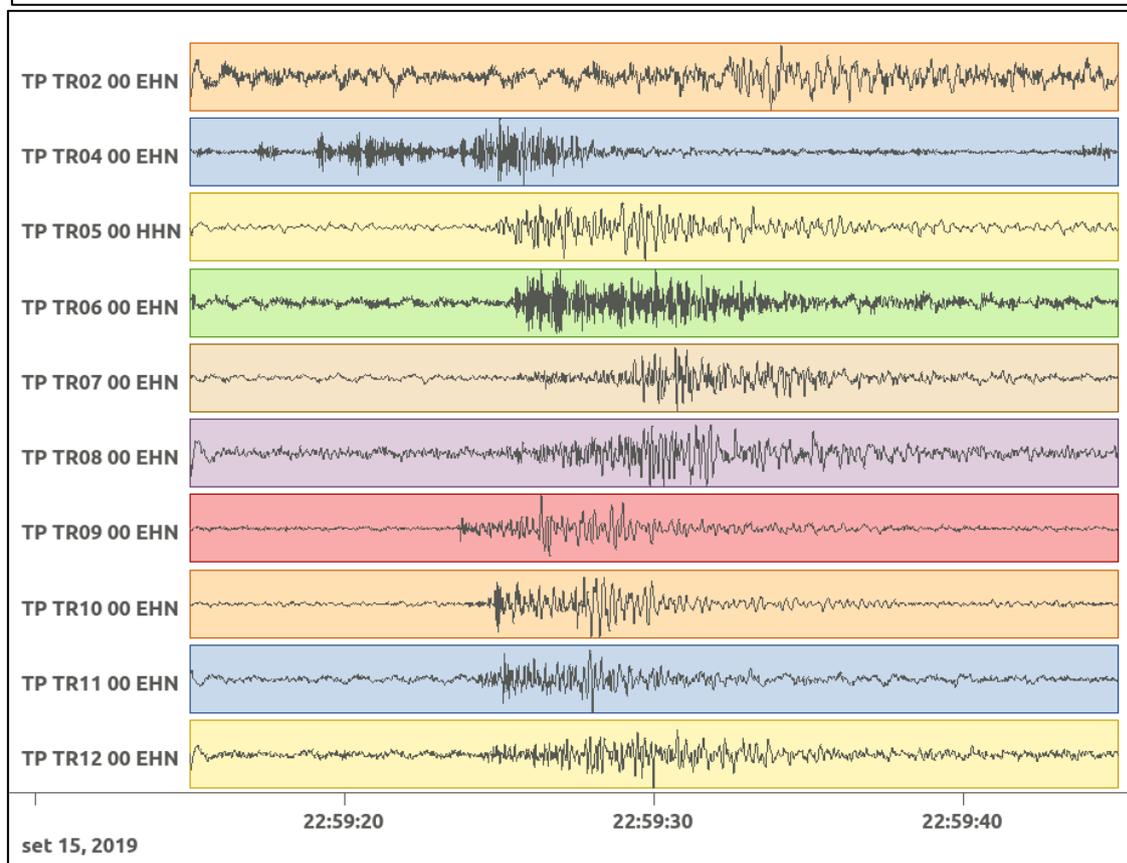
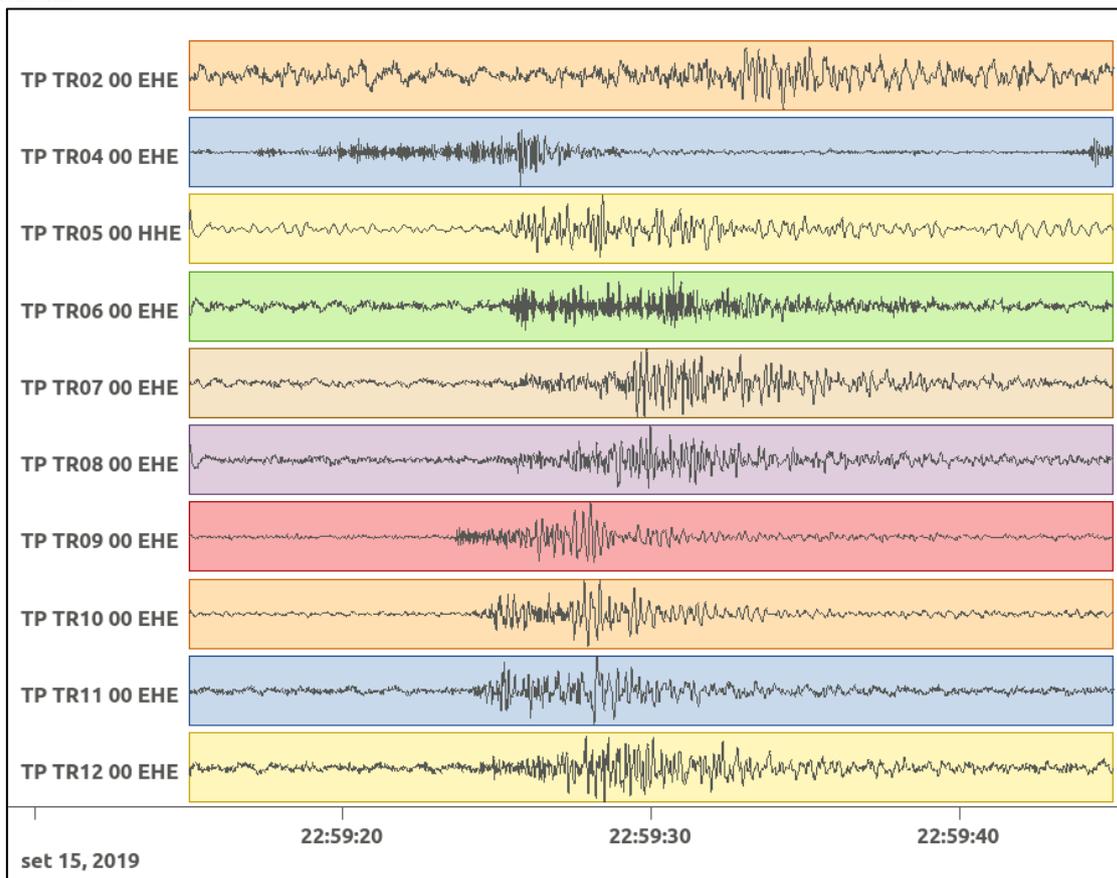


Figura 86: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 15/09/2019 22:59:20 UTC verificatosi a profondità 15.24 km

In Figura 87 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 30: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



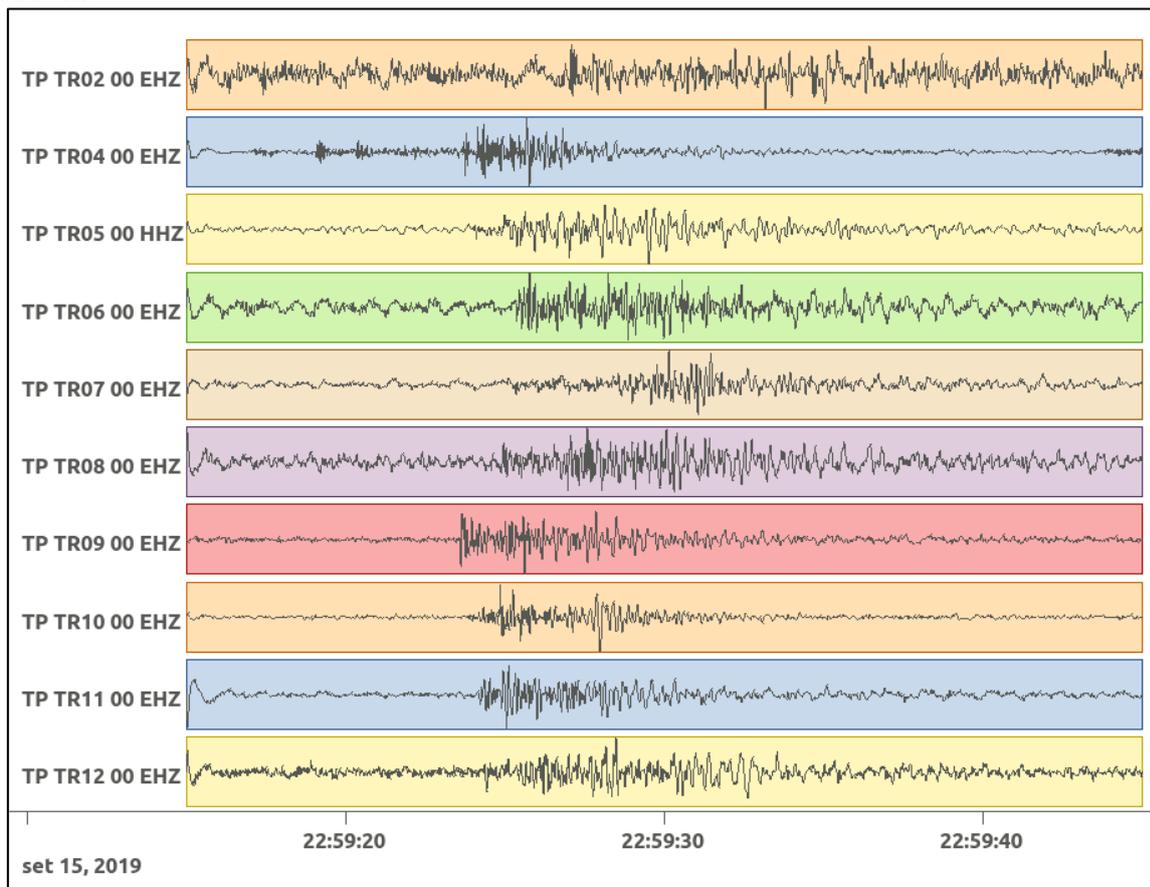


Figura 87: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 30, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.31. Evento 31: 17/09/2019 01:25:57 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
31	17/09/2019 01:25:57	40.45	16.25	14.43	0.40	0.6 ± 0.2

In Figura 88 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

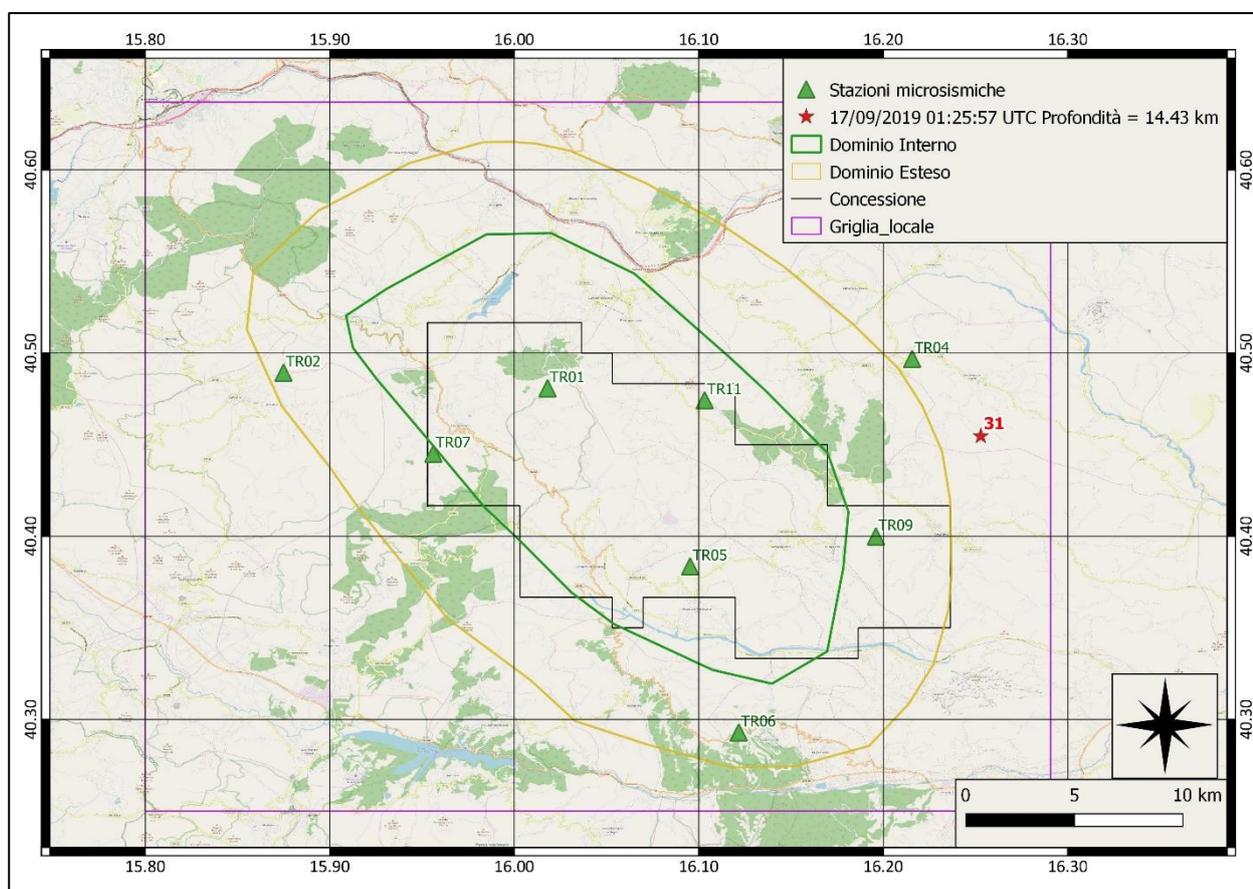
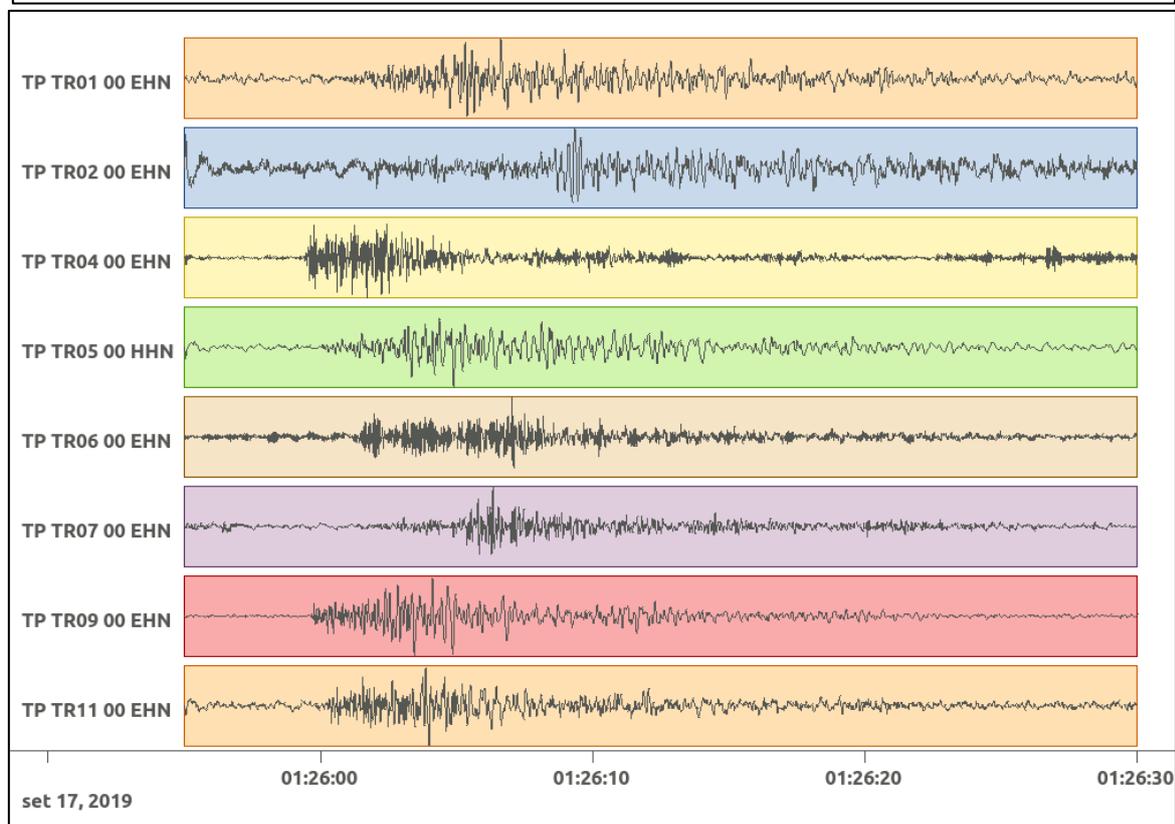
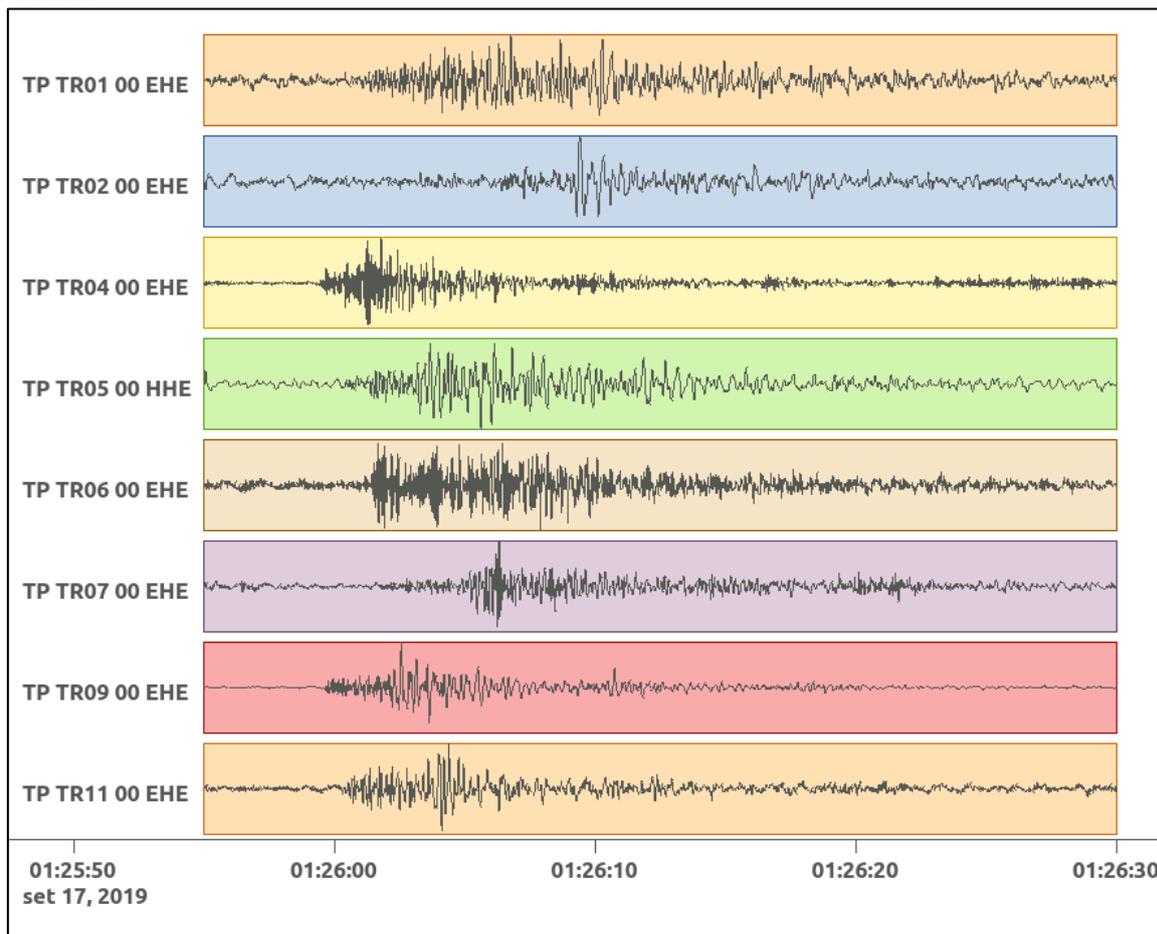


Figura 88: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:25:57 UTC verificatosi a profondità 14.43 km

In Figura 89 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 31: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



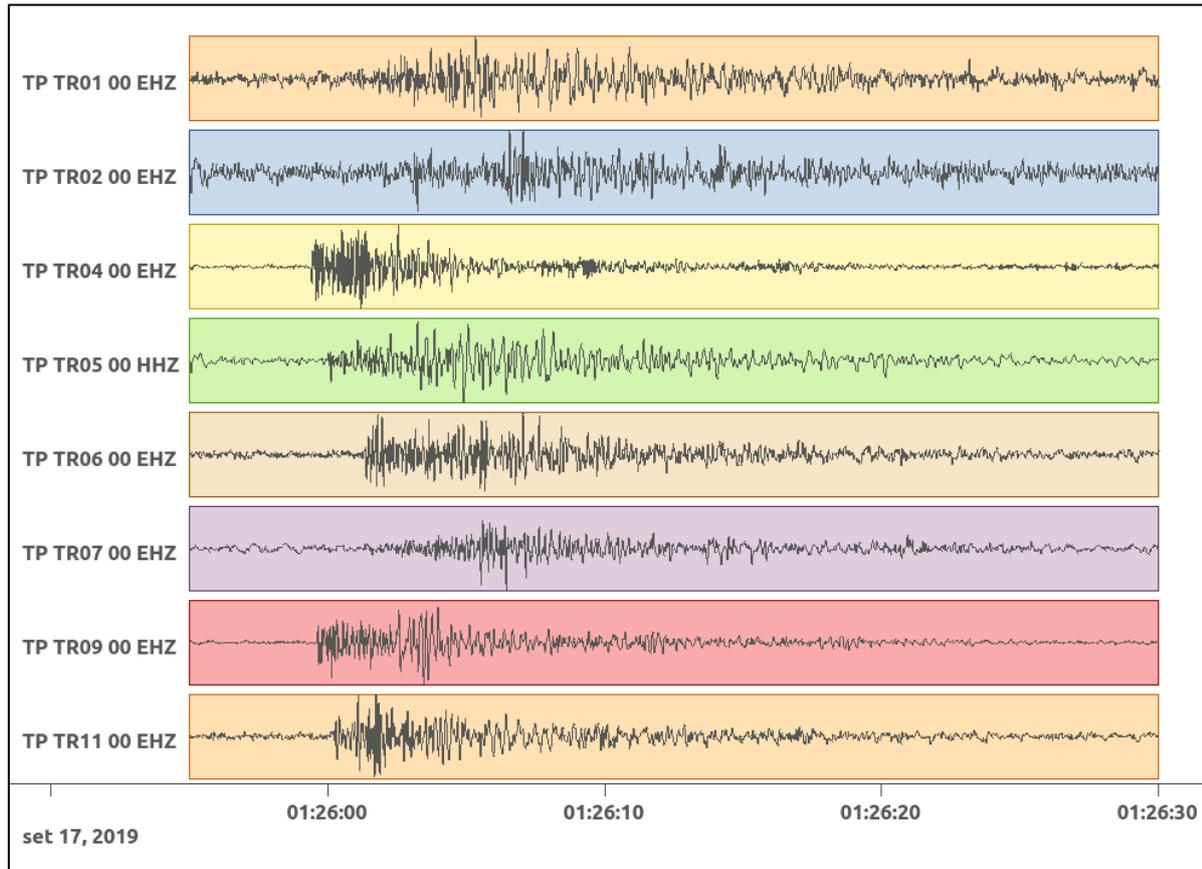


Figura 89: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 31, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.32. Evento 32: 17/09/2019 01:28:23 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
32	17/09/2019 01:28:23	40.46	16.24	14.97	0.40	0.7 ± 0.2

In Figura 90 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

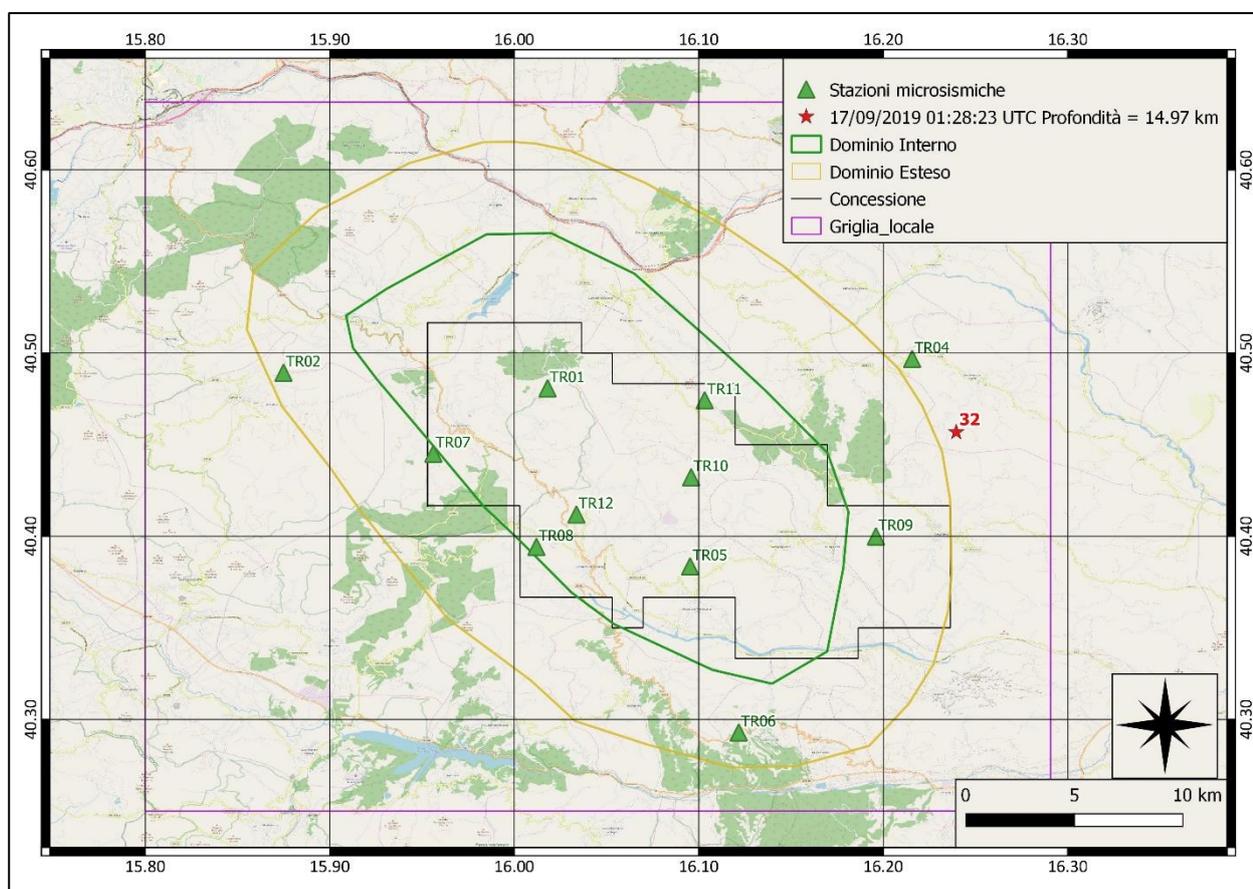
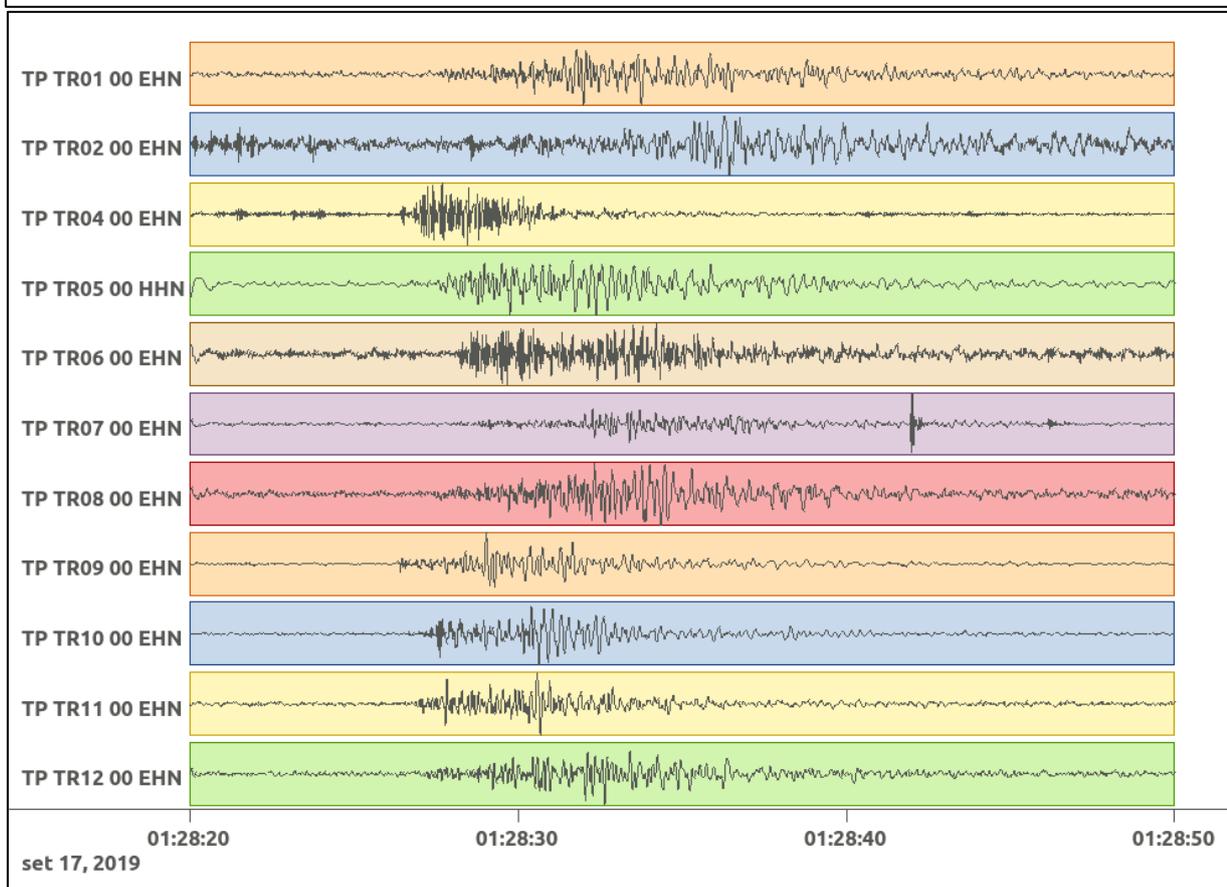
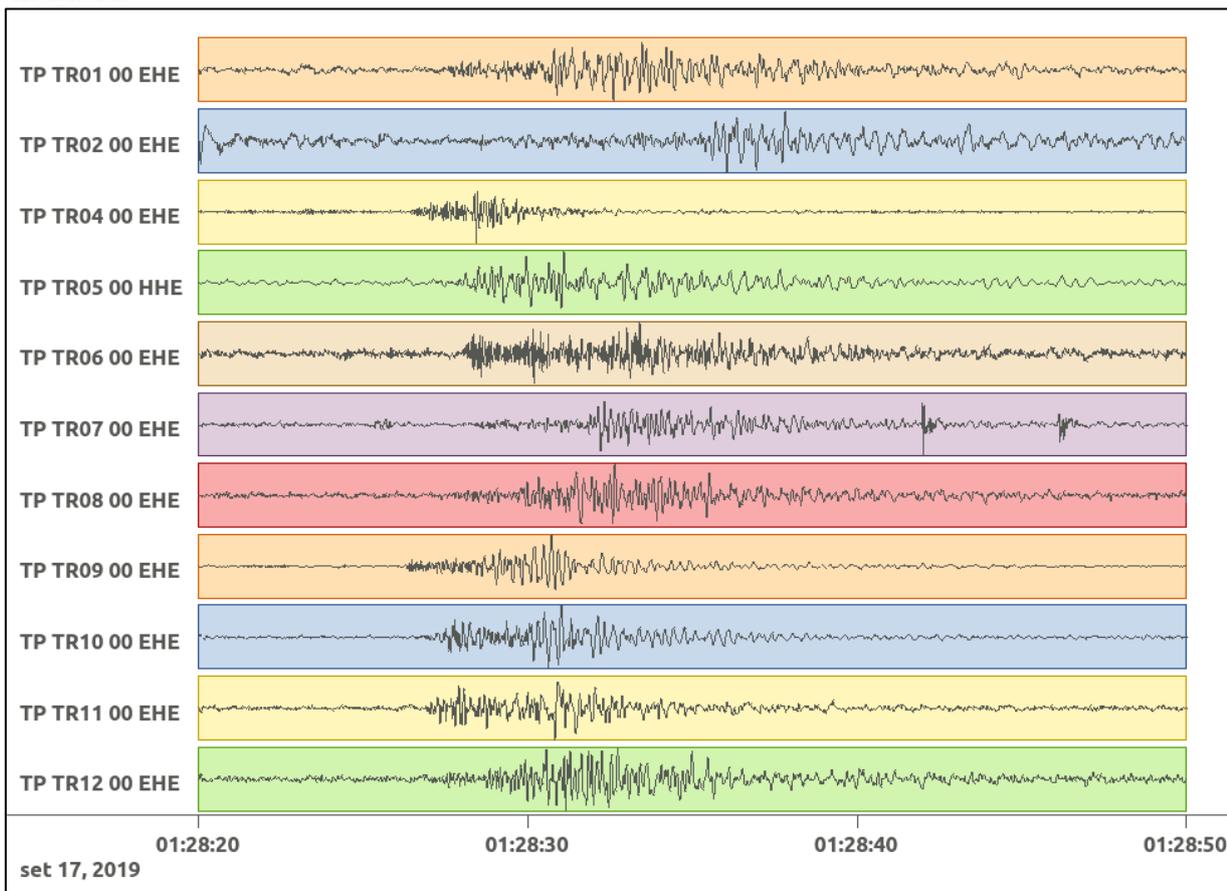


Figura 90: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:28:23 UTC verificatosi a profondità 14.97 km

In Figura 91 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 32: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



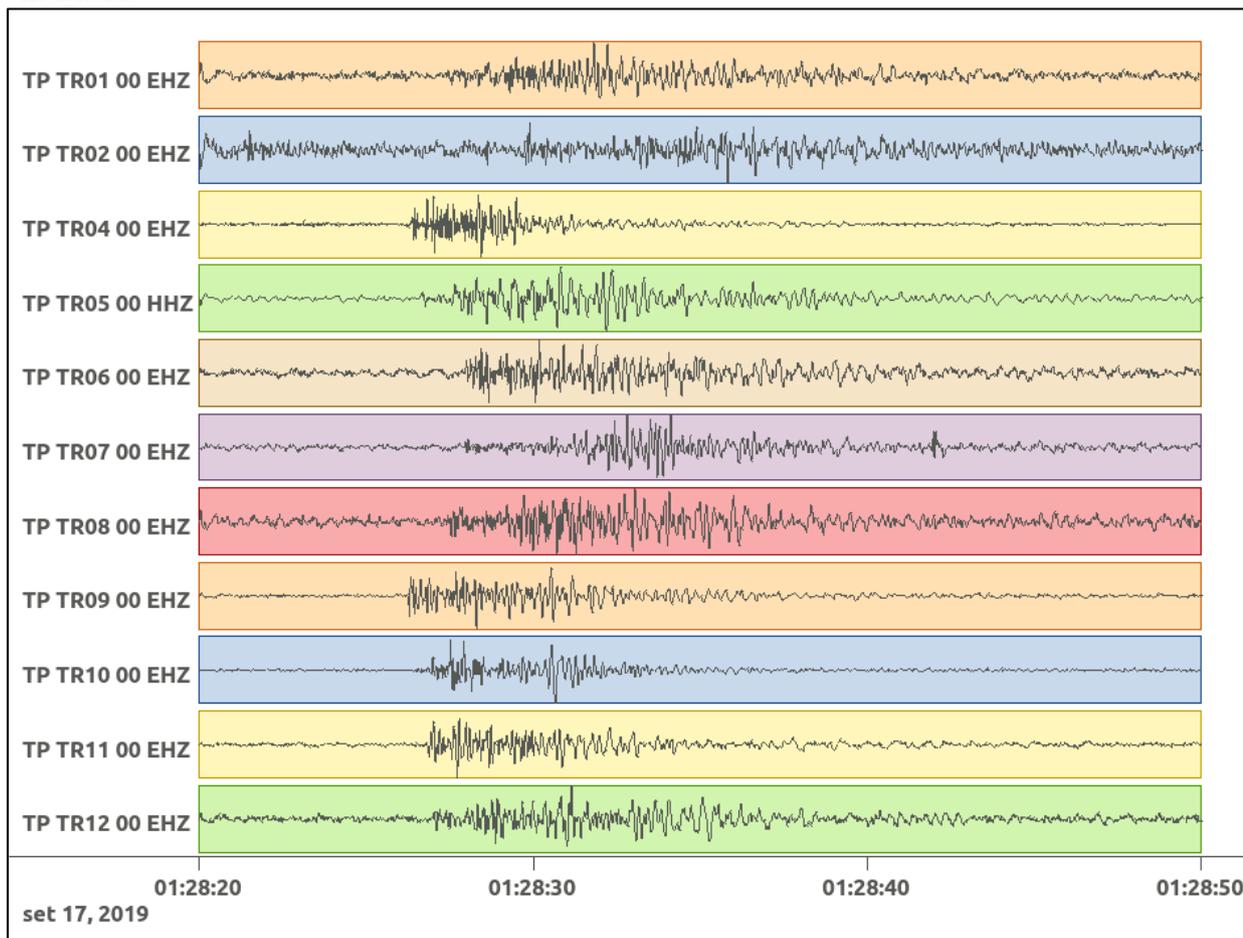


Figura 91: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 32, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.33. Evento 33: 17/09/2019 01:29:05 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
33	17/09/2019 01:29:05	40.45	16.25	15.06	0.50	0.6 ± 0.2

In Figura 92 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

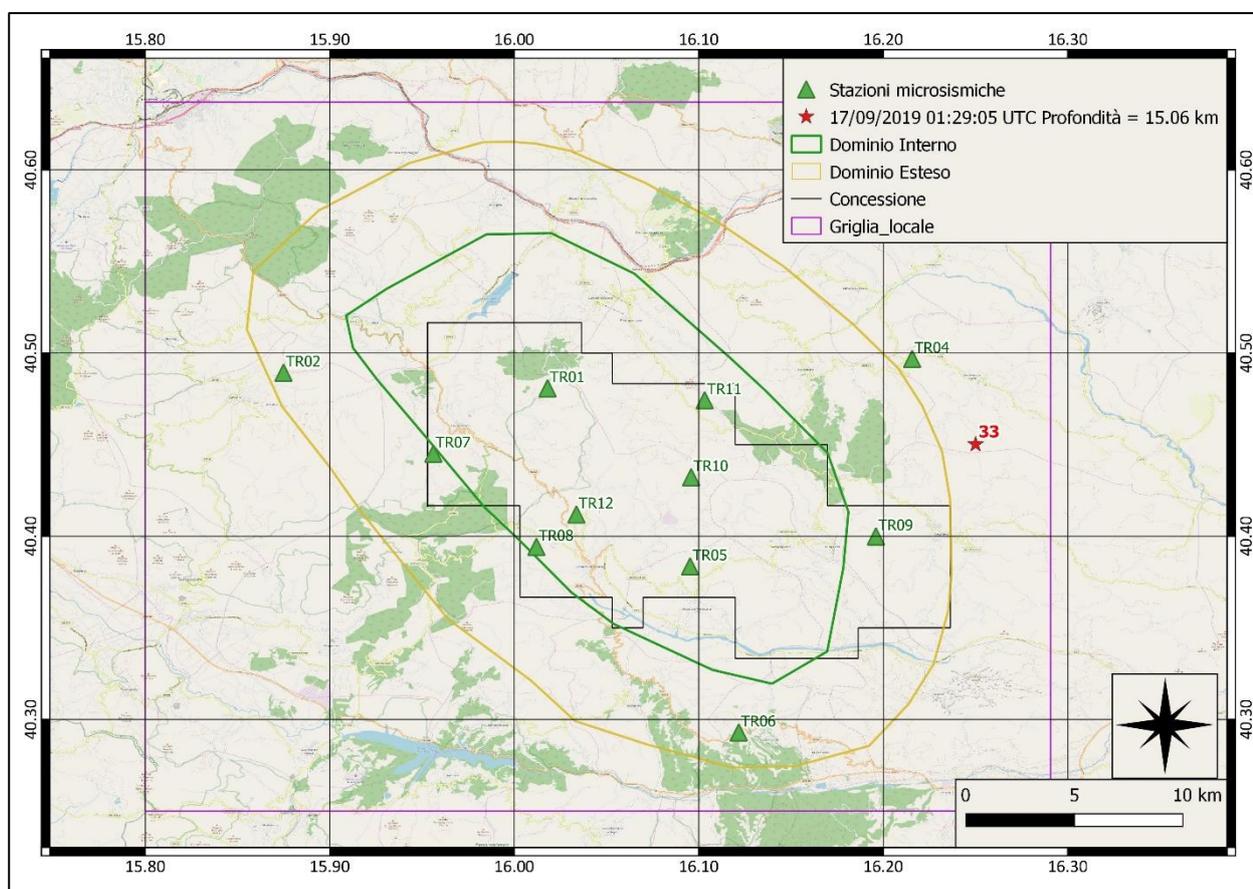
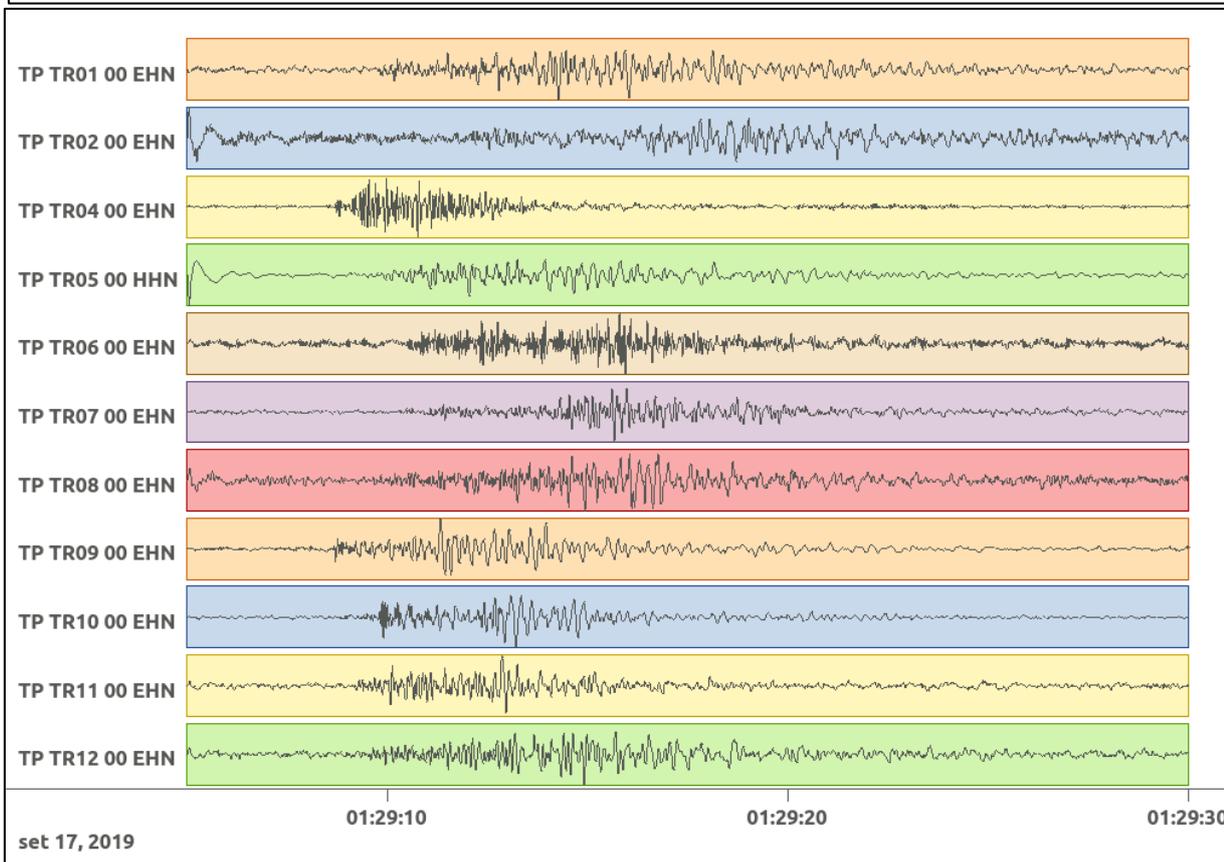
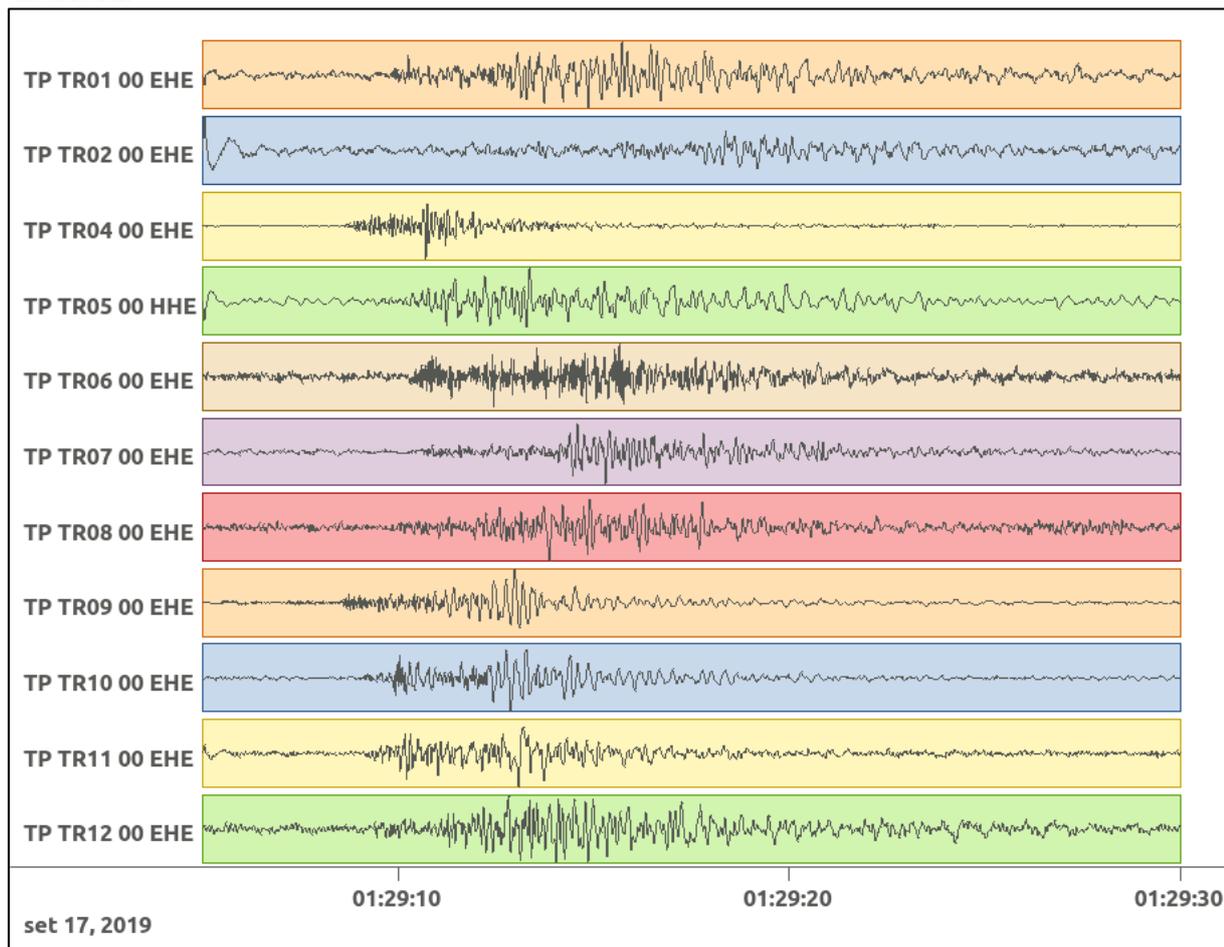


Figura 92: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 01:29:05 UTC verificatosi a profondità 15.06 km

In Figura 93 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 33: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



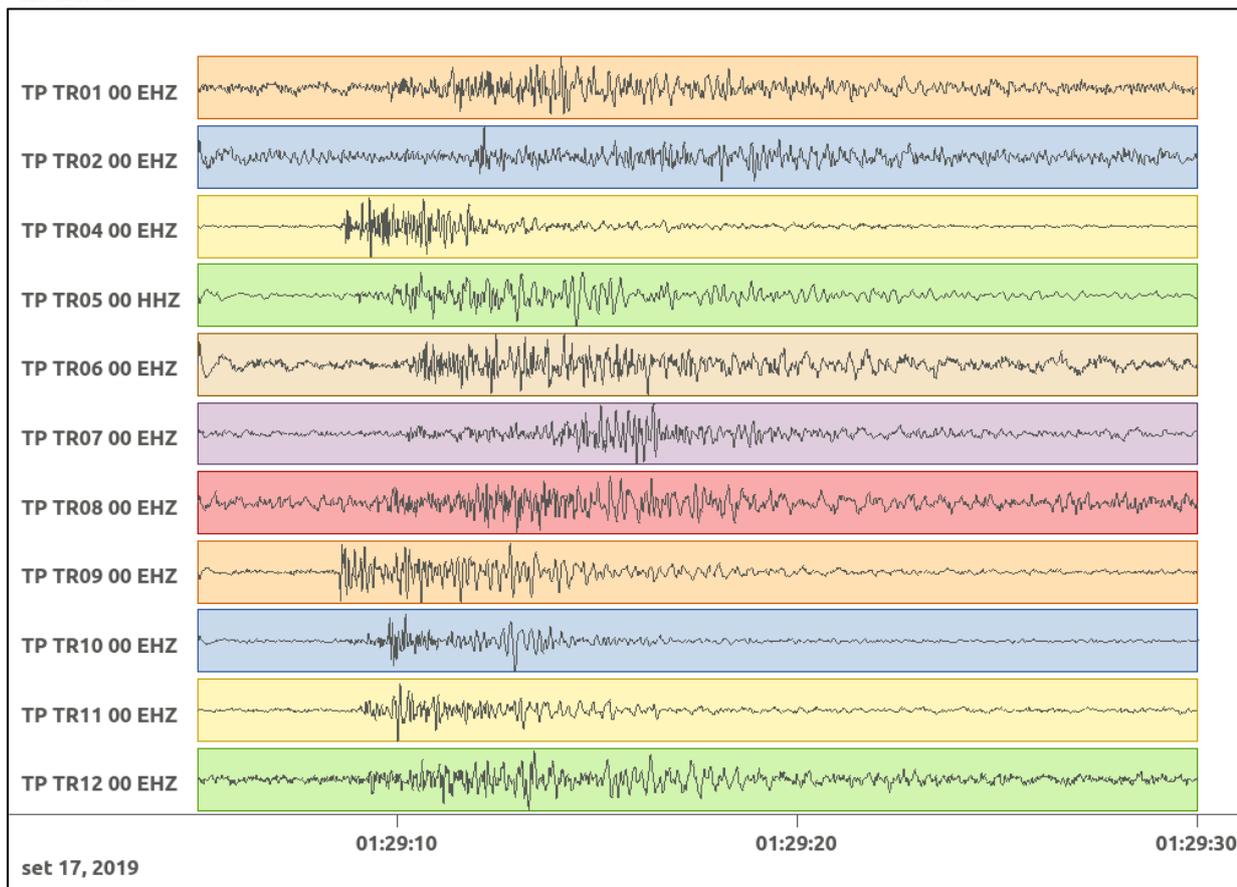


Figura 93: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 33, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.34. Evento 34: 17/09/2019 02:35:55 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
34	17/09/2019 02:35:55	40.46	16.21	16.09	0.40	0.3 ± 0.3

In Figura 94 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

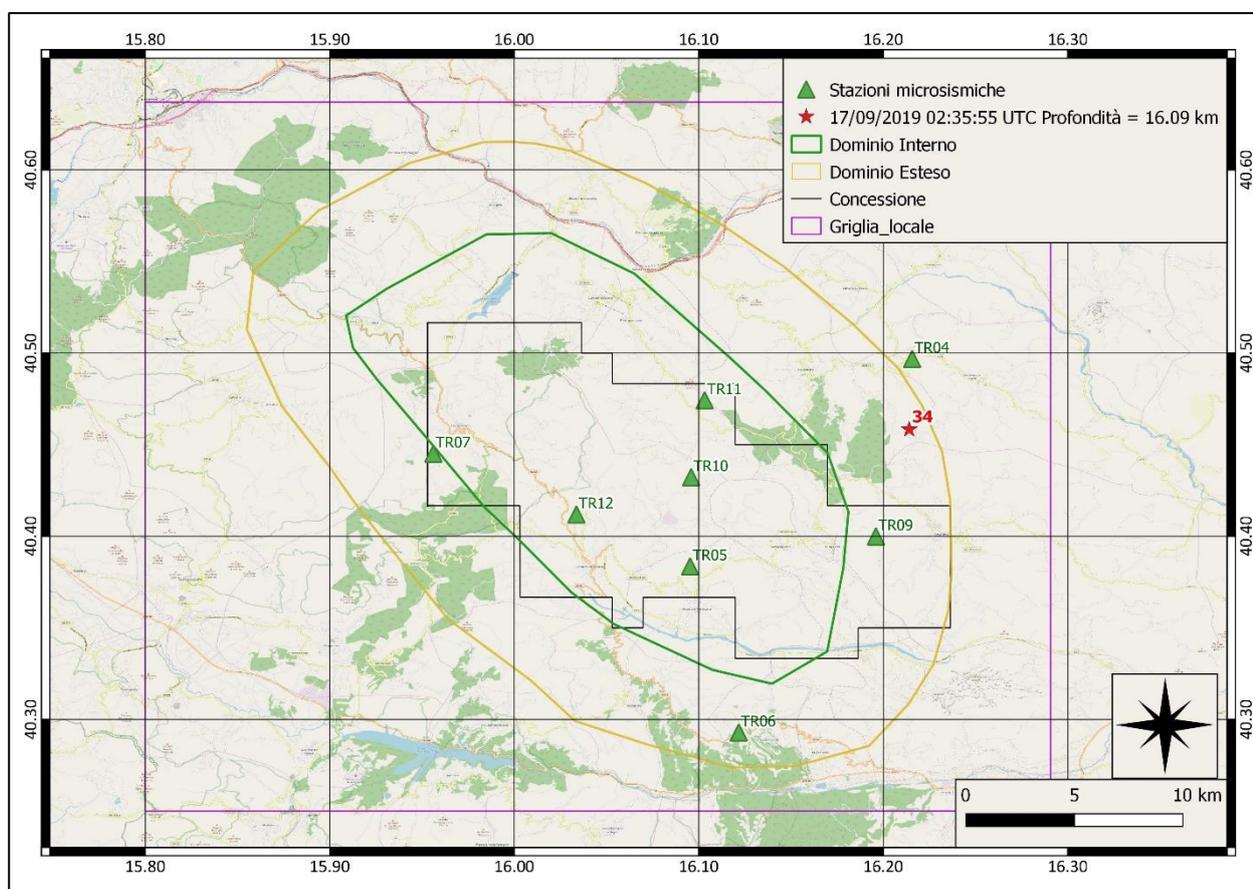
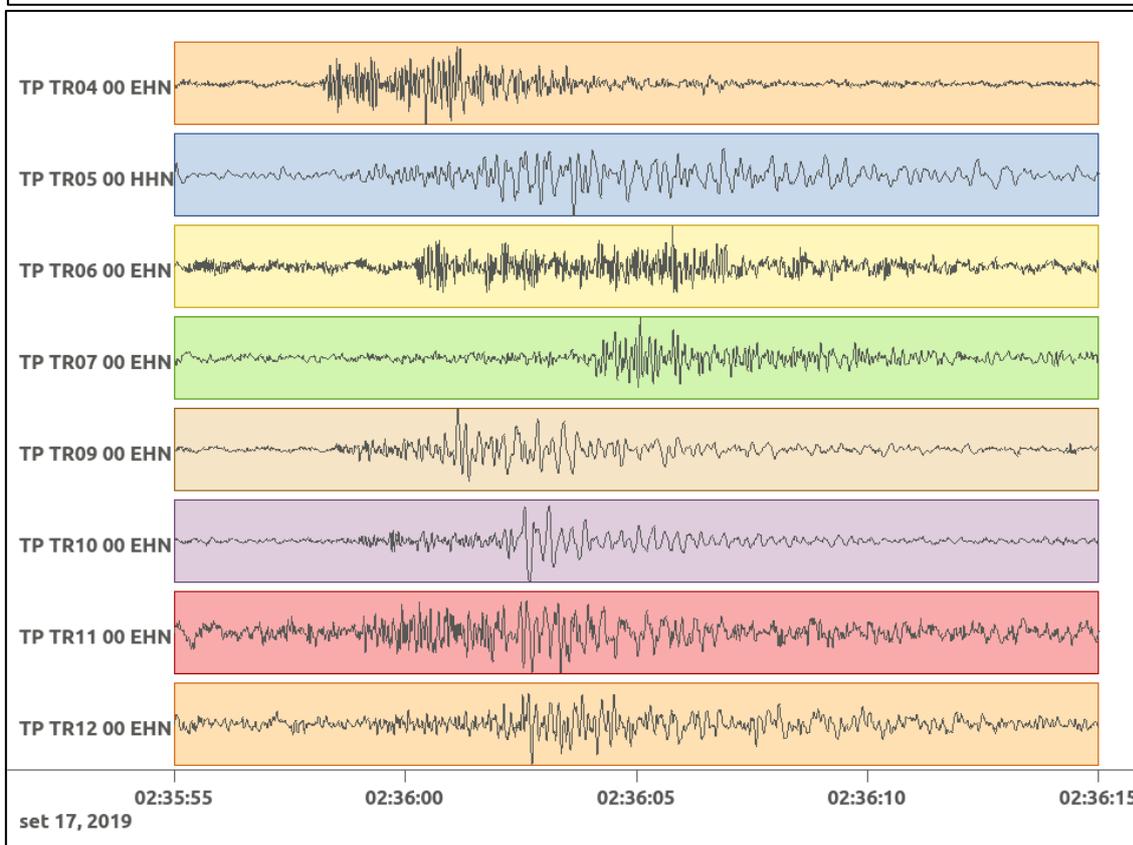
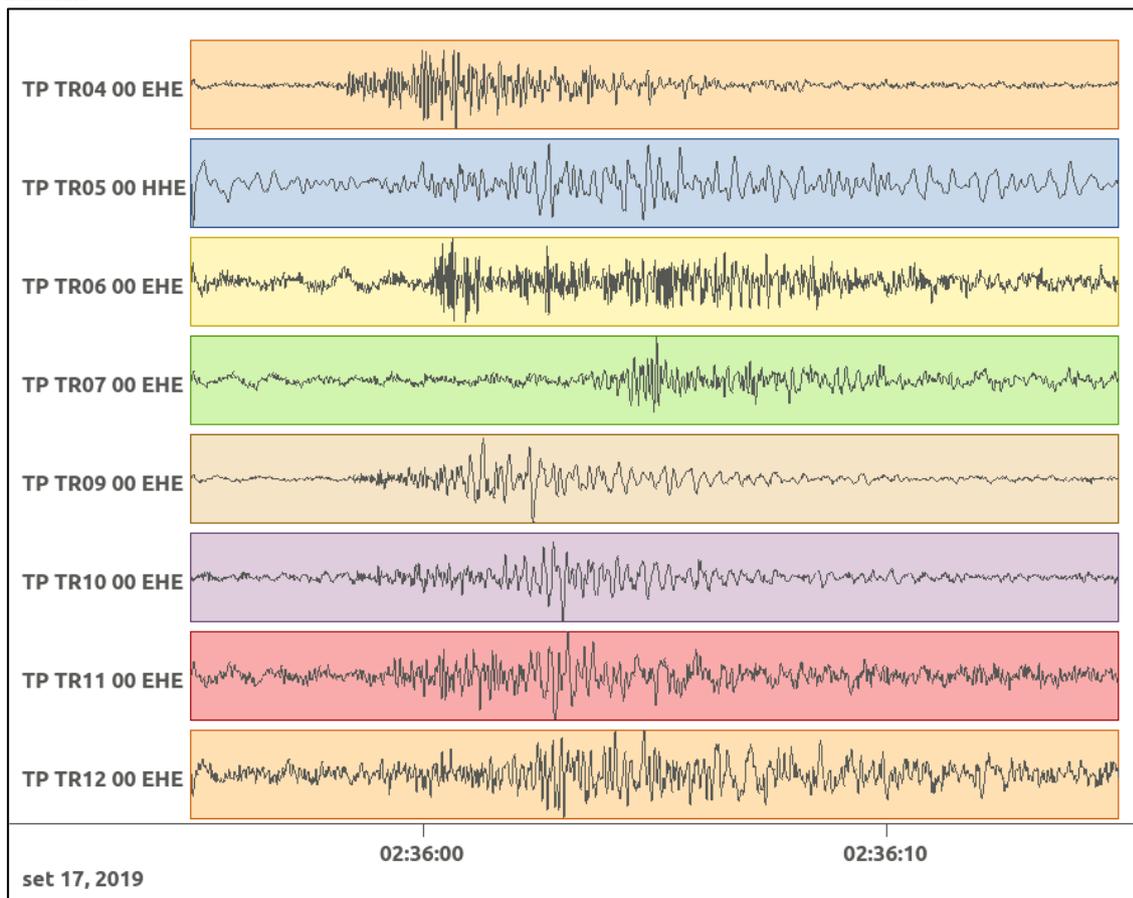


Figura 94: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/09/2019 02:35:55 UTC verificatosi a profondità 16.09 km

In Figura 95 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 34: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



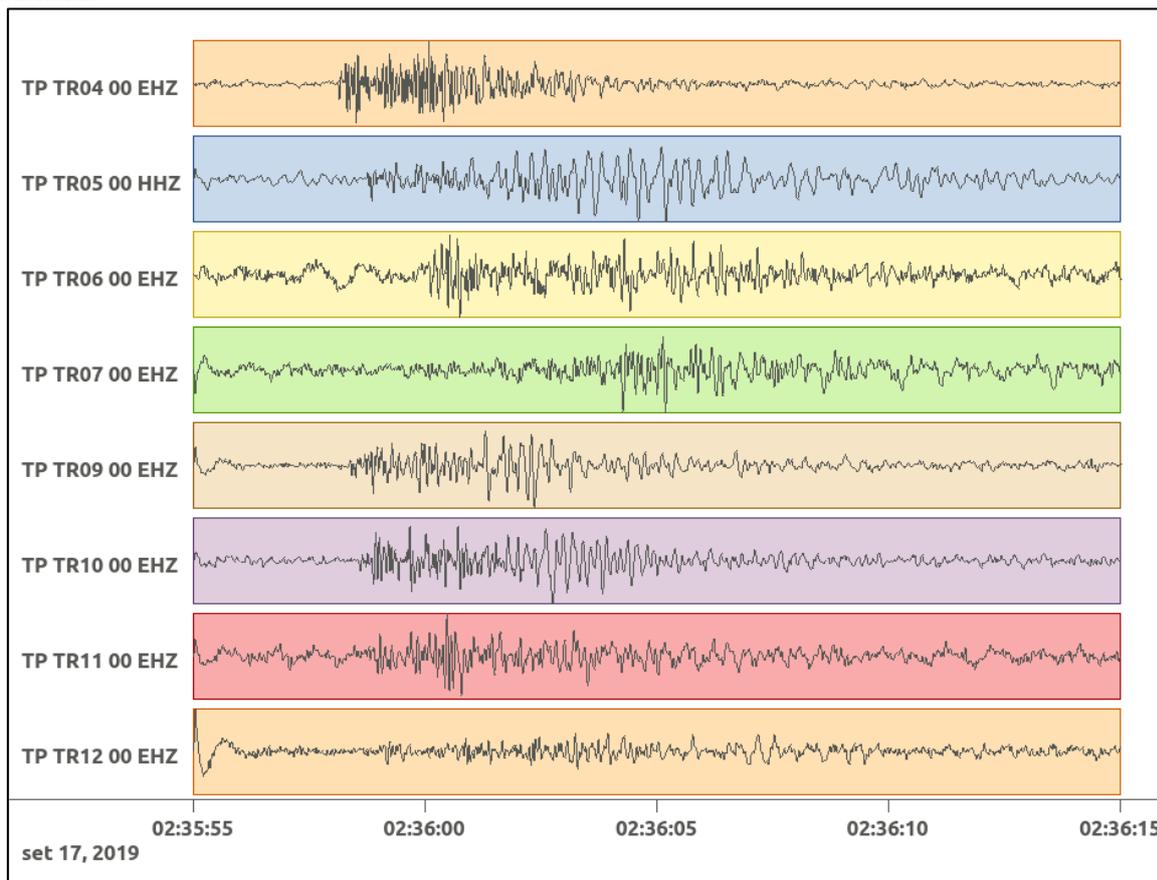


Figura 95: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 34, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.35. Evento 35: 20/09/2019 15:46:32 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _i
35	20/09/2019 15:46:32	40.26	15.88	14.19	1.20	1.1 ± 0.3

In Figura 96 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

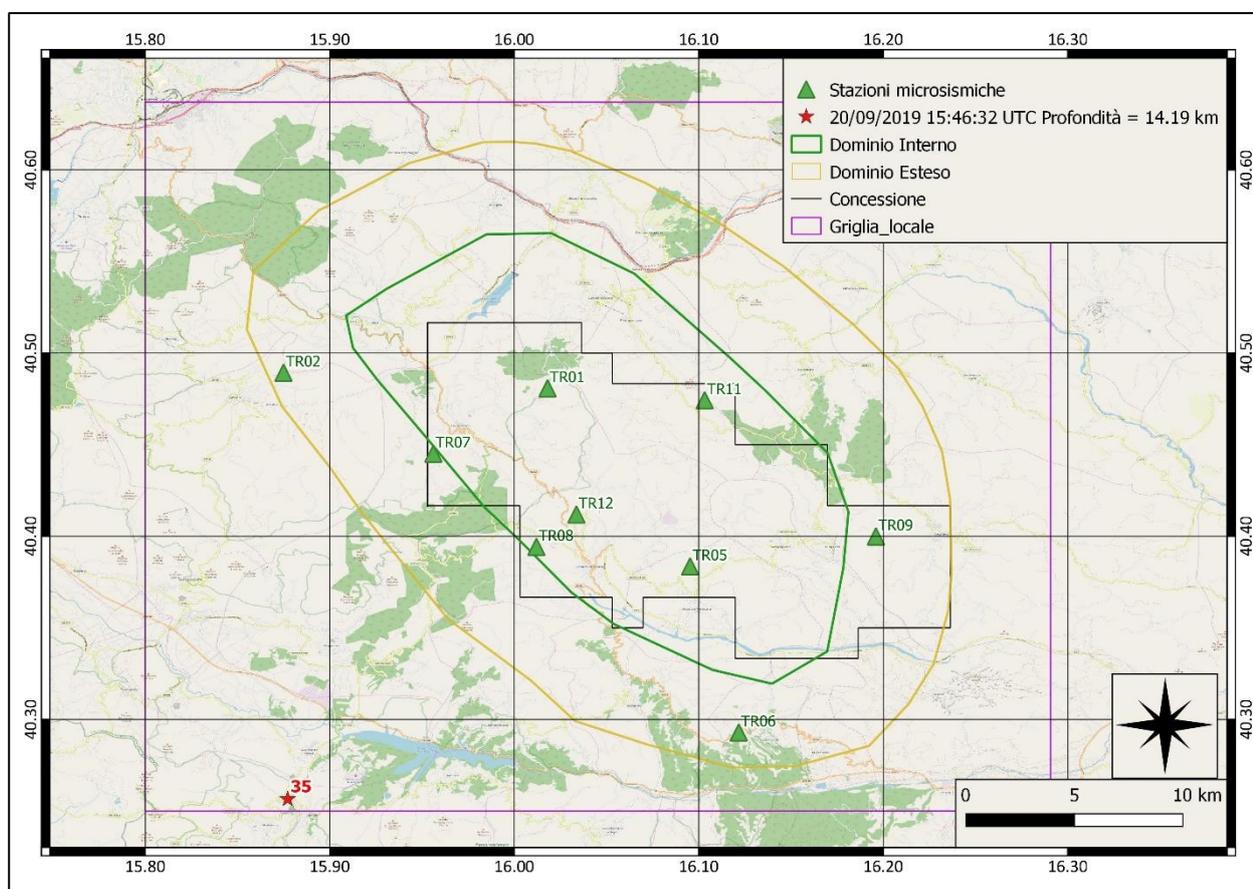
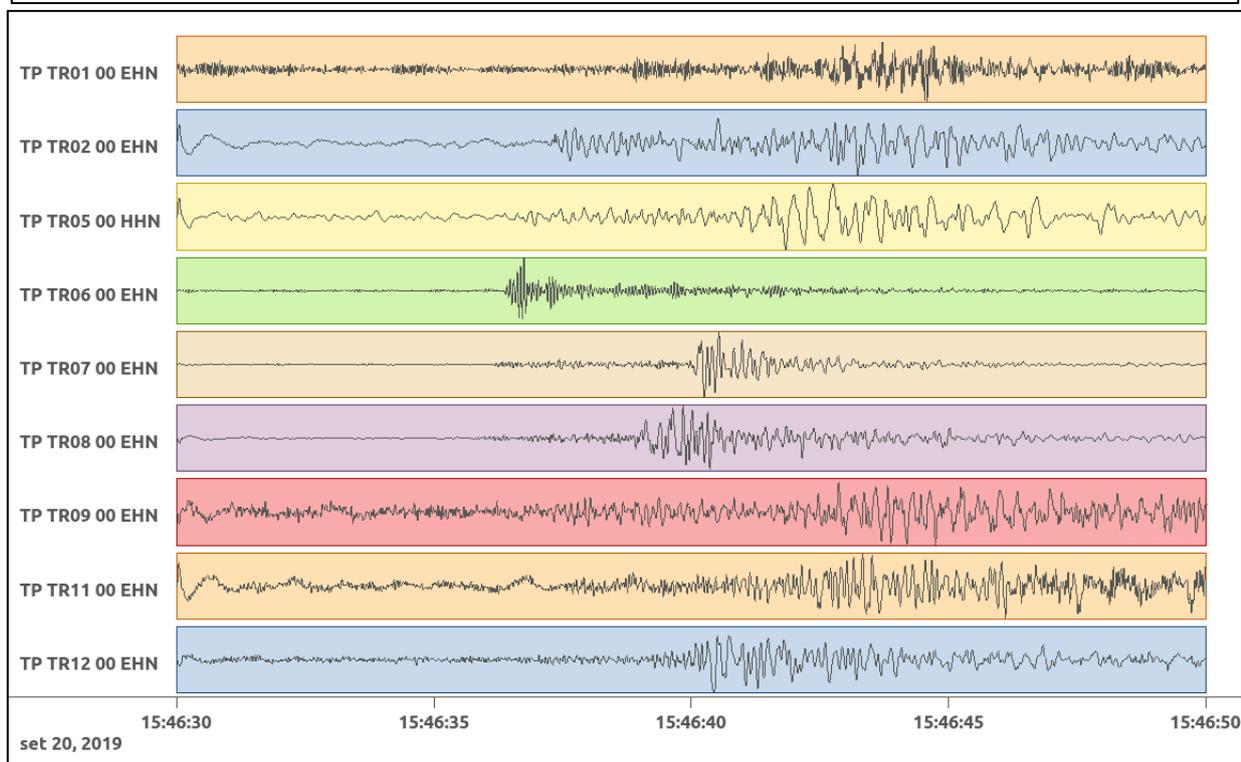
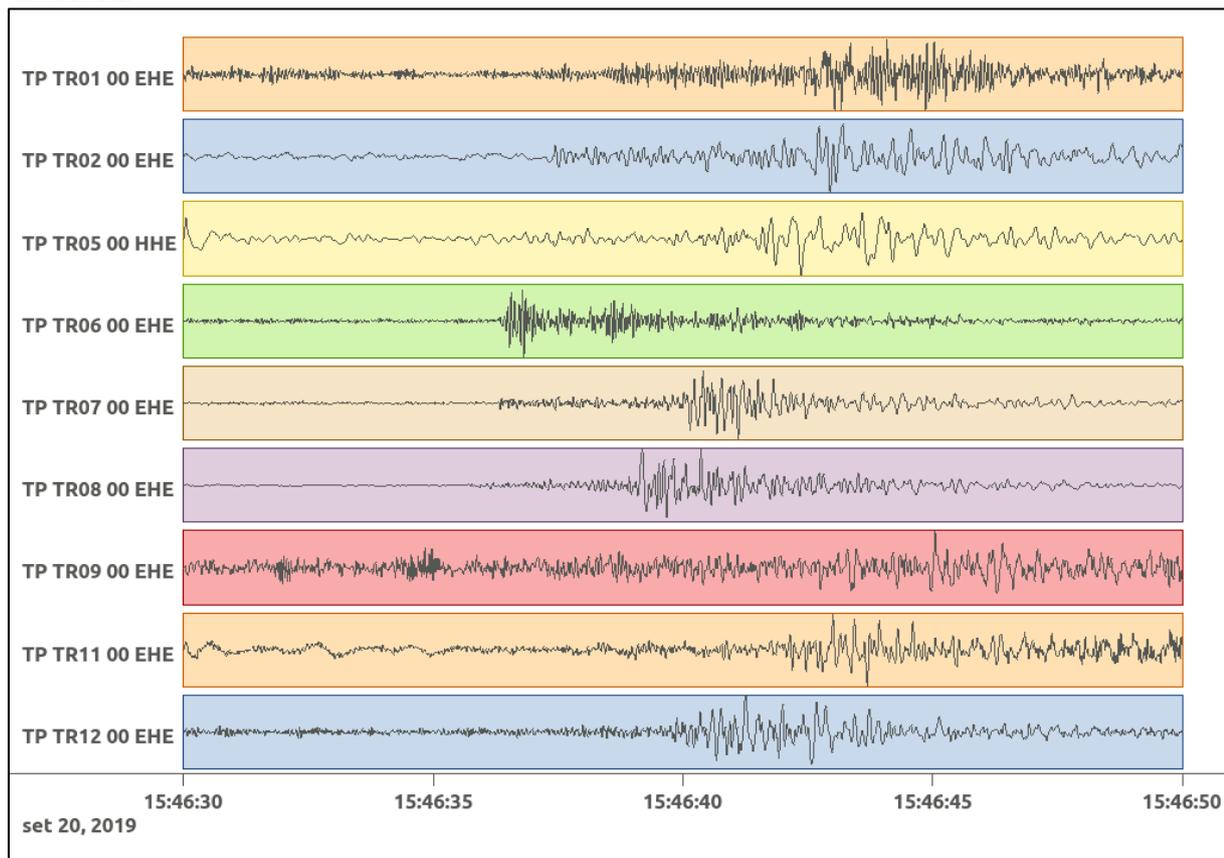


Figura 96: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/09/2019 15:46:32 UTC verificatosi a profondità 14.19 km

In Figura 97 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 35: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



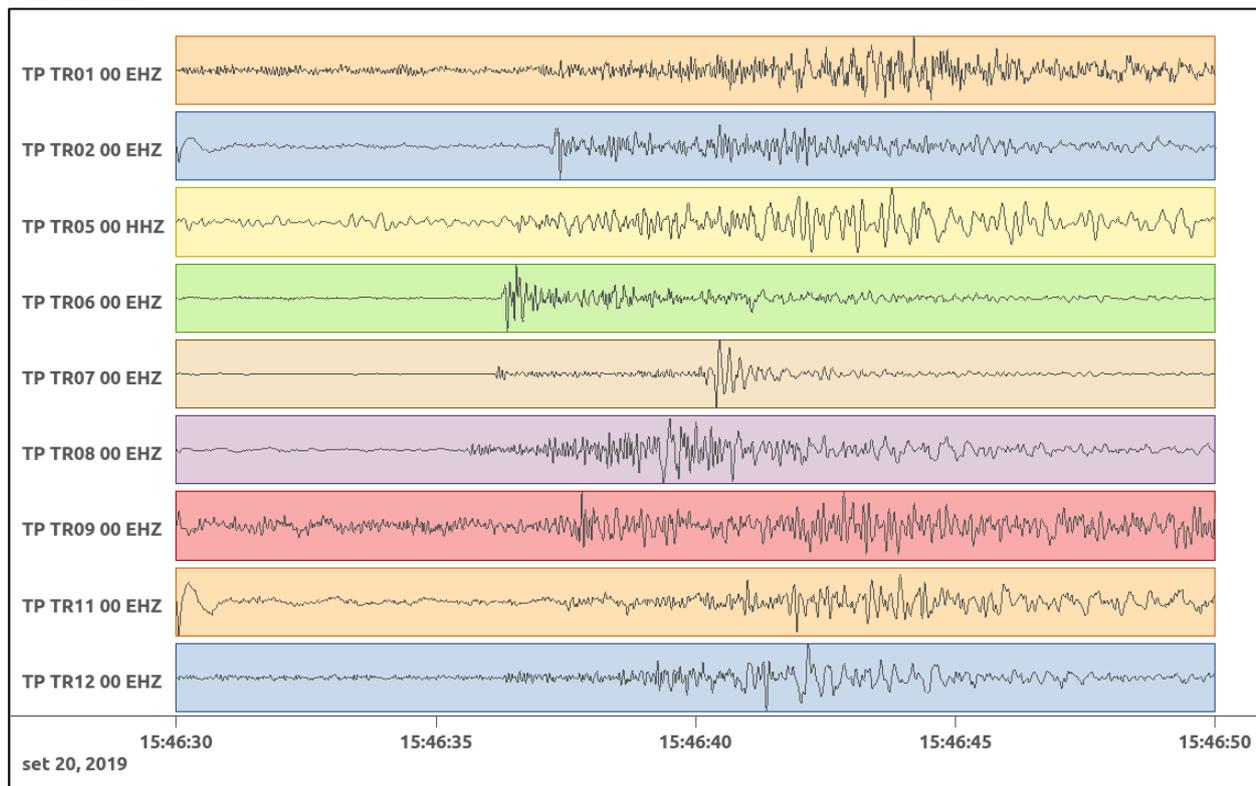


Figura 97: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 35, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.36. Evento 36: 20/09/2019 21:32:28 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
36	20/09/2019 21:32:28	40.55	15.90	16.12	0.50	0.6 ± 0.3

In Figura 98 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

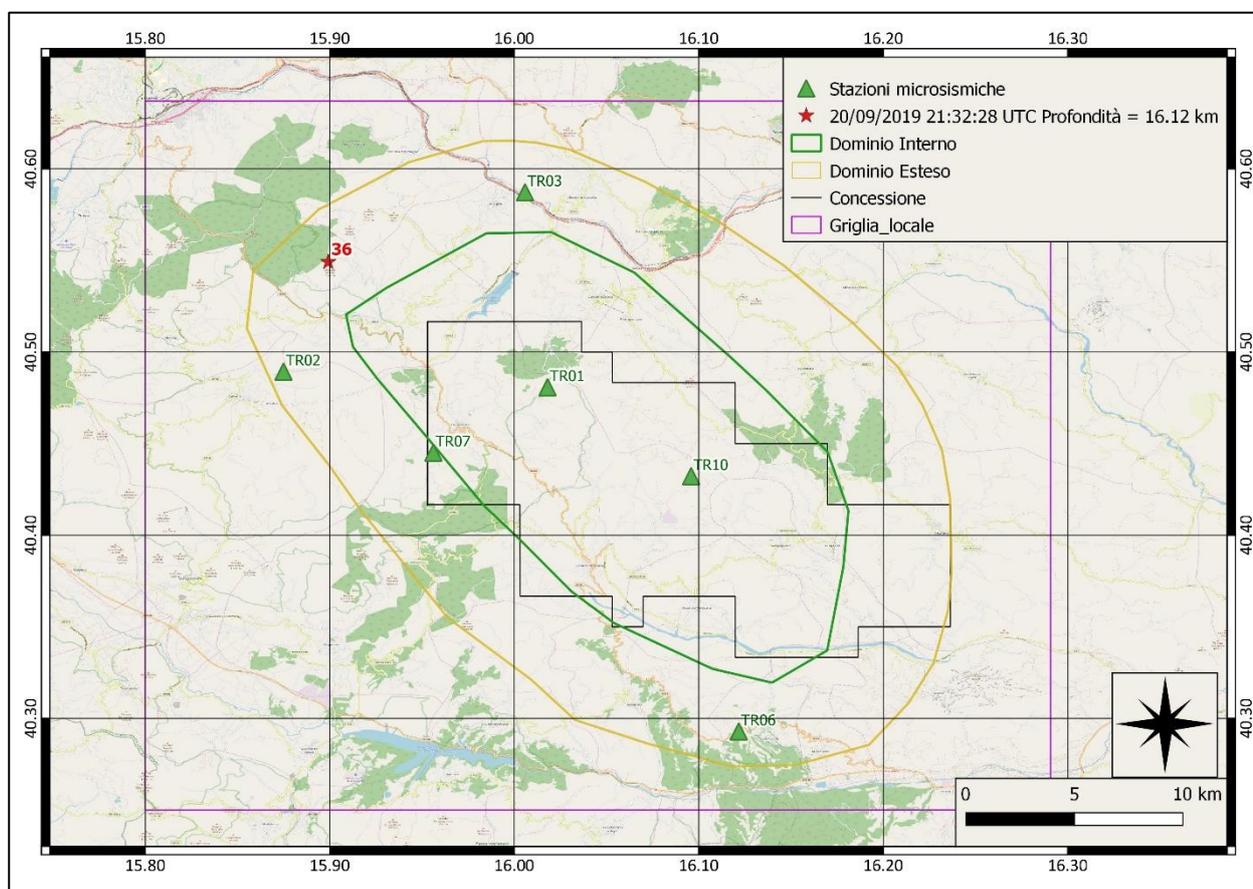
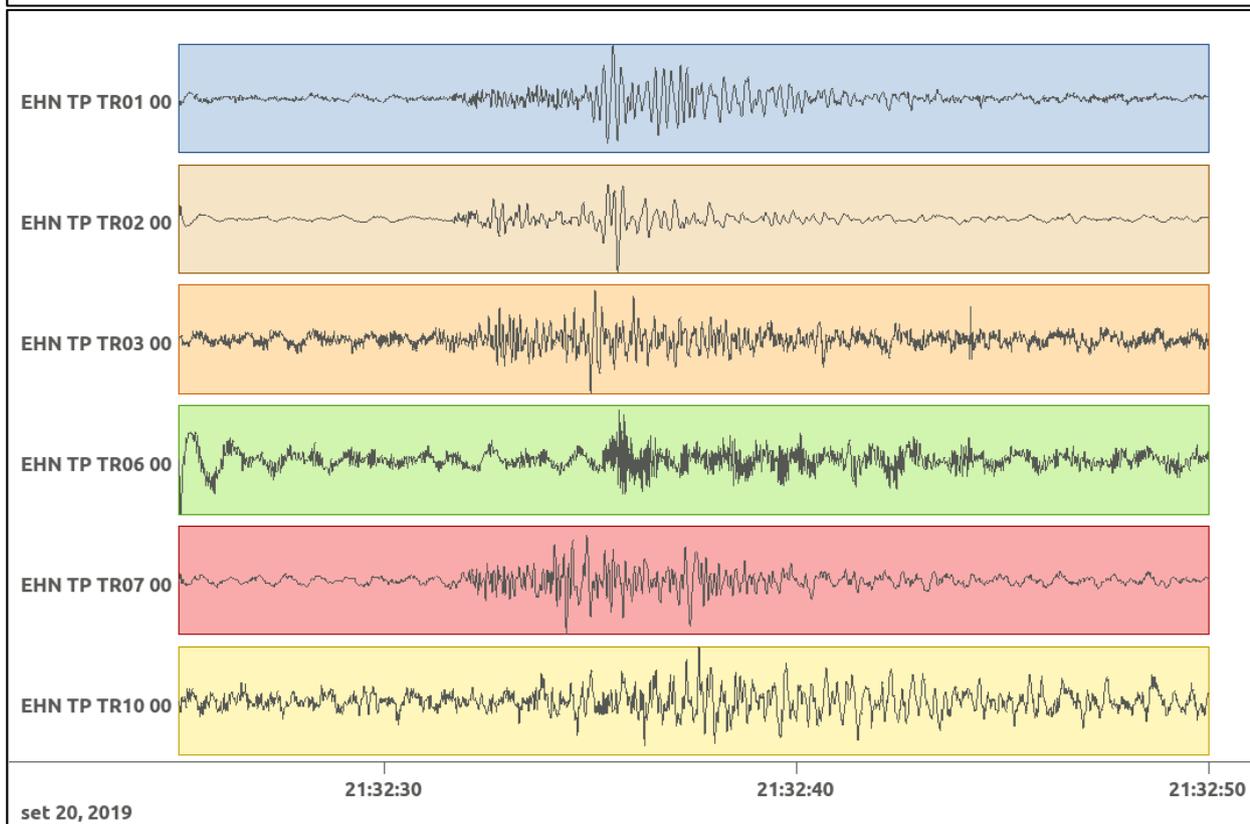
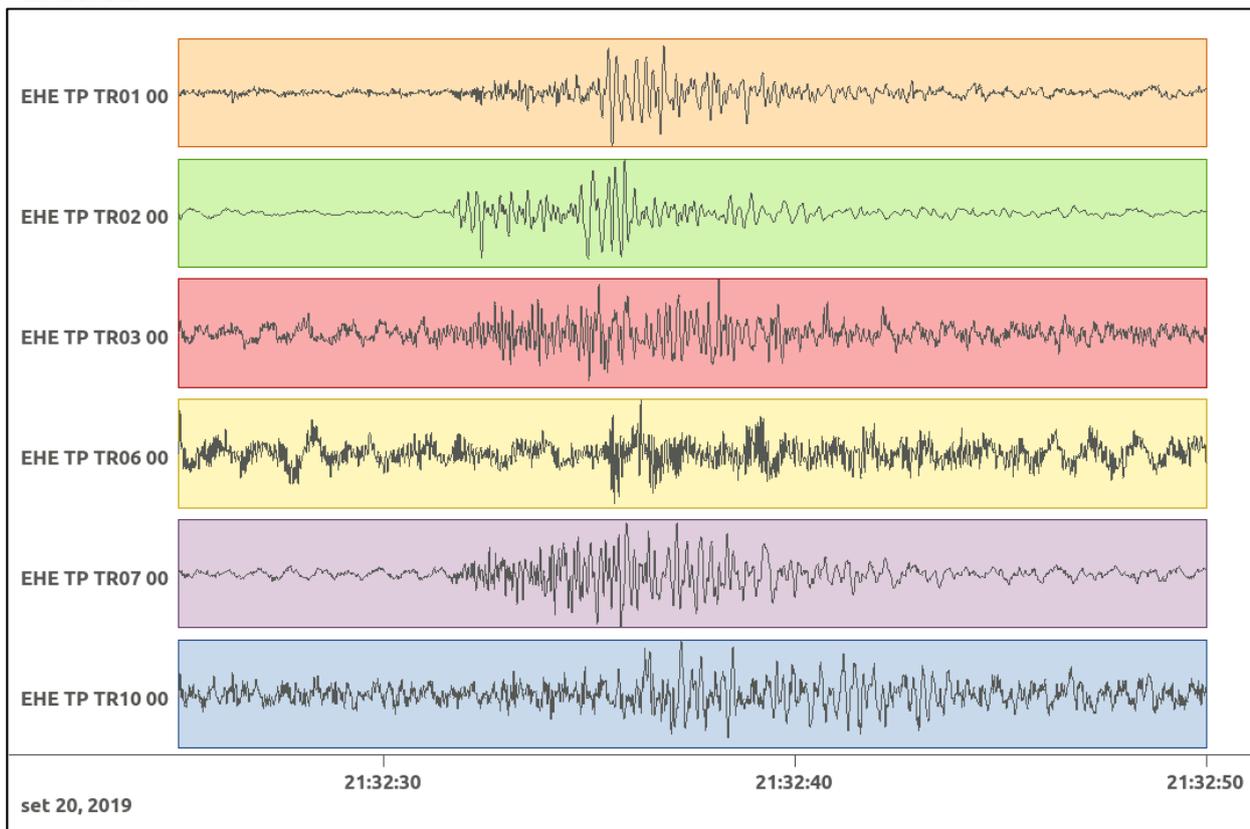


Figura 98: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 20/09/2019 21:32:28 UTC verificatosi a profondità 16.12 km

In Figura 99 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 36: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



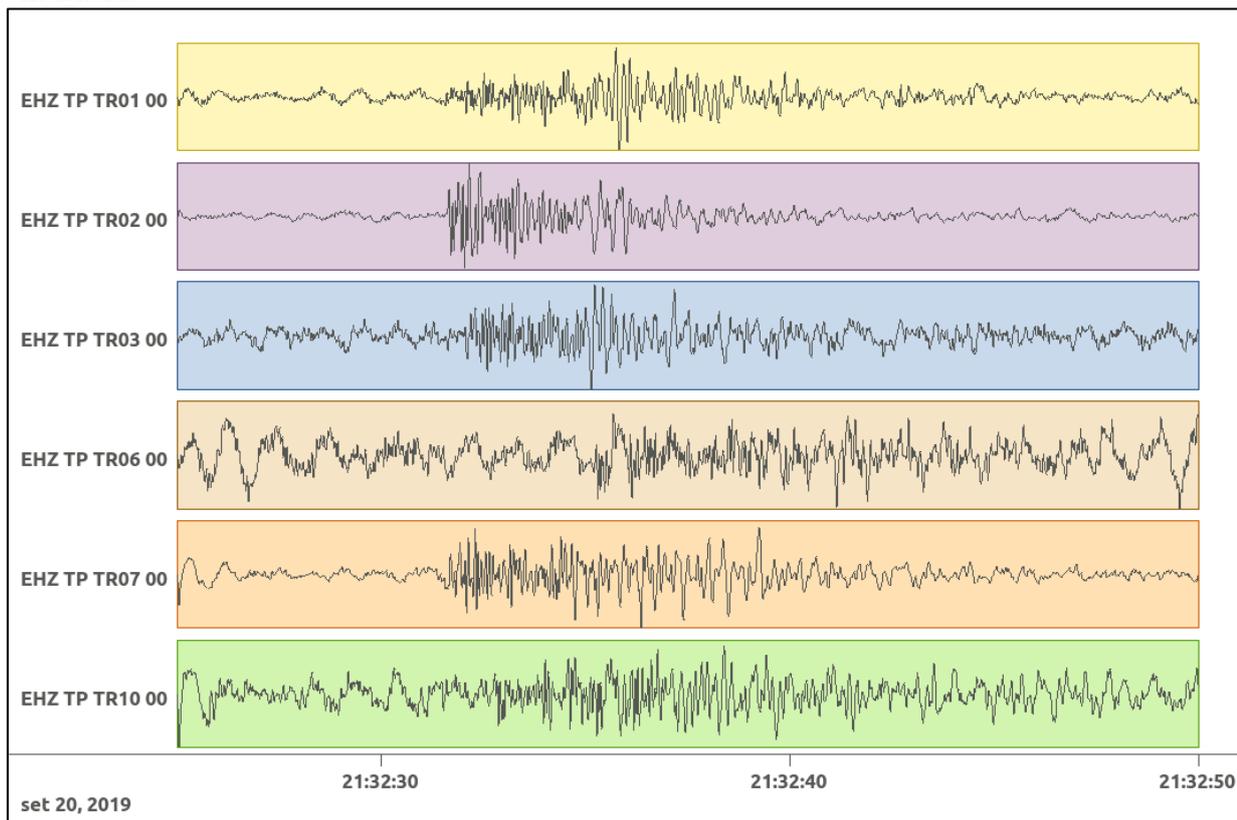


Figura 99: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 36, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.37. Evento 37: 26/09/2019 09:27:56 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _l
37	26/09/2019 09:27:56	40.54	15.86	16.05	0.60	0.8 ± 0.2

In Figura 100 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

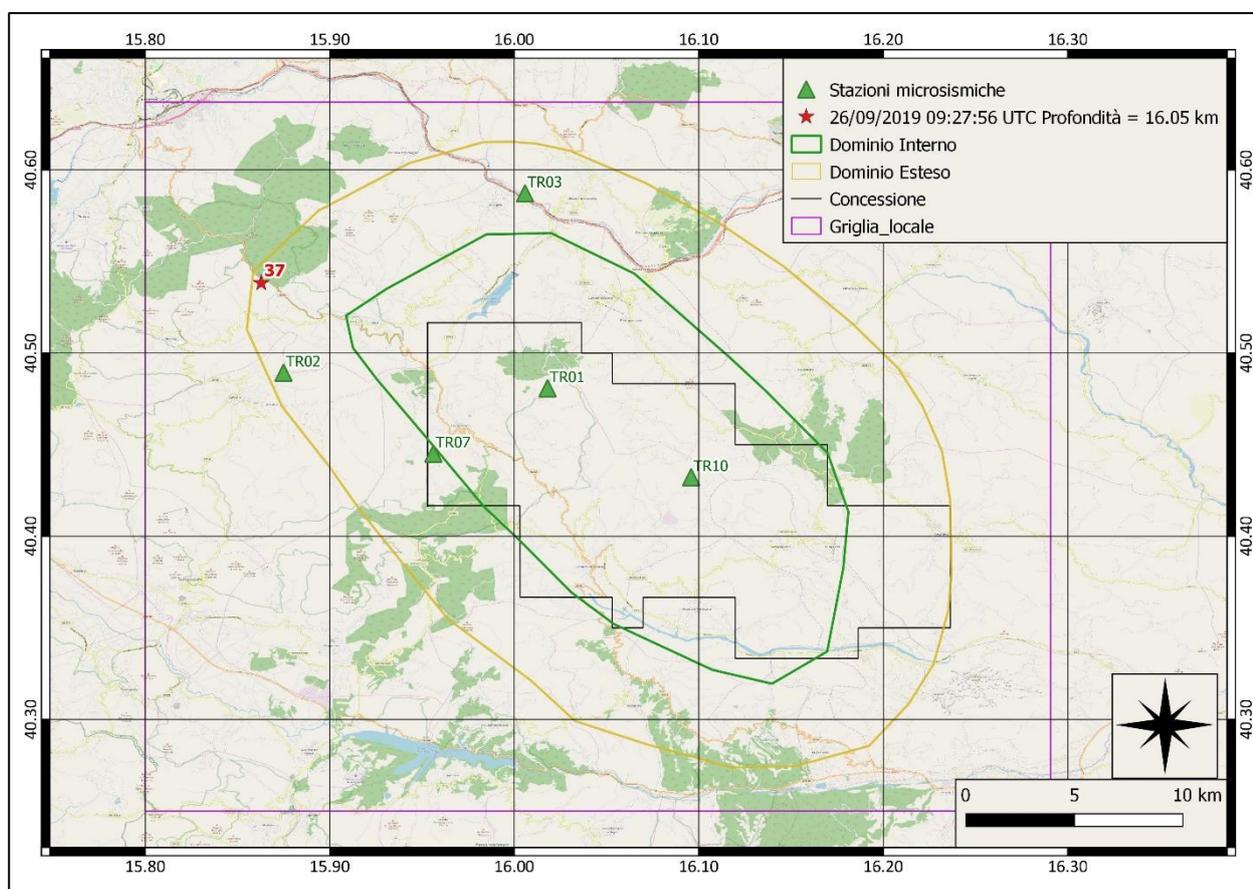
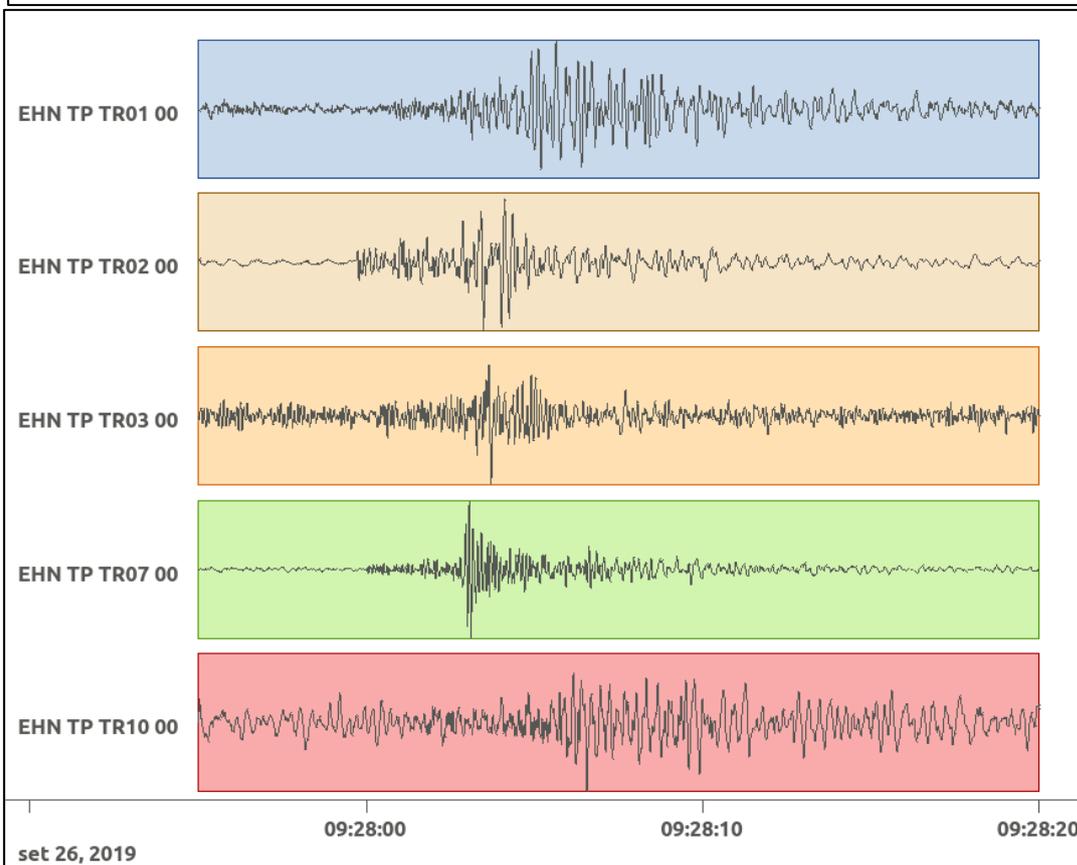
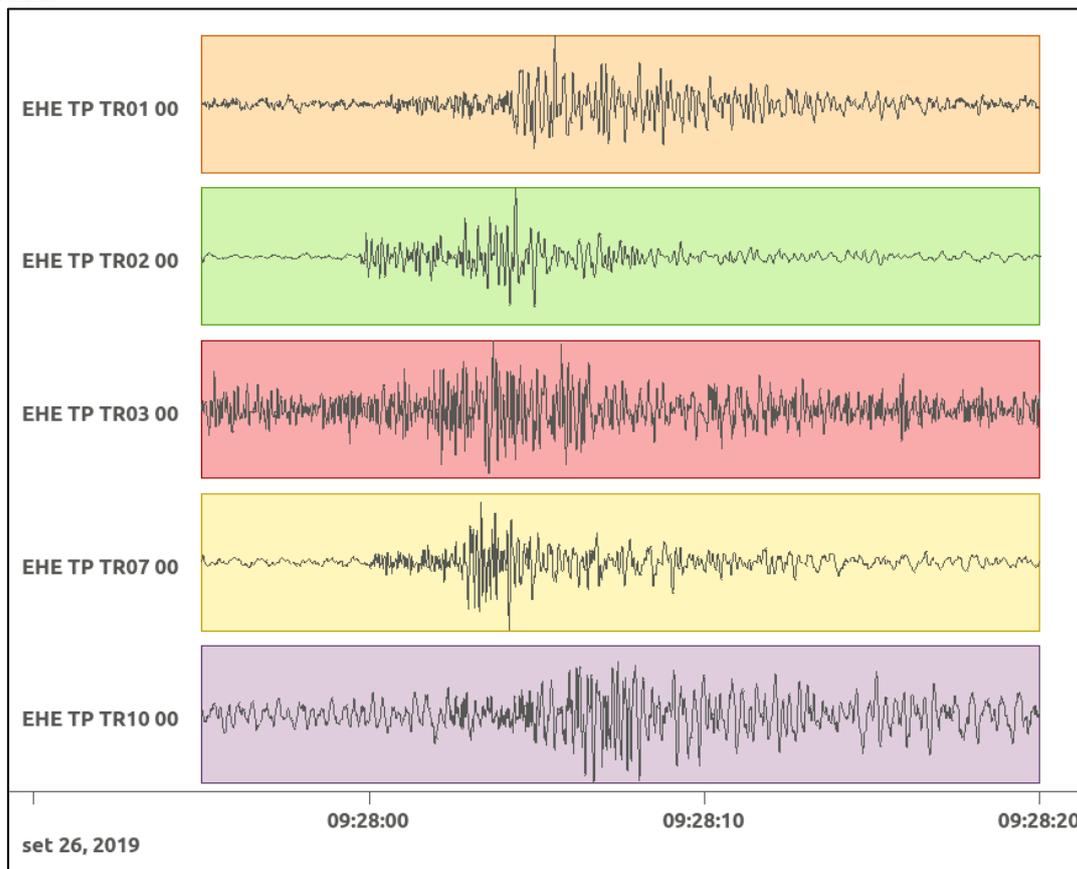


Figura 100: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 26/09/2019 09:27:56 UTC verificatosi a profondità 16.05 km

In Figura 101 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 37: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



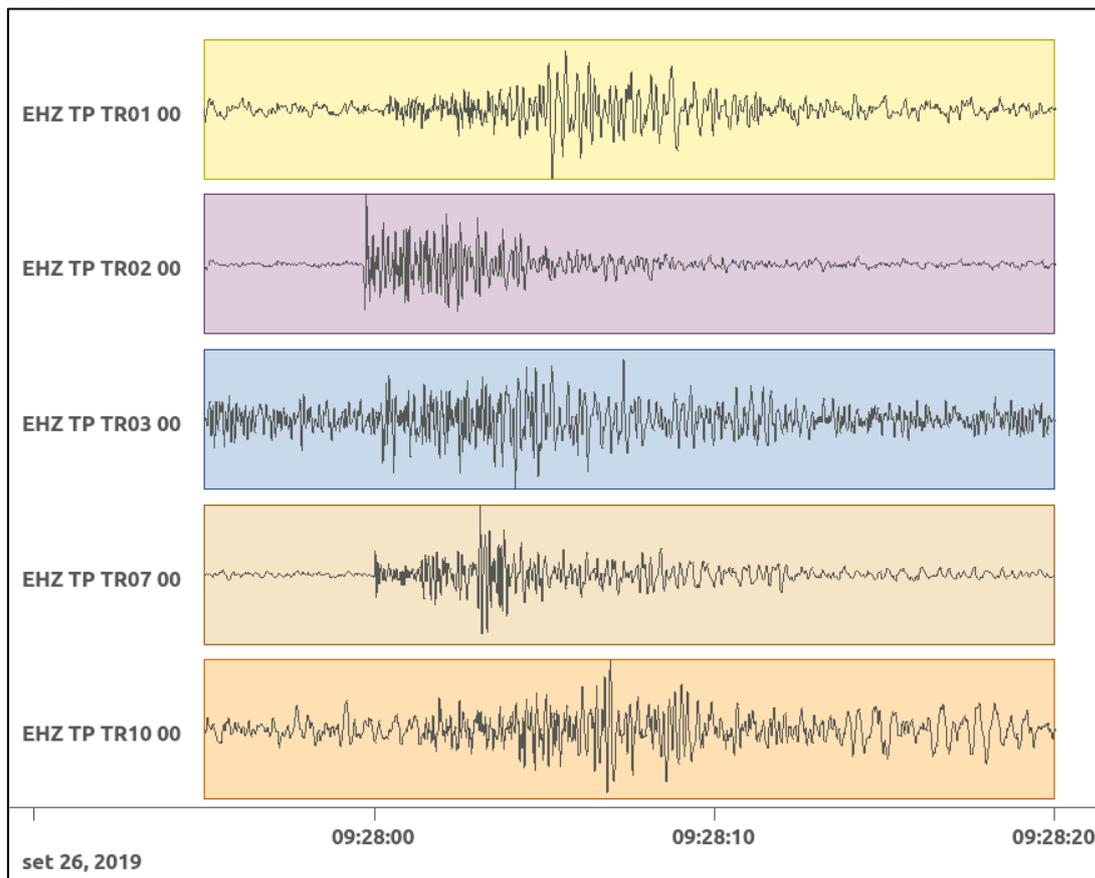


Figura 101: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 37, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

6.38. Evento 38: 26/09/2019 09:29:06 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	M _I
38	26/09/2019 09:29:06	40.52	15.87	16.20	0.40	0.7 ± 0.1

In Figura 102 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.

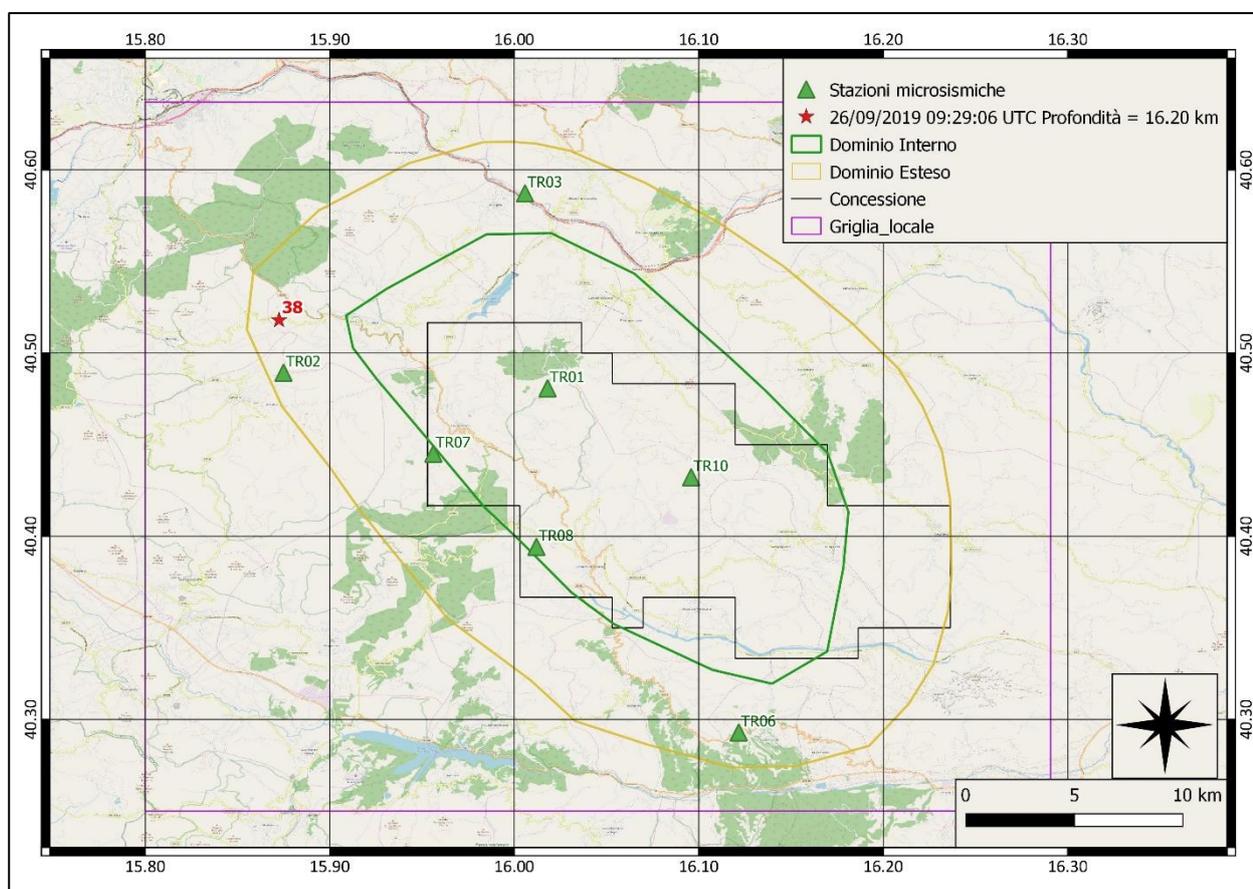
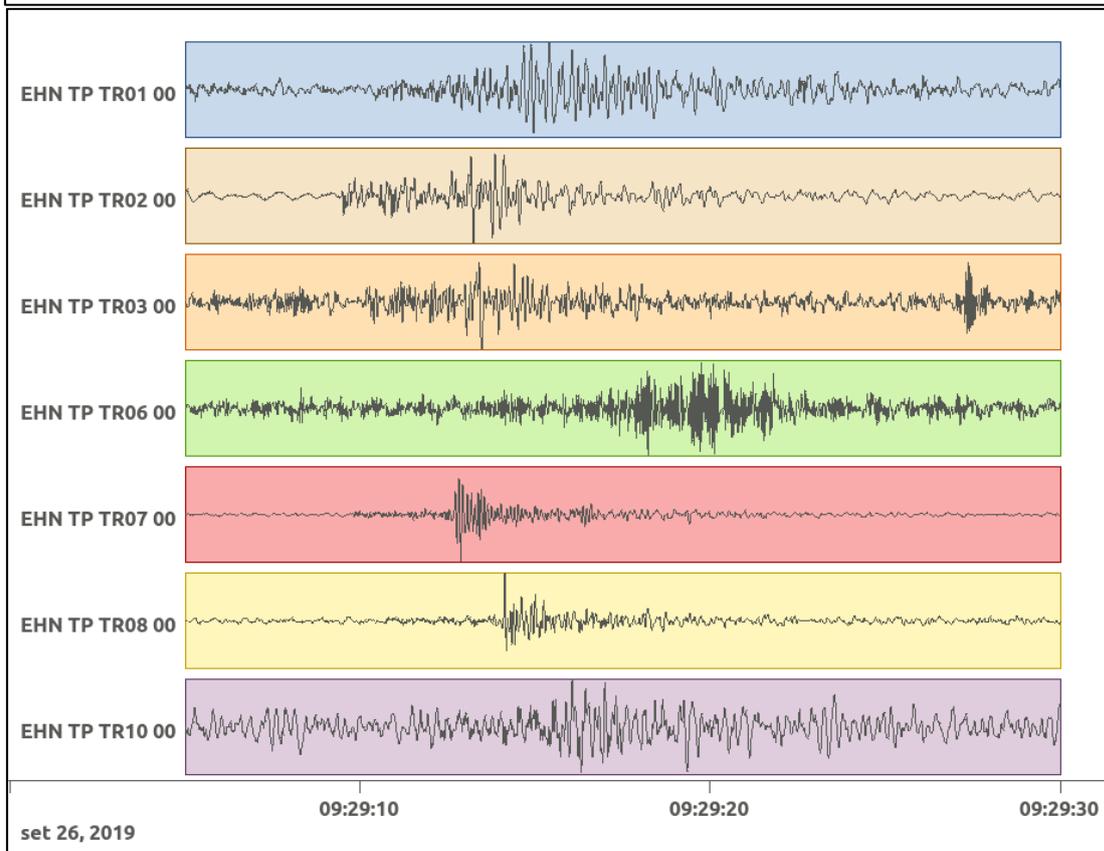
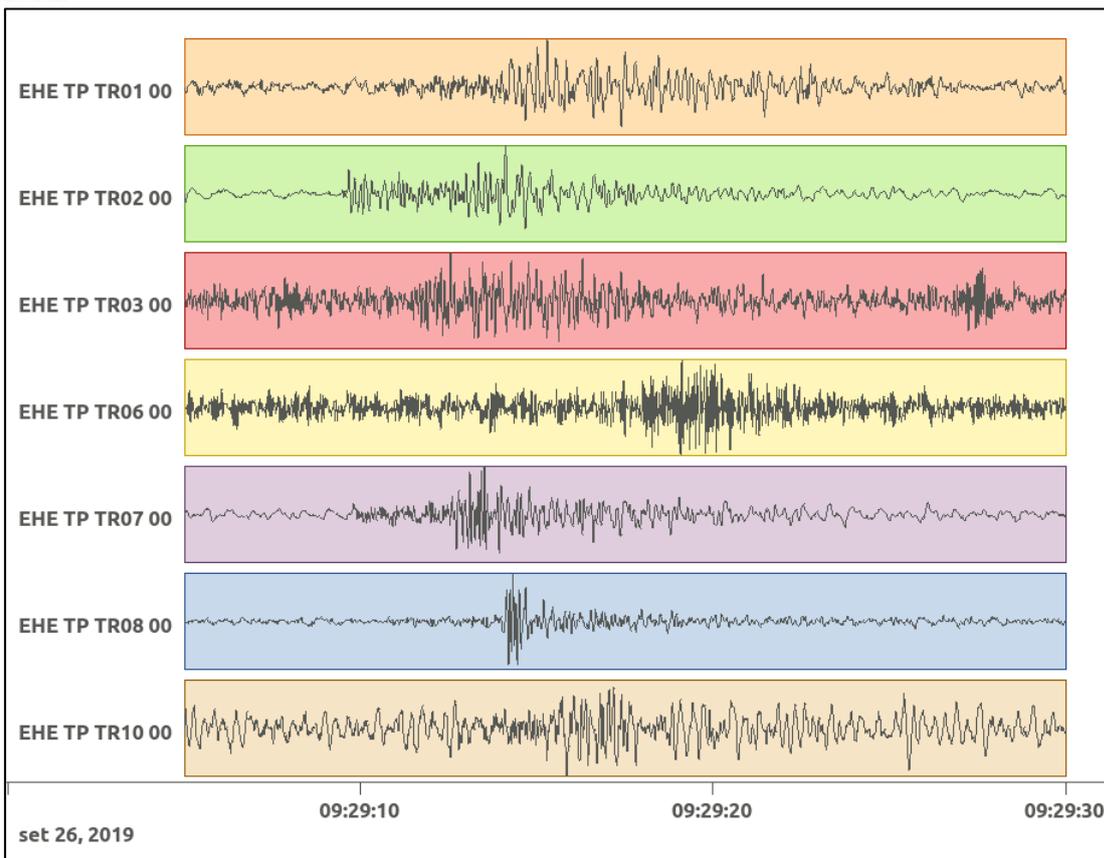


Figura 102: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 26/09/2019 09:29:06 UTC verificatosi a profondità 16.20 km

In Figura 103 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 38: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



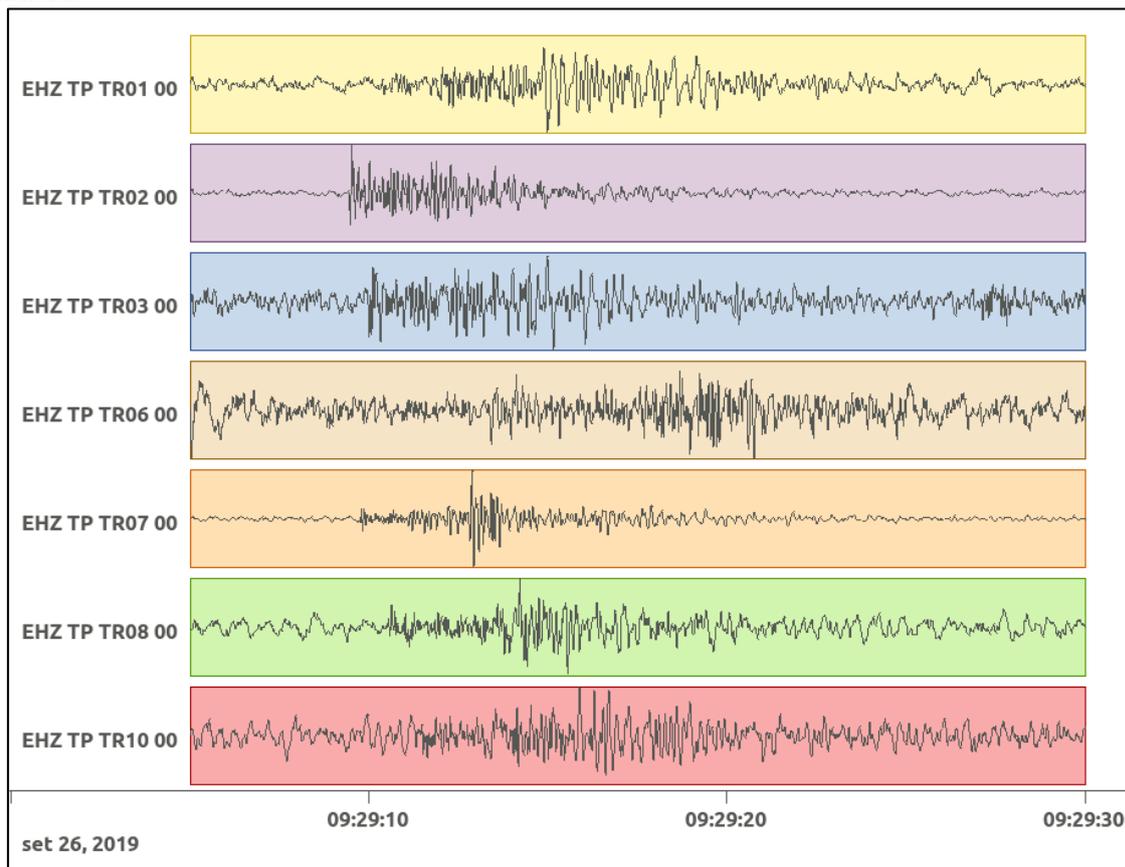


Figura 103: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 38, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

Opere citate

- Bakun, W. H., & Joyner, W. B. (1984). The MI scale in Central California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 74(5), 1827-1843.
- Cesca, S., & Grigoli, F. (2015). Full Waveform Seismological Advances for Microseismic Monitoring. In *Advances in Geophysics* (Vol. 56, p. 169-228). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/bs.agph.2014.12.002>
- Dialuce, G., Chiarabba, C., Di Bucci, D., Doglioni, C., Gasparini, P., Lanari, R., . . . Zollo, A. (2014). Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche.
- Grigoli, F., Cesca, S., Amoroso, O., Emolo, A., Zollo, A., & Dahm, T. (2014, Gennaio). Automated seismic event location by waveform coherence analysis. *Geophysical Journal International*, 1742-1753. doi:<http://doi.org/10.1093/gji/ggt477>
- Heimann, S., Kriegerowski, M., Isken, M., Cesca, S., Daout, S., Grigoli, F., . . . Willey, T. D. (2017). Pyrocko - An open-source seismology toolbox and library. V. 0.3. GFZ Data Services. doi:<http://doi.org/10.5880/GFZ.2.1.2017.001>
- Lahr, J. (2002). *Hypoellipse: A computer program for determinig local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern* (Vol. Open File Report 99-23). United States Geological Survey. Tratto da <https://pubs.usgs.gov/of/1999/ofr-99-0023/>
- Lee, W., & Lahr, J. (1975). *Hypo71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes* (Vol. Open File Report 75-311). United States Geological Survey.
- Piccinini, D., Improta, L., Anselmi, M., Moretti, M., Fracassi, U., Buttinelli, M., . . . Vallocchia, M. (2016). *Monitoraggio sismico di baseline - Campagna di sismica passiva per lo studio della sismicità di fondo nell'area della Concessione Gorgoglione*.
- Solgeo srl. (2018). *Manuale Hw rete microsismica Gorgoglione - Descrizione rete - Schede stazioni - Schemi d'impianto - Collegamenti elettrici*.
- Trnkoczy, A. (1999;2002). Understanding and parameter setting of STA/LTA trigger algorithm. In P. Bormann, *New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2)* (p. 20). Potsdam: IASPEI, GFZ German Research Centre for Geosciences. doi:10.2312/GFZ.NMSOP-2_IS8.1