

# **REALIZZAZIONE DI UNA RETE SISMICA NELLA PUGLIA CENTRO-MERIDIONALE PER LO STUDIO DELL'ATTIVITA' SISMICA DI BASSA ENERGIA**

**SOGGETTO ATTUATORE: OSSERVATORIO SISMOLOGICO  
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BARI / DIPARTIMENTO DI  
SCIENZE DELLA TERRA E GEOAMBIENTALI UNIVERSITA'  
DEGLI STUDI DI BARI**

**Responsabile Scientifico:  
Prof. Gildo Calcagnile**

**Componenti Gruppo di Ricerca:  
Gildo Calcagnile <sup>(1,2)</sup>, Francesco Campanale <sup>(3)</sup>, Vincenzo Del Gaudio <sup>(1,2)</sup>,  
Pierpaolo Pierri <sup>(1)</sup>, Nicola Venisti <sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

<sup>(2)</sup> Osservatorio Sismologico - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

<sup>(3)</sup> Collaboratore a contratto - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

© **digilabs** S.a.s.

via G. Albanese, 47 • 70124 Bari

[www.digilabs.it](http://www.digilabs.it)

[info@digilabs.it](mailto:info@digilabs.it)

Stampato da Digilabs di Fiore G. & C. Sas - Bari (BA)

Tutti i diritti sono riservati

Finito di stampare nel mese di novembre 2012

ISBN 978-88-7522-045-7

# INDICE

<b>1. OBIETTIVI DEL PROGETTO</b>	<b>pag. 1</b>
<b>2. PREMESSA</b>	<b>pag. 3</b>
<b>3. SISMICITA' STORICA E STRUMENTALE</b>	<b>pag. 5</b>
<b>4. INSTALLAZIONE STAZIONI SISMICHE</b>	<b>pag. 9</b>
<b>5. SISMICITA' ACQUISITA</b>	<b>pag. 11</b>
<b>6. ANALISI DI RUMORE MICROSISMICO</b>	<b>pag. 33</b>
<b>6.1 Il rumore sismico</b>	<b>pag. 33</b>
<b>6.2 Acquisizione dati con il metodo Nakamura</b>	<b>pag. 35</b>
<b>6.3 Risultati ottenuti con il metodo Nakamura</b>	<b>pag. 43</b>
<b>6.4 Acquisizione dati con il metodo ReMi</b>	<b>pag. 54</b>
<b>6.5 Risultati inversione con il metodo ReMi</b>	<b>pag. 56</b>
<b>6.6 Risultati dell'inversione con altre procedure</b>	<b>pag. 58</b>
<b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>pag. 63</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>pag. 67</b>
<b>ALLEGATO 1: Monografie stazioni sismiche</b>	<b>pag. 71</b>
<b>ALLEGATO 2: Lista tempi di arrivo alle stazioni della rete</b>	<b>pag. 103</b>
<b>ALLEGATO 3: Metodi Nakamura e ReMi - elaborazione dati</b>	<b>pag. 155</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b>	<b>pag. 173</b>

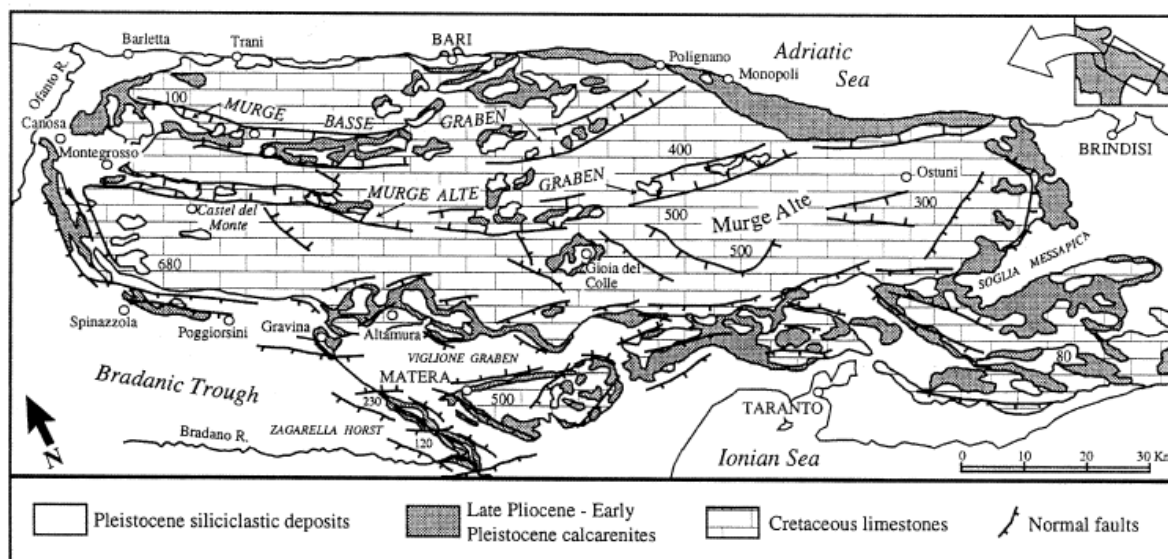




# 1 - OBIETTIVI DEL PROGETTO

In considerazione della lacunosità delle conoscenze relative alle caratteristiche della pericolosità sismica della Puglia centro-meridionale, si è proposto di realizzare in quest'area una rete locale per il monitoraggio della sismicità a bassa energia ad integrazione della rete di stazioni esistenti nel resto del territorio regionale, al fine di costituire una base strumentale di osservazione da mettere al servizio della riclassificazione sismica del territorio regionale.

In relazione al contributo approvato dagli Organi Collegiali della Fondazione, pari a 40.000 euro (l'idea progettuale proposta richiedeva un contributo di 100.000 euro), è stato necessario ridurre la copertura areale della rete sismica da realizzare, arrestandola all'area della Soglia Messapica, una scarpata tettonica orientata prevalentemente in direzione EW, che separa le Murge meridionali dalla Piana salentina e dalle Murge Tarantine, **Fig. 1.1**).



**Fig. 1.1:** Mappa geologica dell'area delle Murge in cui è anche evidenziata la Soglia Messapica (da Pieri et al., 1997).



## 2 - PREMESSA

E' ancora poco chiaro quanto il comportamento sismico del settore apulo sia condizionato dalle eterogeneità strutturali presenti all'interno della placca e nella transizione verso i domini esterni. Ciò ha delle implicazioni sulla pericolosità sismica della Puglia che non sono facili da valutare, considerando che la ricorrenza temporale di forti terremoti nelle aree interne alla placca è molto più lunga rispetto alle contigue aree di catena, sicché i dati storici, di per sé, non forniscono una base statistica robusta per affidabili analisi di hazard.

Studi recenti del nostro gruppo (e.g. Del Gaudio et al., 1996, 2009) hanno per altro mostrato che in aree dove le informazioni sui grandi terremoti sono scarse, un'integrazione di dati storici relativi ad eventi al di sopra della soglia del danno, con quelli di sismicità strumentale a bassa energia, se inquadrati in una più approfondita conoscenza del contesto strutturale, può portare a circostanziate stime di pericolosità sismica.

In questi studi sulla sismicità nella parte centro-settentrionale della regione pugliese i dati sismici delle stazioni gestite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma (INGV) sono stati integrati con quelli della rete locale dell'Osservatorio Sismologico dell'Università degli Studi di Bari (OSUB).

La parte centro-meridionale della Puglia è caratterizzata da una scarsa e non ben localizzata attività sismica storica di rilevante energia; la sismicità di bassa energia è anch'essa poco nota per carenza di una adeguata copertura strumentale locale (praticamente inesistente fino a qualche anno fa), le uniche 2 stazioni sismiche dell'OSUB ubicate nella parte meridionale della Puglia erano ubicate a Pezze di Greco (codice PE1) e a Taranto (codice TAR1): con una tale configurazione era impossibile rilevare con la necessaria accuratezza l'attività sismica di bassa energia presente in tale area (per la quale tra l'altro non è disponibile un'adeguata documentazione della sismicità storica) che potrebbe servire a rilevare faglie sismogenetiche attive.

Pertanto si è proposto di realizzare una rete sismica locale nella Puglia centro-meridionale che, ai fini di una valutazione di pericolosità, può permettere di evidenziare la rilevanza della sismicità nella suddetta area che, come noto, risente anche della frequente ed intensa attività sismica balcanico-greca, a volte avvertita dalla popolazione.

L'implementazione di tale rete ha richiesto indagini volte a verificare l'adeguatezza dei possibili siti delle stazioni sismica individuati in termini di condizioni di rumore microsismico.

Le conoscenze che si possono ricavare dall'analisi della suddetta attività sismica sono di basilare importanza per la corretta gestione del territorio in relazione alla necessità di una rivalutazione della pericolosità sismica e dell'associata classificazione demandata ai competenti organismi regionali.

Si fa presente a tal riguardo che, in base alle conoscenze attualmente disponibili, gran parte della Puglia centro-meridionale è assegnata alla zona sismica 4 (la minore delle quattro esistenti, **Fig. 2.1**); questa è l'unica per la quale non sono previste prescrizioni obbligatorie in materia di progettazione di opere di ingegneria civile in funzione di protezione dal rischio sismico. Una rivalutazione della classificazione sismica potrebbe evidenziare, come già avvenuto in altre parti del territorio regionale, l'opportunità di un incremento della severità delle prescrizioni applicate per una adeguata azione di protezione civile.

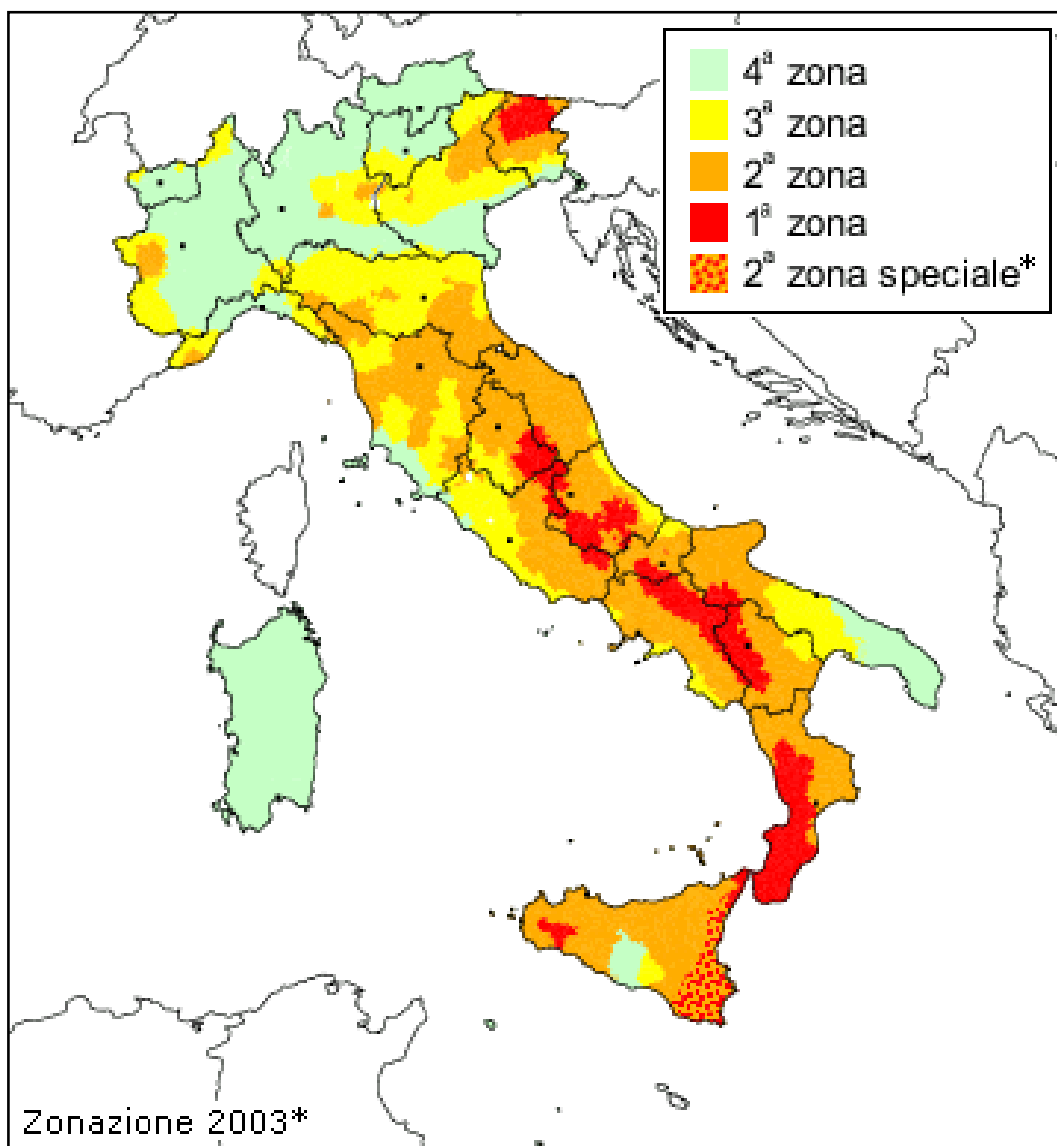


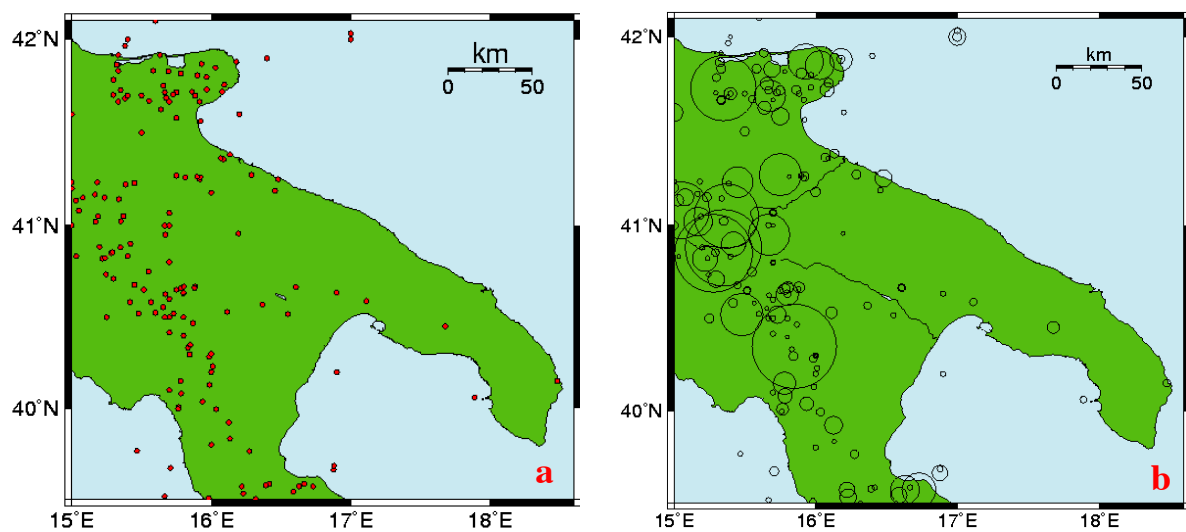
Fig. 2.1: Classificazione sismica del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni (fino a marzo 2004) (dal sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class2004.html>).

### 3 - SISMICITA' STORICA E STRUMENTALE

Utilizzando il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004, sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>) per la parte storica e il Catalogo della Sismicità in Italia (Castello et al., 2006, sito <http://csi.rm.ingv.it>) integrato con i bollettini quindicinali dell'INGV sono state ottenute mappe della distribuzione dei terremoti storici e strumentali.

Il CPTI04 è un catalogo che comprende i terremoti forti avvenuti tra il 271 a.C. e il 2002, adatto a stime di pericolosità sismica perché declusterizzato e completo; esso considera i terremoti a partire dalla soglia del danno (V-VI grado MCS o  $M \geq 4.0$ ), ma non riporta i terremoti meno energetici, come, per esempio, quelli di magnitudo intorno a 4 che, nell'area di studio, hanno interessato Massafra nel 1713 e Manduria nel 1833, riportati, invece, in altri cataloghi (PFG - Postpischl, 1985). Quindi il quadro desunto dall'analisi del CPTI04 può non essere esaustivo. In **Fig. 3.1a** è riportata la mappa della distribuzione epicentrale dei 168 eventi estratti dal CPTI04, localizzati nell'area compresa tra le latitudini 39.500 - 42.100° N e tra le longitudini 15.000 - 18.600° E; in **Fig. 3.1b** è riportata la mappa dei volumi focali che fornisce una rappresentazione della magnitudo dei terremoti mediante cerchi di dimensioni proporzionali al volume della sorgente sismogenetica (Bath e Duda, 1964).

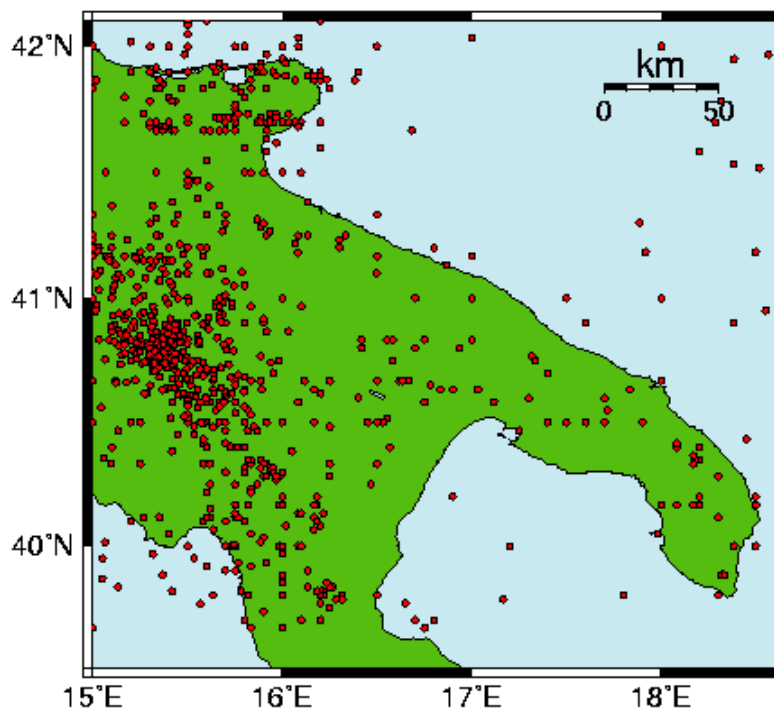
Nell'area selezionata l'attività sismica è concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica e nella Puglia settentrionale (Tavoliere e Gargano), mentre nel resto della Puglia, a sud del Fiume Ofanto, la sismicità è piuttosto scarsa; tuttavia si possono notare alcuni terremoti avvenuti nei pressi di Taranto meritevoli di attenzione.



**Fig. 3.1: (a) Mappa della distribuzione epicentrale dei 168 terremoti estratti dal catalogo CPTI04 (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004) nell'area selezionata, relativi al periodo 271 a.C - 2002; (b) Mappa dei volumi focali calcolati in accordo a Bath e Duda (1964) per gli stessi eventi.**

Per confronto è anche riportata in **Fig. 3.2** la mappa della sismicità storica ottenuta, per la stessa area, dal catalogo PFG, redatto nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica (Postpischl, 1985), che riporta eventi verificatisi dall'anno 1000 al 1980 e senza alcuna soglia di magnitudo. Nell'area selezionata sono risultati localizzati 1740 terremoti, un numero nettamente maggiore rispetto al CPTI04, dovuto essenzialmente al fatto che il catalogo PFG non è declusterizzato e quindi comprende molti eventi anche di energia piuttosto bassa che costituiscono sequenze sismiche associate ad un mainshock (come in Irpinia a seguito del terremoto del 23/11/1980). Inoltre questo catalogo include anche eventi che, a seguito di revisioni, sono stati eliminati o rilocalizzati altrove.

Pur tenendo conto di ciò, si può notare che comunque la Puglia centro-meridionale appare interessata da una certa attività sismica.



**Fig. 3.2:** Mappa della distribuzione epicentrale dei terremoti estratti dal catalogo PFG (Postpischl, 1985); sono mostrati i 1740 eventi localizzati nell'area selezionata, relativi al periodo 1000-1980.

Informazioni più dettagliate per gli anni successivi al 1980 sono riportate dal CSI, un catalogo strumentale che comprende i terremoti avvenuti nel periodo 1981-2002 a prescindere dalla loro magnitudo. Per il periodo 2003-2010 i dati di sismicità sono reperibili mediante l'esame dei bollettini della sismicità strumentale italiana redatti dall'INGV, disponibili al sito web <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>. In **Fig. 3.3** è riportata la mappa della distribuzione dei terremoti rilevati dalle reti sismiche nel periodo 1981-2010.

Si possono notare cluster di attività sismica nella zona di Altamura e nei pressi di Taranto, quest'ultimo esattamente nella stessa zona in cui si erano verificati alcuni terremoti storici.

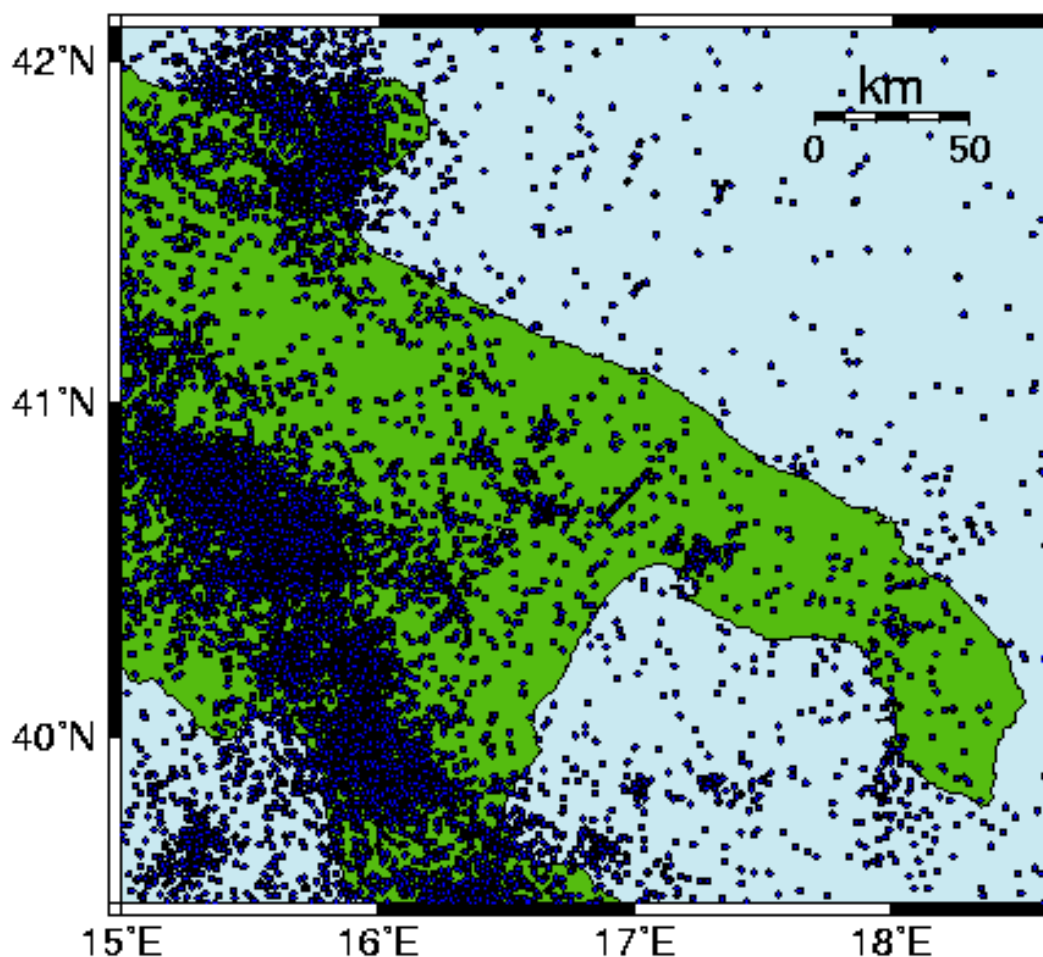
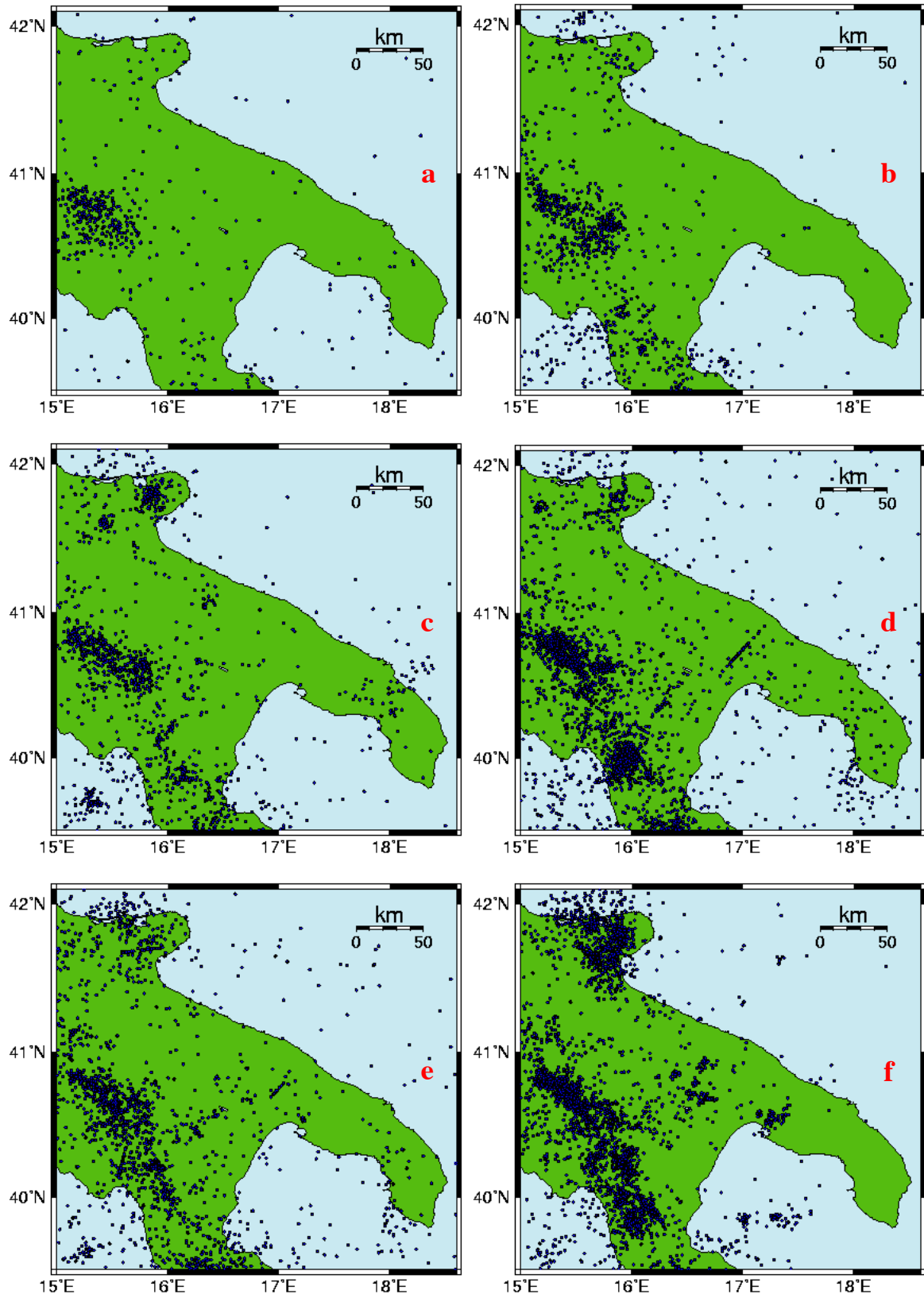


Fig. 3.3: Mappa della distribuzione dei terremoti avvenuti tra il 1981 e il 2010 nell'area selezionata; sono riportati 13071 eventi. Si è utilizzato il catalogo CSI (Castello et al., 2006) per il periodo 1981-2002 e i bollettini della sismicità strumentale redatti dall'INGV per il periodo 2003-2010 (sito web <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>).

Esaminando nel dettaglio la sismicità per 6 periodi di tempo della durata di 5 anni ciascuno (Fig. 3.4), si nota un aumento del numero di terremoti selezionati, dai circa 500 eventi nel periodo 1981-1986 ai circa 4500 eventi nel periodo 2006-2010, in accordo alla migliorata capacità di rilevazione dell'attività sismica grazie all'installazione di diverse stazioni sismiche da parte dell'INGV. In controtendenza, si può osservare un minor numero di eventi nel quinquennio 2001-2005, in relazione all'assenza di un terremoto energetico a differenza di tutti gli altri periodi in ciascuno dei quali si è verificata almeno una crisi sismica.

Tuttavia la scarsità di eventi localizzati nella Puglia meridionale e centrale dipende anche dalla ridotta copertura della rete strumentale in questa area, come dimostrato dal fatto che di tanto in tanto le stazioni sismiche gestite dall'Osservatorio Sismologico dell'Università di Bari (come PE1 e TAR1) hanno rilevato terremoti non localizzati dall'INGV. Ciò ha costituito uno dei motivi per installare nuove stazioni sismiche nell'area compresa tra queste 2 stazioni.



**Fig. 3.4:** Mappa della distribuzione epicentrale degli eventi sismici estratti nell'area selezionata dal catalogo CSI per il periodo 1981-2002 e dai bollettini dell'INGV per gli anni successivi fino al 2010, suddivisi nei quinquenni 1981-1985 (**a**, 472 eventi), 1986-1990 (**b**, 1039 eventi), 1991-1995 (**c**, 1431 eventi), 1996-2000 (**d**, 3446 eventi), 2001-2005 (**e**, 2157 eventi); 2006-2010 (**f**, 4526 eventi).



## 4 - INSTALLAZIONE STAZIONI SISMICHE

Sulla base della copertura delle stazioni sismiche gestite dall'INGV e dall'OSUB (**Fig. 4.1**), dell'accessibilità dei luoghi e della disponibilità da parte di privati o di strutture pubbliche ad ospitare la strumentazione, sono state individuate alcune possibili aree in cui installare nuove stazioni. Nelle suddette aree sono state compiute indagini preliminari, tenendo presente che requisiti imprescindibili dei siti in cui ubicare tali stazioni sono la fornitura elettrica per l'alimentazione delle strumentazioni che costituiscono la stazione sismica digitale, la possibilità di "vedere" i satelliti del sistema GPS per l'esatta temporizzazione delle registrazioni sismiche, la sicurezza del luogo stesso, oltre alla presenza di un ridotto rumore sismico.

A causa del ridotto finanziamento è stato possibile acquistare soltanto la strumentazione per una stazione sismica completa a tre componenti broad-band, che è servita anche per effettuare analisi preliminari di rumore microsismico finalizzate a valutare l'adeguatezza dei siti.

Oltre a questa, ne sono state implementate altre tre, già gestite dall'OSUB, di cui la stazione ubicata a Pezze di Greco (codice PE1) è stata riallocata a Fasano, mentre le altre due sono state installate ex-novo, rispettivamente nel territorio di Ceglie Messapica e di Massafra, utilizzando strumentazione disponibile del gruppo di ricerca. La stazione ubicata a Taranto non è stata riallocata, ma è stata implementata.

La stazione installata per prima è stata quella ubicata a Ceglie Messapica (codice CGL1) funzionante dal 23 settembre 2010 presso un locale annesso alla Chiesa di San Giovanni, in contrada Marangi-Ulmo; il sensore è un Teledyne Geotech S-13, componente verticale.

Dal 6 dicembre 2010 presso la caserma Ciaravolo della Marina Militare è in acquisizione la seconda stazione (codice MASS) ubicata a circa 6 km da Massafra, in contrada Varcaturò (il 6 aprile 2011 è stato necessario spostare la stazione in un altro locale annesso alla caserma). In questa stazione sono stati in acquisizione simultanea fino al 6 aprile 2011 due sensori (S-13 a sola componente verticale a corto periodo e Trillium Compact Nanometrics a 3 componenti broad band).

Il 21 dicembre 2010, per cessata disponibilità della struttura ospitante, è stata disattivata la stazione sismica ubicata a Pezze di Greco (codice PE1) ed è stata riallocata nello stesso giorno a Fasano (codice FASA), presso la masseria Trotta, in località Laureto, contrada Giardinelli. Dopo alcuni test, il sensore a componente verticale (S-13) è stato collocato su una basetta di cemento.

La quarta stazione implementata è installata dal 14/06/2010 a Taranto (codice TAR1), presso la sede del Corso di Laurea in Scienze Ambientali dell'Università di Bari nel Quartiere Paolo

VI dove ha sede il Polo universitario ionico della II Facoltà di Scienze MM, FF. e NN. Il sensore è il Trillium 40 a 3 componenti, collocato su una basetta di cemento costruita in un adeguato pozzetto.

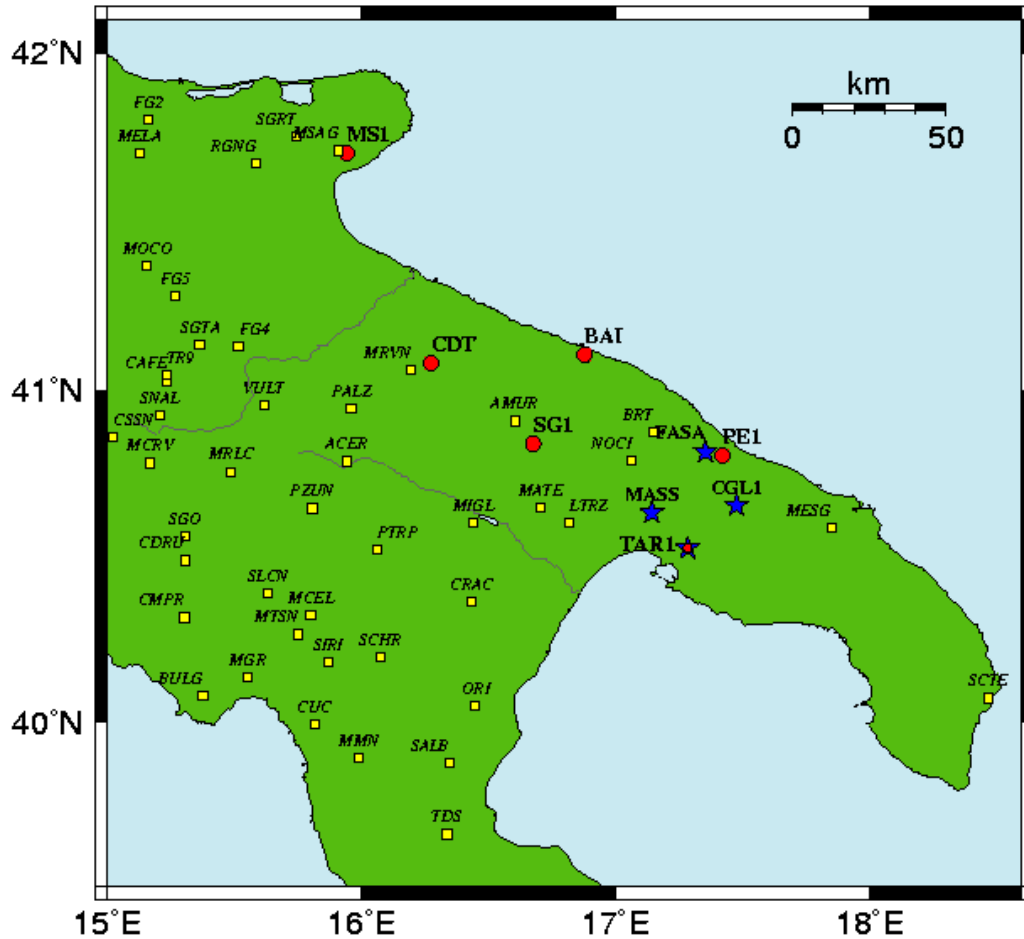


Fig. 4.1: Stazioni sismiche selezionate nell'area riportata; in giallo le stazioni dell'INGV, in rosso quelle dell'OSUB, in blu quelle installate nell'ambito di questo progetto.

La Tab. 4.1 riassume le caratteristiche di tali stazioni.

Nome	Codice	Latitudine (° N)	Longitudine (° E)	H (m)	Sensore
Ceglie Messapica	CGL1	40.654779	17.476197	303	S13
Fasano	FASA	40.816156	17.354141	172	S13
Massafra	MASS	40.633322	17.144538	274	Trillium
Taranto	TAR1	40.525850	17.284394	72	Trillium

Tab. 4.1: Principali caratteristiche delle stazioni sismiche installate. H rappresenta la quota topografica.

Nell'allegato 1 è possibile consultare le monografie di queste 4 stazioni sismiche.

## 5 - SISMICITA' ACQUISITA

In questo capitolo sono riportati i dati sulla sismicità strumentale acquisita durante i 12 mesi di durata del progetto (settembre 2010 - agosto 2011).

Con cadenza generalmente mensile sono stati scaricati i dati acquisiti dalle diverse stazioni sismiche (e memorizzati su compact card); in laboratorio si è poi passati alla visualizzazione delle forme d'onda e alla lettura dei sismogrammi con determinazione dei tempi di arrivo delle diverse fasi.

Nell'**allegato 2** sono elencate le caratteristiche principali (tempi di arrivo dell'onda P ed S, tipo di fase, polarità del primo impulso) degli eventi sismici registrati rispettivamente alle stazioni di Ceglie Messapica (CGL1), di Pezze di Greco e Fasano (PE1 e FASA), di Massafra (MASS) e di Taranto (TAR1).

In **Tab. 5.1** per le 4 stazioni è quantificato il numero di terremoti registrati mensilmente.

	CGL1	PE1 - FASA	MASS	TAR1
<b>SETTEMBRE 2010</b>	<b>9</b>	<b>29 (*)</b>	<b>0</b>	<b>22</b>
<b>OTTOBRE 2010</b>	<b>29</b>	<b>38 (*)</b>	<b>0</b>	<b>31</b>
<b>NOVEMBRE 2010</b>	<b>33</b>	<b>43 (*)</b>	<b>0</b>	<b>35</b>
<b>DICEMBRE 2010</b>	<b>79</b>	<b>51 - 41 (*)</b>	<b>88</b>	<b>70</b>
<b>GENNAIO 2011</b>	<b>92</b>	<b>51 (**)</b>	<b>111</b>	<b>78</b>
<b>FEBBRAIO 2011</b>	<b>63</b>	<b>1 (**)</b>	<b>70</b>	<b>49</b>
<b>MARZO 2011</b>	<b>49</b>	<b>0 (**)</b>	<b>81</b>	<b>60</b>
<b>APRILE 2011</b>	<b>83</b>	<b>57 (**)</b>	<b>101</b>	<b>79</b>
<b>MAGGIO 2011</b>	<b>71</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>63</b>
<b>GIUGNO 2011</b>	<b>57</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>55</b>
<b>LUGLIO 2011</b>	<b>32</b>	<b>81</b>	<b>72</b>	<b>76</b>
<b>AGOSTO 2011</b>	<b>95</b>	<b>107</b>	<b>119</b>	<b>133</b>
<b>TOTALE</b>	<b>658</b>	<b>361</b>	<b>770</b>	<b>682</b>

Tab. 5.1: Eventi registrati mensilmente alle stazioni sismiche installate nell'area di indagine nel periodo settembre 2010 – agosto 2011. (\*) Fino al 21 dicembre era funzionante la stazione di Pezze di Greco; lo stesso giorno è stata reinstallata a Fasano. (\*\*) Nei periodi 14 gennaio - 28 febbraio e 3 marzo - 11 aprile la stazione FASA non ha funzionato per problemi tecnici.

I tempi di arrivo delle onde P ed S, integrati con quelli delle stazioni sismiche gestite dall'INGV, sono stati utilizzati per rilocalizzare eventi che hanno interessato l'area di studio o aree immediatamente vicine. Tali eventi sono selezionati in base al fatto che le fasi dei primi arrivi alle stazioni gestite dall'OSUB sono state identificate come di tipo Pg ed Sg.

Si fa presente che i tempi di arrivo delle onde P ed S alle stazioni dell'INGV sono stati presi da una banca dati on-line al sito <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>, in cui sono archiviati con cadenza quindicinale i bollettini definitivi della sismicità strumentale; tali bollettini INGV vengono messi in rete a disposizione dell'utenza con un certo ritardo dovuto alla gran mole di dati che devono essere controllati. Nel momento in cui si è scritto tale rapporto si ha una disponibilità dei tempi di arrivo fino alla prima metà di gennaio 2011, per cui per il periodo gennaio-agosto 2011 si sono considerati i tempi di arrivo presi in un altro sito dell'INGV (banca dati ISIDE), aventi però un carattere provvisorio come localizzazione ipocentrale ma senza poter disporre dei tempi di arrivo alle varie stazioni.

Per la localizzazione si è utilizzato il codice HYPOELLIPSE (Lahr, 1989), utilizzando un apposito modello di velocità idoneo per l'area di studio (**Tab. 5.2**, Calcagnile e Panza, 1980). Molto spesso la localizzazione ha riguardato eventi già localizzati dall'INGV con un minor numero di stazioni e con un differente modello di velocità, ma talvolta si è trattato di rilocalizzare eventi che, con le sole stazioni dell'INGV, non era stato possibile localizzare (a tal fine sono state utilizzate almeno 5 tempi di arrivo).

<b>N. strati</b>	<b>V<sub>P</sub> (km/s)</b>	<b>V<sub>S</sub> (km/s)</b>	<b>D (km)</b>
<b>1</b>	<b>4.00</b>	<b>2.25</b>	<b>2.0</b>
<b>2</b>	<b>6.10</b>	<b>3.43</b>	<b>19.0</b>
<b>3</b>	<b>6.80</b>	<b>3.82</b>	<b>33.0</b>
<b>4</b>	<b>8.10</b>	<b>4.55</b>	<b>90.0</b>
<b>5</b>	<b>8.20</b>	<b>4.61</b>	∞

**Tab. 5.2:** Modello di velocità impiegato nella localizzazione degli eventi sismici attraverso il codice HYPOELLIPSE (Lahr, 1989): V<sub>P</sub> è la velocità dell'onda P, V<sub>S</sub> è la velocità dell'onda S, D è la profondità della superficie inferiore di ciascuno strato (da Calcagnile e Panza, 1980).

Nelle **Tabb. 5.3 - 5.14** sono listati tutti gli eventi rilocalizzati mensilmente a partire da settembre 2010 (mese di inizio progetto); in tali tabelle è riportata anche la localizzazione effettuata dall'INGV (nel caso in cui essa non sia stata eseguita perché l'evento non era stato rilevato da un numero sufficiente di stazioni è indicato in blu "non localizzato"); nei mesi di aprile, giugno e parzialmente agosto 2011 (mese di fine progetto) la rilocalizzazione è stata effettuata soltanto utilizzando i tempi di arrivo alle stazioni dell'OSUB poiché i tempi di arrivo alle stazioni INGV non erano disponibili.

La distribuzione spaziale degli epicentri localizzati mensilmente è mostrata nelle **Figg. 5.1 - 5.12**; la mappa che riporta tutti gli eventi rilocalizzati durante il progetto è mostrata in **Fig. 5.13**. Tali mappe sono state elaborate tramite il software ArcGis 9.2.

LOCALIZZAZIONE INGV						LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV						
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20100904	40.483	16.064	2.4	13.1	00:02:35.30	40.486	16.063	11.7	46	28	47	0.56
20100906	40.789	16.601	1.9	6.7	18:05:40.77	40.783	16.593	9.2	33	10	51	0.57
20100906	40.777	16.577	2.3	6.7	18:22:29.18	40.781	16.549	5*	42	13	48	0.58
20100906	40.785	16.569	1.5	7.7	21:52:10.35	40.785	16.549	8.9	33	13	58	0.48
20100906	40.787	16.553	1.6	9.3	22:43:03.39	40.793	16.547	9.2	18	12	66	0.28
20100907	41.519	15.718	1.8	1.1	01:23:28.85	41.560	15.708	15.0	8	25	272	0.48
20100912	40.487	15.715	2.1	18.7	00:50:28.83	40.491	15.718	17.7	38	19	44	0.42
20100917	41.472	15.623	4.5	6.0	12:20:18.26	41.489	15.626	23.9	60	31	89	0.50
20100917	41.484	15.633	2.0	9.4	12:33:19.43	41.466	15.640	11.4	34	33	107	0.49
20100917	41.498	15.648	3.3	31.1	19:21:48.76	41.489	15.629	24.2	81	31	70	0.47
20100919	41.407	15.757	1.9	2*	00:29:01.41	41.446	15.749	23.8	28	32	99	0.46
20100919	40.374	16.713	2.5	20.0	05:31:24.58	40.368	16.705	16.2	35	23	134	0.62
20100921	41.363	15.263	2.9	18.4	07:02:16.91	41.366	15.247	11.7	47	7	90	0.70
20100922	39.918	16.214	2.5	8.1	21:04:49.57	39.885	16.209	5*	31	12	92	0.70
20100926	40.034	16.804	2.0	7*	23:00:21.50	40.028	16.824	5*	22	44	93	0.80

**Tab. 5.3:** Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **SETTEMBRE 2010** utilizzando i tempi di arrivo registrati sia alle stazioni dell'INGV che dell'OSUB. Viene riportata anche la localizzazione effettuata dall'INGV. **DATA** rappresenta la data del terremoto, **LAT** la latitudine, **LONG** la longitudine, **M** la magnitudo, **PROF** la profondità ipocentrale in km, **TO** il tempo origine, **N** il numero di dati utilizzati, **D** la distanza in km dalla stazione più vicina, **GAP** il gap azimutale, **RMS** lo scarto quadratico medio. L'asterisco vicino ad alcune profondità indica che tale valore è stato vincolato.

LOCALIZZAZIONE INGV						LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV						
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20101001	40.680	16.671	1.6	5*	10:00:06.38	40.665	16.675	5*	11	3	127	0.67
20101002	41.291	15.036	2.3	23.5	01:22:00.91	41.274	15.033	5*	51	15	85	0.89
20101003	40.472	18.865	2.8	5*	04:36:55.94	40.469	18.927	5*	32	92	100	0.96
20101018	40.626	16.272	1.9	1.5*	11:16:56.32	41.294	16.613	26.2	12	31	259	0.50
20101031	41.062	17.029	2.1	3.2	07:16:20.64	41.090	17.047	5*	17	14	211	0.58
20101031	41.766	15.896	2.1	18.7	16:38:37.28	41.759	15.877	18.4	18	6	230	0.43

**Tab. 5.4:** Lista di terremoti rilocalizzati relativi ad **OTTOBRE 2010** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20101103	41.751	15.833	2.6	29.9	02:02:40.13	41.635	15.775	10.0	21	14	89	0.91
20101109	40.048	15.934	3.7	10.4	08:43:20.43	40.032	15.913	5*	43	9	79	0.83
20101112	40.571	18.858	3.3	10*	07:12:29.62	40.554	18.928	8.7	28	66	103	0.86
20101112	40.557	18.943	2.7	10*	09:37:01.48	40.516	18.919	1.2	8	123	344	0.51
20101118	40.680	15.422	2.7	9.8	09:54:39.46	40.680	15.431	14.4	38	10	108	0.48
20101120	<b>NON LOCALIZZATO</b>				08:01:29.50	40.421	18.831	5*	12	118	340	0.62
20101120	40.224	16.042	2.7	11.0	12:25:12.92	40.225	16.044	5*	42	16	47	0.64
20101121	41.873	15.324	2.9	5*	16:13:29.67	41.855	15.319	2.5	54	37	166	0.62
20101121	41.875	15.327	2.3	5.7	16:42:44.42	41.860	15.312	5*	21	38	185	0.81
20101127	41.484	14.828	2.8	25.2	16:21:35.50	41.480	14.819	20.4	40	8	44	0.55

Tab. 5.5: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **NOVEMBRE 2010** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20101202	41.664	15.876	2.6	18.2	14:35:25.58	41.673	15.876	18.9	30	5	83	0.86
20101213	41.525	15.864	2.3	2.2*	13:51:02.25	41.532	15.866	6.1	28	20	114	0.55
20101220	41.555	16.225	2.1	10.5	05:27:43.69	41.524	16.182	15.3	27	28	172	0.55
20101223	<b>NON LOCALIZZATO</b>				10:37:48.07	40.323	17.363	5*	5	24	317	0.20
20101224	39.913	16.087	2.9	5.9	02:46:39.76	39.900	16.079	5*	33	23	117	0.63
20101225	<b>NON LOCALIZZATO</b>				21:34:59.08	40.111	18.790	5*	5	127	350	0.54
20101226	<b>NON LOCALIZZATO</b>				04:01:45.00	40.353	19.147	24.6	8	146	348	0.44
20101229	41.757	15.139	2.1	20.7	01:52:30.04	41.758	15.130	5*	50	22	141	0.81
20101231	40.557	17.136	1.5	7.1	10:34:33.59	40.594	17.123	5*	11	5	161	0.55
20101231	<b>NON LOCALIZZATO</b>				20:02:22.69	40.926	17.304	20.0	7	13	312	0.03

Tab. 5.6: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **DICEMBRE 2010** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV							LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO		LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS	
20110102	39.796	16.044	2.0	6.3	00:22:56.08		39.786	16.023	2.2	25	12	136	0.69	
20110103	40.945	15.195	2.3	13.5	12:55:56.52		40.917	15.169	6.0	35	4	100	0.78	
20110106	<b>NON LOCALIZZATO</b>							40.783	17.237	28.8	7	11	224	0.19
20110107	40.838	16.384	1.6	9.8	05:01:45.88		40.842	16.376	2.3	18	21	160	0.80	
20110107	39.914	16.179	2.4	6.0	18:20:06.66		39.883	16.168	5*	33	15	96	0.73	
20110111	39.894	15.997	1.9	8.1	02:45:13.15		39.875	15.967	2.1	23	3	205	0.60	
20110113	41.637	14.445	2.9	7.6	23:04:25.66		41.647	14.448	7.6	46	16	51	0.61	
20110119	41.786	15.816	2.0	22.1	10:17:36.64		41.665	15.631	5*	12	26	300	0.86	
20110121	40.128	16.015	2.5	8.4	01:54:36.39		40.129	15.961	5*	27	10	89	0.97	
20110127	41.480	16.160	2.8	8.6	04:06:53.52		41.437	16.048	5*	14	31	189	0.40	
20110130	40.633	15.771	2.1	9.3	06:12:29.99		40.688	15.705	5*	12	65	310	0.51	
20110130	41.331	15.730	1.8	10.0	11:56:57.84		41.332	15.433	5*	12	59	288	0.99	

**Tab. 5.7:** Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **GENNAIO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3). Per gli eventi fino al 13 gennaio si disponeva dei tempi di arrivo alle stazioni dell'INGV, mentre i successivi eventi sono stati rilocalizzati solo con i dati OSUB con l'eccezione del terremoto avvenuto il 21 gennaio.

LOCALIZZAZIONE INGV							LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO		LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS	
20110201	40.757	15.280	2.1	8.8	06:54:13.67		40.762	15.250	7.9	28	7	114	0.60	
20110202	<b>NON LOCALIZZATO</b>							39.579	15.991	21.1	6	152	353	0.10
20110206	41.127	15.255	2.3	18.4	09:00:26.47		41.106	15.221	10.9	49	9	75	0.85	
20110206	41.403	14.655	2.2	13.3	23:00:53.86		41.411	14.650	10.1	30	5	96	0.52	
20110218	40.620	15.775	2.7	11.9	06:36:32.71		40.615	15.762	5.5	47	5	40	0.64	
20110219	41.078	16.389	2.4	17.2	11:33:33.16		41.064	16.373	17.0	9	9	160	0.16	
20110222	<b>NON LOCALIZZATO</b>							40.684	16.984	28.4	6	15	330	0.04
20110225	40.466	15.717	2.1	15.9	14:48:08.22		40.468	15.727	11.1	28	12	54	0.52	

**Tab. 5.8:** Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **FEBBRAIO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110305	41.589	15.627	2.8	10.0	18:44:41.54	41.569	15.641	5*	46	22	104	0.75
20110308	41.839	15.972	3.2	26.9	06:47:57.24	41.807	15.896	18.3	37	11	212	0.89
20110308	41.739	15.567	2.1	18.9	19:11:23.58	41.691	15.550	13.7	20	18	160	0.86
20110315	<b>NON LOCALIZZATO</b>				05:02:08.36	40.354	18.958	3.4	6	130	353	0.25
20110315	41.182	14.747	2.6	8.5	12:52:01.78	41.177	14.763	10.9	31	7	86	0.99
20110316	40.841	15.447	2.3	10.6	13:07:15.01	40.839	15.440	11.2	33	10	60	0.72
20110320	39.672	15.944	2.1	82.0	03:14:50.19	39.657	15.992	85.4	17	26	180	0.65
20110321	<b>NON LOCALIZZATO</b>				17:08:29.30	40.653	16.820	5*	5	28	340	0.20
20110329	39.919	15.992	2.4	6.9	11:33:41.14	39.894	15.980	6.8	24	1	128	0.98

Tab. 5.9: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **MARZO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE CON SOLO DATI OSUB							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110402	41.787	16.076	2.1	10.0	02:09:37.53	41.659	16.080	1.5	12	13	198	0.41
20110404	40.606	15.858	2.0	9.9	02:02:13.50	40.611	15.818	5*	14	65	271	0.63
20110404	40.595	15.862	1.7	9.2	07:45:24.71	40.622	15.817	2.0	10	64	276	0.80
20110404	41.675	14.918	3.3	19.5	13:11:50.75	41.672	14.823	5*	11	93	327	0.83
20110409	42.020	17.526	2.1	0.1	18:11:28.93	41.895	17.434	5*	12	99	311	0.69
20110412	41.663	16.117	3.9	10.1	03:32:55.83	41.558	15.816	5*	13	19	249	0.69
20110415	<b>NON LOCALIZZATO</b>				01:43:29.51	40.606	17.259	5*	8	9	119	0.52
20110423	39.815	16.196	1.8	82.8	03:10:15.04	39.701	16.444	21.8	7	116	350	0.27
20110424	41.401	14.709	2.4	18.7	03:48:39.88	41.294	14.775	2.8	12	108	313	0.40
20110425	40.310	16.268	1.9	26.0	15:32:07.60	40.157	16.335	3.0	7	87	347	0.42
20110426	42.065	15.622	2.7	5.3	13:34:29.67	41.965	15.312	5*	11	60	338	0.88
20110426	41.367	15.865	2.0	3.2	21:38:49.92	41.343	15.814	2.0	13	42	248	0.39
20110428	40.319	18.803	3.1	10.0	05:12:18.73	40.363	19.114	9.9	14	143	343	0.95
20110428	40.512	18.903	3.2	10.8	05:19:37.48	40.559	19.126	1.7	16	140	333	0.69
20110428	<b>NON LOCALIZZATO</b>				05:58:52.57	40.554	19.146	17.9	7	142	348	0.36
20110429	40.784	15.495	2.6	7.2	11:43:11.38	40.763	15.391	6.9	11	82	289	0.59
20110430	41.770	15.898	3.0	25.5	17:18:47.95	41.734	15.624	22.1	15	27	314	0.56

Tab. 5.10: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **APRILE 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3). Sono stati utilizzati solo dati OSUB: dati INGV non disponibili.



LOCALIZZAZIONE INGV							LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV						
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO		LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110507	40.523	16.472	1.5	8.6	05:01:08.40		40.550	16.427	6.3	5	61	337	0.15
20110507	40.533	16.475	1.9	10.4	05:20:46.65		40.521	16.414	2.3	8	63	338	0.56
20110507	39.568	15.828	1.8	83.4	15:01:43.86		39.601	16.025	12.4	7	149	353	0.33
20110513	40.771	17.517	2.4	6.4	06:21:29.49		40.777	17.541	21.8	29	15	180	0.55
20110514	40.771	16.322	1.8	10.4	18:55:49.16		40.774	16.294	1.9	15	33	236	0.57
20110518	41.060	17.380	1.6	10.0	16:01:46.42		41.038	17.324	22.8	6	25	324	0.06
20110519	40.547	16.465	1.4	9.2	00:37:39.72		40.497	16.366	5*	8	46	307	0.43
20110525	<b>NON LOCALIZZATO</b>				19:42:34.14		40.669	17.151	29.9	6	4	218	0.06
20110527	41.782	15.844	2.3	27.8	21:24:34.09		41.735	15.802	19.4	50	5	171	0.68

Tab. 5.11: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **MAGGIO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV							LOCALIZZAZIONE CON SOLO DATI OSUB						
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO		LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110603	40.624	15.475	2.5	5.5	21:56:00.21		40.608	15.380	5.0	11	92	293	0.61
20110604	<b>NON LOCALIZZATO</b>				23:19:03.42		40.438	18.980	18.4	6	130	347	0.36
20110604	41.267	15.908	2.5	7.5	23:33:50.26		41.276	15.917	10.0	14	37	236	0.25
20110609	<b>NON LOCALIZZATO</b>				00:21:22.07		40.203	15.974	2.1	11	93	303	0.40
20110611	<b>NON LOCALIZZATO</b>				04:35:47.40		40.853	16.595	5*	12	7	196	0.48
20110611	40.872	16.631	1.5	9.1	04:37:07.67		40.841	16.588	5*	6	8	335	0.67
20110611	41.753	15.997	2.7	25.1	20:44:24.16		41.651	15.865	14.6	14	9	255	0.91
20110615	41.775	15.480	2.1	10.8	17:18:43.31		41.745	15.297	6.4	6	54	323	0.50
20110615	41.841	15.443	2.2	7*	19:01:19.46		41.802	15.329	4.4	6	52	327	0.38
20110615	41.805	15.436	1.9	6.4	21:05:29.09		41.801	15.476	14.3	6	40	325	0.74
20110617	41.871	15.449	2.0	6.2	05:44:12.06		41.782	15.465	6.4	6	41	323	0.31
20110619	41.746	16.042	2.0	16.8	02:38:58.10		41.553	15.858	2.1	12	18	236	0.89
20110622	40.662	15.820	2.4	21.7	05:19:16.07		40.679	15.830	3.3	14	58	272	0.50
20110627	40.034	18.833	3.1	10.0	18:35:53.26		40.088	18.766	5*	34	96	204	0.72

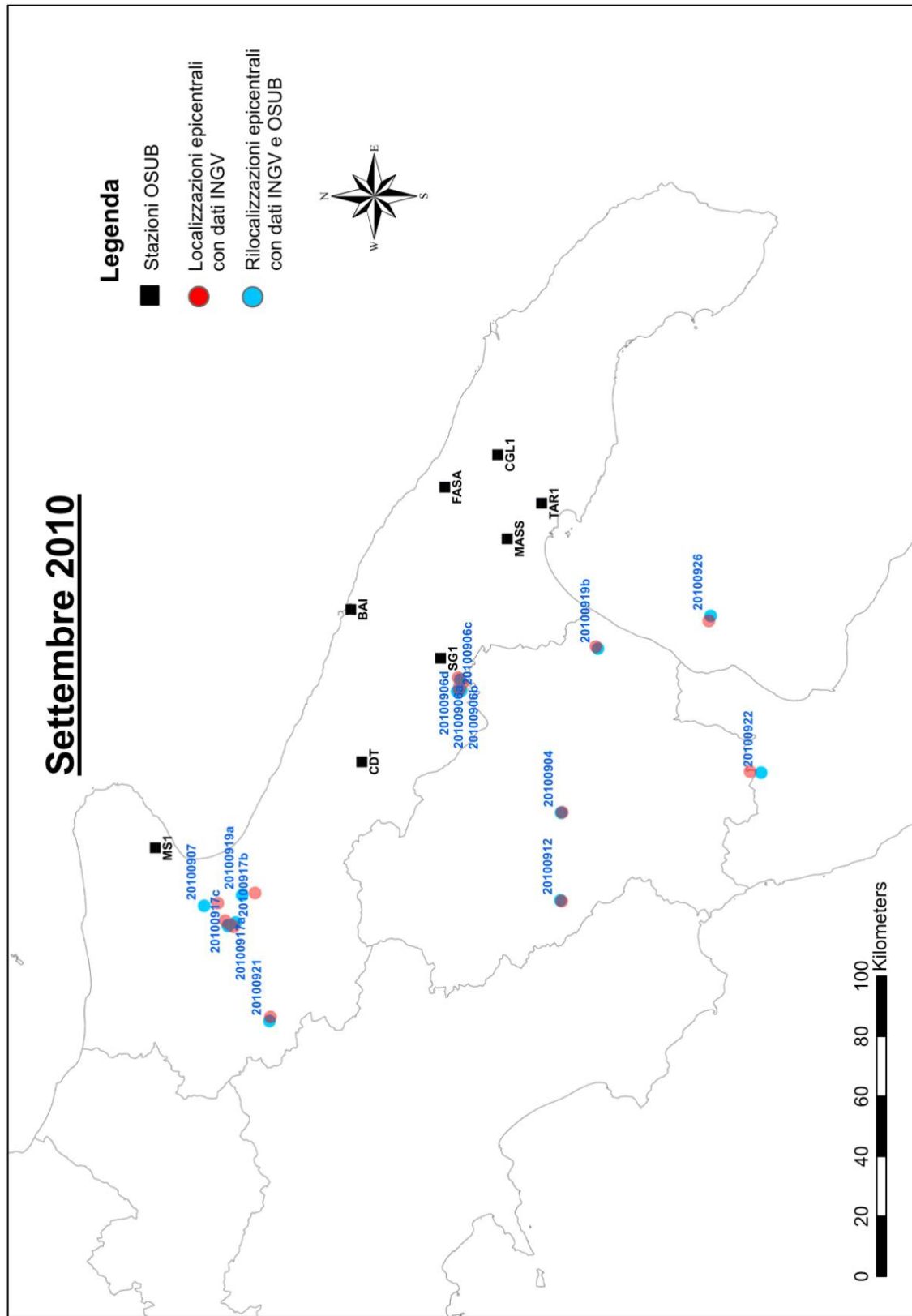
Tab. 5.12: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **GIUGNO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3). Sono stati utilizzati solo dati OSUB: dati INGV non disponibili. Fa eccezione l'ultimo evento per il quale sono stati considerati anche i tempi di arrivo alle stazioni dell'INGV, forniti direttamente dall'INGV.

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110708	40.561	17.257	1.9	1.2	09:07:32.08	40.550	17.250	7.8	5	4	181	0.03
20110708	41.757	16.052	2.0	7.1	11:16:50.08	41.742	16.018	12.3	29	8	237	0.52
20110709	41.990	15.746	2.8	6.1	20:38:05.49	41.943	15.685	4.2	40	22	247	0.82
20110716	42.135	15.795	2.4	10.0	03:30:45.29	42.122	15.743	5*	30	41	237	0.75
20110727	41.951	15.682	3.5	1.2	12:13:47.41	41.922	15.697	5*	30	19	245	0.59

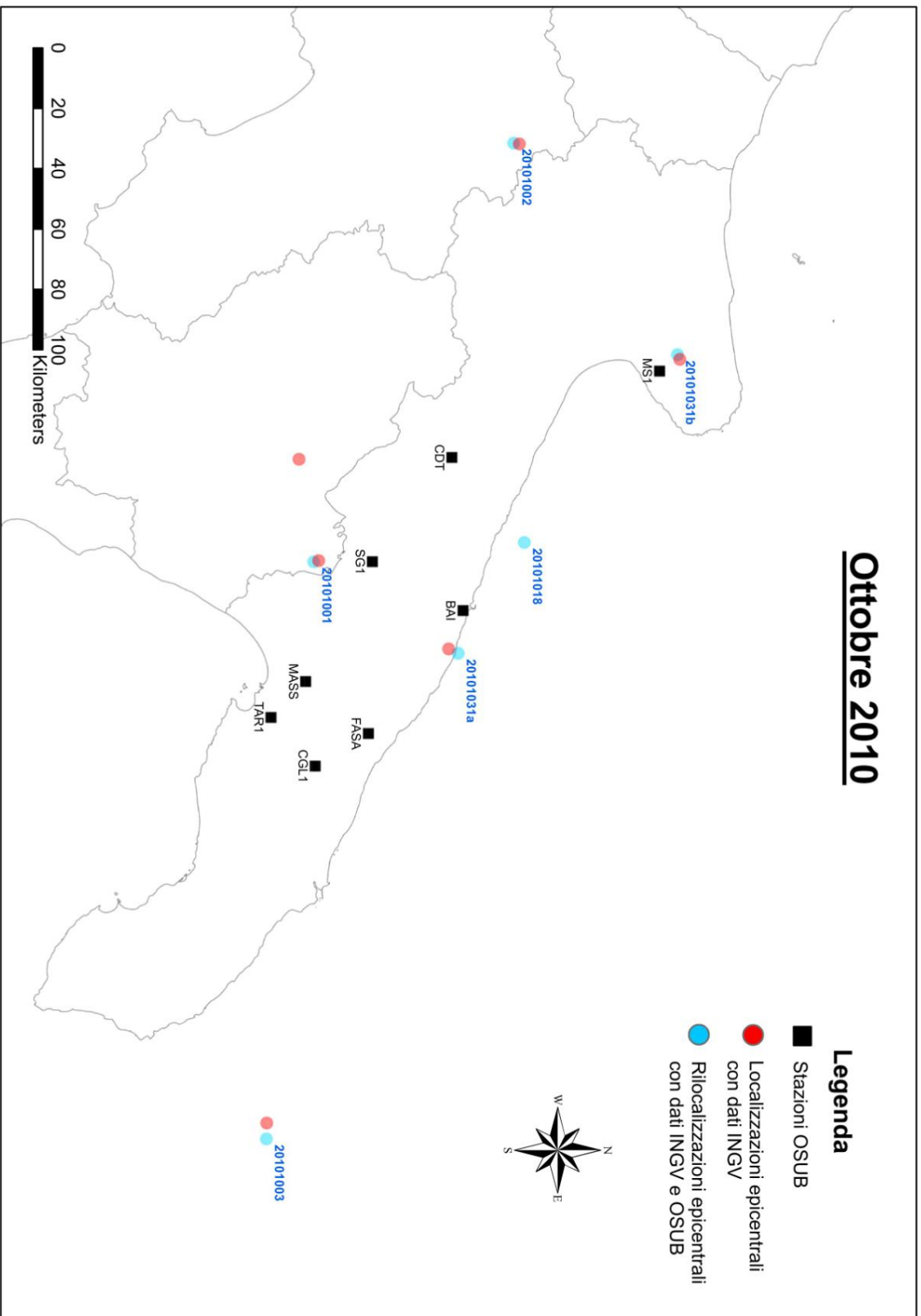
Tab. 5.13: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **LUGLIO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3).

LOCALIZZAZIONE INGV					LOCALIZZAZIONE OSUB + INGV							
DATA	LAT	LONG	M	PROF	TO	LAT	LONG	PROF	N	D	GAP	RMS
20110802	<b>NON LOCALIZZATO</b>				19:59:33.88	41.543	16.455	10.1	6	110	347	0.20
20110802	40.838	15.177	2.6	14.7	20:14:17.58	40.836	15.169	2.5	12	97	293	0.46
20110804	41.146	14.842	2.6	9.1	18:05:04.48	41.117	14.919	8.0	8	108	307	0.62
20110805	40.789	16.414	3.1	17.3	06:19:11.75	40.787	16.38	12.2	34	21	65	0.60
20110807	41.676	14.867	3.2	14.2	20:31:52.84	41.643	14.884	9.5	11	88	324	0.12
20110817	40.461	16.757	1.8	33.4	10:50:26.87	40.573	16.648	33.0	6	43	330	0.15
20110819	41.989	16.093	2.4	10	13:16:07.61	41.973	15.989	22.7	27	30	257	0.85
20110824	42.242	15.035	2.6	5.3	15:05:45.77	42.202	14.889	5*	8	103	345	0.89
20110824	42.202	15.035	2.6	3.9	15:54:10.31	42.527	15.348	5.0	7	104	344	0.27
20110824	42.145	15.051	2.4	2.2	21:02:21.22	42.446	15.133	5*	8	106	348	0.78
20110830	41.247	16.807	2.1	12.2	17:38:23.75	41.242	16.795	18.8	30	17	189	0.55
20110831	<b>NON LOCALIZZATO</b>				18:26:04.97	40.962	17.23	16.6	6	19	316	0.08

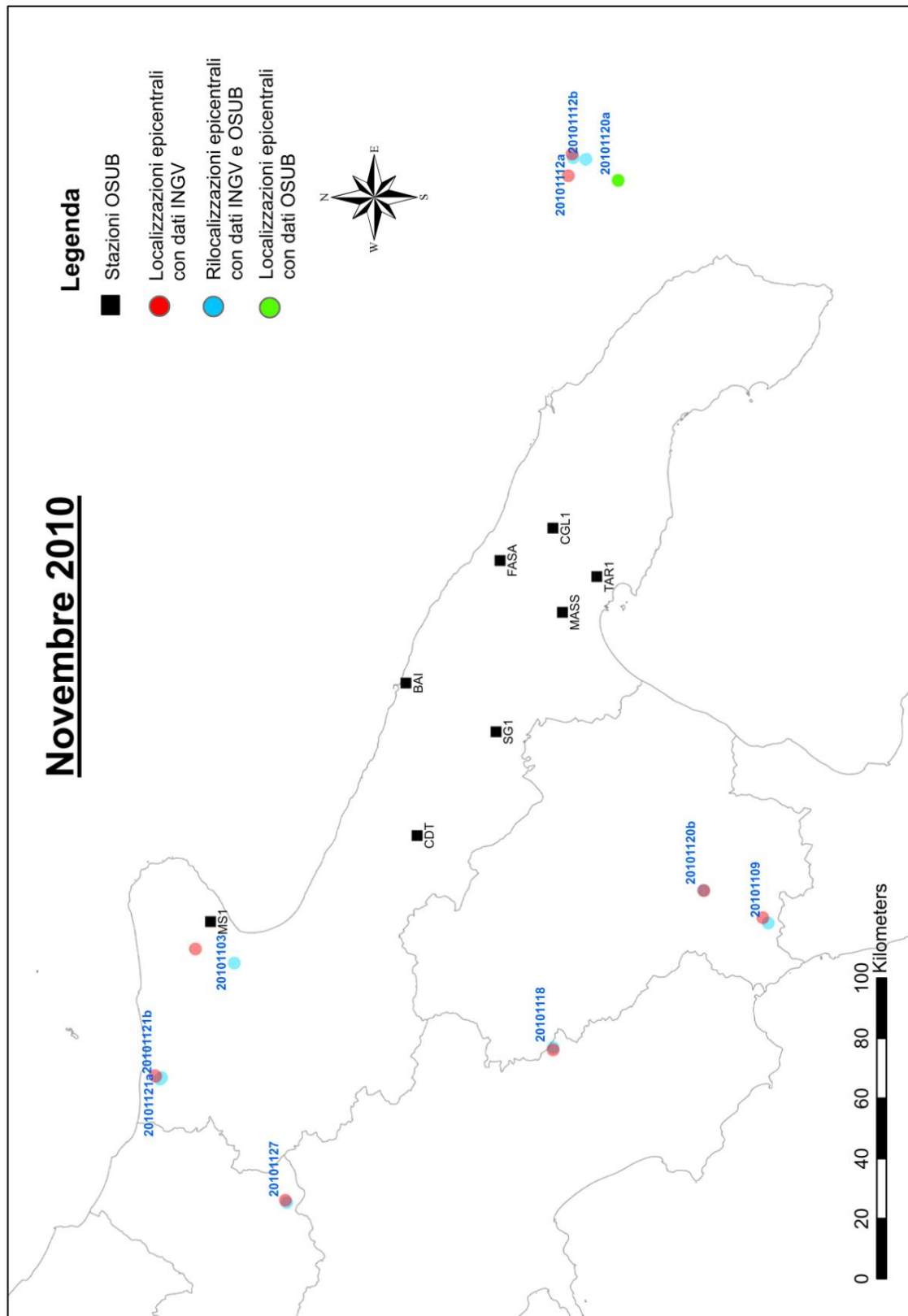
Tab. 5.14: Lista di terremoti rilocalizzati relativi a **AGOSTO 2011** (la legenda è come in Tab. 5.3).



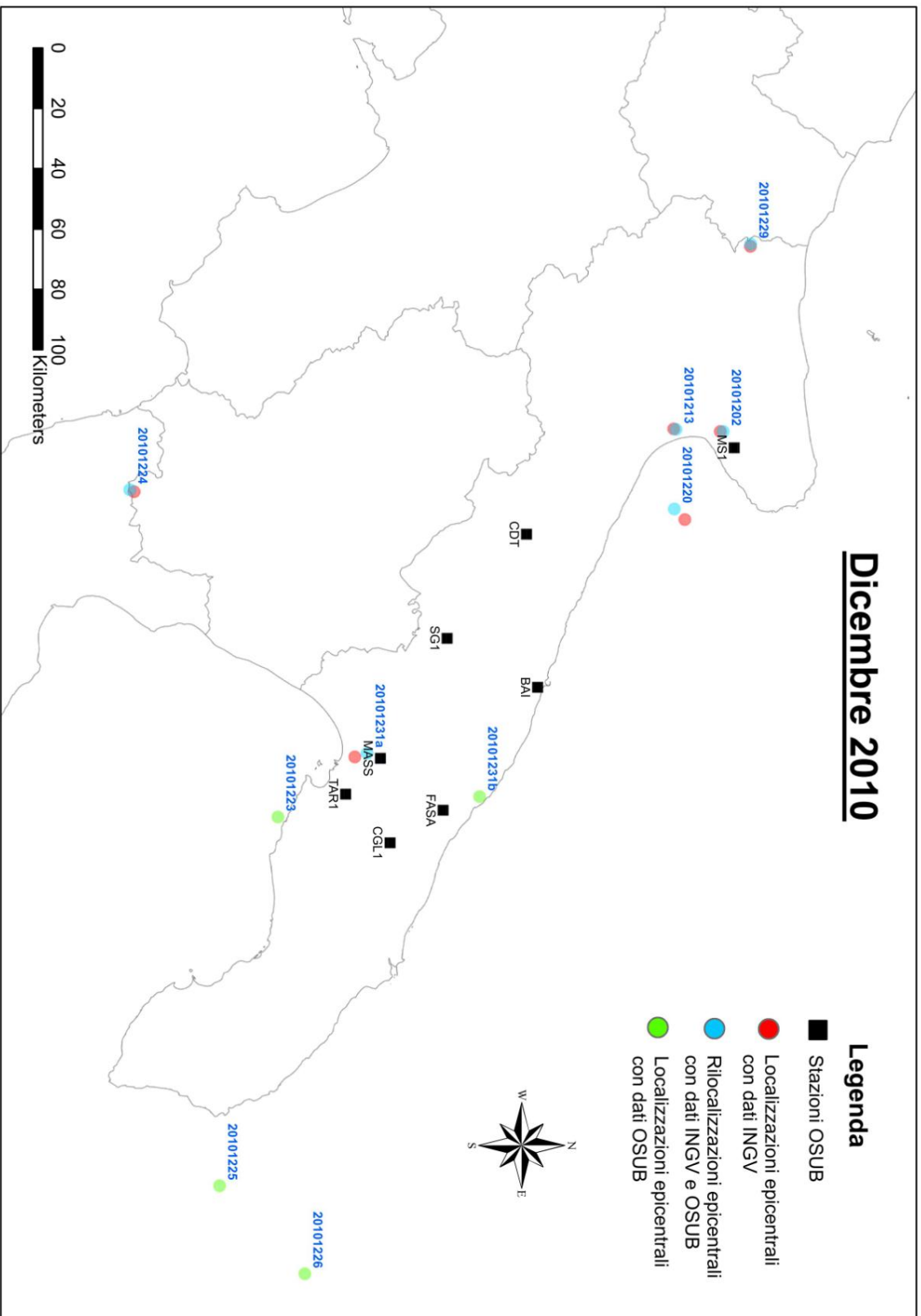
**Fig. 5.1:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **SETTEMBRE 2010** utilizzando i tempi di arrivo registrati sia alle stazioni dell'INGV che dell'OSUB; in rosso è mostrata la localizzazione epicentrale effettuata dall'INGV. Sono rappresentate anche le stazioni sismiche gestite dall'OSUB.



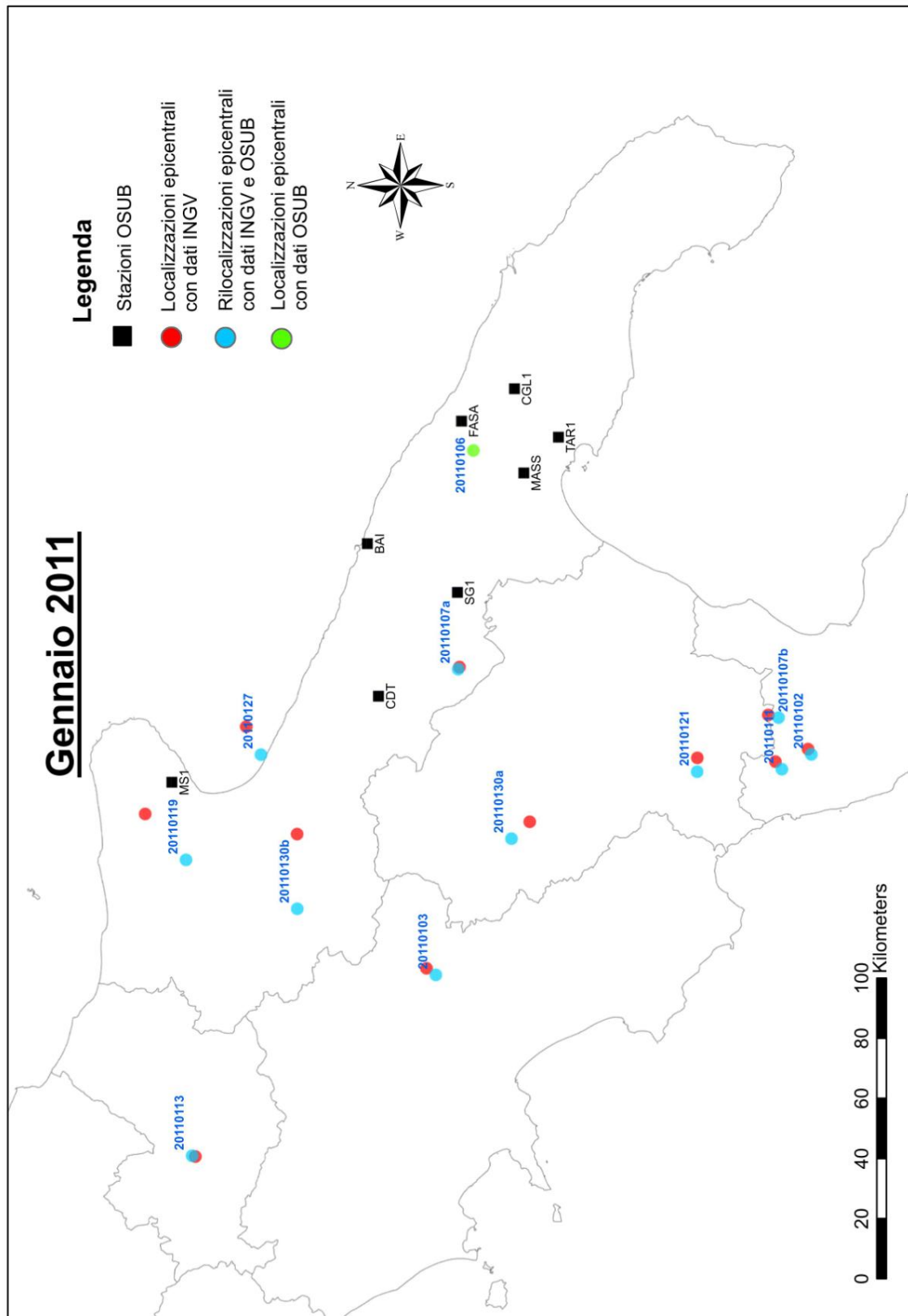
**Fig. 5.2:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **OTTOBRE 2010**. Per la legenda si veda la Fig. 5.1.



**Fig. 5.3:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **NOVEMBRE 2010**. In verde è riportata la localizzazione epicentrale utilizzando soltanto dati OSUB (si tratta di eventi sismici non localizzati dall'INGV). Per la legenda si veda la Fig. 5.1.



**Fig. 5.4:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **DICEMBRE 2010**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



**Fig. 5.5:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **Gennaio 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.

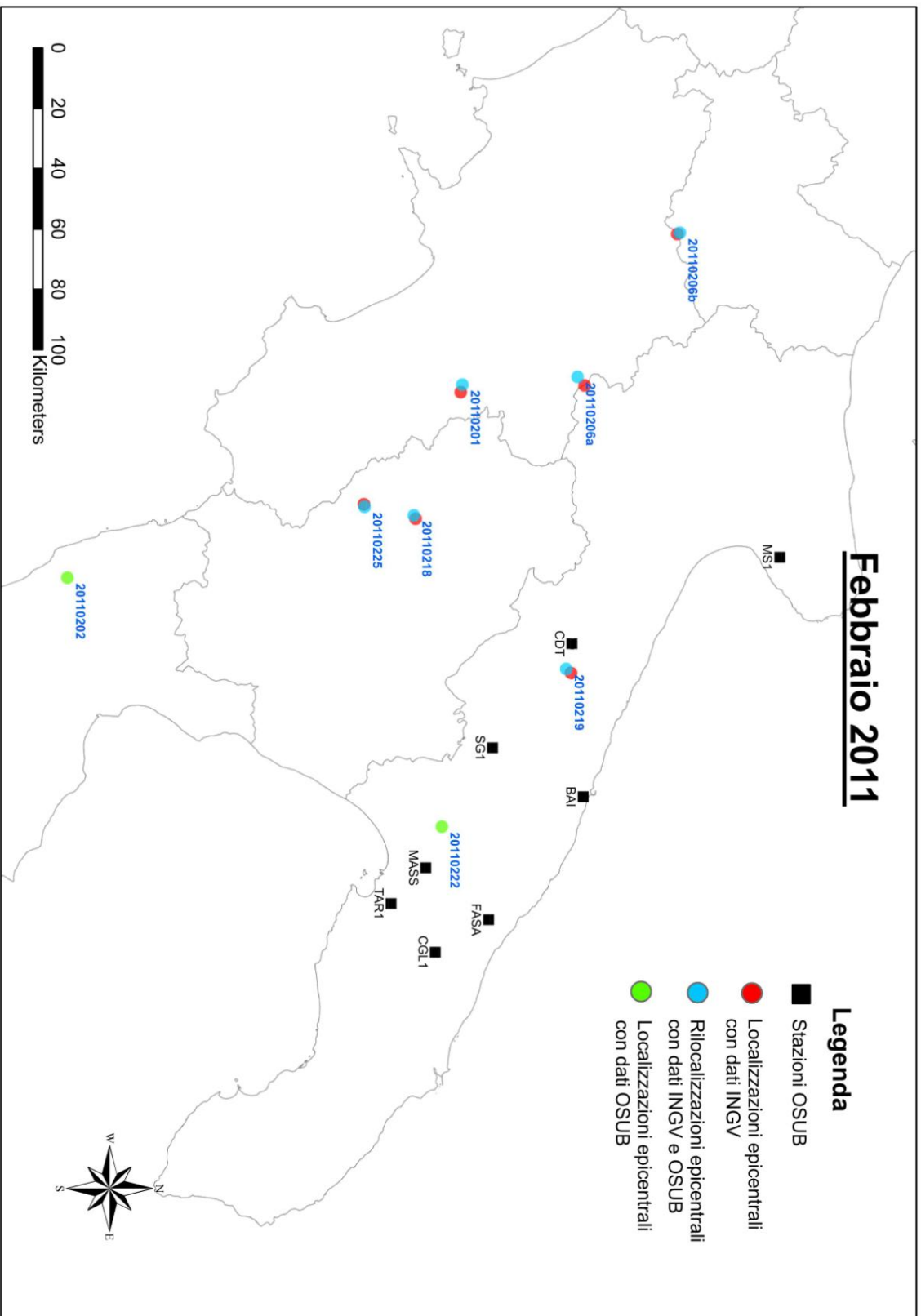
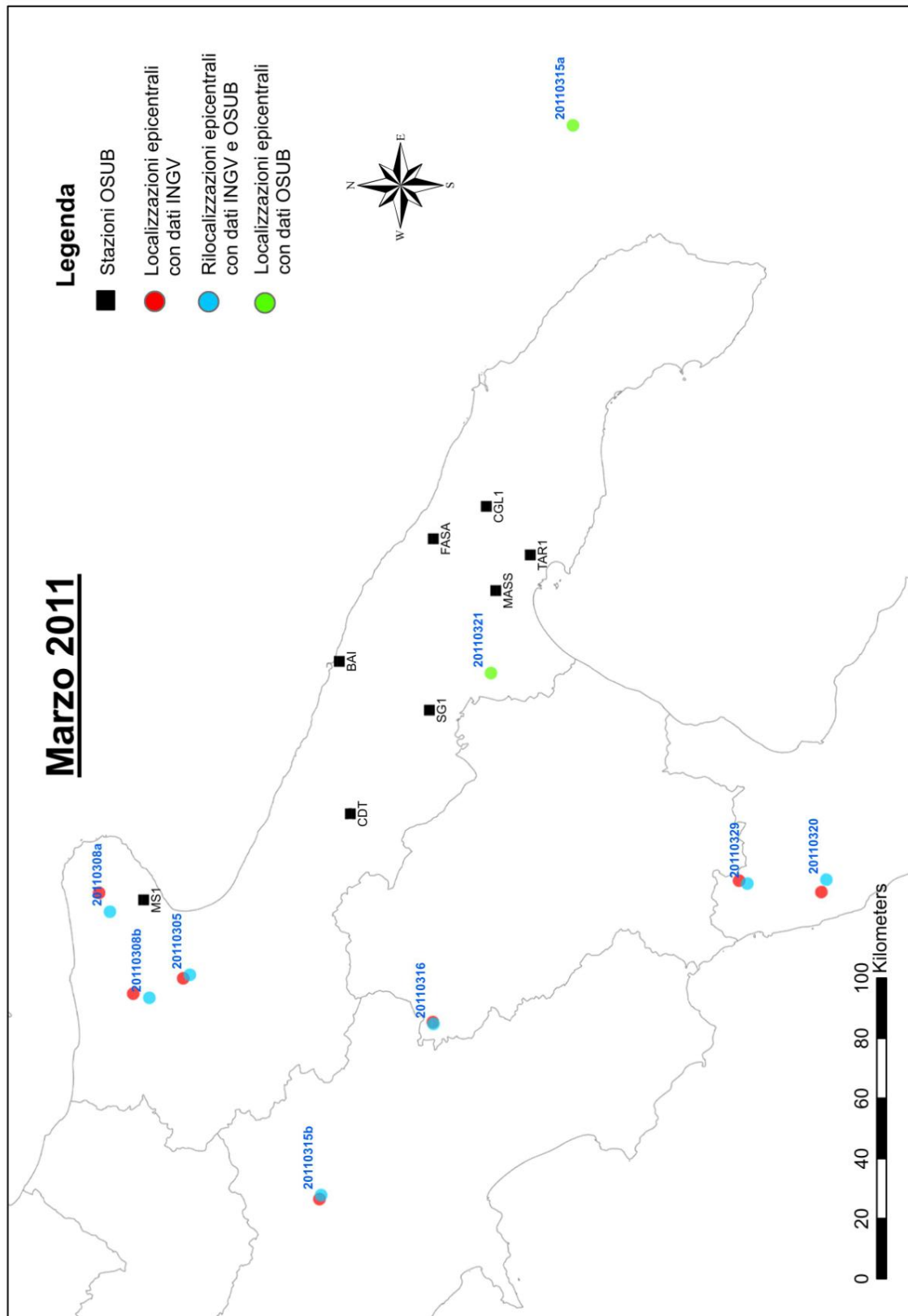


Fig. 5.6: Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **FEBBRAIO 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.





**Fig. 5.7:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **MARZO 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.

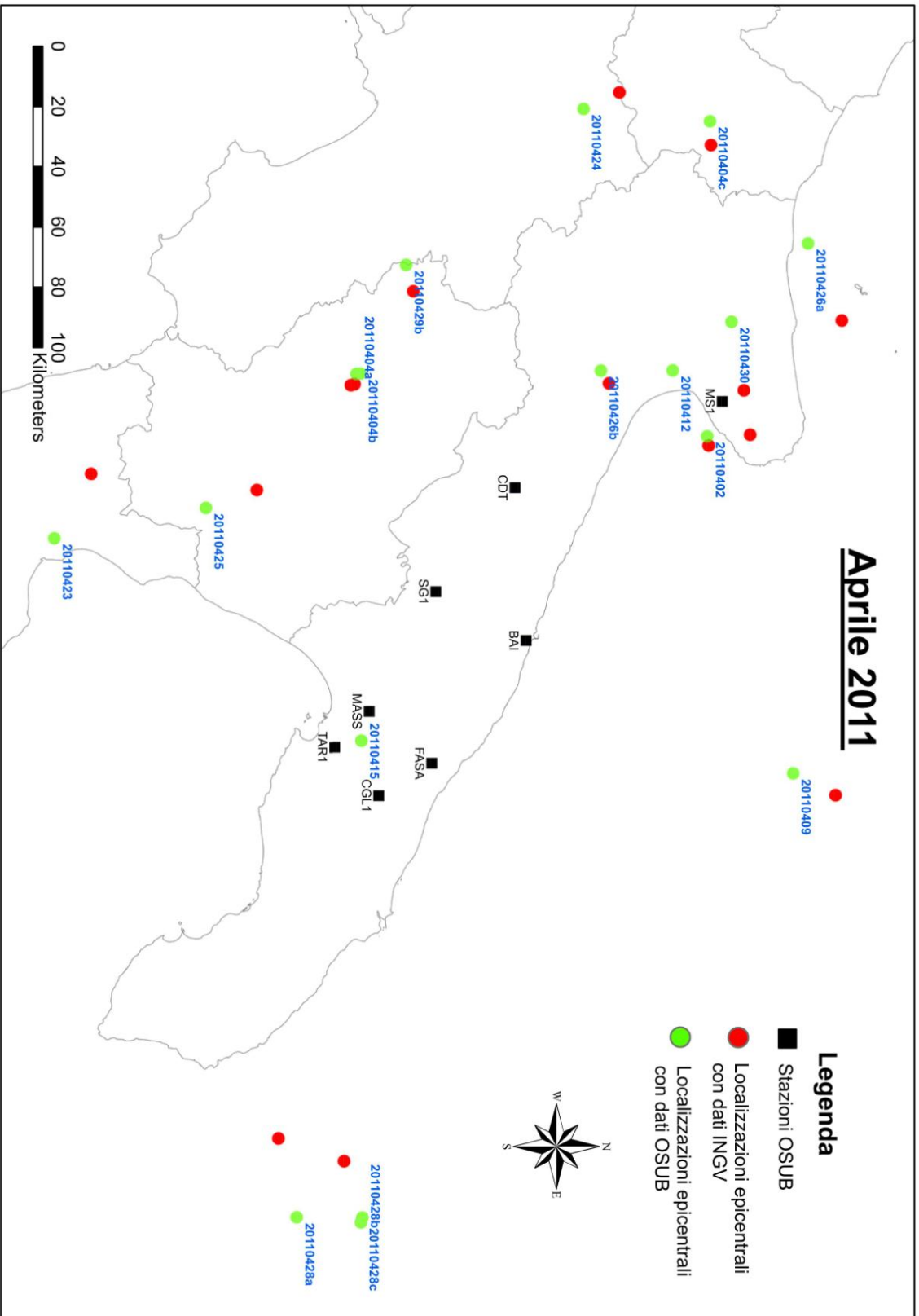
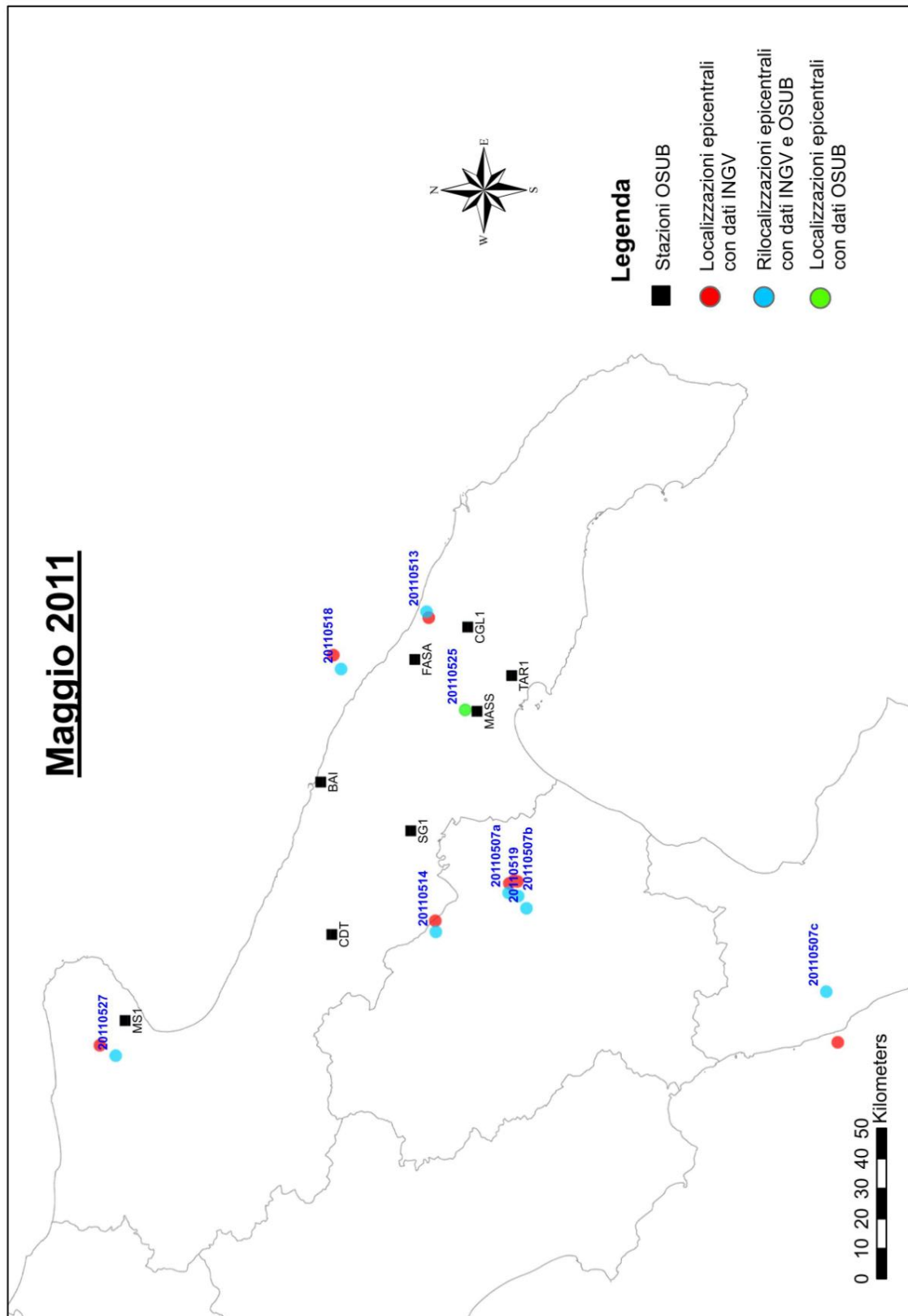
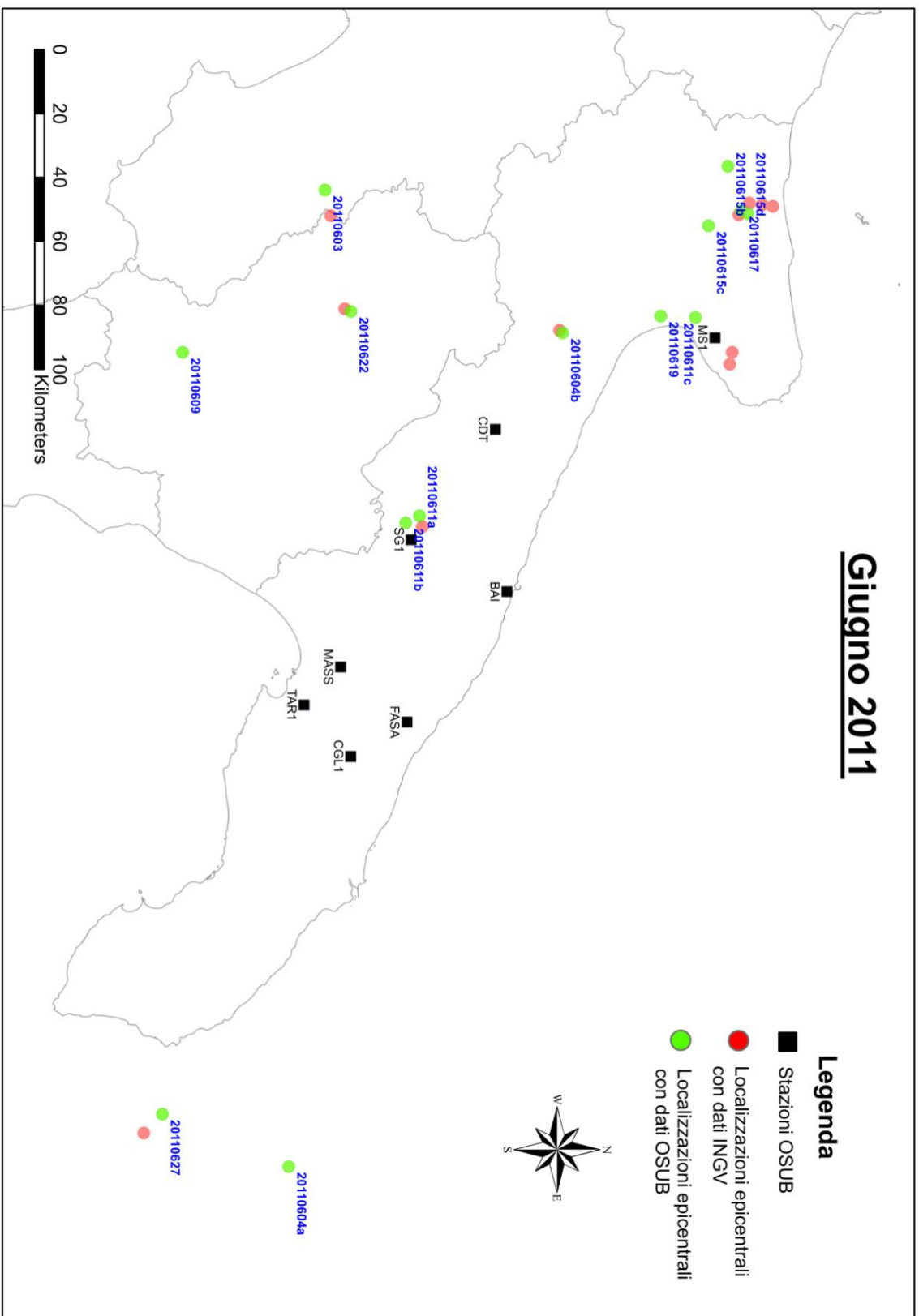


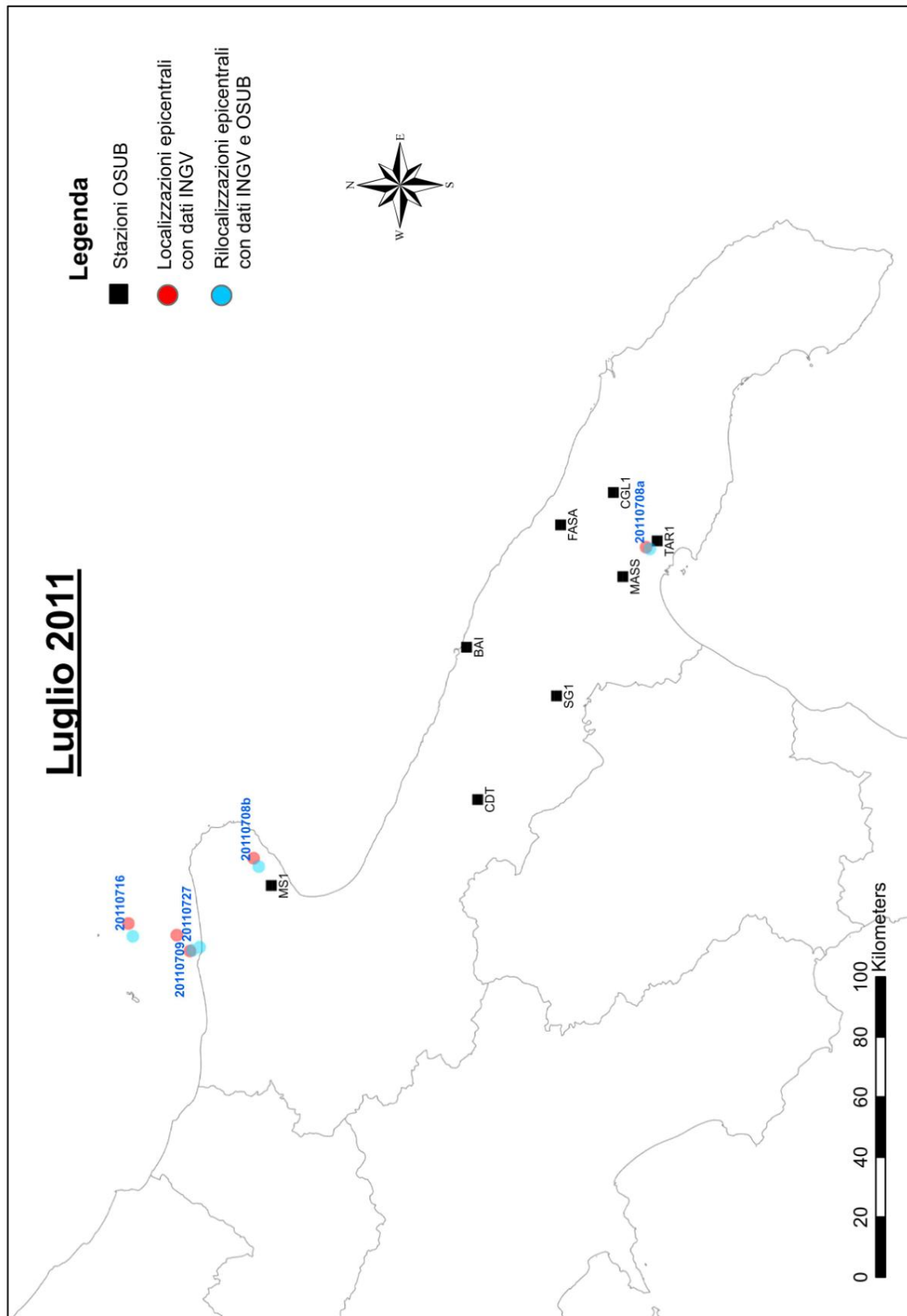
Fig. 5.8: Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **APRILE 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



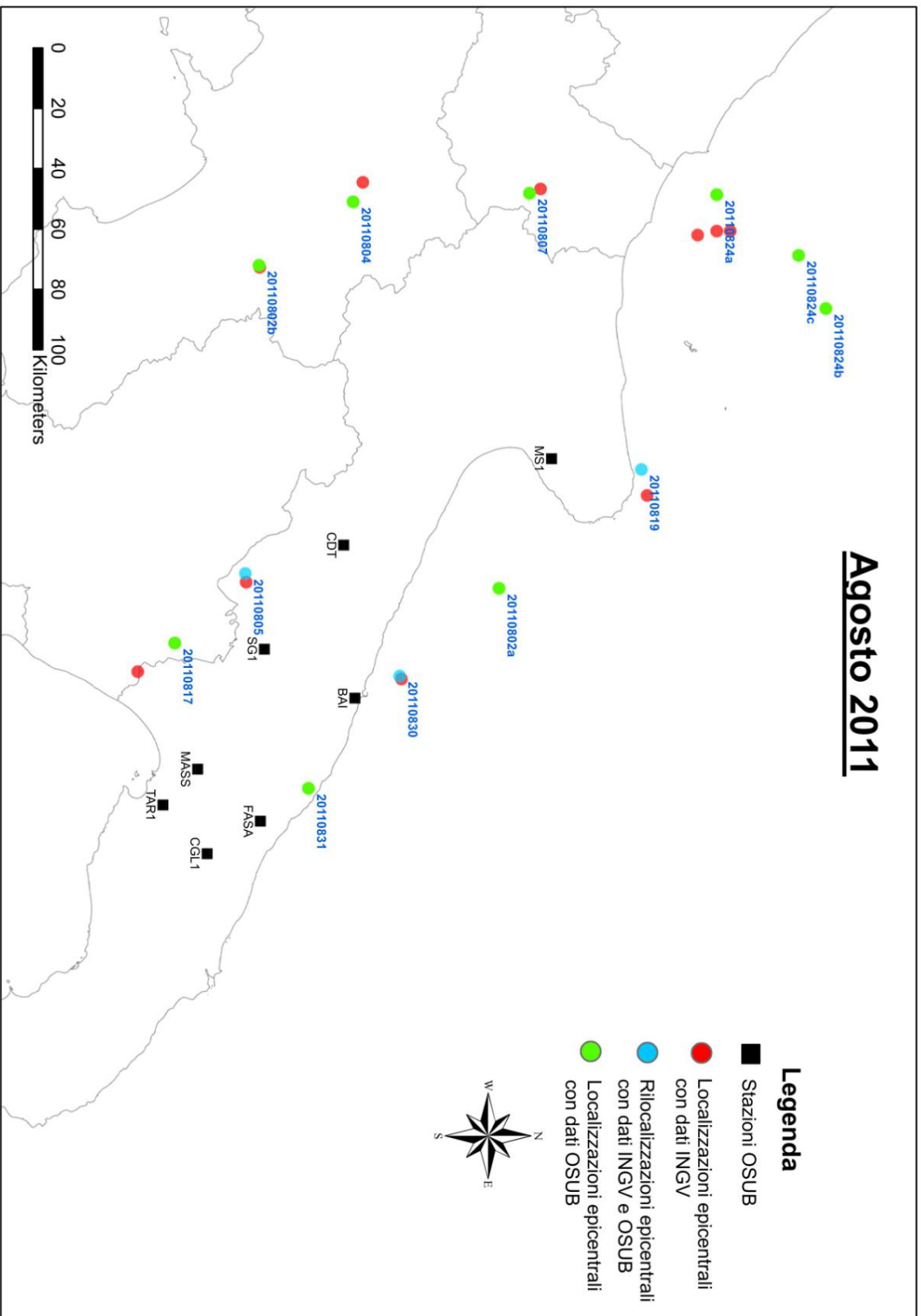
**Fig. 5.9:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **MAGGIO 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



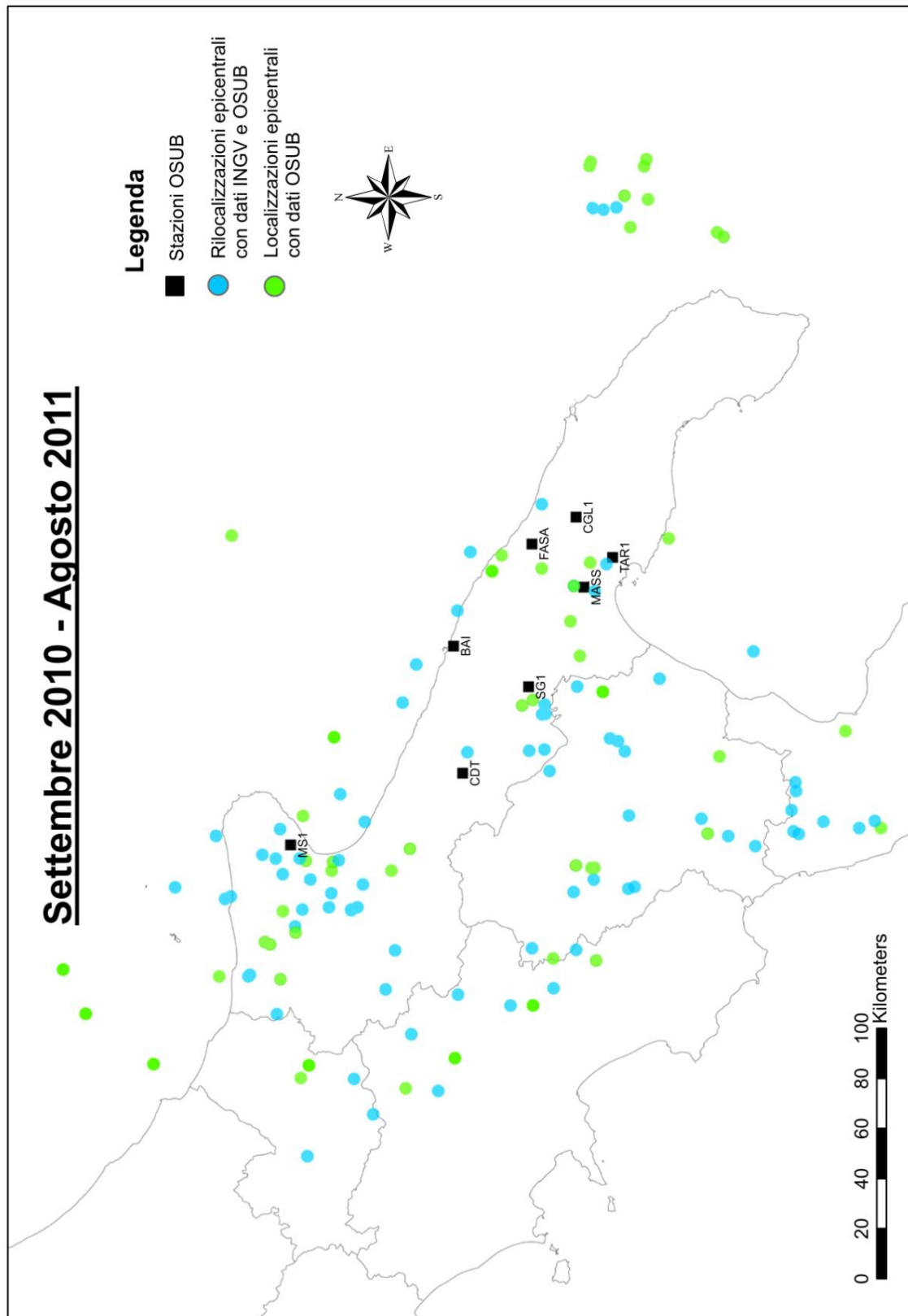
**Fig. 5.10:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a GIUGNO 2011. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



**Fig. 5.11.** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) a **LUGLIO 2011**. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



**Fig. 5.12:** Mappa dei terremoti rilocalizzati (in blu) ad AGOSTO 2011. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.



**Fig. 5.13:** Mappa dei terremoti rilocalizzati tra SETTEMBRE 2010 ed AGOSTO 2011. Per la legenda si vedano le Fig. 5.1 e 5.3.





## 6 - ANALISI DI RUMORE MICROSISMICO

Nei siti delle nuove stazioni sismiche è stata effettuata un'analisi di rumore microsismico al fine di caratterizzare le proprietà della risposta dinamica del sito che possano influenzare le registrazioni sismometriche.

In particolare sono state analizzate le caratteristiche di eventuali fenomeni di risonanza per stimarne la frequenza fondamentale e le eventuali variazioni direzionali, utilizzando il metodo dei rapporti spettrali tra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) del rumore microsismico (**metodo HVNR**, acronimo di Horizontal to Vertical Noise Ratio), la cui teoria di base è esposta nell'**allegato 3A**.

Per le misure si è impiegato come sensore il Trillium, un sismometro a larga banda (broad band), collegato, per la registrazione dei dati, ad un acquisitore digitale Taurus a 24 bit. Ciò ha permesso di estendere il dominio di frequenze da investigare e di calcolare i rapporti spettrali relativi a frequenze anche inferiori a 1 Hz.

### 6.1 - IL RUMORE SISMICO

Con il termine **rumore sismico** s'intende l'insieme di tutti quei segnali sismici di bassa energia presenti nel sottosuolo, con ampiezze dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  mm (Okada, 2003), che disturbano il segnale sismico principale indagato, generato da sorgenti naturali o controllate.

Il rumore sismico è generalmente descritto come costituito da due componenti principali: i microsismi e i microtremori. Si definiscono **microsismi** i segnali generati da perturbazioni meteorologiche a grande scala, come vento e onde oceaniche che si propagano per molte migliaia di chilometri all'interno della costa, caratterizzate in genere da frequenze relativamente basse (minori di 0.5 Hz). Si definiscono, invece, **microtremori** i segnali a frequenze relativamente più alte (maggiori di 0.5 Hz) determinate da attività antropiche.

Possiamo distinguere, inoltre, il **rumore sismico incoerente**, generato cioè da disomogeneità locali poco profonde, da quello **coerente** che presenta caratteristiche simili in più tracce affiancate di una registrazione sismica; le riflessioni multiple e le onde superficiali costituiscono un esempio di rumore sismico coerente.

La presenza costante di rumore sismico costituisce un limite per le tecniche che si servono di onde P (o S) riflesse o rifratte (nonostante gli opportuni accorgimenti presi al fine di minimizzarlo). Tuttavia sono state ideate, per scopi di indagine del sottosuolo, nuove tecniche capaci di sfruttare il rumore sismico di tipo coerente come "segnale utile".

Il rumore microsismico è costituito solo in parte da onde di volume (P o S), mentre un ruolo fondamentale è giocato dalle onde superficiali. Sono state messe a punto diverse tecniche per il calcolo della curva di dispersione delle onde superficiali (in particolare delle onde di Rayleigh); queste possono essere registrate con sensori a componente verticale e orizzontale e la loro generazione non è vincolata alla presenza di un mezzo a velocità crescente verso il basso.

Le onde superficiali si generano in presenza di superfici di discontinuità che separano regioni tra cui esiste un contrasto di impedenza, rimanendo sostanzialmente confinate entro uno spessore limitato.

Si distinguono sostanzialmente due categorie di onde superficiali:

- le **onde di Love** si possono generare quando è presente un mezzo multistrato. Le particelle coinvolte dal passaggio di questo tipo di onde sono interessate da un moto orizzontale perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda.
- le **onde di Rayleigh** si generano quando è presente un mezzo multistrato o semplicemente un semispazio come quello caratterizzato da una superficie che delimita il mezzo terrestre solido dall'atmosfera (in tal caso con velocità di fase costante). Il moto che interessa le particelle della superficie è il risultato della combinazione di un moto compressivo (onde P) e di uno trasversale polarizzato verticalmente (onda SV), tra loro sfasati di  $\pi/2$ : la traiettoria della particella è un'ellisse in superficie retrograda rispetto alla direzione di propagazione dell'onda, posta nel piano verticale. Il moto interessa non solo le particelle della superficie libera ma anche quelle al di sotto con un'ampiezza minore man mano che la profondità aumenta.

Caratteristica comune ai due tipi di onde superficiali è la "**dispersione**", un fenomeno di variazione della velocità dell'onda (che non dipende dalle caratteristiche elastiche del punto ma di quelle della stratificazione) in rapporto alla sua lunghezza d'onda  $\lambda$ . La profondità entro cui è contenuta la maggior parte dell'energia trasportata dal campo d'onde dipende dalla lunghezza d'onda; tra le componenti di un campo d'onde con diverse  $\lambda$ , quelle con maggiore  $\lambda$  coinvolgeranno uno spessore maggiore del mezzo, mentre il contrario avverrà per le componenti con  $\lambda$  minore.

Lo studio della curva di dispersione, una curva che mette in relazione la velocità di fase (e rispettivamente di gruppo) e il periodo, consente di indagare l'andamento della velocità delle onde S in funzione della profondità anche nel caso in cui si verificano inversioni di velocità (condizione che rende invece impossibile l'utilizzo della tecnica a rifrazione).

## 6.2 - ACQUISIZIONE DATI CON IL METODO NAKAMURA

Sono state effettuate 8 registrazioni di rumore microsismico con il metodo Nakamura (**Tab. 6.1**).

Analisi HVNR 1	Ceglie Messapica (interna)	23/09/2010
Analisi HVNR 2	Ceglie Messapica (esterna)	23/09/2010
Analisi HVNR 3	Massafra (esterna)	06/12/2010
Analisi HVNR 4	Massafra (interna)	13/01/2011
Analisi HVNR 5	Fasano (esterna)	13/01/2011
Analisi HVNR 6	Massafra (esterna)	06/04/2011
Analisi HVNR 7	Massafra (esterna)	06/04/2011
Analisi HVNR 8	Massafra (esterna)	06/04/2011

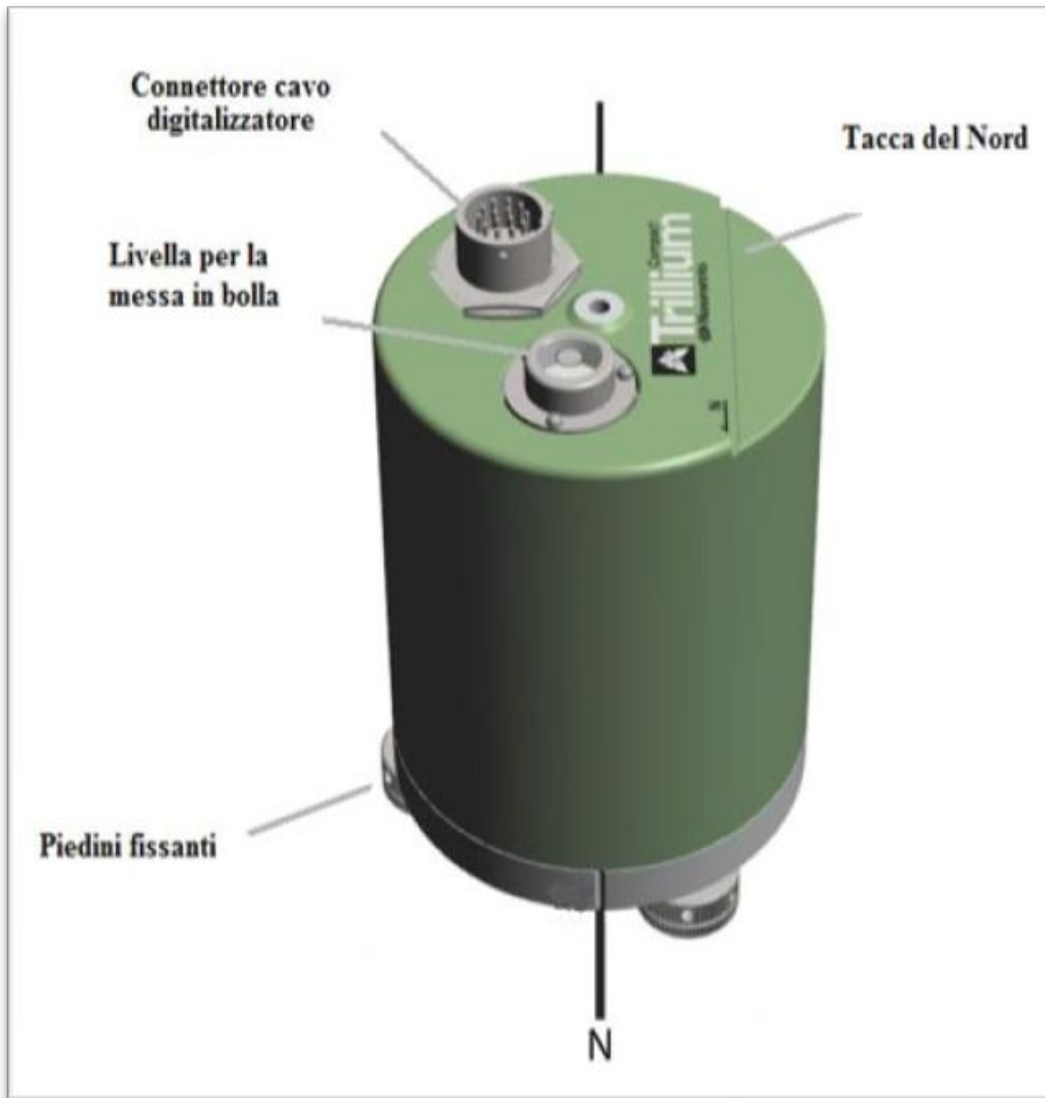
**Tab. 6.1: Registrazioni di rumore microsismico effettuate.**

In tutte le misure la strumentazione utilizzata per acquisire e memorizzare i dati di microtremore è costituita da un sensore (il Trillium Compact), un sismografo digitale (il Taurus), una batteria che alimenta la stazione e un ricevitore GPS che assicura la georeferenziazione della stazione sismica e la temporizzazione del segnale registrato.

Il sensore utilizzato (**Fig. 6.1**) è un velocimetro broad-band tri-componente prodotto dalla Nanometrics, sensibile anche a frequenze al di sotto dell'hertz, in particolare nel range compreso fra circa 0.01 e 100 Hz, con una risposta omogenea (con approssimazione del 99%) nell'intervallo di frequenza 0.02 - 50 Hz. L'utilizzo di questo strumento consente quindi di ampliare il dominio delle frequenze investigate e calcolare i rapporti spettrali relativi anche a frequenze inferiori ad 1 Hz, permettendo un'analisi più dettagliata. E' inoltre adatto sia per applicazioni temporanee (come sismometro portatile) che fisse (stazioni permanenti). La disposizione triassiale degli elementi di rilevazione assicura uniformità tra l'output verticale e quelli orizzontali.

Il Trillium Compact non richiede il centraggio della massa e neppure il suo bloccaggio durante il trasporto, fattori che rendono questo strumento ideale per misure di rumore in siti diversi in tempi relativamente ridotti. Il livellamento viene effettuato grazie ai tre piedini di altezza regolabile su cui lo strumento poggia, in modo da disporre l'asse principale secondo la verticale. Il controllo dell'orientazione azimutale si ottiene orientando la linea materializzata in due modi sullo strumento verso il nord.

Nelle misure effettuate sono state seguite le indicazioni presenti nelle linee guida del progetto SESAME (Bard et al., 2004) (Site EffectS assessment using AMbient Excitations) soprattutto per quanto concerne le condizioni del sito e quelle meteorologiche (vedi **allegato 3A** e **3B**).



**Fig. 6.1: Sensore Trillium Compact della Nanometrics.**

Il sistema di acquisizione Taurus, anch'esso prodotto dalla Nanometrics (**Fig. 6.2**), in grado di interfacciarsi direttamente a qualunque moderno sensore sia a larga banda che a corto periodo, ha reso possibile la digitalizzazione dei dati campionati dal Trillium Compact. I due strumenti sono collegati mediante un cavo con un apposito connettore.

Il Taurus è un sismografo portatile con caratteristiche tecniche particolari che lo rendono uno strumento particolarmente adatto a questo tipo di misure, oltre che all'acquisizione di dati in stazioni fisse. Il digitalizzatore fornisce infatti una risoluzione a 24 bit, e quindi una escursione dinamica di 138 dB, che lo rende adatto all'acquisizione di dati a larga banda come

quelli registrati nel nostro caso. La sincronizzazione con il GPS è minore del millisecondo; le coordinate geografiche dei siti sono state dedotte dal Taurus; la versione più recente del Taurus supporta il “download” dei dati in diversi formati (MiniSEED, ASCII, SEGY e SEISAN), ma si è sempre scaricata la forma d’onda in formato MiniSEED.



**Fig. 6.2: Sistema di acquisizione Taurus della Nanometrics.**

In tutte le analisi effettuate il passo di campionamento è sempre stato impostato a 100 sps (sample per second) e per una durata di circa 1 ora (eccetto in un caso in cui l’acquisizione è stata estesa fino ad oltre 3 ore).

### **MISURE A CEGLIE MESSAPICA**

Le prime due registrazioni di rumore sono state effettuate a Ceglie Messapica entrambe il 23/09/2010 (giorno dell’installazione della stazione sismica identificata con il codice CGL1).

La prima registrazione (effettuata dalle 10:00 alle 11:00 circa, ora locale) è stata realizzata all’interno del locale in cui è alloggiata la stazione sismica, collocando il sensore su una lastra di pietra resa solidale con il substrato (**Fig. 6.3**).



**Fig. 6.3:** Registrazione di rumore microsismico effettuata a Ceglie Messapica il 23/09/2010 all'interno del locale in cui è ospitata la stazione sismica.

La seconda registrazione è stata realizzata all'esterno della struttura che ospita la stazione sismica dalle 13:00 alle 14:00 locali circa. Il sensore è stato collocato direttamente sulla terra battuta (**Fig. 6.4**). A posteriori ci si è resi conto che probabilmente a circa 1 metro di profondità passa una conduttura dell'acqua (infatti a circa 50 metri nella stessa direzione si è trovato un boccapozzo).



**Fig. 6.4:** Registrazione di rumore microsismico effettuata a Ceglie Messapica il 23/09/2010 all'esterno del locale in cui è ospitata la stazione sismica.



### MISURE A FASANO

A Fasano, presso la Masseria Trotta, è stata effettuata soltanto una misura di rumore, eseguita il 13 gennaio 2011, all'esterno della struttura in cui è alloggiata la stazione sismica identificata con il codice FASA (**Fig. 6.5**).

Il sensore è stato posizionato direttamente sul calcare affiorante.



**Fig. 6.5:** Registrazione di rumore microsismico effettuata a Fasano il 13/01/2011 all'esterno della struttura in cui è ospitata la stazione sismica.

### MISURE A MASSAFRA

A Massafra sono state effettuate 5 registrazioni di rumore, di cui le prime 4 all'interno della caserma Ciaravolo presso cui è alloggiata la stazione sismica e la quinta a circa 700 metri dalla caserma. Il motivo delle numerose campagne di misura è legato alle particolari condizioni ambientali del sito, con una lama a qualche decina di metri.

La prima registrazione è stata realizzata il 06/12/2010 (giorno dell'installazione della stazione sismica identificata con il codice MASS), all'esterno del locale in cui è alloggiata la stazione (**Fig. 6.6**). L'analisi è stata eseguita nonostante il forte vento che ha disturbato l'acquisizione; inoltre la scelta del sito (strada) sicuramente non è ottimale, ma nonostante ciò il test è servito per testare gli strumenti.



**Fig. 6.6:** Registrazione di rumore microsismico effettuata a Massafra il 06/12/2010 all'esterno della struttura in cui è ospitata la stazione sismica.

La seconda registrazione è stata effettuata il 13 gennaio 2011, posizionando il sensore sul pavimento del locale che ha ospitato la stazione sismica fino al 06 aprile 2011 (**Fig. 6.7**).

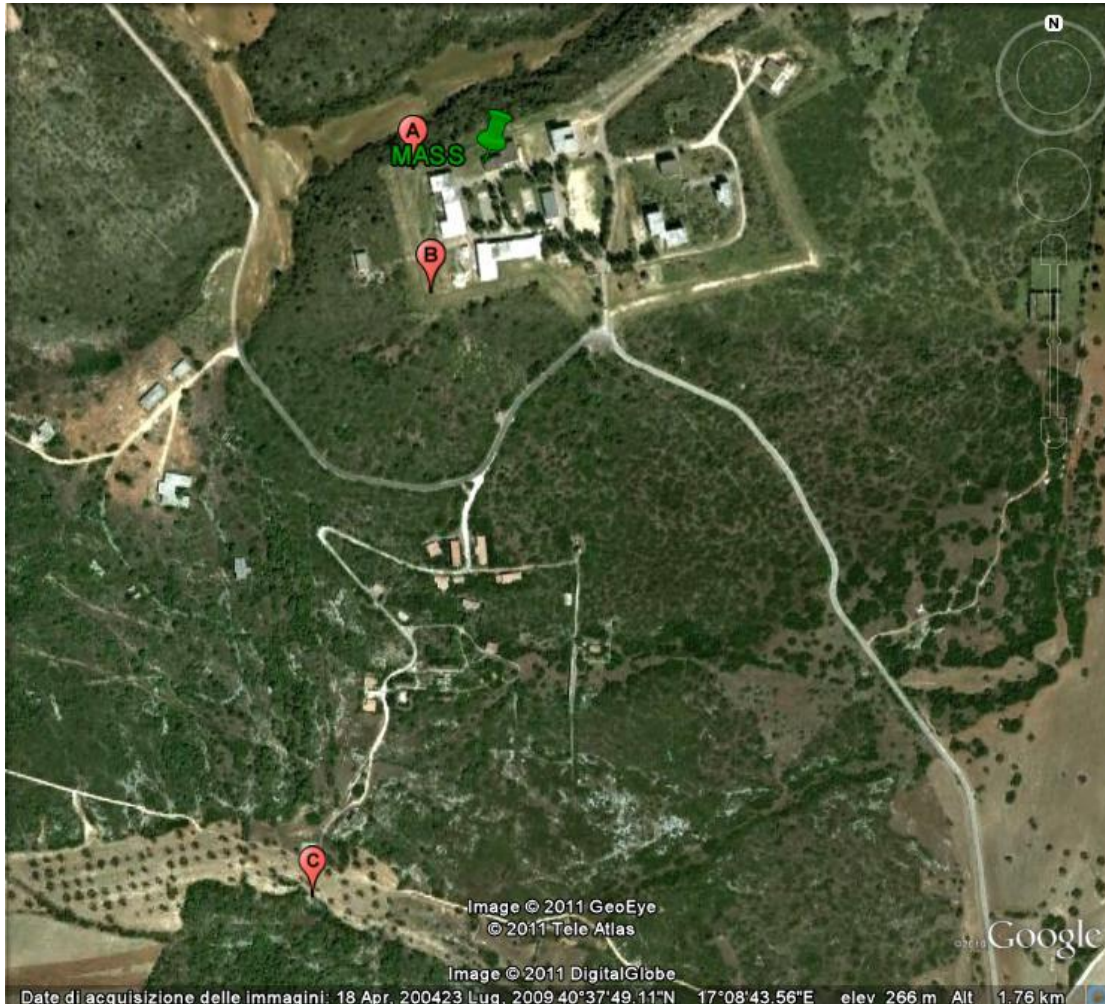


**Fig. 6.7:** Registrazione di rumore microsismico effettuata a Massafra il 13/01/2011 all'interno della struttura in cui è stata alloggiata la stazione sismica fino al 6 aprile 2011.



Le ultime 3 registrazioni sono state effettuate il 6 aprile 2011, ancora una volta in un giorno piuttosto ventilato, posizionando il sensore in 3 siti (**Fig. 6.8**) già precedentemente individuati attraverso sopralluoghi durante missioni precedenti.

I siti A e B sono interni all'area recintata della caserma, mentre il sito C è esterno alla caserma, a circa 700 metri. Nel sito A l'acquisizione è durata quasi 4 ore, mentre le misure nei siti B e C sono state effettuate con un altro sensore in successione.



**Fig. 6.8:** Foto satellitare con l'indicazione dei tre siti A, B e C.

**SITO A:** Il primo dei due sensori è stato installato (**Fig. 6.9**) più o meno in corrispondenza dell'angolo della recinzione più vicino alla lama, direttamente sul calcare affiorante (si è dovuto scavare un poco per togliere l'erba e il terreno); l'ubicazione di A è, più precisamente, a 6 metri dalla rete di recinzione perpendicolare alla lama (lato lungo) e a 10.7 metri dalla rete (lato corto). Le coordinate geografiche, desunte dal Taurus, sono 40.6333° di latitudine N, 17.1437° di longitudine E e 318 m di quota.

L'acquisizione ha avuto inizio dalle 11:00 locali circa (09:00 GMT) ed è terminata quasi alle 15:00 locali, utilizzando 100 sps come passo di campionamento per ciascuno dei 3 canali.



**Fig. 6.9:** Foto relativa al sito A.

**SITO B:** È ubicato a circa 7 metri dalla rete di recinzione della caserma (lato corto) e a 14 m dalla rete (lato lungo, verso la strada) (**Fig. 6.10**). L'acquisizione è stata effettuata con un altro sensore e un altro Taurus dalle 12:00 alle 13:00 (ora locale). Le coordinate geografiche desunte dal Taurus sono  $40.6322^\circ$  di latitudine N -  $17.1439^\circ$  di longitudine E e la quota di 318 m. Si è adottato sempre lo stesso passo di campionamento (100 sps) per i 3 canali.

L'analisi dei dati è stata effettuata, oltre che con la finestra di un'ora, anche per finestre di 20, 30 e 40 minuti tra loro parzialmente sovrapponibili per un'analisi più approfondita che consentisse un confronto tra i risultati ottenuti in termini di frequenze di risonanza per i vari intervalli temporali considerati.



**Fig. 6.10:** Foto relativa al sito B.



**SITO C:** È ubicato all'esterno della caserma (**Fig. 6.11**), nel punto di coordinate geografiche 40.6266° di lat. N, 17.1423° di long. E e 292 metri di quota. L'acquisizione è durata dalle 13:40 alle 14:30 (ora locale). Anche in questo caso si è utilizzato lo stesso passo di campionamento deciso per i due siti precedenti.

I dati acquisiti sono stati scaricati in una finestra di 47 minuti (durata totale della registrazione utile) e diverse finestre da 20, 30 e 40 minuti, in modo da effettuare differenti analisi dei dati. Il sensore è stato posizionato direttamente su calcare affiorante.



**Fig. 6.11:** Foto relativa al sito C.

### **6.3 - RISULTATI OTTENUTI CON IL METODO NAKAMURA**

In questo paragrafo vengono riportati i risultati delle diverse prove eseguite con il metodo HVNR nelle 8 campagne di misura effettuate. Si rimanda all'**allegato 3B** per ulteriori dettagli sulle modalità di esecuzione dei test e sull'elaborazione dei dati.

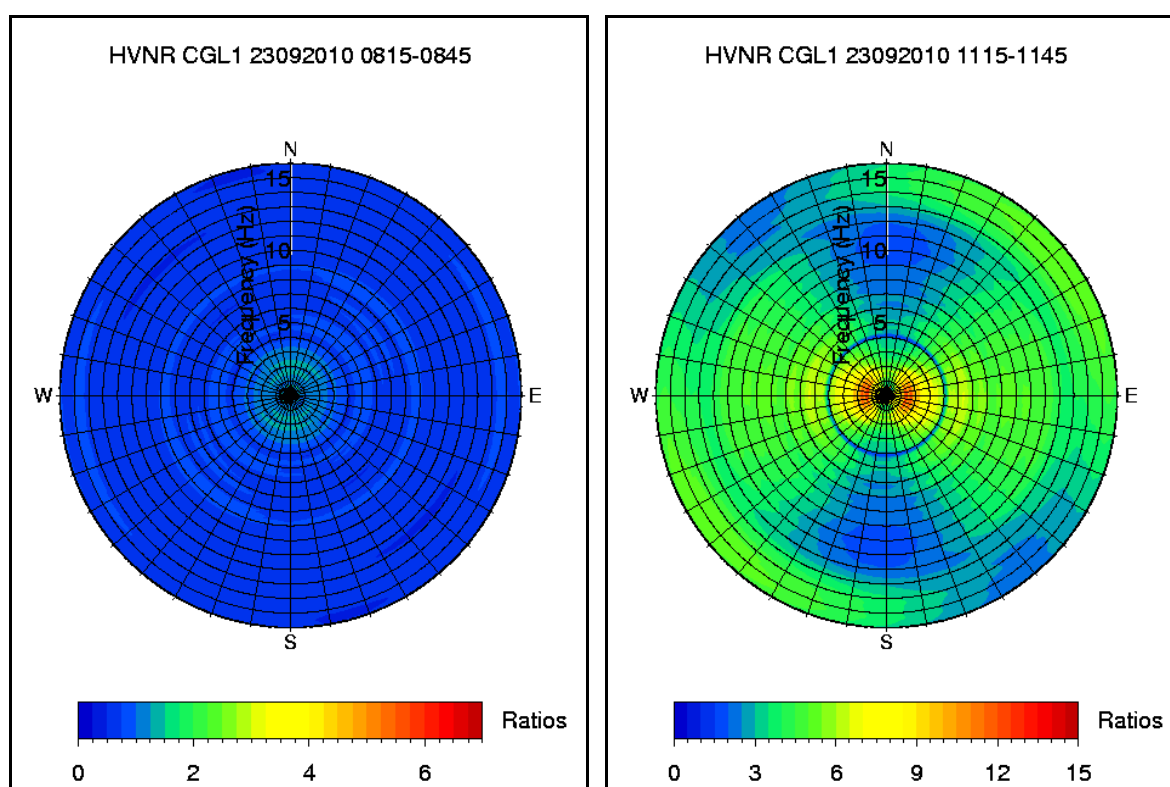
Si fa presente che si è sempre analizzato il segnale indisturbato (cioè dopo l'assestamento dovuto al trasporto e alla messa in bolla) e conseguentemente i primi 15 minuti circa di acquisizione non forniscono risultati attendibili (di solito non sono stati neanche scaricati).

In tutti i diagrammi polari mostrati è comunque riportata l'ora di inizio e di fine della registrazione analizzata (non acquisita) espressa in tempo GMT.

## RISULTATI MISURE A CEGLIE MESSAPICA

I risultati delle due registrazioni effettuate sono molto differenti (**Fig. 6.12**): infatti nel primo caso il rapporto HVNR è molto basso ( $< 2$ ), con un andamento quasi perfettamente isotropo a parte un leggero aumento del rapporto a frequenza di circa 1-2 Hz (intorno a 3).

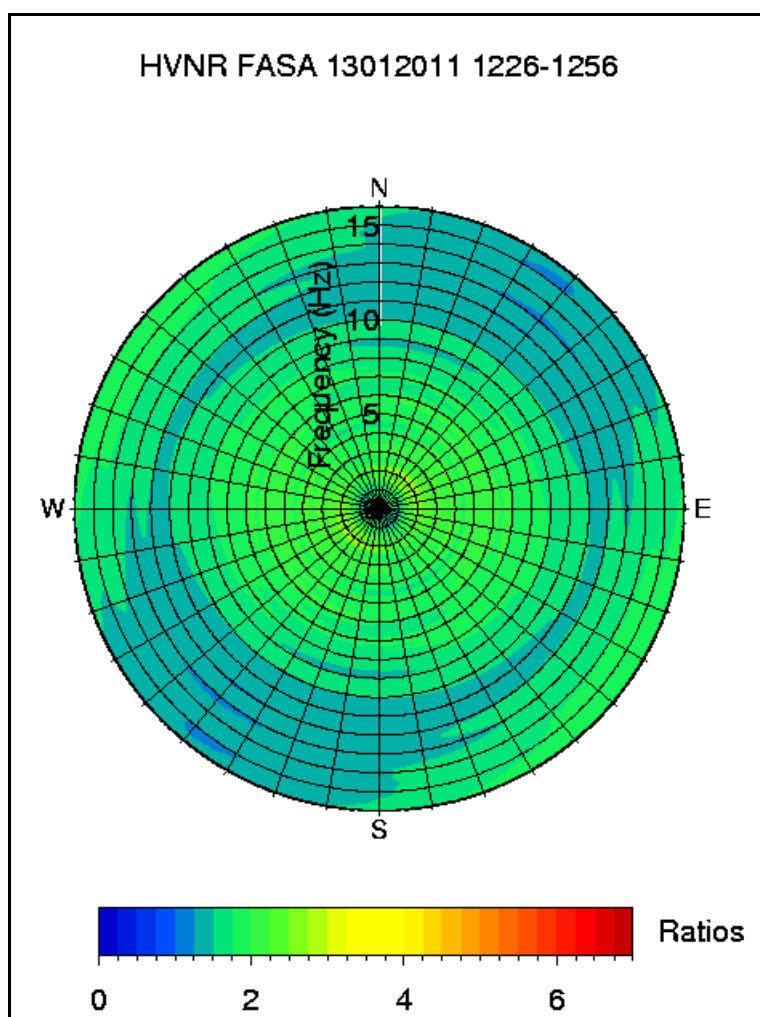
Nella seconda registrazione, al contrario, si ha un valore piuttosto alto del rapporto H/V (si noti la diversa scala cromatica), sempre alle stesse frequenze, prevalentemente in direzione EW (valori del rapporto H/V pari a circa 15 alle basse frequenze e circa 6 alle alte frequenze). Si fa presente che in entrambi i diagrammi la massima amplificazione a frequenze di circa 1 Hz è poco significativa poiché si ha un'alta deviazione standard del rapporto HVNR. Probabilmente il massimo in direzione EW ottenuto dall'analisi effettuata all'esterno del locale può essere legato al risentimento di una sorgente di rumore polarizzato, forse in relazione alla probabile presenza di una condotta dell'acqua (vista l'accertata presenza di un boccapozzo a circa 10 metri dal punto in cui è stato posizionato il sensore).



**Fig. 6.12:** Diagrammi polari del rapporto HVNR calcolato a Ceglie Messapica il 23/09/2010 rispettivamente all'interno (a sinistra) e all'esterno (a destra) della struttura in cui è ospitata la stazione sismica. Si noti la differente scala.

### RISULTATI MISURE A FASANO

L'andamento del diagramma polare relativo all'analisi del 13 gennaio è quasi perfettamente isotropo (**Fig. 6.13**) con valori che presentano un minimo a qualunque azimuth tra 10 e 12 Hz. Il rapporto H/V non supera il valore di 3, anche in questo caso a frequenze di circa 2 Hz (comunque è poco significativo per l'alta deviazione standard associata al valore massimo).



**Fig. 6.13:** Diagramma polare del rapporto HVNR calcolato a Fasano il 13/01/2011 all'esterno della struttura in cui è ospitata la stazione sismica.

### RISULTATI MISURE A MASSAFRA

Dal diagramma polare ottenuto relativamente alla prima registrazione, si nota una direttività in direzione NE-SW, con valori del rapporto H/V circa 7.0 a frequenza tra 2 e 3 Hz (**Fig. 6.14**); valori inferiori del rapporto H/V si hanno nelle stesse direzioni anche ad altre frequenze (3.5, 5, 7).

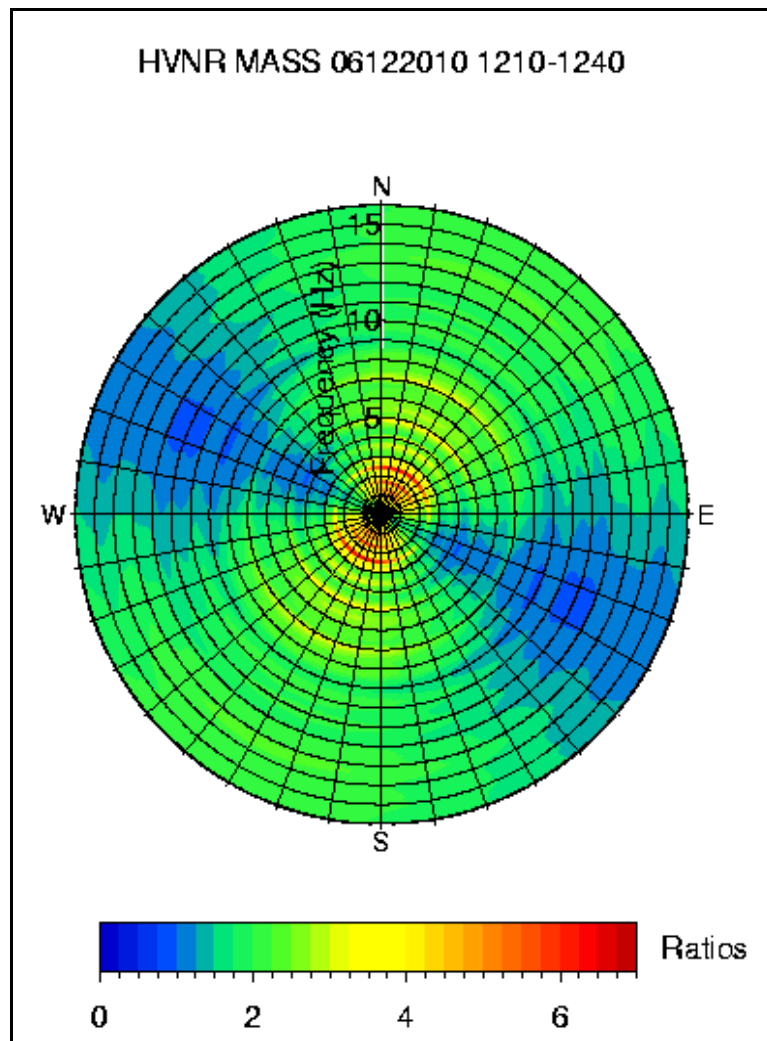
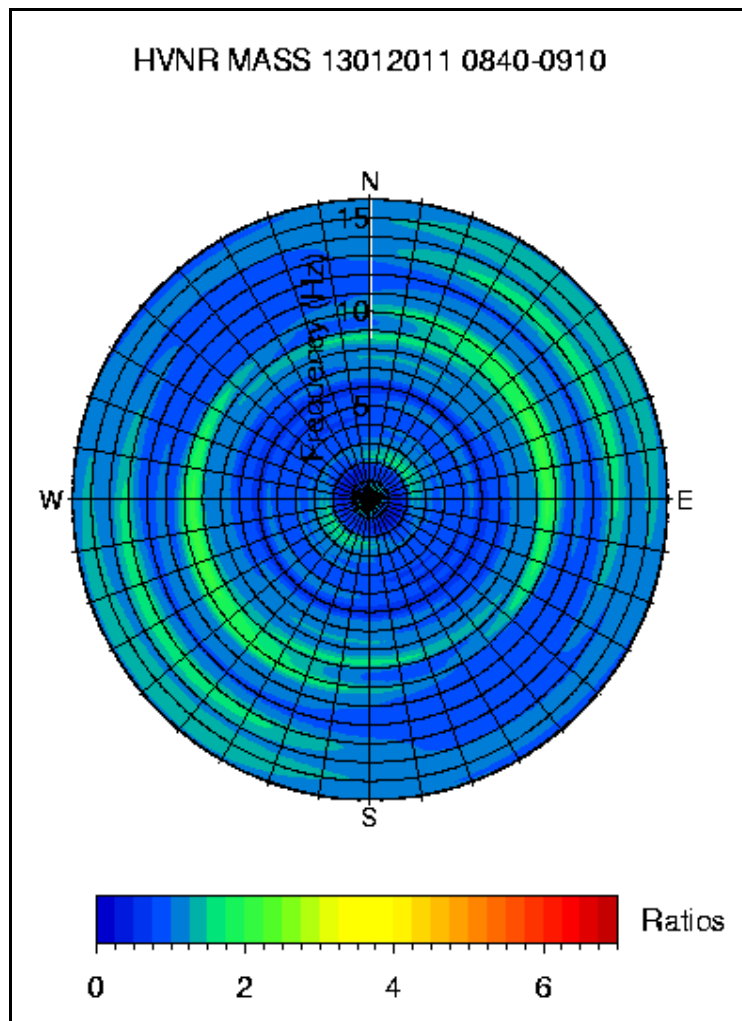


Fig. 6.14: Diagramma polare del rapporto HVNR calcolato a Massafra il 06/12/2010 all'esterno della struttura in cui è ospitata la stazione sismica.

Probabilmente ci può essere una connessione con la presenza a qualche decina di metri di una lama con un'incisione di qualche metro anch'essa in direzione NE-SW: infatti si può avere un'amplificazione di sito direzionale legata o alla morfologia suddetta oppure alla presenza di depositi alluvionali che generano un contrasto di impedenza sismica con il substrato calcareo sottostante.

Pur non ritenendo che tale risultato possa essere legato alle particolari condizioni ambientali, tuttavia si è preferito chiarire meglio questo aspetto ripetendo le misure in momenti diversi.

Anche il diagramma polare relativo alla seconda registrazione effettuata all'interno del locale in cui è stata alloggiata la stazione sismica mostra la stessa direttività mostrata nell'analisi effettuata all'esterno della struttura (Fig. 6.15); però ancora una volta i risultati possono essere falsati sia dall'influenza di una risonanza direzionale associata alla conformazione della struttura edilizia in cui è ospitata la stazione, sia dal forte vento che soffia costantemente a Massafra, sia dal rumore antropico (poiché nello stesso locale c'era attività lavorativa).



**Fig. 6.15:** Diagramma polare del rapporto HVNR calcolato a Massafra il 13/01/2011 all'interno della struttura in cui è ospitata la stazione sismica.

Per quanto concerne le ultime 3 registrazioni effettuate il 6 aprile 2011 sono state eseguite numerose prove sui dati acquisiti nei 3 siti indagati (A, B, C), riguardanti finestre temporali di diversa durata (almeno 20 minuti, oppure 30, 40 o in un caso 1 ora); alcuni test sono stati eseguiti per valutare l'importanza della rimozione di singoli picchi (spikes) e/o di segnali transitori con un picco maggiormente sviluppato presenti nelle registrazioni, del filtraggio tra 0.35 e 50 Hz e del detrend sull'intera registrazione e/o su ciascuna finestra di 30 secondi.

In particolare per eliminare gli spikes presenti nelle tracce è stato necessario analizzare attentamente le tracce, selezionando solo gli intervalli temporali in cui non sono presenti spikes sommandoli fino ad ottenere almeno 20 intervalli non continui di 30 secondi ciascuno; la causa più probabile dei numerosi spikes presenti potrebbe essere il vento che era presente durante l'acquisizione dei dati. L'opzione di detrend è stata attivata in quasi tutte le prove e comporta una linearizzazione dell'intero segnale di 30-40 minuti; è possibile ed è preferibile però detrendare tutte le finestre di 30 secondi.

### SITO A

Le prove effettuate per il sito A (**Tab. 6.2**) sono in totale 18, 14 hanno riguardato finestre temporali di 30 minuti, le restanti 4 finestre di 45 minuti.

Sono state eseguite tutte considerando gli spikes, effettuando il detrend e considerando le tracce originali. Solo per la finestra 10:00 - 10:30 sono stati realizzati ulteriori 3 tests oltre alla prova con i parametri soliti. Le prove 6, 7 e 8 sono state effettuate rispettivamente con il filtraggio, senza spikes sull'originale e senza spikes sul filtrato. Valutati i valori massimi dei rapporti spettrali H/V delle diverse prove e constatato che essi rimanevano tutti al di sotto del valore 5, si è deciso di porre il massimo valore della paletta di colori pari a tale valore.

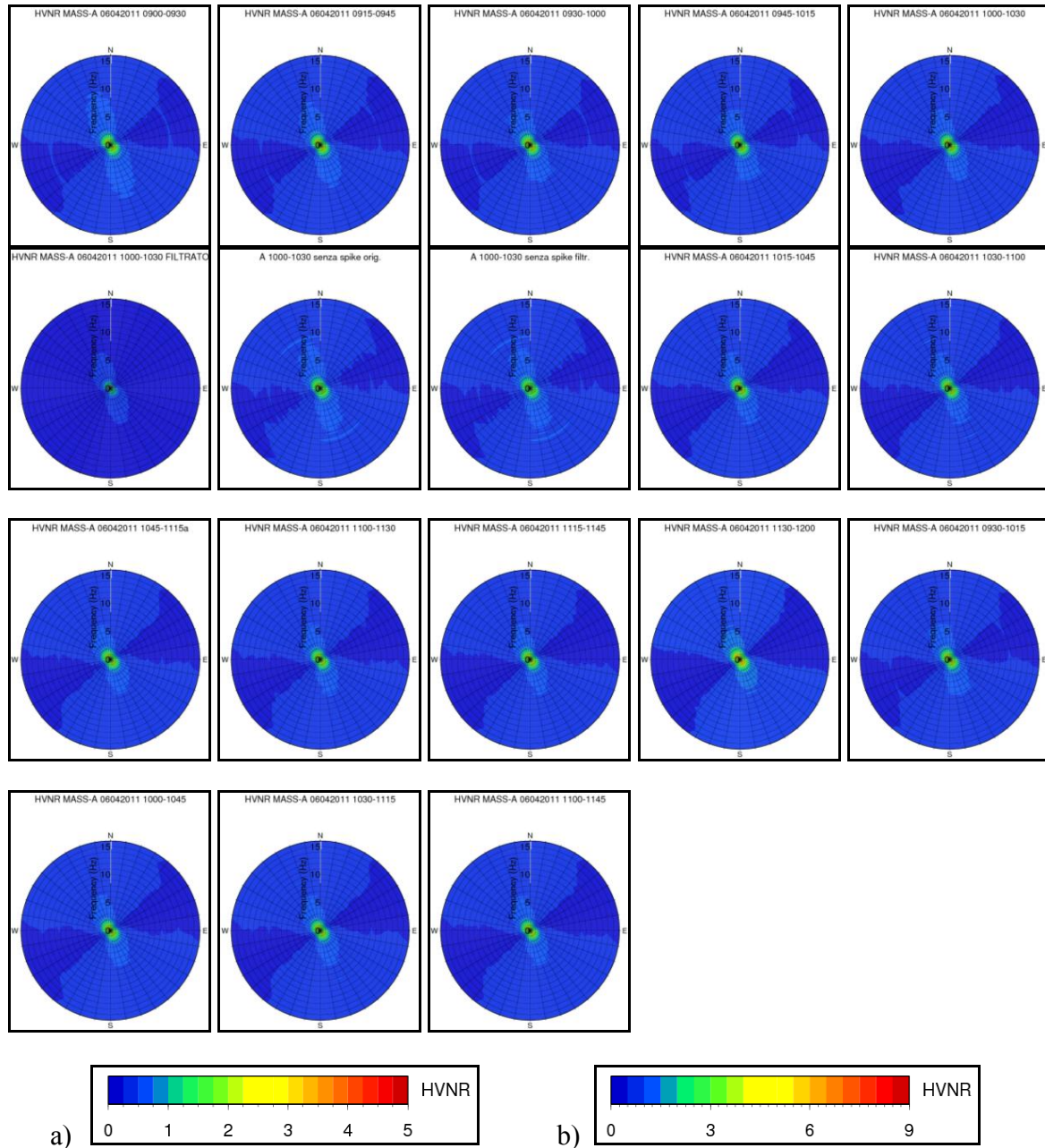
L'unica prova in cui il rapporto H/V massimo supera 5, arrivando a 8.55, è la 6 realizzata con spikes, con detrend e con filtraggio. Il fatto che il filtraggio sia stato realizzato sull'intera registrazione di durata pari a circa 4 ore può essere alla base di questa differenza di valori tra i rapporti H/V massimi tra la prova 6 e tutte le altre.

N. prova	Durata finestra	Da... a...	H/V Max	CARATTERISTICHE
1		09:00 - 09:30	0.361 E+01	con spike - con detrend - originale
2		09:15 - 09:45	0.395 E+01	con spike - con detrend - originale
3		09:30 - 10:00	0.452 E+01	con spike - con detrend - originale
4		09:45 - 10:15	0.282 E+01	con spike - con detrend - originale
5			0.300 E+01	con spike - con detrend - originale
6		10:00 - 10:30	0.855 E+01	con spike - con detrend - filtrato
7	FINESTRE 30 MINUTI		0.297 E+01	senza spike - con detrend - origin.
8			0.267 E+01	senza spike - con detrend - filtrato
9		10:15 - 10:45	0.315 E+01	con spike - con detrend - originale
10		10:30 - 11:00	0.238 E+01	con spike - con detrend - originale
11		10:45 - 11:15	0.225 E+01	con spike - con detrend - originale
12		11:00 - 11:30	0.284 E+01	con spike - con detrend - originale
13		11:15 - 11:45	0.274 E+01	con spike - con detrend - originale
14		11:30 - 12:00	0.263 E+01	con spike - con detrend - originale
15		09:30 - 10:15	0.353 E+01	con spike - con detrend - originale
16	FINESTRE 45 MINUTI	10:00 - 10:45	0.270 E+01	con spike - con detrend - originale
17		10:30 - 11:15	0.227 E+01	con spike - con detrend - originale
18		11:00 - 11:45	0.253 E+01	con spike - con detrend - originale

**Tab. 6.2:** Tabella riassuntiva delle prove relative al sito A effettuate con il programma SPECRAT2. Per tutte le N prove effettuate è riportata la durata in minuti della registrazione, l'ora di inizio e fine, le impostazioni in base alle quali ogni prova è stata effettuata e il valore massimo del rapporto H/V ottenuto.



I grafici polari riferibili al sito A (**Fig. 6.16**) relativi alle diverse prove mostrano tutti lo stesso andamento. In particolare, è visibile una sostanziale omogeneità a tutti gli azimut per tutte le frequenze analizzate. I valori massimi del rapporto H/V (intorno a 5) si registrano a frequenze basse (in genere inferiori a 2 Hz), in direzione NNW-SSE.



**Fig. 6.16** Diagrammi polari rappresentanti i rapporti spettrali tra componenti orizzontali e componente verticale (HVNR) per il sito A. I diagrammi si riferiscono alle prove riportate nella Tab. 6.2 dalla 1 alla 18. La paletta a) è valida per tutti i diagrammi eccetto per quello relativo alla prova 6 per cui è stata adottata la paletta b).

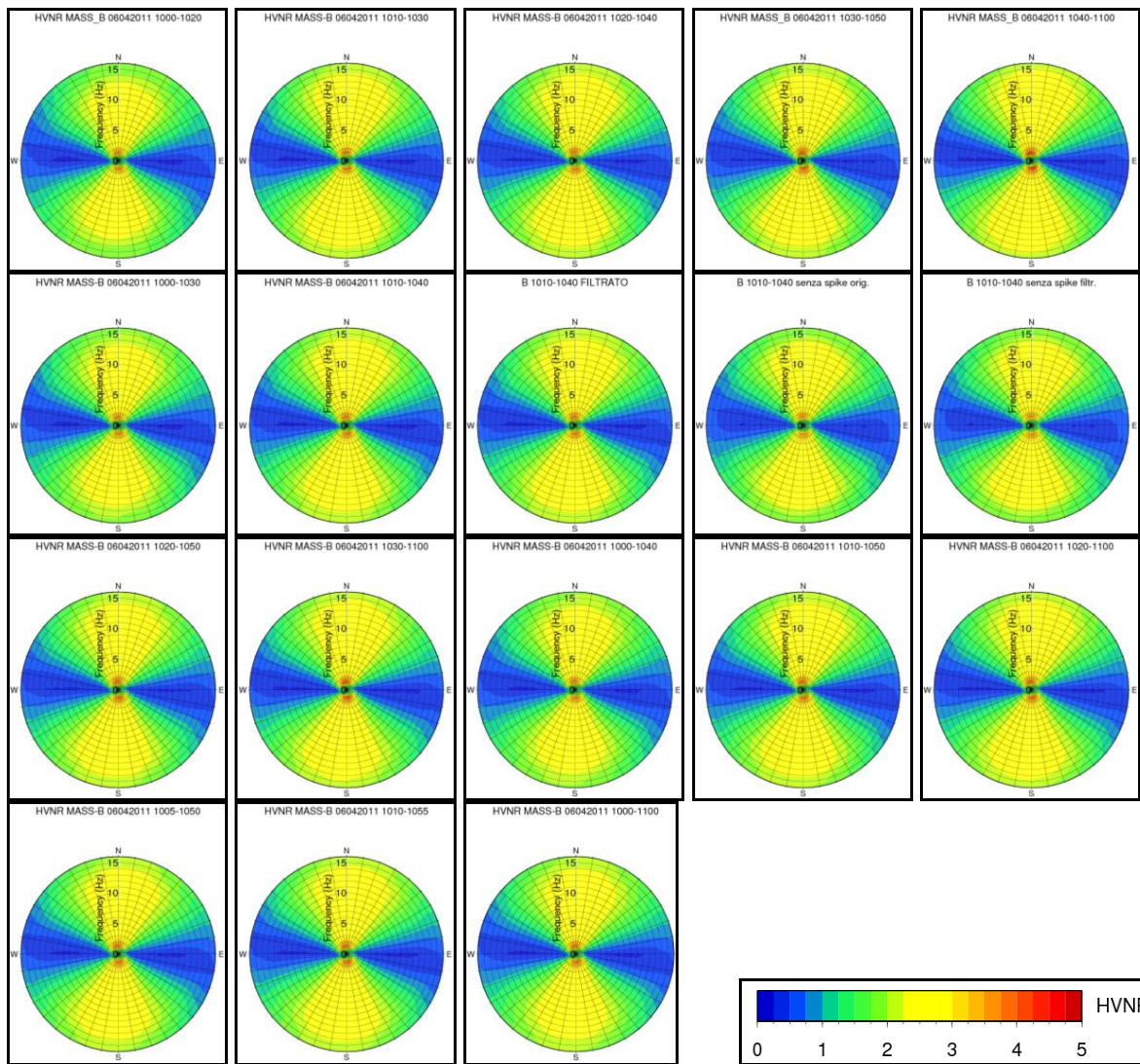
### SITO B

Anche nel caso del sito B (**Tab. 6.3**) le prove realizzate sono 18, suddivise in 5 gruppi su finestre di 20 minuti, 7 su finestre di 30 minuti, 3 da 40 minuti, 2 da 45 minuti e infine quella complessiva sull'intera registrazione di 1 ora. Tutte le finestre sono state analizzate senza eliminare gli spikes, effettuando il detrend e utilizzando le registrazioni originali. Solo sulla finestra di 30 minuti (10:10 - 10:40) sono state eseguiti altri tre tests, in particolare la prova 8 è stata effettuata sulla registrazione filtrata, la 9 senza spikes e la 10 senza spikes e sul filtrato. Osservando i valori massimi del rapporto spettrale per le diverse prove si è ritenuto opportuno impostare il valore massimo del rapporto nella paletta dei colori a 5.

N. prova	Durata finestra	Da... a...	H/V Max	CARATTERISTICHE
1	<b>FINESTRE 20 MINUTI</b>	10:00 - 10:20	0.401 E+01	con spike - con detrend - originale
2		10:10 - 10:30	0.409 E+01	con spike - con detrend - originale
3		10:20 - 10:40	0.397 E+01	con spike - con detrend - originale
4		10:30 - 10:50	0.445 E+01	con spike - con detrend - originale
5		10:40 - 11:00	0.462 E+01	con spike - con detrend - originale
6	<b>FINESTRE 30 MINUTI</b>	10:00 - 10:30	0.405 E+01	con spike - con detrend - originale
7			0.394 E+01	con spike - con detrend - originale
8		10:10 - 10:40	0.395 E+01	con spike - con detrend - filtrato
9			0.384 E+01	senza spike - con detrend - origin.
10			0.385 E+01	senza spike - con detrend - filtrato
11		10:20 - 10:50	0.410 E+01	con spike - con detrend - originale
12		10:30 - 11:00	0.420 E+01	con spike - con detrend - originale
13	<b>FINESTRE 40 MINUTI</b>	10:00 - 10:40	0.395 E+01	con spike - con detrend - originale
14		10:10 - 10:50	0.405 E+01	con spike - con detrend - originale
15		10:20 - 11:00	0.408 E+01	con spike - con detrend - originale
16	<b>FINESTRE 45 MINUTI</b>	10:05 - 10:50	0.397 E+01	con spike - con detrend - originale
17		10:10 - 10:55	0.402 E+01	con spike - con detrend - originale
18	<b>FINESTRE 60 MINUTI</b>	10:00 - 11:00	0.398 E+01	con spike - con detrend - originale

**Tab. 6.3:** Tabella riassuntiva delle prove relative al sito B effettuate con il programma SPECRAT2.

Tutti i diagrammi risultanti dalle varie elaborazioni sono molto simili tra loro (**Fig. 6.17**); mostrano infatti tutti una chiara direzionalità nella distribuzione dei rapporti spettrali HVNR in direzione circa NS e la relativa disposizione dei valori minimi in direzione perpendicolare. I massimi assoluti (indicati con le tonalità di rosso), che si mantengono tra 3.84 e 4.62, si registrano in corrispondenza di basse frequenze (inferiori a 2 Hz) in direzione NS. Valori di rapporti spettrali intorno a 3 sono distribuiti sempre lungo la stessa direzione ed estesi a valori azimutali all'incirca tra i 30°E e 30°W. Non si notano sostanziali differenze tra le prove dalla 7 alla 10 nonostante le modifiche effettuate.



**Fig. 6.17: Diagrammi polari rappresentanti i rapporti spettrali tra componenti orizzontali e componente verticale (HVN) per il sito B. I diagrammi si riferiscono alle prove riportate nella Tab. 6.3 dalla 1 alla 18. La palette dei colori è valida per tutti i diagrammi.**

### SITO C

Le prove relative al sito C (**Tab. 6.4**) sono complessivamente 16, 5 su finestre da 20 minuti, 4 da mezz'ora, 2 su finestre da 45 minuti e le ultime 5 sulla finestra da 47 minuti.

Oltre alle consuete prove eseguite sulle 10 finestre temporali esaminate (cioè considerando la registrazione originale, non eliminando gli spikes ed effettuando il detrend sulle singole finestre di 30 secondi), su 6 di esse sono stati realizzati ulteriori tests.

Anche in questo caso il valore massimo, stavolta pari a circa 15, è praticamente sempre uguale per cui la palette dei colori vale per tutti i diagrammi, vista l'omogeneità dei risultati dei rapporti spettrali HVN massimi.

N. prova	Durata finestra	Da... a...	H/V Max	CARATTERISTICHE
1	FINESTRE 20 MINUTI	11:40 - 12:00	0.135 E+02	con spike - senza detrend - origin.
2			0.136 E+02	con spike - con detrend - originale
3		11:50 - 12:10	0.151 E+02	con spike - con detrend - originale
4		12:00 - 12:20	0.125 E+02	con spike - con detrend - originale
5		12:07 - 12:27	0.127 E+02	con spike - con detrend - originale
6	FINESTRE 30 MINUTI	11:40 - 12:10	0.123 E+02	con spike - con detrend - originale
7			0.153 E+02	con spike - con detrend - filtrato
8		11:50 - 12:20	0.146 E+02	con spike - con detrend - originale
9		11:57 - 12:27	0.107 E+02	con spike - con detrend - originale
10	FINESTRE 40 MINUTI	11:40 - 12:20	0.122 E+02	con spike - con detrend - originale
11		11:47 - 12:27	0.127 E+02	con spike - con detrend - originale
12	FINESTRE 47 MINUTI	11:40 - 12:27	0.115 E+02	con spike - con detrend - originale
13			0.977 E+01	senza spike - con detrend - origin.
14			0.999 E+01	senza spike - senza detrend - orig.
15			0.159 E+02	senza spike - con detrend - filtrato
16			0.157 E+02	senza spike - senza detrend - filtr.

Tab. 6.4: Tabella riassuntiva delle prove relative al sito C effettuate con il programma SPECRAT2.

I diagrammi polari relativi alle 16 prove (**Fig. 6.18**) mostrano un andamento molto simile; è chiara la distribuzione spaziale dei valori massimi dei rapporti spettrali in direzione EW e la relativa direzione dei valori minimi perpendicolare ad essa.

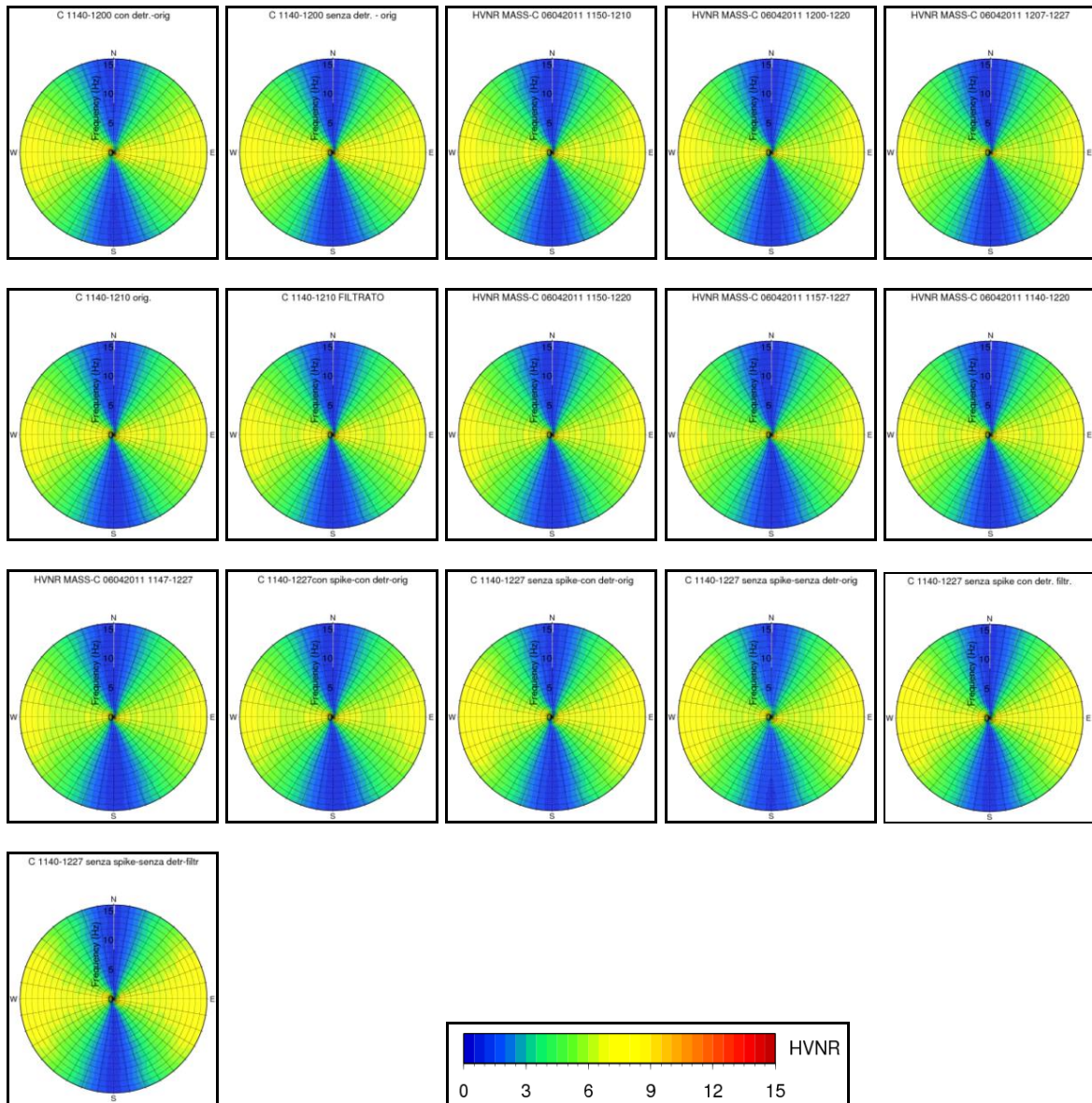
I valori massimi si osservano in corrispondenza di ranges di frequenze compresi fra 2 e 5 Hz e 9 e 15 Hz per valori azimutali compresi fra 70-110° e 250-290°.

Per la prova 2 è stato realizzato un altro tipo di grafico (**Fig. 6.19**) che riporta in ascisse l'azimut, in ordinate la frequenza e sul quale sono riportati i valori del rapporto HVNR attraverso una scala di colori del tutto simile a quella usata per i grafici polari. Osservando il grafico è possibile individuare più chiaramente i massimi in corrispondenza delle frequenze molto basse (appena sopra il minimo di 0.35 Hz); valutando però la deviazione standard che è molto alta, tali massimi non devono essere tenuti in considerazione.

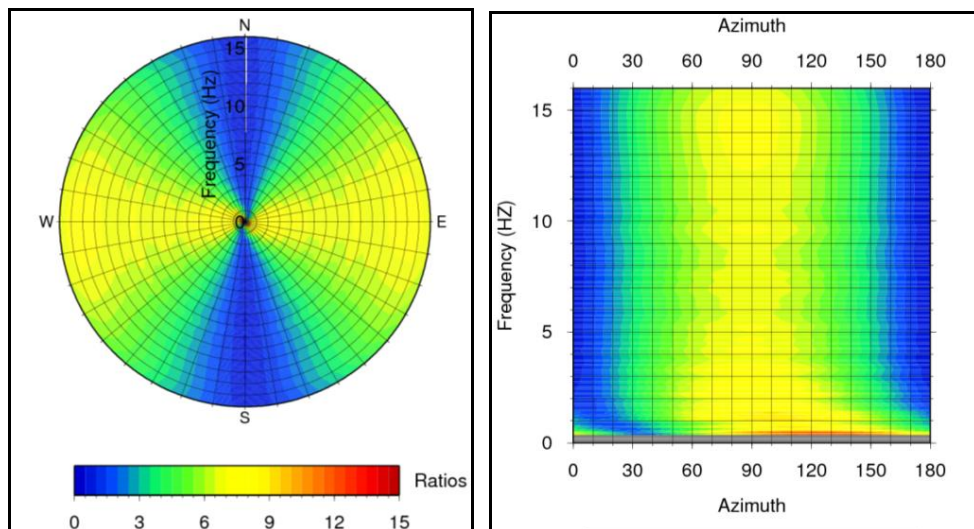
E' altrettanto chiara la distribuzione dei massimi del rapporto H/V ad azimut intorno a 90° e di quelli minimi intorno a 180°.

Sempre per la prova 2 in **Fig. 6.20** è riportato un ulteriore grafico che mostra la variazione con la frequenza del massimo HVNR (in direzione N90°E) e del minimo (in direzione 0°) e della deviazione standard; da esso si vede ancor più chiaramente che a frequenze minori di circa 2 Hz si ha una deviazione standard molto alta, per cui i risultati sono attendibili solo alle frequenze maggiori di 2 Hz.





**Fig. 6.18:** Diagrammi polari rappresentanti i rapporti spettrali tra componenti orizzontali e componente verticale (HVNR) per il sito C. I diagrammi si riferiscono alle prove riportate nella Tab. 6.4 dalla 1 alla 16. La paletta dei colori è valida per tutti i diagrammi.



**Fig. 6.19:** Due differenti tipi di grafico relativi alla prova 2 del sito C.

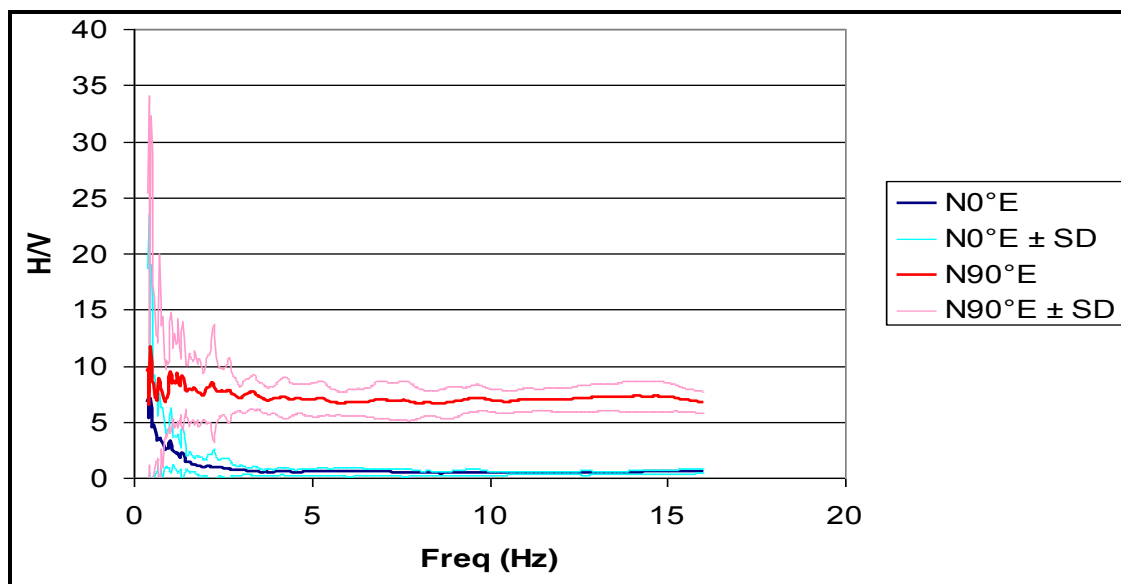


Fig. 6.20: Altro grafico relativo alla prova 2 del sito C; sono riportate le curve dei rapporti spettrali H/V a 90° e a 0° insieme alla deviazione standard.

Va sottolineato che i 3 siti nei quali sono state installate le nuove stazioni sismiche non mostrano rilevanti fenomeni di risonanza, a conferma della loro adeguatezza come siti per stazioni sismiche, benché, in qualche caso, fenomeni di amplificazione direzionale del moto del suolo appaiono nelle aree immediatamente circostanti i siti delle stazioni.

Questi ultimi fenomeni dovrebbero essere ulteriormente indagati per chiarirne l'origine.

#### 6.4 - ACQUISIZIONE DATI CON IL METODO REMI

Dato che presso la stazione sismica installata a Massafra è presente una lama (che potrebbe determinare effetti di sito) e valutando anche i controversi risultati delle misure già effettuate con il metodo HVNR, si è poi utilizzato un altro metodo di indagine delle caratteristiche del sottosuolo che sfrutta sempre il rumore microsismico, denominato **Refraction Microtremor (ReMi)** (Louie, 2001), la cui teoria di base è riportata in **allegato 3C**.

In particolare il 28/02/2011 presso la caserma "Ciaravolo" della Marina Militare a Massafra è stata condotta una campagna di misura di rumore microsismico con la tecnica ReMi, volta a determinare il  $V_{s30}$  e la struttura sottostante; le misure di rumore sono state effettuate lungo due arrays tra loro circa perpendicolari, accompagnandole con indagini di prospezione geofisica a rifrazione che hanno permesso di porre dei vincoli in fase di analisi.

Il posizionamento dei due profili è stato suggerito dalla presenza di un solco erosivo (lama), uno dei numerosi che caratterizzano la zona di Massafra, a soli 60 m circa in direzione nord dalla recinzione della caserma. Il primo dei due profili (ReMi 1) è stato effettuato

parallelamente alla direzione di sviluppo della lama, mentre il secondo stendimento (ReMi 2) è stato posto in direzione circa perpendicolare al primo e di conseguenza alla lama (**Fig. 6.21**). Questa disposizione è stata decisa allo scopo di controllare l'eventuale presenza di variazioni direzionali nella curva di dispersione per effetto di anisotropie nella distribuzione del rumore e di verificare l'esistenza di anisotropie nel mezzo per una corretta comprensione delle caratteristiche di direzionalità eventualmente presenti.



**Fig. 6.21:** Immagine satellitare dell'area della caserma "Ciaravolo" con indicazione dei profili 1 e 2 lungo cui è stato eseguito il ReMi e della lama (Google Earth).

Per entrambi gli stendimenti sono stati utilizzati 12 geofoni verticali con frequenza di risonanza pari a 4.5 Hz infissi manualmente nel terreno per renderli solidali con esso e a 10 m l'uno dall'altro, coprendo così per ciascun profilo una lunghezza di 110 m (**Fig. 6.22**).

Ultimate le fasi operative di sistemazione degli arrays sul campo, si è proseguito con la registrazione del rumore diffuso della durata di 30 secondi, con intervallo di campionamento fissato a 2 millisecondi, corrispondente a 500 sps (sample per second). Per l'operazione di registrazione è stato impiegato un sismografo GEODE Geometrics, multicanale, con capacità di memoria di 16000 dati per ogni canale. È uno strumento che impegna 24 bit di memoria per ogni singolo dato digitale ed offre una dinamica elevata (144 dB di range dinamico complessivo). Garantisce, inoltre, una bassissima distorsione (0.0005 %) ed un'elevata accuratezza del trigger (1/32 del campionamento).



Il campionamento simultaneo a 12 canali consente il recupero in poco tempo di una gran quantità di dati che consente la ridondanza statistica degli stessi e una più semplice e meno incerta discriminazione del segnale di nostro interesse. Durante entrambe le prove lungo i due profili non si è ritenuto necessario utilizzare fonti artificiali di rumore sismico quali la semplice accensione di autoveicoli o colpi di martello o passi lungo la linea sismica.

La registrazione complessiva comprende un set di sismogrammi relativi a misure ripetute non meno di 10 volte.



**Fig. 6.22:** Foto degli arrays relativi ai profili ReMi 1 (a sinistra) e ReMi 2 (a destra).

## **6.5 - RISULTATI INVERSIONE CON IL METODO REMI**

L'elaborazione dei dati relativi ai profili ReMi 1 e ReMi 2 è stata svolta con il software commerciale SeisOpt® ReMi seguendo i passaggi descritti nell'**allegato 3D**.

In particolare, per entrambi i profili si è scelto di procedere innanzitutto ad un'inversione automatica ponendo come unico vincolo la possibile presenza di inversioni di velocità al fine di verificare quali fossero i risultati in assenza di vincoli importanti. Cliccando sul tasto "Automatic dispersion inversion" si apre infatti una finestra di dialogo in cui si possono porre diversi vincoli come numero di strati, profondità, velocità, etc.

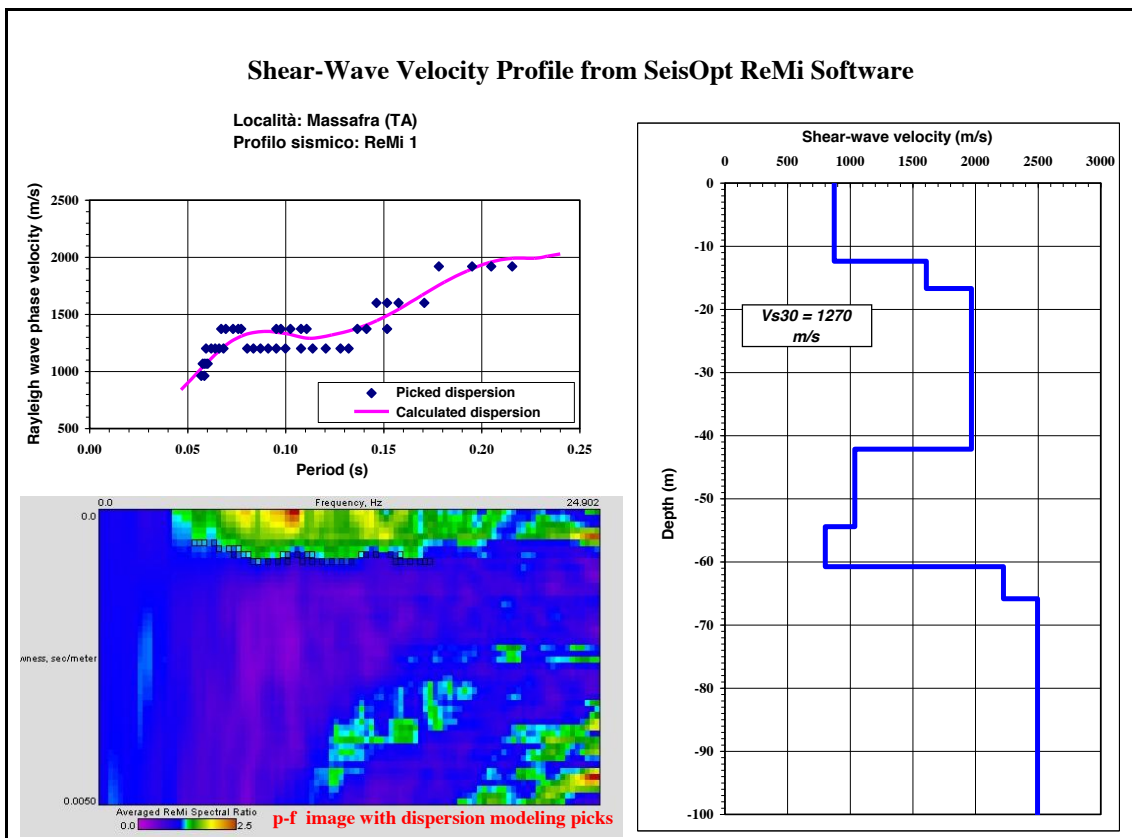
Sono state effettuate alcune prove variando i parametri impostati, ponendo vincoli in base a conoscenze di tipo geologico e ai risultati della sismica a rifrazione eseguita prima delle analisi di rumore. I files relativi al picking effettuato, al modello di velocità determinato e alla curva di dispersione calcolata teoricamente dal modello impostato e in base ai vincoli posti



(con il minimo RMS) relativi alle diverse prove effettuate, sono stati importati in Excel, manipolati in modo da considerare le velocità e i periodi (piuttosto che le slowness e le frequenze) e plottati tramite grafici.

In **Fig. 6.23** è riportato un foglio Excel con 3 diagrammi: in basso a sinistra è mostrato il diagramma p-f con i picchi di dispersione (corrispondenti al modo fondamentale della curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh); in alto a sinistra sono riportati i punti del “picking” ottenuto, insieme alla curva di dispersione teorica calcolata sulla base del modello strutturale mostrato a destra, ricavato tramite il best-fitting tra la curva di dispersione sperimentale (rappresentata dal picking) e la curva di dispersione teorica (in fucsia).

Come si vede il miglior modello di velocità calcolato è abbastanza semplice e prevede un primo strato spesso circa 10 m a  $V_s$  circa 900 m/s (litologicamente riferibile a calcari molto fratturati), un secondo strato spesso circa 30 metri con aumento di velocità con  $V_s$  circa 2000 m/s (corrispondenti a calcare più compatto), un terzo strato con inversione di velocità tra i 40 e i 60 metri circa con  $V_s$  circa 1000 m/s (per carsismo o falda idrica) ed infine si ha un aumento di velocità con  $V_s$  che arriva a 2500 m/s a profondità intorno ai 100 metri (calcare compatto). Si è anche ricavato il valore di  $V_{s30}$  pari a 1270 m/s.



**Fig. 6.23:** In basso a sinistra diagramma p-f con i picchi di dispersione (corrispondenti al modo fondamentale della curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh); in alto a sinistra punti del “picking” ottenuto e in fucsia curva di dispersione teorica calcolata sulla base del modello di velocità “migliore”; a destra modello strutturale velocità dell’onda S (in m/s) - profondità (in m) ricavato tramite il best-fitting tra la curva di dispersione sperimentale (rappresentata dal picking) e la curva di dispersione teorica (in fucsia).

## 6.6 - RISULTATI DELL'INVERSIONE CON ALTRE PROCEDURE

Si è precedentemente detto che attraverso un'inversione dei dati di osservazione (curva di dispersione) si possono ottenere dei possibili modelli geologico-strutturali (riguardanti velocità delle onde S e spessori) consistenti con le velocità di fase sperimentali, da cui si ricavano indicazioni sulle differenti caratteristiche dell'area investigata.

Il software commerciale SeisOpt® ReMi fornisce soltanto la soluzione con il best fitting, ma è opportuno esplorare il range di soluzioni compatibili con i dati sperimentali anche per chiarire se e quali parti del modello sono ben vincolate. Pertanto è preferibile utilizzare altre tecniche di inversione comunemente impiegate nel mondo scientifico per determinare vari eventuali molteplici modelli compatibili con i dati sperimentali.

Una delle più comuni procedure di inversione è il metodo hedgehog [sviluppato da Keilis-Borok e Yanovskaya (1967) e descritto in modo esauriente da Biswas e Knopoff (1974) e da Panza (1981)] del quale si dà soltanto una rapida descrizione. In genere quando si trattano problemi di geofisica si hanno dei parametri di modello e dei dati di osservazione che sono legati da una funzione di trasferimento; in questo caso i dati di osservazione sono le curve di dispersione sperimentali della velocità di fase delle onde di Rayleigh, mentre i parametri del modello sono le velocità delle onde S e gli spessori di alcuni strati della crosta e/o del mantello; questi sono ottenuti tramite un metodo di calcolo sviluppato da Knopoff (per i dettagli si veda Clymer, 1973).

Il metodo hedgehog inizia ad esaminare un particolare modello e perturba un set di parametri di modello scelti in un modo sistematico, variando ogni parametro con multipli di un certo incremento prefissato. Per ogni nuovo modello i dati teorici sono prima calcolati e poi comparati con i dati sperimentali. Se lo scarto quadratico medio  $\sigma$  è minore di un valore critico prefissato, e se nessun dato individuale calcolato differisce dal dato sperimentale di più di un certo valore (l'errore  $\varepsilon$  da cui è affetto il singolo dato) allora il modello viene accettato essendo consistente con i dati sperimentali.

Come criteri di selezione nell'inversione si sono considerati i parametri di errore  $\varepsilon = 0.040$  km/s (ai valori estremi 0.050 km/s), mentre si è posto  $\sigma = 0.035$  km/s. Quindi se la differenza tra le velocità di fase calcolate ed osservate è maggiore del valore  $\varepsilon$  fissato per qualsiasi periodo individuale, oppure se l'RMS tra i dati osservati e quelli calcolati per la struttura parametrizzata è maggiore di  $\sigma$ , il modello viene rigettato; i valori di  $\varepsilon$  e di  $\sigma$  sono consistenti con la precisione nei dati del picking effettuato con la procedura ReMi.

Il programma controlla tutti i modelli che sono “vicini” ad uno che è soluzione del problema, cioè che non è stato rigettato; “vicini” significa che ogni parametro di modello che varia non può essere cambiato di più di un incremento per volta. Possiamo considerare gli  $n$  parametri del modello variabili come le coordinate di uno spazio vettore di  $n$ -dimensioni, nel quale ogni punto rappresenta un modello. Il programma esplora questo spazio  $n$ -dimensionale, modificando lentamente il modello di partenza lungo un reticolo di punti, controllando i punti immediatamente vicini a quelli non rigettati. Il programma si arresta quando non riesce a trovare punti successivi.

Per poter procedere all’inversione è necessario utilizzare le informazioni di sismica attiva; infatti gli spessori e le velocità delle onde P ed S e della densità degli strati superficiali possono essere vincolati sulla base di informazioni disponibili in letteratura. Il valore della densità può essere ottenuto tramite relazioni empiriche tipo Nafe-Drake che legano la densità,  $\rho$ , (in  $\text{g/cm}^3$ ) alla velocità dell’onda P,  $\alpha$ , (in  $\text{km/s}$ ).

Nel test di inversione tramite la procedura hedgehog si è partiti dai risultati ottenuti tramite il ReMi e in particolare dal picking mostrato in **Fig. 6.23**, considerando anche il modello strutturale riportato nella stessa figura. Nel file di input vanno inserite 3 parti:

1. la curva di dispersione sperimentale della velocità di fase (**Tab. 6.5**); bisogna fornire i valori di periodo e di velocità di fase dell’onda di Rayleigh, con l’errore  $\varepsilon$  ammesso su ogni singolo punto e il valore di RMS  $\sigma$  complessivo; in questo test tale curva è costituita da 6 punti;

<b>Velocità fase (km/s)</b>	<b>Periodo (s)</b>	<b>Errore <math>\varepsilon</math> (km/s)</b>
<b>1.200</b>	<b>0.064</b>	<b>0.050</b>
<b>1.260</b>	<b>0.095</b>	<b>0.040</b>
<b>1.300</b>	<b>0.112</b>	<b>0.040</b>
<b>1.490</b>	<b>0.144</b>	<b>0.040</b>
<b>1.790</b>	<b>0.175</b>	<b>0.040</b>
<b>1.920</b>	<b>0.216</b>	<b>0.050</b>

**Tab. 6.5:** Curva di dispersione della velocità di fase sperimentale delle onde di Rayleigh. L’errore  $\varepsilon$  su ogni singolo punto è 0.040 km/s (agli estremi 0.050), mentre l’RMS  $\sigma$  è 0.035.

2. il modello di velocità (ipotizzato anche sulla base di altri dati, ad esempio perforazioni se esistenti) indicando quanti e quali parametri incogniti devono essere determinati (**Tab. 6.6**); in questo test si sono fatti variare 7 parametri di modello (le velocità dell’onda S dei primi 4 strati e gli spessori dei primi 3 strati, ipotizzando che nel 3° strato ci sia un’inversione di velocità, in accordo ai risultati prima ottenuti tramite l’inversione effettuata con il software SeisOpt); i valori della velocità dell’onda P e della densità sono compatibili con le caratteristiche geologiche dell’area;

Profondità (km)	H (km)	$\beta$ (km/s)	$\alpha$ (km/s)	$\sigma$ (g/cm <sup>3</sup> )
0	P5	P1	1.500	1.3
P5				
P5	P6	P2	3.200	1.8
P5+P6				
P5+P6	P7	P3	1.600	1.4
P5+P6+P7				
P5+P6+P7				
0.100	0.100 - ( P5+P6+P7)	P4	3.800	2.0
0.100				
0.500	400	2.30	3.900	2.1

Tab. 6.6: Parametrizzazione utilizzata nella prova 1; nelle prime 2 colonne sono riportati la profondità del top e del bottom di ogni strato e lo spessore, nelle ultime 3 colonne sono riportati i valori di velocità dell'onda S, dell'onda P e della densità.

- la variazione del modello di velocità, fornendo il range di variazione, il passo della ricerca e il valore di partenza (Tab. 6.7).

Valore di partenza	Passo	Valore minimo	Valore massimo
0.900 (km/s)	0.050 (km/s)	0.800 (km/s)	1.000 (km/s)
1.900 (km/s)	0.050 (km/s)	1.600 (km/s)	2.000 (km/s)
1.000 (km/s)	0.050 (km/s)	0.800 (km/s)	1.300 (km/s)
2.200 (km/s)	0.050 (km/s)	2.000 (km/s)	2.400 (km/s)
0.012 (km)	0.002 (km)	0.000 (km)	0.016 (km)
0.016 (km)	0.008 (km)	0.008 (km)	0.040 (km)
0.015 (km)	0.005 (km)	0.010 (km)	0.040 (km)

Tab. 6.7: Sono riportati il range di variazione dei parametri (valore minimo e massimo), il passo fissato nella ricerca delle soluzioni e il valore di partenza nell'inversione per i 7 parametri della Tab. 6.6.

Sostanzialmente i risultati ottenuti con l'inversione hedgehog non sono molto diversi da quelli ottenuti con l'inversione effettuata con il ReMi, a parte la non trascurabile differenza che con l'inversione hedgehog sono calcolati molti modelli possibili, mentre con il software della Optim viene mostrato solo il modello di velocità con il più piccolo RMS.

In Fig. 6.24 sono riportati i risultati rappresentati con il software GMT: sono mostrate sia la curva di dispersione sperimentale (ottenuta dal picking) e le curve teoriche calcolate, sia i modelli di velocità compatibili con gli errori  $\epsilon$  prima indicati e con l'RMS ammesso.

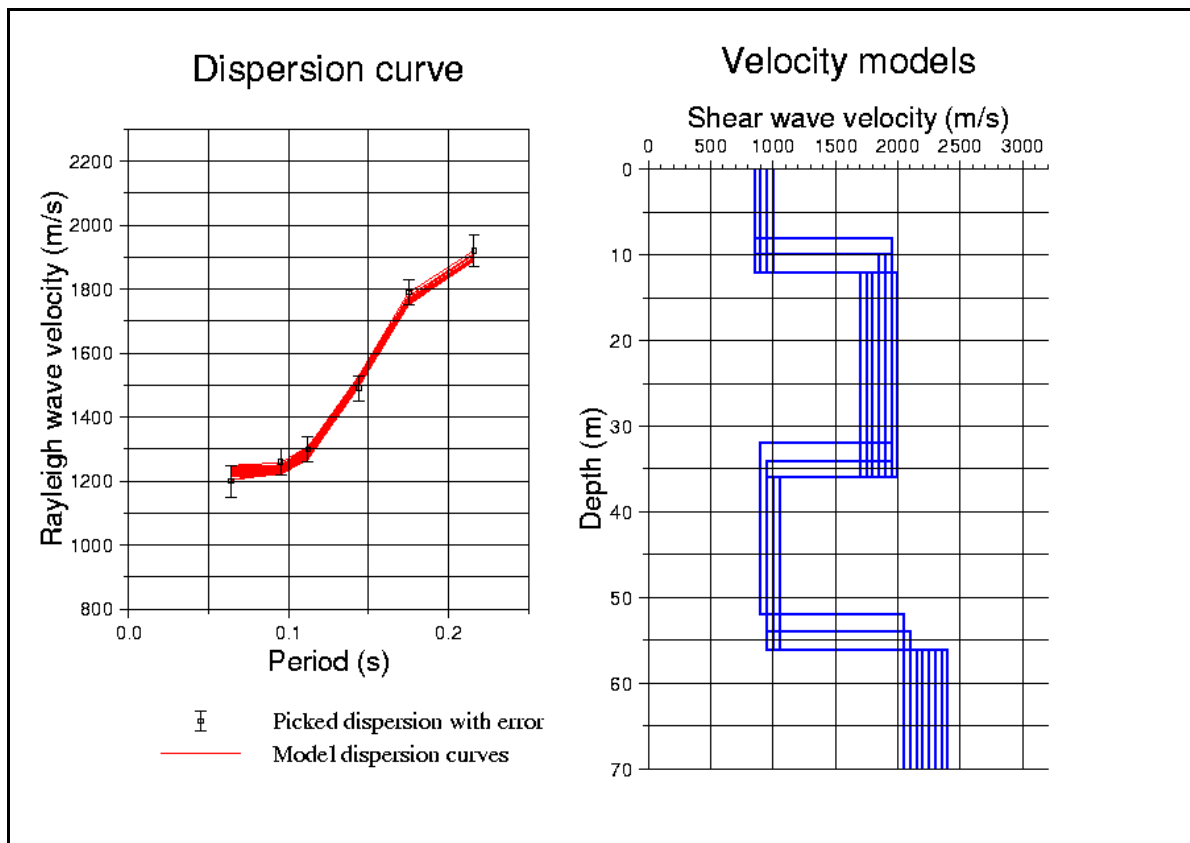
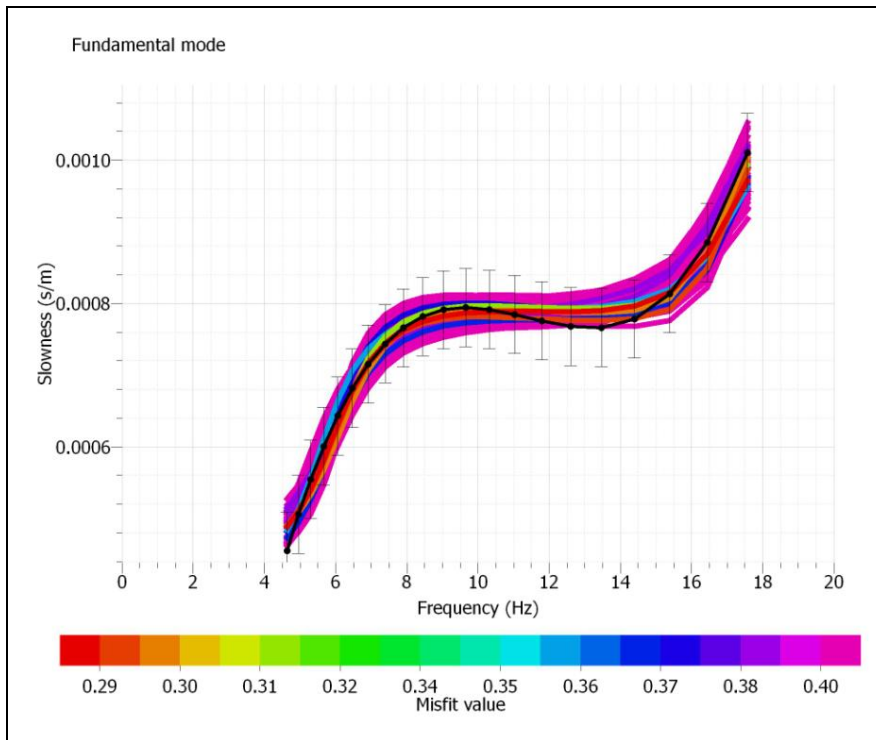


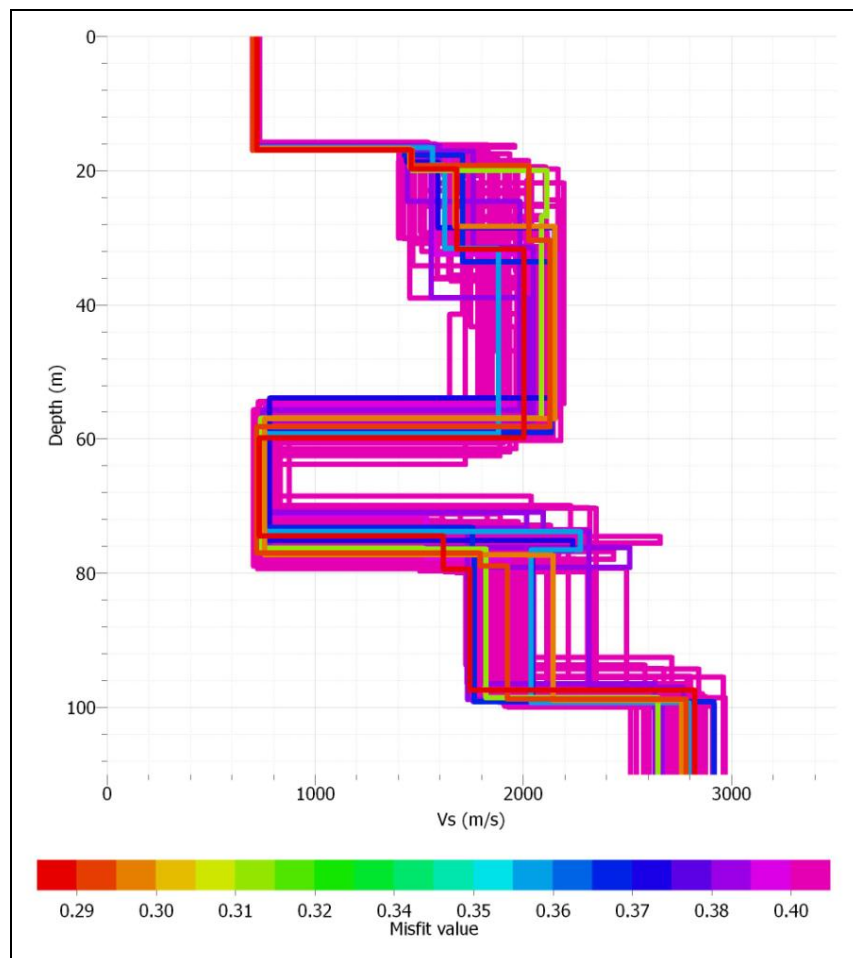
Fig. 6.24: A sinistra sono riportati i 6 punti costituenti la curva di dispersione sperimentale con la barra dell'errore consentito, insieme alle 9 curve di dispersione teoriche ottenute, ognuna corrispondente alle 9 possibili soluzioni trovate dall'inversione; a destra è mostrato il grafico Velocità dell'onda S (in m/s) – Profondità (in m) per le 9 soluzioni trovate.

La curva di dispersione sperimentale è stata invertita anche tramite la routine “Surface Wave Inversion” del pacchetto software **DINVER** (Wathelet, 2005); come si può vedere dalle **Figg. 6.25 e 6.26** non si hanno grosse variazioni rispetto ai risultati ottenuti con la metodologia precedente; ad esempio la velocità del 1° strato si mantiene minore di 1000 m/s (diminuisce a circa 700 m/s) con uno spessore di 8 metri. Essendo stati fatti solo dei test generici non si è ritenuto di descrivere sia la fase di elaborazione che i risultati ottenuti.

Dai risultati delle inversioni effettuate si può affermare che, considerando le caratteristiche delle velocità degli strati superficiali, è confermato che il sito di Massafra non è caratterizzato da fenomeni di risonanza a frequenze di interesse per la rilevazione degli eventi sismici.



**Fig. 6.32:** In nero è rappresentata la curva di dispersione sperimentale con la barra degli errori (in ascissa frequenze in Hz e in ordinate slowness in s/m), mentre con i diversi colori corrispondenti a valori di misfit differente sono riportate le curve di dispersione calcolate sulla base di possibili modelli strutturali.



**Fig. 6.33:** Sono rappresentati possibili modelli strutturali per diversi valori di misfit.

## 7 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In questo rapporto sono descritte le attività svolte nell'ambito del progetto, finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Puglia, dal titolo "Realizzazione di una rete sismica nella Puglia centro-meridionale per lo studio dell'attività sismica di bassa energia" sviluppato in un anno dal settembre 2010 all'agosto 2011. Questa rete locale, finalizzata al monitoraggio della sismicità a bassa energia, ha integrato per la parte centro-meridionale la rete di stazioni sismiche esistenti nel resto del territorio regionale, al fine di costituire una base strumentale di osservazione da mettere al servizio della riclassificazione sismica del territorio regionale.

Nell'area di indagine sono state implementate complessivamente 4 stazioni sismiche, di cui una è stata acquistata grazie al finanziamento ricevuto, mentre per le altre si è utilizzata una strumentazione già disponibile. Per 3 stazioni è stato costruito un pozzetto in cemento su cui è stato posizionato il sismometro.

Dei 4 sensori, quelli ubicati nei pressi di Massafra e di Taranto sono a 3 componenti e a larga banda, mentre quelli collocati nella periferia di Ceglie Messapica e di Fasano sono Teledyne Geotech S-13 a corto periodo e a sola componente verticale, però sufficiente ai fini della sola rilevazione della sismicità.

Per tutte le stazioni sismiche sono state realizzate delle monografie in cui sono riportate le principali caratteristiche geografiche, topografiche e geologiche dei siti.

La percentuale di funzionamento delle stazioni (**Tab. 7.1**) è risultata molto alta, pari al 100% a Massafra e a Taranto, cioè nelle 2 stazioni ubicate presso strutture pubbliche (caserma Ciaravolo della Marina Militare e Polo universitario ionico) e leggermente inferiore a Ceglie Messapica dove spesso è scattato il salvavita del quadro di alimentazione elettrica in seguito a temporali (e talvolta è passato qualche giorno prima del ripristino); la ragione della bassa percentuale a Fasano nei mesi di febbraio e marzo (e parzialmente gennaio e aprile) è differente, poiché qui si è bruciata la scheda di alimentazione dell'acquisitore (a causa di un fulmine), pochi giorni dopo uno scarico dei dati sismici per cui nel complesso nella prima fase la stazione è stata attiva saltuariamente e complessivamente inattiva per circa 2 mesi dalla sua installazione avvenuta il 21/12/2010. All'acquisitore fuori uso, necessitando l'intervento della casa madre canadese, si è sopperito tramite un altro acquisitore di fortuna essendo tutta la strumentazione già impegnata.

Come si può constatare dalla **Tab. 5.1**, mediamente sono stati registrati mensilmente circa una cinquantina di eventi sismici, la maggior parte localizzati in Albania, Grecia e zone limitrofe, ma una quantità di eventi non trascurabile è avvenuta nell'area di indagine.

	<b>CGL1</b>	<b>FASA</b>	<b>MASS</b>	<b>TAR1</b>
<b>SETTEMBRE 2010</b>	<b>100%</b>			<b>100%</b>
<b>OTTOBRE 2010</b>	<b>87%</b>	-	-	<b>100%</b>
<b>NOVEMBRE 2010</b>	<b>94%</b>	-	-	<b>100%</b>
<b>DICEMBRE 2010</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>GENNAIO 2011</b>	<b>100%</b>	<b>42%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>FEBBRAIO 2011</b>	<b>100%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>MARZO 2011</b>	<b>90%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>APRILE 2011</b>	<b>93%</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>MAGGIO 2011</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>GIUGNO 2011</b>	<b>83%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>LUGLIO 2011</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>AGOSTO 2011</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tab. 7.1: Percentuale di funzionamento delle stazioni sismiche installate nell'area di indagine.**

Mediamente sono stati localizzati mensilmente almeno una decina di eventi (**Tab. 7.2**) alcuni dei quali (quelli più vicini alle stazioni sismiche installate) non localizzati dall'INGV (in totale 18). Complessivamente sono stati localizzati 127 eventi, utilizzando almeno 5 tempi di arrivo alle stazioni dell'OSUB e possibilmente, se disponibili, anche i tempi di arrivo alle stazioni dell'INGV.

	<b>OSUB + INGV</b>	<b>OSUB</b>
<b>SETTEMBRE 2010</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>OTTOBRE 2010</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
<b>NOVEMBRE 2010</b>	<b>10</b>	<b>1</b>
<b>DICEMBRE 2010</b>	<b>10</b>	<b>4</b>
<b>GENNAIO 2011</b>	<b>12</b>	<b>1</b>
<b>FEBBRAIO 2011</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>MARZO 2011</b>	<b>9</b>	<b>2</b>
<b>APRILE 2011</b>	<b>17</b>	<b>2</b>
<b>MAGGIO 2011</b>	<b>9</b>	<b>1</b>
<b>GIUGNO 2011</b>	<b>14</b>	<b>3</b>
<b>LUGLIO 2011</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>AGOSTO 2011</b>	<b>12</b>	<b>2</b>
<b>TOTALE</b>	<b>127</b>	<b>18</b>

**Tab. 7.2: Lista dei terremoti localizzati mensilmente alle stazioni sismiche installate nell'area di indagine nel periodo settembre 2010 – agosto 2011 utilizzando dati OSUB e INGV oppure soltanto OSUB.**



In tutte le stazioni, al fine di verificare le caratteristiche sismiche locali in termini di fenomeni di risonanza, sono state effettuate delle misure di rumore microsismico tramite la metodologia Nakamura (rapporti spettrali H/V). Presso la stazione sismica di Massafra sono state eseguite anche delle campagne di misura con la tecnica ReMi (previa prospezione di sismica a rifrazione). I risultati, descritti nei precedenti capitoli, confermano la mancanza di effetti di sito che possano influenzare la risposta sismica locale.

La realizzazione della rete locale per il monitoraggio della sismicità a bassa energia ad integrazione della rete di stazioni esistenti nel resto del territorio regionale, obiettivo del progetto, è stata accompagnata dalla gravosa analisi dei dati raccolti fino alla conclusione del progetto, al fine di costituire una base strumentale di osservazione da mettere al servizio della riclassificazione sismica del territorio regionale. Sottolineato che la rete sismica suddetta viene tenuta tuttora attiva per acquisire ulteriori dati, si precisa che la banca dati acquisita è in corso di utilizzazione per ulteriori specifiche analisi che richiedono tempi più lunghi; i risultati di tali elaborazioni saranno resi noti in una fase successiva.

Infine si fa notare che nell'ambito del progetto ci si è avvalsi anche del contributo fornito tramite una collaborazione esterna, seguendo le indicazioni della Fondazione per valorizzare il capitale umano della Regione Puglia, affidando tale compito ad un giovane laureato, il dott. Francesco Campanale, vincitore delle selezioni pubbliche per titoli e colloquio, per la stipula di un contratto autonomo di natura coordinata e continuativa. Sia nella fase di formazione sia nella collaborazione in tutte le fasi del progetto, il dott. Campanale ha mostrato una vivace e positiva attività.



## 8 - BIBLIOGRAFIA

- Bard P.Y. (coordinator), The SESAME TEAM (2004): Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation. SESAME European research project, WP12 – Deliverable D23.12, 62 pp. [http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Papers/HV\\_User\\_Guidelines.pdf](http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Papers/HV_User_Guidelines.pdf).
- Bath M., Duda S.J., 1964: Earthquake volume, fault plane area, seismic energy, strain, deformation and related quantities. *Ann. Geofis.* 17 (3), 353-368.
- Biswas N.N., Knopoff L., 1974: The structure of the upper mantle under the United States from the dispersion of Rayleigh waves. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 36, 515-539.
- Bodin P., Smith K., Horton S., Hwang H., 2001: Microtremors observations of deep sediment resonance in metropolitan Memphis, Tennessee. *Engineer. Geology*, 72 (3-4), 343-349.
- Boore D.M., Toksoz M.N., 1969: Rayleigh wave particle motion and crustal structure. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 59, 331 - 346.
- Calcagnile G., Panza G.F., 1980: Upper mantle structure of the Apulian plate from Rayleigh waves. *Pure Appl. Geophys.* 119, 866-879.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006: CSI Catalogo della sismicità italiana 1981 -2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma, available at: <http://csi.rm.ingv.it>.
- Clymer R.W., 1973: Rayleigh wave phase velocities and upper mantle shear velocity structure of Fennoscandia. Thesis, University of California, Los Angeles, California.
- Del Gaudio V., Iurilli V., Pierri P., Ruina G., Calcagnile G., Canziani R., Moretti M., Pieri P., Tropeano M., 1996: Sismicità di bassa energia e caratteristiche strutturali delle Murge Nord-occidentali (Puglia-Italia meridionale). XV Convegno G.N.G.T.S., Roma, 11-13 November, 325-330.
- Del Gaudio V., Coccia S., Wasowski J, Gallipoli R., Mucciarelli M, 2008: Detection of directivity in seismic site response from microtremors spectral analysis. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8, 751-762.
- Del Gaudio V., Pierri P., Calcagnile G., 2009: Seismogenic zonation and seismic hazard estimates in a Southern Italy area (Northern Apulia) characterised by moderate seismicity rates. *Nat. Hazard Earth Syst. Sci.*, 9, 161-174.
- Dorman J., Prentice D., 1960: Particle amplitude profiles for Rayleigh waves on a heterogeneous earth". *J. Geophys. Res.*, 65, 3805-3816.
- Gruppo di Lavoro CPTI, 2004: Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004, (CPTI04), INGV, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>.
- Kanai K., Tanaka T., 1954: Measurement of the microtremor. *Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.*, 32, 199-209.

- Kanai K., Tanaka T., 1961: On microtremors. VIII. Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo Univ., 39, 97-114.
- Keilis-Borok V.I., Yanovskaya T.B., 1967: Inverse problems in seismology (structural review). Geophys. J. R. Astron. Soc., 56, 223-234.
- Lahr J.C., 1989. Hypoellipse - Version 2.0: A computer program for determining local earthquakes hypocentral parameters, magnitude and first-motion pattern, U.S. Geolog. Survey Open - File Report 89-116, 92 pp.
- Louie J.N., 2001: Faster, better: shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. Bull. Seism. Soc. Am. 91 (2), 347-364.
- Martinis, B., Robba E., 1971: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, Foglio 202 "Taranto".
- Nakamura Y., 1989: A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly Report Railway Tech. Res. Inst., 30, 25-30.
- Nogoshi M., Igarashi T., 1970: On the propagation characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. J. Seism. Soc. Japan, 23, 264-280.
- Nogoshi M., Igarashi T., 1971: On the amplitude characteristics of microtremor. J. Seism. Soc. Japan, 24, 26-40.
- Okada H., 2003: The microtremor survey method. Translated by Suto, Society of Exploration Geophysicists, Geophysical Monograph Series 12, 135 pp.
- Panza G.F., 1981: The resolving power of seismic surface waves with respect to crust and upper mantle structural models. In *The solution of the inverse problem in geophysical interpretation*, edited by R. Cassinis (Plenum, New York), 39-77.
- Pieri P., Festa V., Moretti M., Tropeano M., 1997: Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland - Southern Italy). Ann. Geofis., 40(5), 1395-1404.
- Postpischl D. (ed.), 1985: Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica - Quaderni della Ricerca Scientifica, 114 2B, Bologna, 239 pp.
- Pullammanappallil S., Honjas B., Louie J.N., 2003: Determination of 1-D shear wave velocities using the Refraction Microtremor method. 3rd Intern. Confer. on Applied Geophys., Orlando, FL (USA), December 8-12, <http://www.dot.state.fl.us/statematerialsoffice/geotechnical/conference/materials/pullammanappalli-honjas-louie.pdf>.
- Saito M., 1979: Computations of reflectivity and surface wave dispersion curves for layered media. I. Sound wave and SH wave: Butsuri - Tanko, 32 (5), 15-26.
- SeisOpt® ReMi™, 2006: User's Manual Version 4.0. Optim software & data solutions. Sito web [www.optimsoftware.com](http://www.optimsoftware.com).

- Stephenson W.R., 2003: Factors bounding prograde Rayleigh-wave particle motion in a soft-soil layer. Proceed. of the 2003 Pacific Conference on Earthquake Engineering, 13-15 February, Christchurch, New-Zealand, Paper 56, 8 pp.
- Thorson J.R., Claerbout J.F., 1985: Velocity-stack and slant-stack stochastic inversion: *Geophysics*, 50, 2727-2741.
- Wathelet M., 2005: Array recordings of ambient vibrations: surface-wave inversion. PhD thesis, Université de Liège, Belgium.
- Wessel P., Smith W.H.F., 1998: New, improved version of Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. Amer. Geophys. Union* 79 (47), 579 pp.



# **ALLEGATO 1**

## **MONOGRAFIE STAZIONI SISMICHE**

<b>Monografia stazione sismica CGL1</b>	<b>pag. 73</b>
<b>Monografia stazione sismica FASA</b>	<b>pag. 79</b>
<b>Monografia stazione sismica MASS</b>	<b>pag. 87</b>
<b>Monografia stazione sismica TAR1</b>	<b>pag. 95</b>





# OSUB

*Osservatorio Sismologico dell'Università di Bari*

Monografia della stazione di  
**Ceglie Messapica**

Codice stazione  
**CGL1**

## INQUADRAMENTO GENERALE



<b>Regione</b>	Puglia
<b>Provincia</b>	Brindisi
<b>Comune</b>	Ceglie Messapica
<b>Località</b>	Contrada Marangi - Ulmo Chiesa di San Giovanni
<b>Data attivazione</b>	23/09/2010
<b>Tipo strumento</b>	Sismometro: Teledyne Geotech S13 Sismografo: Taurus Nanometrics
<b>Note sul sito della stazione</b>	Stazione attiva con sismometro posizionato su base di cemento il 06/12/2010



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

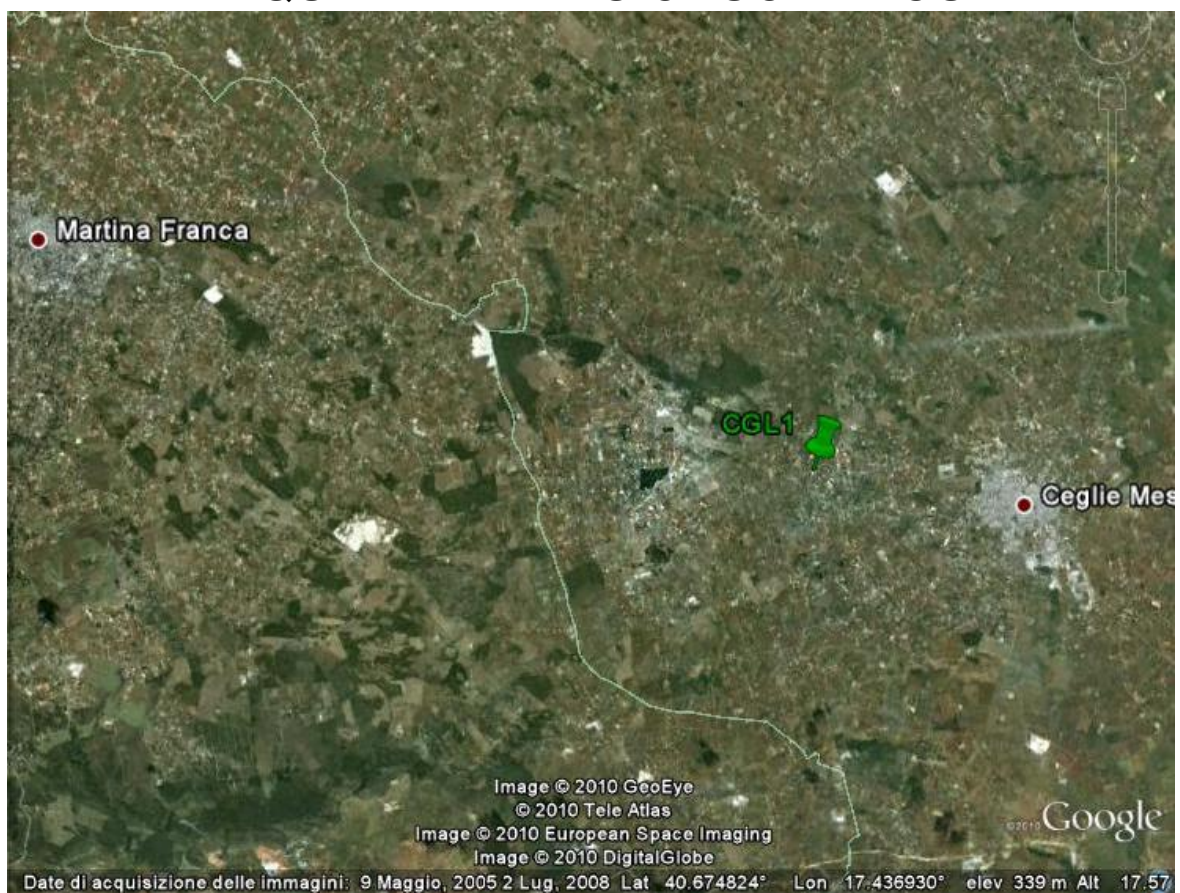


Fig. 1: Immagine satellitare dell'area (Google Earth).

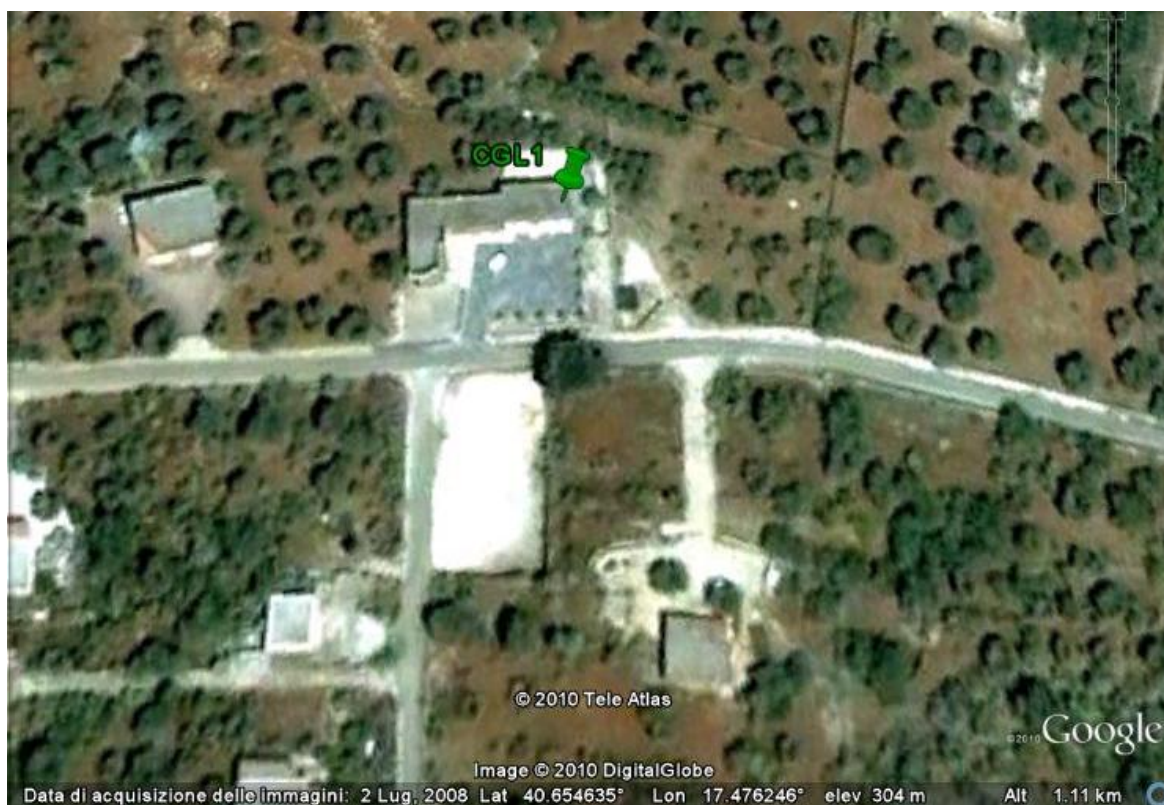


Fig. 2: Immagine satellitare dell'area in dettaglio (Google Earth).



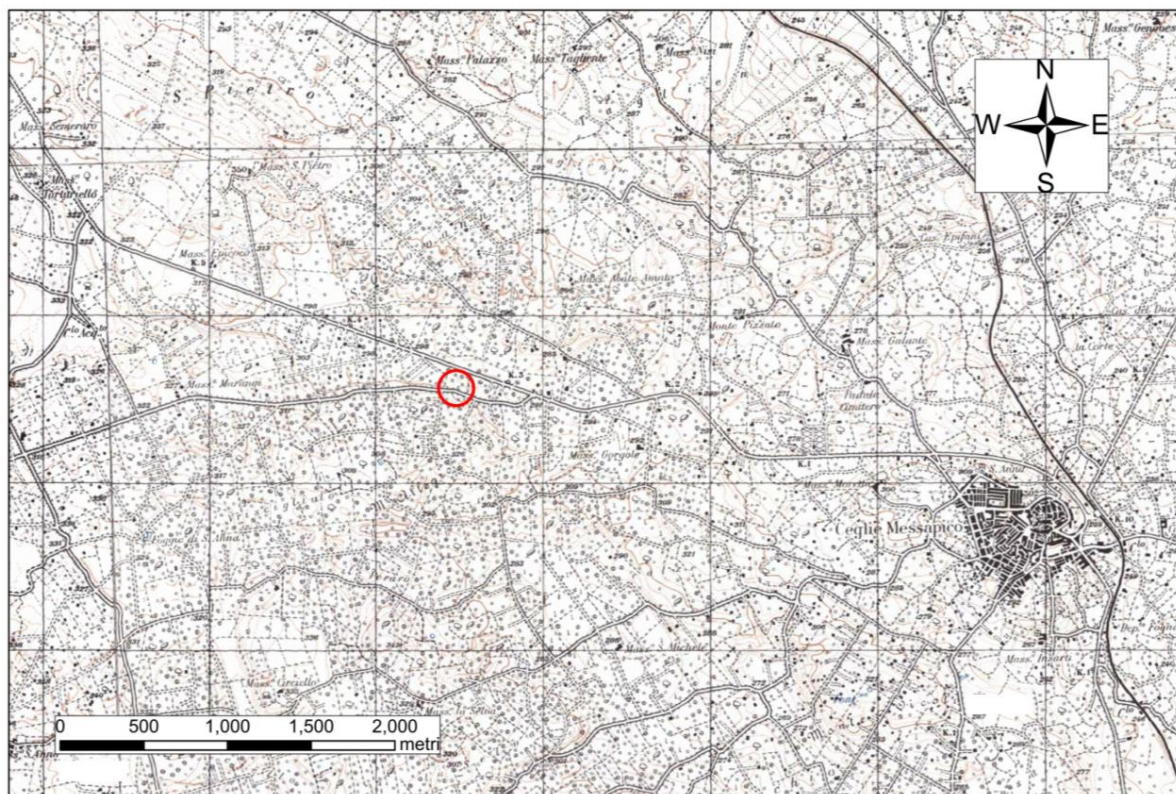


Fig. 3: Stralcio della tavoletta I.G.M. Foglio 203 IV NO, Ceglie Messapico (scala 1:25000).

	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
<b>Coordinate geografiche (WGS84)</b>	40.654779° N (40° 39' 17.2044 N)	17.476197° E (17° 28' 34.3092 E)
<b>Quota topografica</b>	303 m s.l.m.	
<b>Foglio/Quadrante/Tavola I.G.M.I.</b>	F. 203 IV NO, Ceglie Messapico	
<b>Tavola C.T.R. (Puglia)</b>	475102	



# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

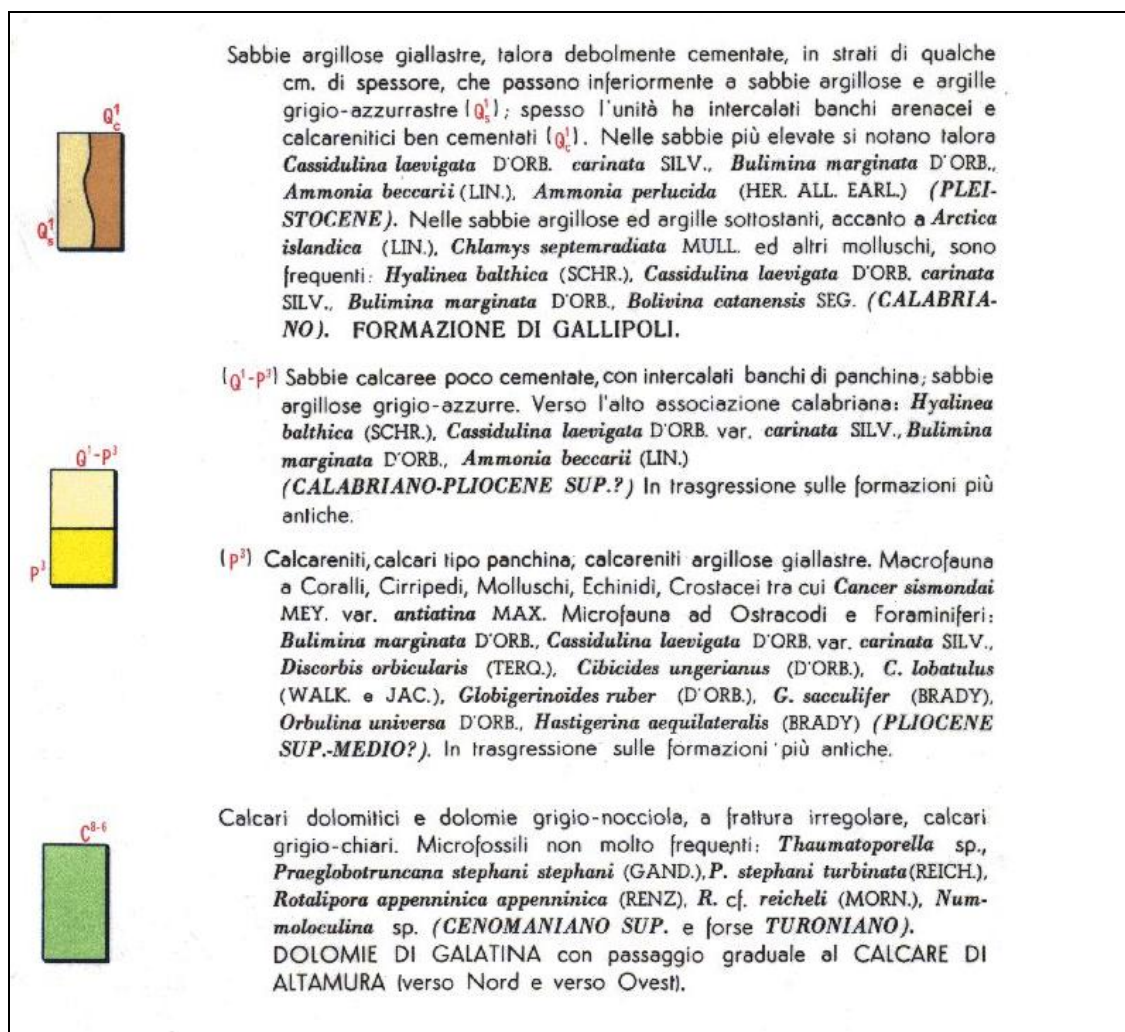
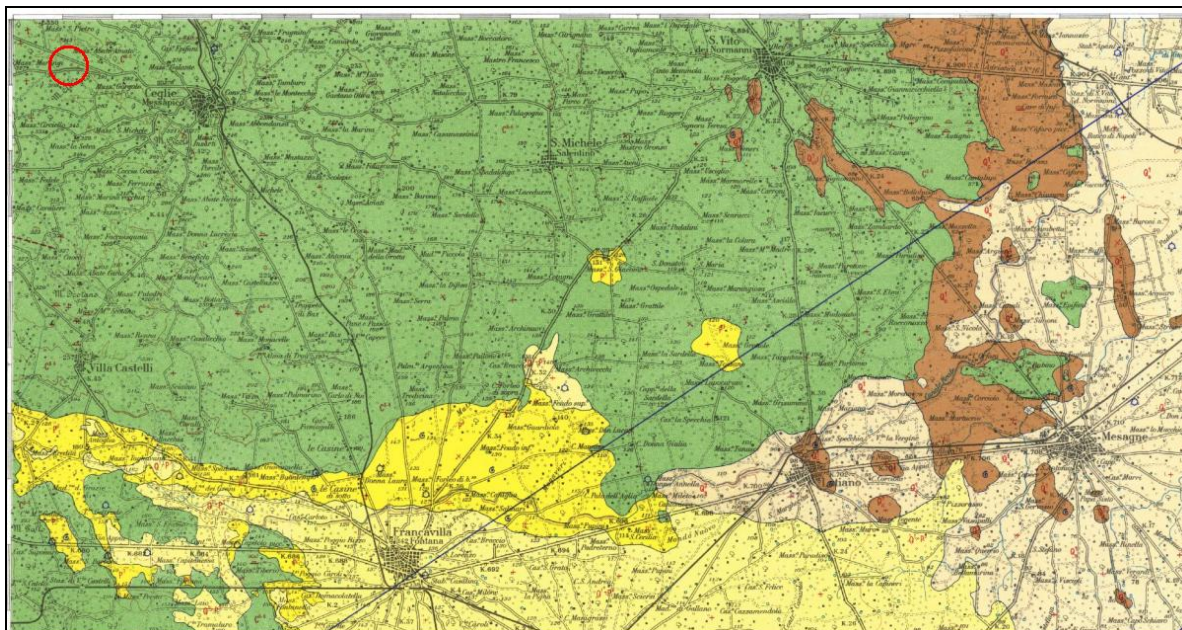


Fig. 4: Stralcio del Foglio 203 "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000) con relativa legenda.

Il territorio di Ceglie Messapica ricade nel Foglio 203 “Brindisi” della Carta Geologica di Italia (scala 1:100000) e fa parte della Valle d’Itria presentando i caratteri morfologici tipici delle aree collinari delle Murge di Sud - Est che definiscono un paesaggio ondulato, costituito da un'articolata successione di dossi poco pronunciati e di avvallamenti altrettanto dolci.

Numerose sono le forme carsiche: doline, grotte (come la grotta di Montevicoli e quella della Madonna della Grotta), inghiottitoi, lame di rilevante valore paesaggistico, ambientale, naturalistico ma anche storico - archeologico, in quanto spesso, le grotte in particolare, diventano già in epoca preistorica sede privilegiata per gli insediamenti umani.

Praticamente assente l’idrografia superficiale; le acque di falda si rinvergono invece a più di 500 metri sotto il piano di campagna, presentando, sotto il profilo fisico e chimico, caratteristiche tra le migliori in Puglia, quasi per nulla interessate dai fenomeni di inquinamento antropico e non sfiorate dall’ingressione delle acque marine.

La presenza di diffusi fenomeni carsici è strettamente connessa alle caratteristiche del substrato geologico di questo territorio: ovunque affiorano infatti strati di rocce calcareo - dolomitiche, spessi alcune migliaia di metri e molto fessurate. Le rocce calcaree sono a tratti ricoperte da strati, spesso di esiguo spessore, di “*terre rosse*”, localizzate in particolare nelle aree morfologicamente più depresse, quali le doline e i letti dei principali solchi erosivi.

# OSUB

*Osservatorio Sismologico dell'Università di Bari*

Monografia della stazione di:  
**Fasano**

Codice stazione:  
**FASA**



## INQUADRAMENTO GENERALE



<b>Regione</b>	Puglia
<b>Provincia</b>	Brindisi
<b>Comune</b>	Fasano
<b>Località</b>	Contrada Giardinelli Masseria Trotta ( <a href="http://www.masseriattrotta.it">www.masseriattrotta.it</a> )
<b>Data attivazione</b>	21/12/2010
<b>Tipo strumento</b>	Sismometro: Teledyne Geotech S13 Sismografo: Taurus Nanometrics
<b>Note sul sito della stazione</b>	Stazione attiva con sismometro posizionato su base di cemento



# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

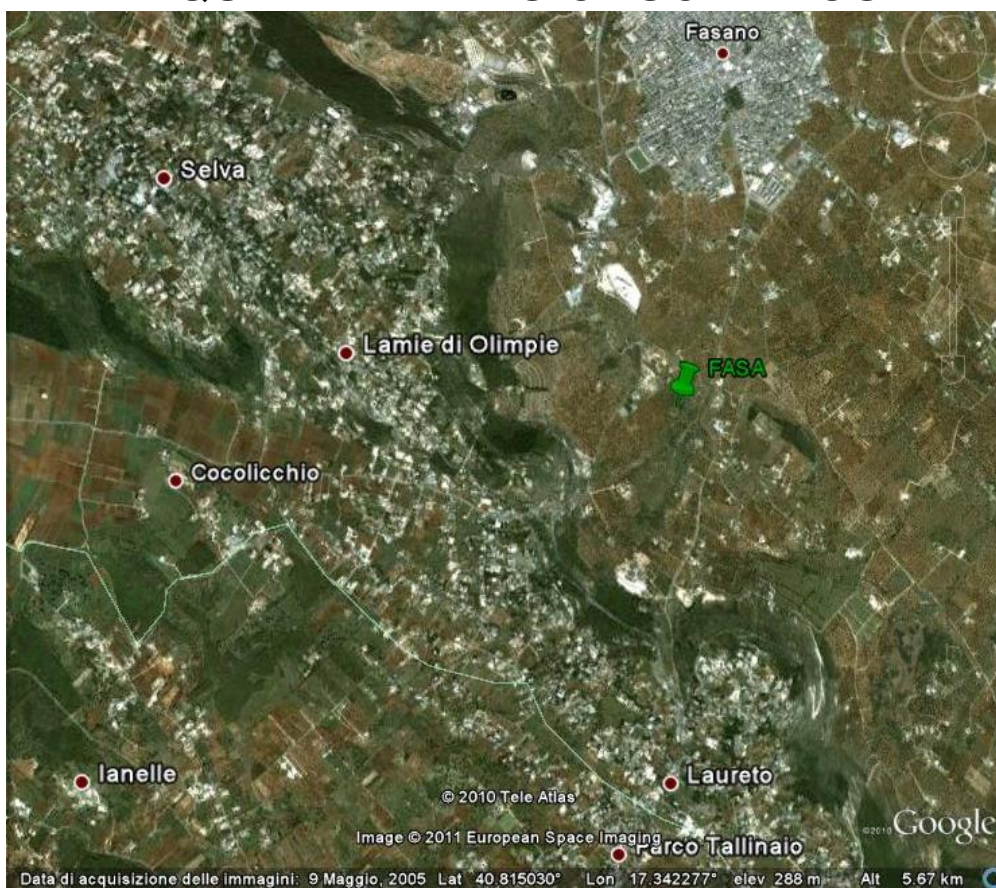


Fig. 1: Immagine satellitare dell'area (Google Earth).



Fig. 2: Immagine satellitare dell'area in dettaglio (Google Earth).



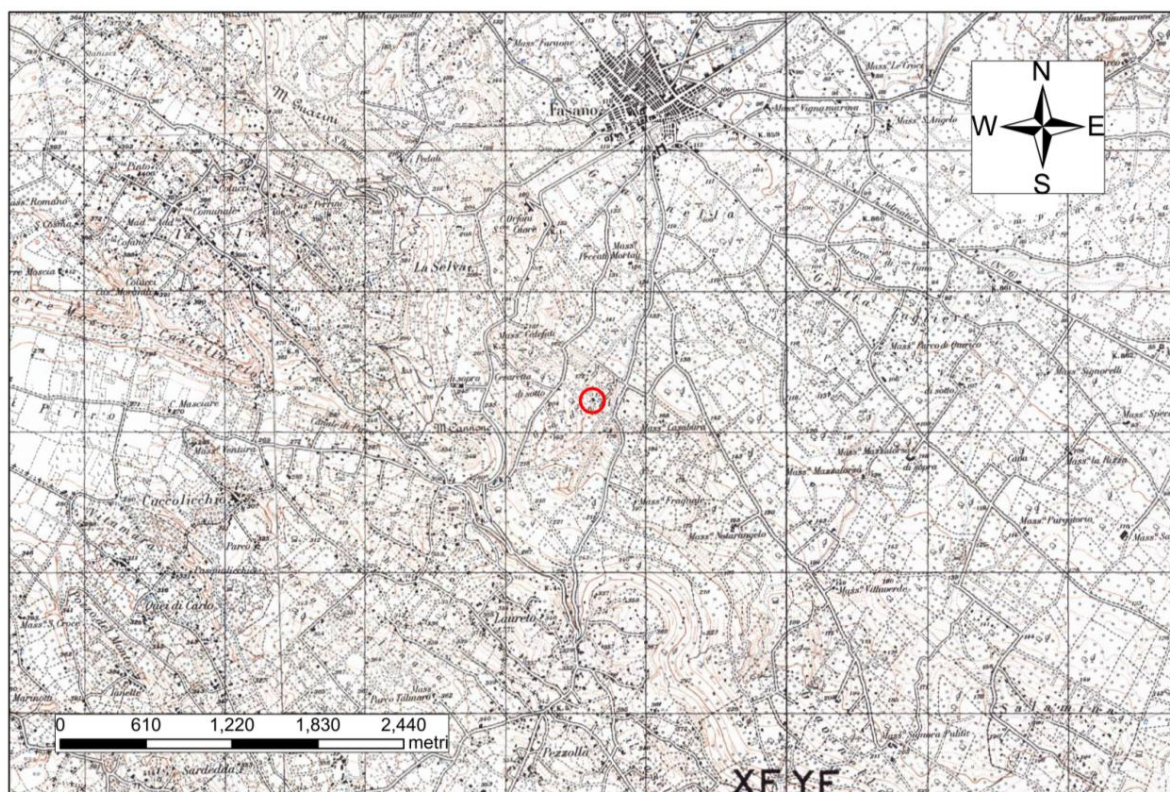


Fig. 3: Stralcio della tavoletta I.G.M. Foglio 190 II NE, Locorotondo (scala 1:25000).

	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
<b>Coordinate geografiche (WGS84)</b>	40.816156° N (40° 48' 58.1616" N)	17.354141° E (17°21' 14.9076" E)
<b>Quota topografica</b>	172 m s.l.m.	
<b>Foglio/Quadrante/Tavola I.G.M.I.</b>	F. 190 II NE, Locorotondo	
<b>Tavola C.T.R. (Puglia)</b>	457133	



# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

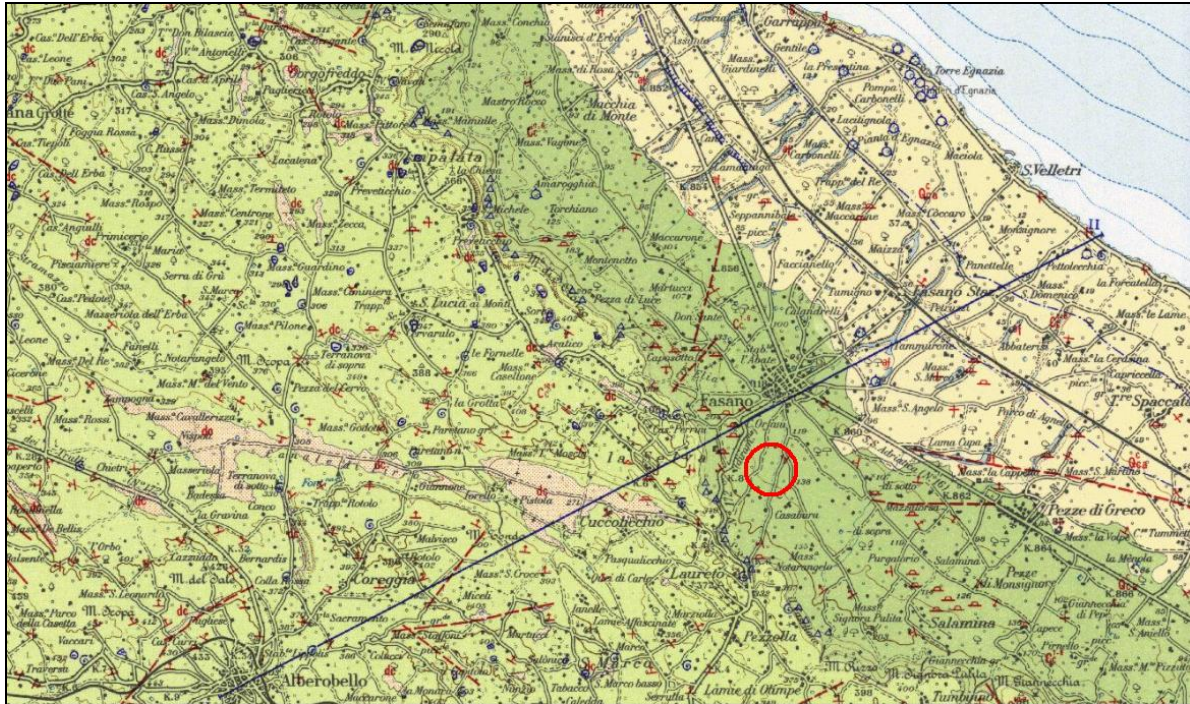
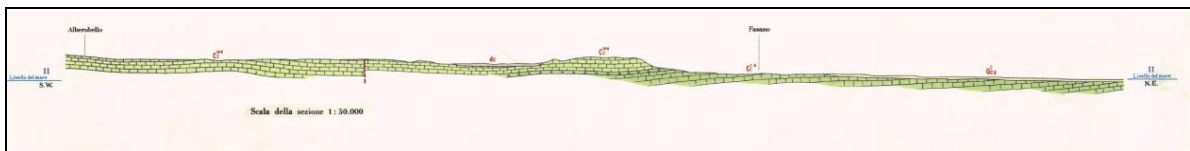
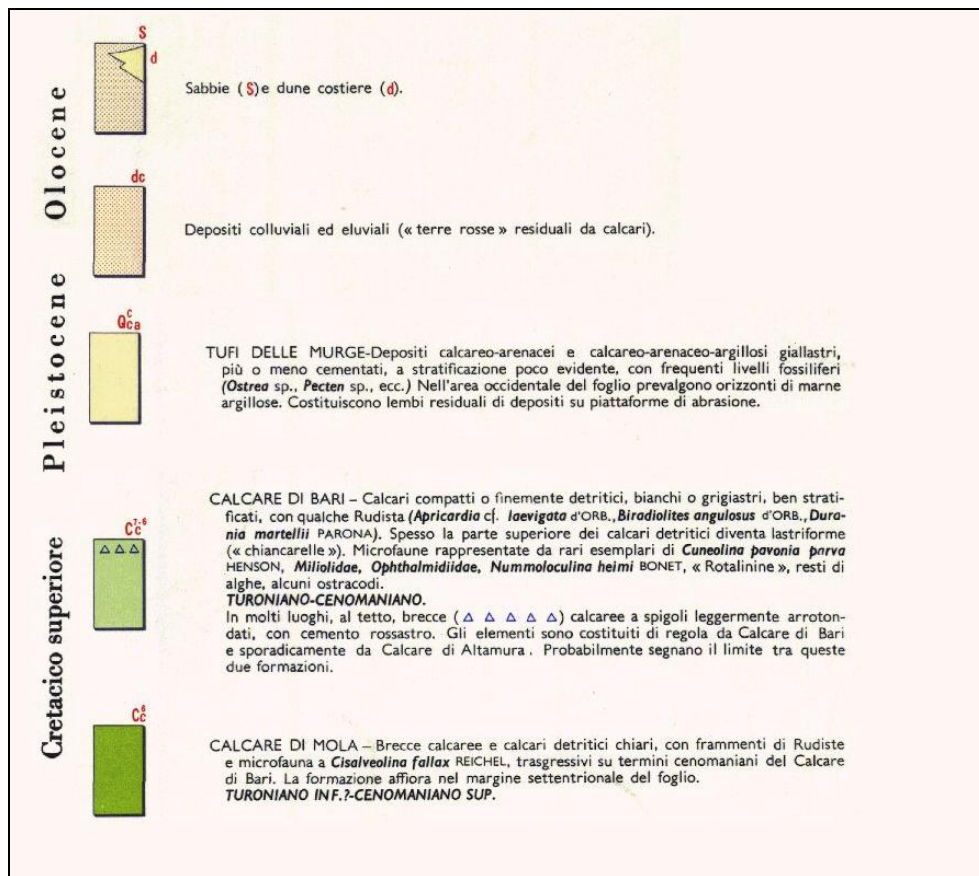


Fig. 4: Stralcio del Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000) con relativa legenda e sezione geologica.



Dal punto di vista geologico, l'area di studio è localizzata nella parte orientale del Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000 (Fig. 3).

Il territorio comunale segna il confine tra l'Alto Salento e la Murgia e si estende dalle colline (con un'altitudine intorno ai 400 metri s.l.m.) fino al mare. Sia l'area collinare che quella pianeggiante sono costituite da roccia calcarea con presenza di poche cavità carsiche

I terreni affioranti, rappresentati da successioni di calcari micritici stratificati, appartengono all'unità del Calcarea di Bari, che si rinviene estesamente in tutta l'area delle Murge sud orientali e su cui poggiano in trasgressione i terreni pleistocenici appartenenti all'unità della Calcarenite di Gravina.

In generale, detta unità carbonatica può presentare uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri e risulta costituita da una successione di calcari, calcari dolomitici e dolomie, ben stratificati, localmente fratturati ed interessati da fenomeni di dissoluzione carsica. Lo stato di fratturazione delle rocce calcaree è legata ai movimenti tettonici che hanno portato nel giro di alcuni milioni di anni all'emersione dell'avampese Apulo.

I terreni appartenenti all'unità della Calcarenite di Gravina affiorano esclusivamente lungo la fascia costiera: si tratta di calcareniti a grana medio fine con colorazioni variabili dal biancastro al giallognolo e al rossastro. La tessitura è granulo-sostenuta con pochissima matrice carbonatica; la stratificazione è a luoghi ben evidente con giacitura degli strati suborizzontale. Inoltre, le calcareniti sono caratterizzate dalla abbondante presenza di bioclasti, anche di notevoli dimensioni (Ostree, Pecten, Gasteropodi), e litoclasti di medie dimensioni.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in cui è ubicata la stazione sismica in questione è situata nella parte sudorientale delle Murge, costituita da un'area estesa con caratteristiche di altopiano.

La morfologia di tale altopiano è intimamente collegata ai litotipi affioranti, alla loro genesi, alla loro giacitura e alle strutture tettoniche. L'insieme di questi fattori e la diffusa presenza di rocce calcaree ha favorito l'instaurarsi di una morfologia di tipo carsico.

All'altopiano murgiano si contrappone una zona costiera relativamente limitata che a partire da quote intorno ai 130 metri, digrada dolcemente verso mare con salti di pendenza in corrispondenza di diverse scarpate. L'area costiera è infatti caratterizzata dalla presenza di una serie di terrazzi marini delimitati da scarpate alte alcuni metri. Queste scarpate presentano un andamento subparallelo con la linea di costa attuale e rappresentano antiche linee di costa.

I terrazzi marini sono incisi, a luoghi, da una rete idrografica poco gerarchizzata, ma ben approfondita nel substrato roccioso, localmente indicata col termine di lame. Tali solchi

erosivi sono percorsi dalle acque meteoriche solo in occasione di piogge di notevole intensità e di durata elevata.

L'area oggetto di studio è priva di risorse idriche superficiali, ma una cospicua fonte di approvvigionamento idrico è rappresentata dalla imponente falda avente sede nel substrato calcareo del Mesozoico. Tale falda viene comunemente denominata profonda o di base per distinguerla dalle falde superficiali di minore potenzialità localizzate nei sovrastanti depositi quaternari. L'acquifero carbonatico risulta essere molto permeabile per fattori legati allo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e alla presenza di una rete di condotti carsici a luoghi molto sviluppata.

La falda trae alimentazione dalle precipitazioni atmosferiche che ricadono in tutto il territorio murgiano; la zona di prevalente ricarica può essere collocata lungo il territorio collinare corrispondente all'alta Murgia dove più diffusa è la presenza di inghiottitoi carsici. Nelle aree più interne delle Murge, la superficie piezometrica si rinviene a notevoli profondità rispetto al piano campagna. Mentre lungo la fascia costiera corrispondente alle Murge Basse la falda si rinviene a profondità minori fino ad intersecare, localmente, la superficie topografica dando luogo a modeste sorgenti di acqua salmastra (es. sorgente Morello – Torre Canne).

Per i depositi calcarenitici il grado di permeabilità può essere variabile a seconda dei vuoti e dell'assortimento granulometrico; per quelli calcareo dolomitici, invece, è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie presenti nell'ammasso roccioso. Nell'insieme queste rocce, calcari e calcareniti, sono dotati di un grado di permeabilità medio-elevato. In particolare, le rocce calcaree presentano un coefficiente di permeabilità  $K$  compreso tra  $10$  e  $10^{-2}$  cm/sec, quindi rocce a permeabilità molto elevata; mentre le calcareniti hanno un coefficiente di permeabilità  $K$  compreso tra  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  cm/sec.



# OSUB

*Osservatorio Sismologico dell'Università di Bari*

Monografia della stazione di:  
**Massafra**

Codice stazione:  
**MASS**



## INQUADRAMENTO GENERALE



<b>Regione</b>	Puglia
<b>Provincia</b>	Taranto
<b>Comune</b>	Massafra
<b>Località</b>	Caserma "Ciaravolo" della Marina Militare
<b>Data attivazione</b>	06/12/2010
<b>Tipo strumento</b>	Sismometro: Trillium Compact Sismografo: Taurus Nanometrics
<b>Note sul sito della stazione</b>	Stazione attiva con sismometro posizionato sul pavimento di un locale a pian terreno; presenza di un solco erosivo (lama) a 60 m circa in direzione nord dal locale in cui è ospitata la stazione sismica



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

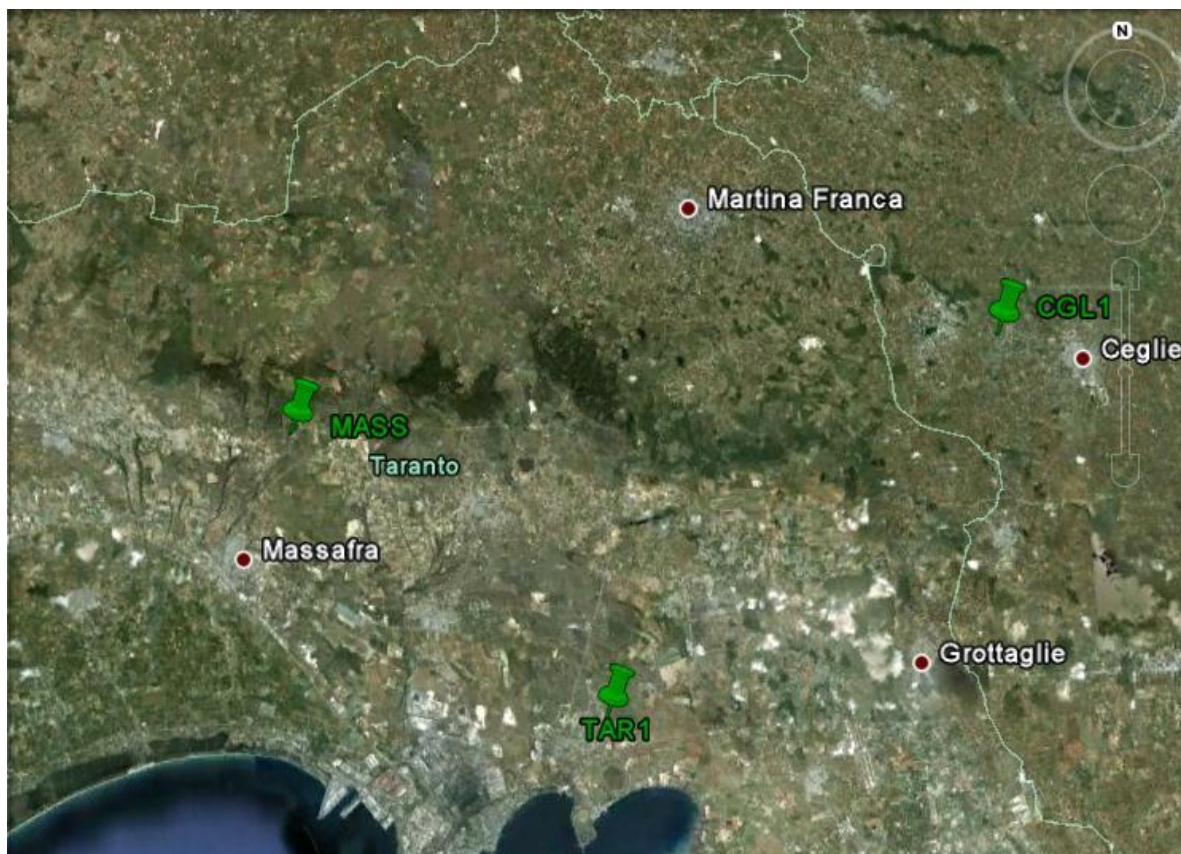
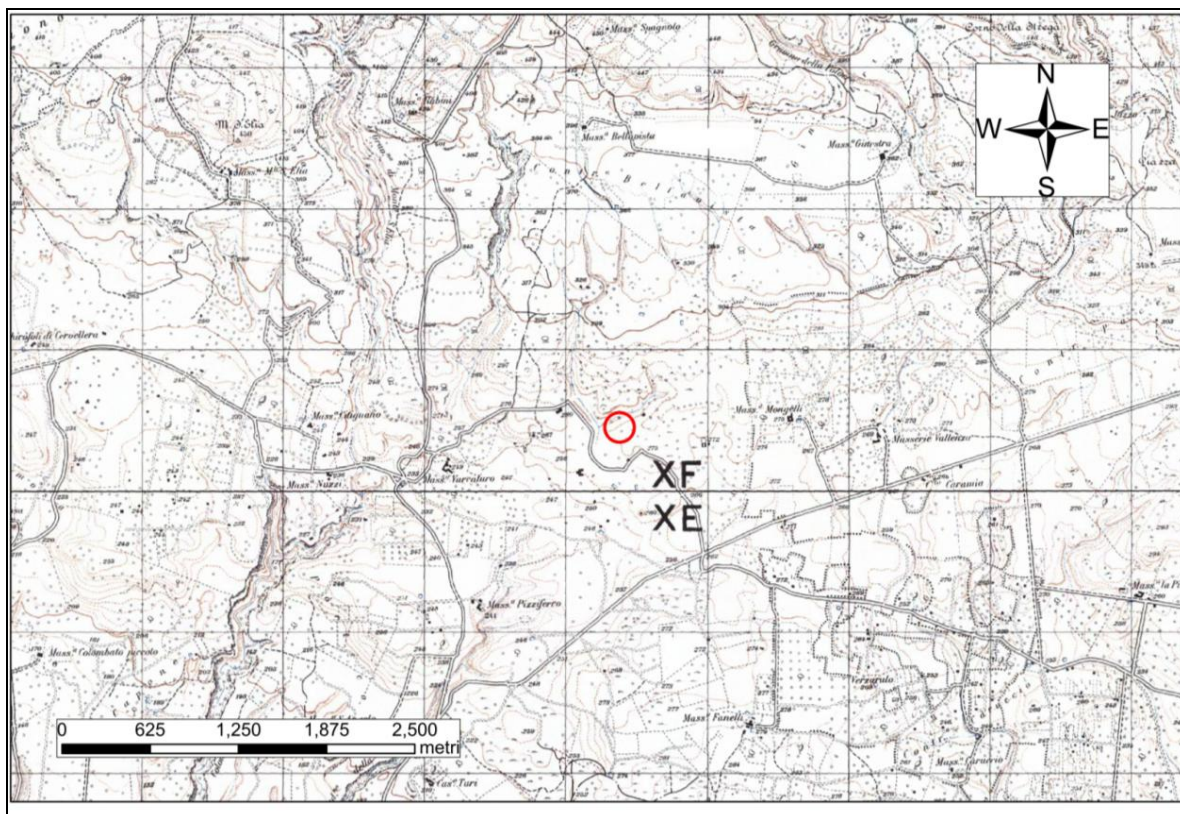


Fig. 1: Immagine satellitare dell'area (Google Earth).



Fig. 2: Immagine satellitare dell'area (Google Earth).





**Fig. 3: Stralcio della tavoletta I.G.M. Foglio 202 IV NE Massafra (scala 1:25000).**

	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
<b>Coordinate geografiche (WGS84)</b>	40.633322 (40° 37' 59.9592" N)	17.144538 (17° 8' 40.3368" E)
<b>Quota topografica</b>	274 m s.l.m.	
<b>Foglio/Quadrante/Tavola I.G.M.I.</b>	F. 202 IV NE, Massafra	
<b>Tavola C.T.R. (Puglia)</b>	475102	

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

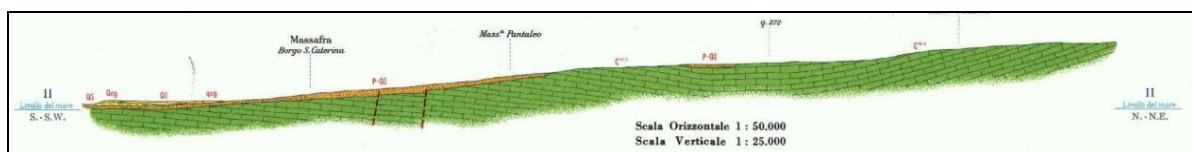
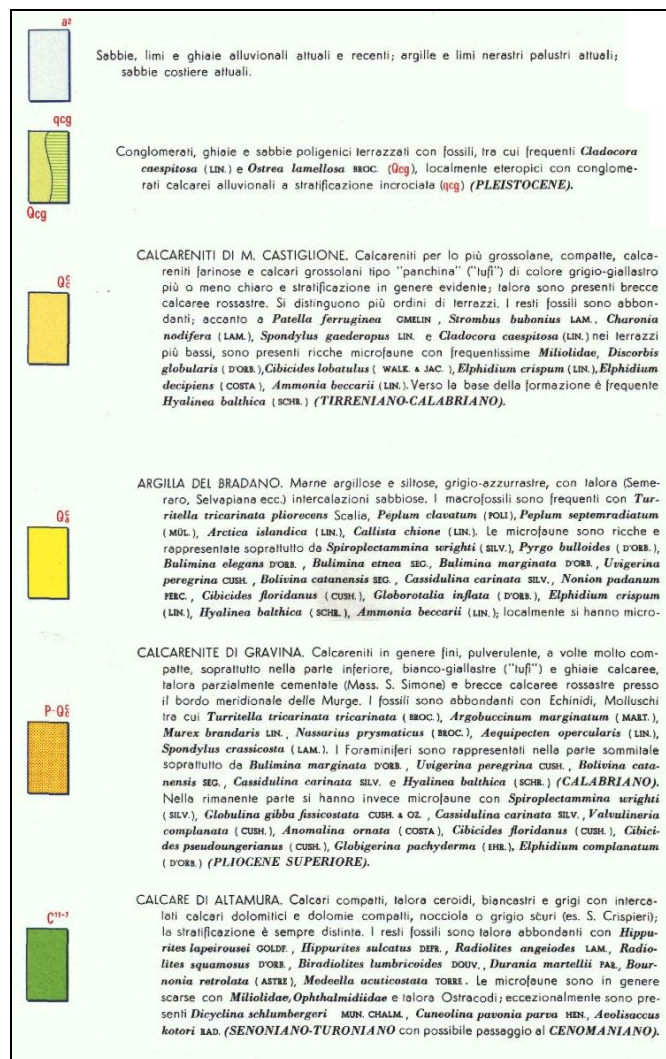
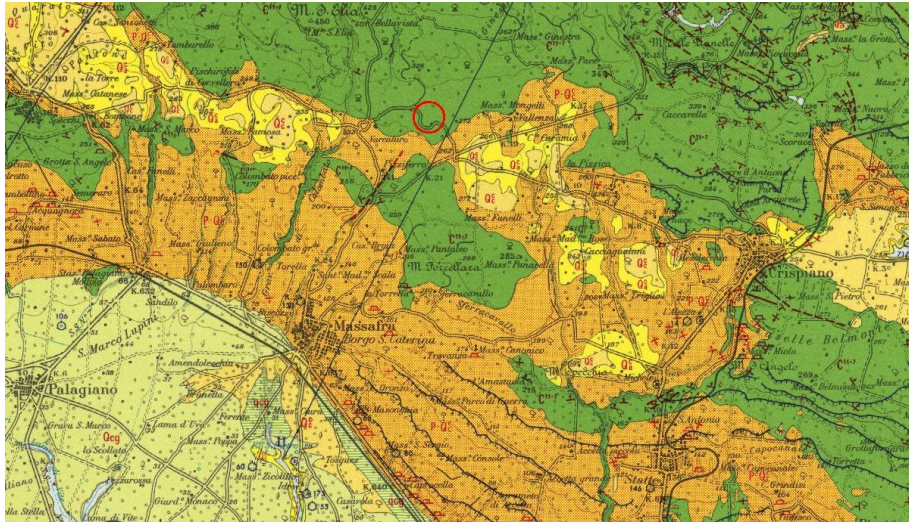


Fig. 4: Stralcio del Foglio 202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000) con relativa legenda e sezione geologica.



Il territorio di Massafra è compreso nel Foglio 202 “Taranto” della Carta Geologica di Italia (scala 1:100000). Esso va dalla Murgia Tarantina (avampaese apulo) fino al mar Ionio e presenta una grande varietà di paesaggi. È solcato da una serie di gravine e di lame di origine carsica. L’abitato di Massafra si è sviluppato intorno a due di queste, la gravina di San Marco e quella della Madonna della Scala.

L’altitudine arriva fino ai 480 m s.l.m. in contrada “Cicerone” e ai 450 m sul Monte Sant’Elia e sul Corno della Strega, mentre lo stesso abitato è situato tra i 115 e i 130 m s.l.m.

Il territorio comunale, inoltre, comprende una parte del litorale jonico, che va dalla zona di Lido Azzurro fino a Chiatona, attraversando zone più o meno omogenee: “Pantano”, “La Macchia”, “Patemisco”, “Ferrara” e “Marinella”. I fiumi che sfociano in mare sono il Tara e il Patemisco.

Massafra poggia su una coltre di ricoprimenti sabbioso-ghiaiosi ed argillosi, tipica della conformazione geologica che va da Taranto in direzione del fiume Bradano. Nell’entroterra compaiono i sabbioni pliocenici, sovrapposti al calcare compatto cretaceo.

I litotipi affioranti nell’area oggetto di indagine sono costituiti essenzialmente dal Calcare di Altamura (Cretaceo, Turoniano-Senoniano) il cui substrato è costituito dal Calcare di Bari (Cretaceo, Neocomiano-Barremiano), dalla Calcarenite di Gravina (Plio-Pleistocene) e dalla Calcarenite di Monte Castiglione (Pleistocene). Altre unità litologiche presenti a Sud sono l’Argilla del Bradano e depositi conglomeratici, ghiaiosi e sabbiosi (Pleistocene).

Da un punto di vista morfologico, l’area compresa nel Foglio 202 “Taranto” presenta una morfologia piuttosto dolce che si accentua soltanto in corrispondenza degli affioramenti del Calcare di Altamura, che danno luogo ai rilievi più elevati. Le massime quote si raggiungono nella parte settentrionale dell’area, che comprende il margine delle Murge, con il Monte delle Pianelle (468 m s.l.m.) ed il Monte San Elia (450 m s.l.m.). Si tratta comunque di rilievi di poco sopraelevati che si attestano su di un altopiano degradante leggermente verso sud, talora terrazzato con sviluppo di scarpate particolarmente evidenti tra il Monte delle Pianelle, il Monte Trazzonara ed a Nord di Grottaglie.

La morfologia è talora resa più viva dalla presenza di profondi canali, o gravine, che in direzione NS incidono i sedimenti calcarei anche per qualche decina di metri (Martinis e Robba, 1971). Caratteristiche sono, ad esempio, la gravina che scende immediatamente ad est del Monte San Elia e quella in corrispondenza della S.S. 172. Un ulteriore elemento morfologico dominante nell’area di indagine è costituito dalla presenza di terrazzi che si sviluppano in corrispondenza di tutte le unità affioranti nella zona a partire dalla quota di 450 m s.l.m. fino a 5 m s.l.m.. Tali terrazzi sono il prodotto di successivi spostamenti della linea di costa durante il Quaternario.

Il carsismo ipogeo è molto poco sviluppato. In corrispondenza di alcune cave sono stati segnalati, durante i lavori di scavo, piccoli inghiottitoi e modeste cavità a poche decine di metri al di sotto del piano campagna. Il fenomeno più vistoso risulta l'inghiottitoio che si apre presso Masseria Case Nuove, a sud-est di S. Simone vicino Crispiano che è stato esplorato per una profondità di circa 100 m.



# OSUB

*Osservatorio Sismologico dell'Università di Bari*

Monografia della stazione di:  
**Taranto**

Codice stazione:  
**TAR1**



## INQUADRAMENTO GENERALE



<b>Regione</b>	Puglia
<b>Provincia</b>	Taranto
<b>Comune</b>	Taranto
<b>Località</b>	Quartiere Paolo VI - Università degli Studi di Bari - Polo universitario ionico - II Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
<b>Data attivazione</b>	14/06/2010
<b>Tipo strumento</b>	Sismometro: Trillium Nanometrics Sismografo: Taurus Nanometrics
<b>Note sul sito della stazione</b>	Stazione attiva con sismometro posizionato in un pozzetto di cemento dotato di chiusino

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

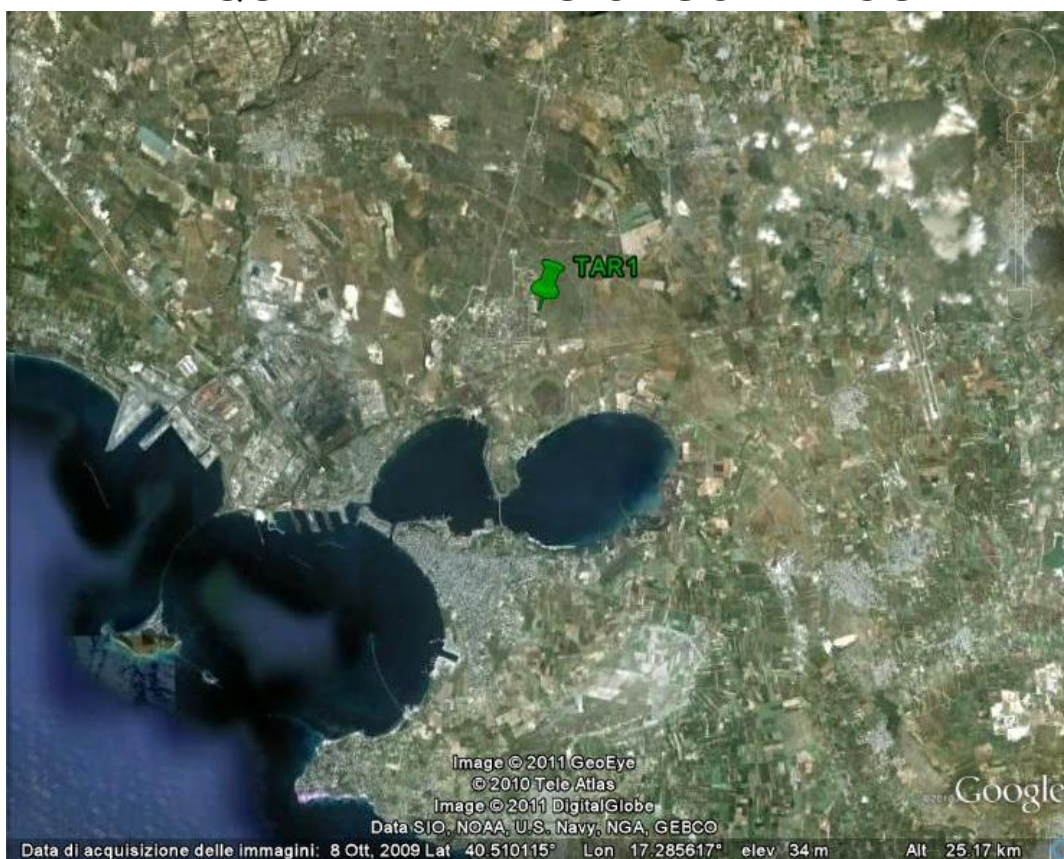


Fig. 1 – immagine satellitare dell'area (Google Earth)

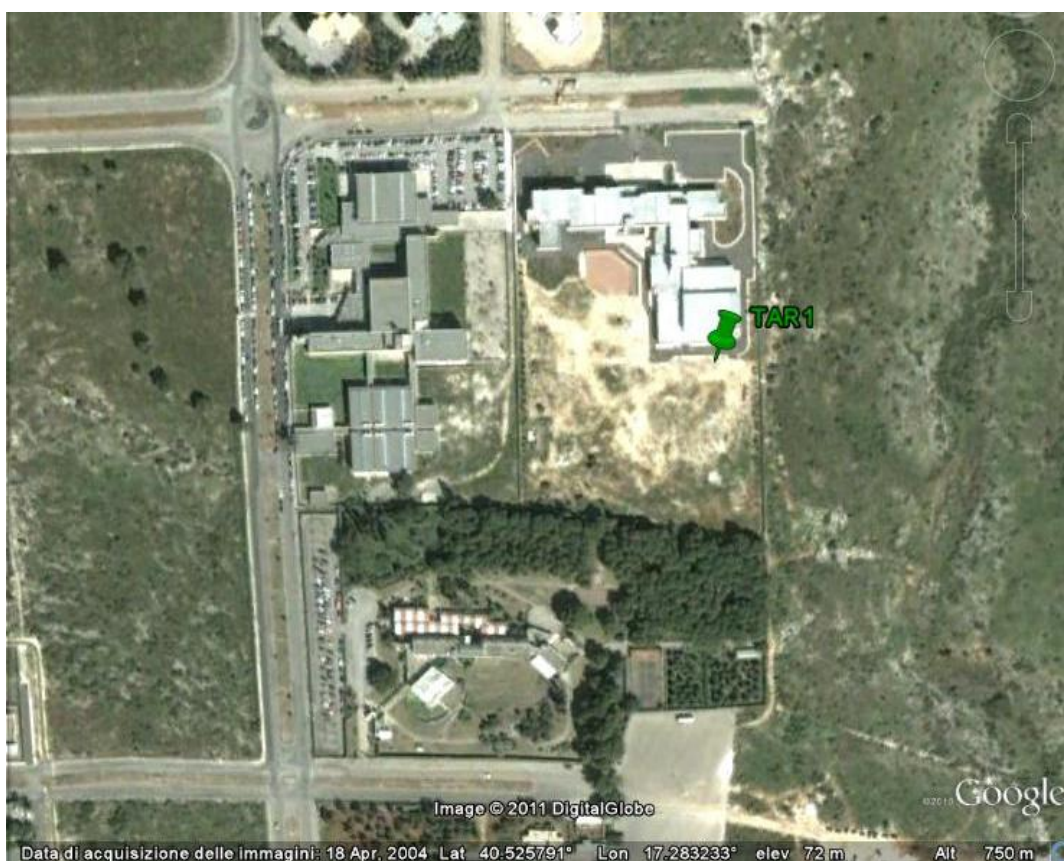


Fig. 2 – immagine satellitare dell'area (Google Earth)



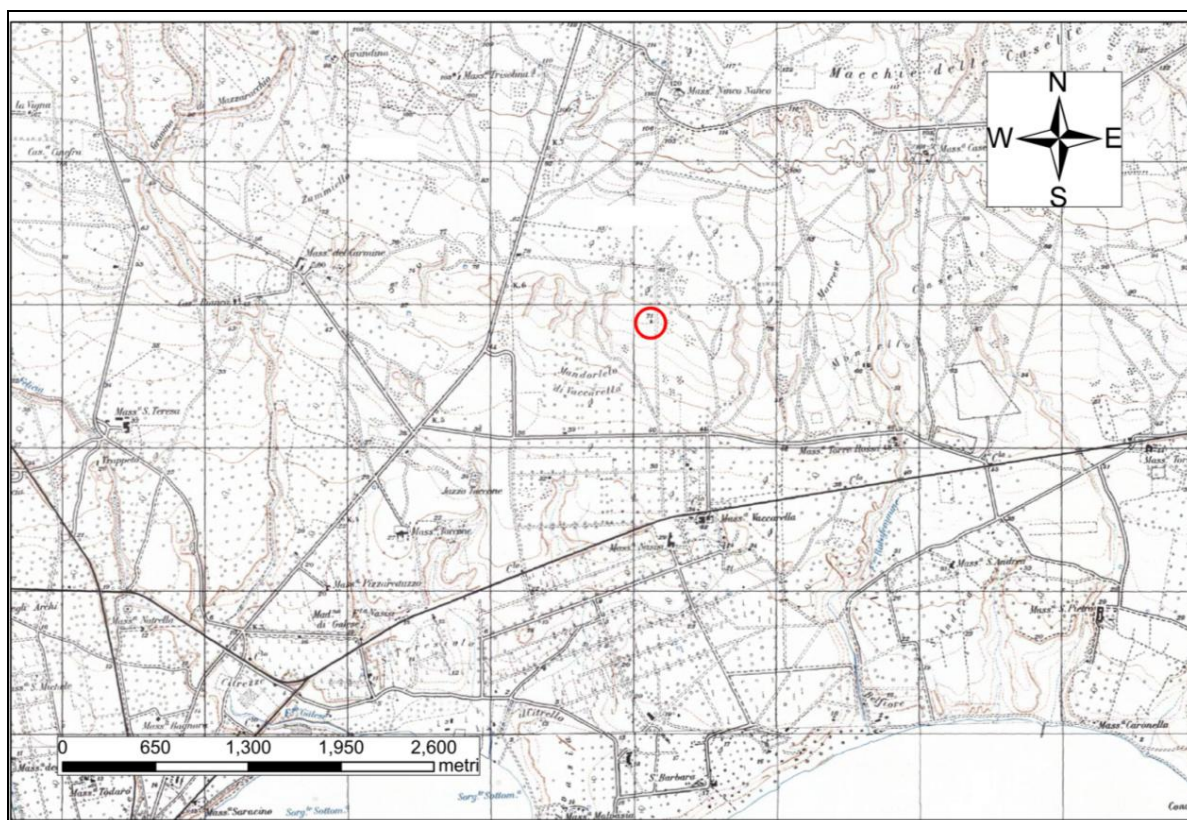


Fig. 3 – Stralcio della tavoletta I.G.M. Foglio 202 I SO, Statte (scala 1:25000)

	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
<b>Coordinate geografiche (WGS84)</b>	40.525850° N (40° 31' 33.060" N)	17.284394° E (17°17' 03.8184" E)
<b>Quota topografica</b>	72 m s.l.m.	
<b>Foglio/Quadrante/Tavola I.G.M.I.</b>	F. 202 I SO, Statte	
<b>Tavola C.T.R. (Puglia)</b>	493084	

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

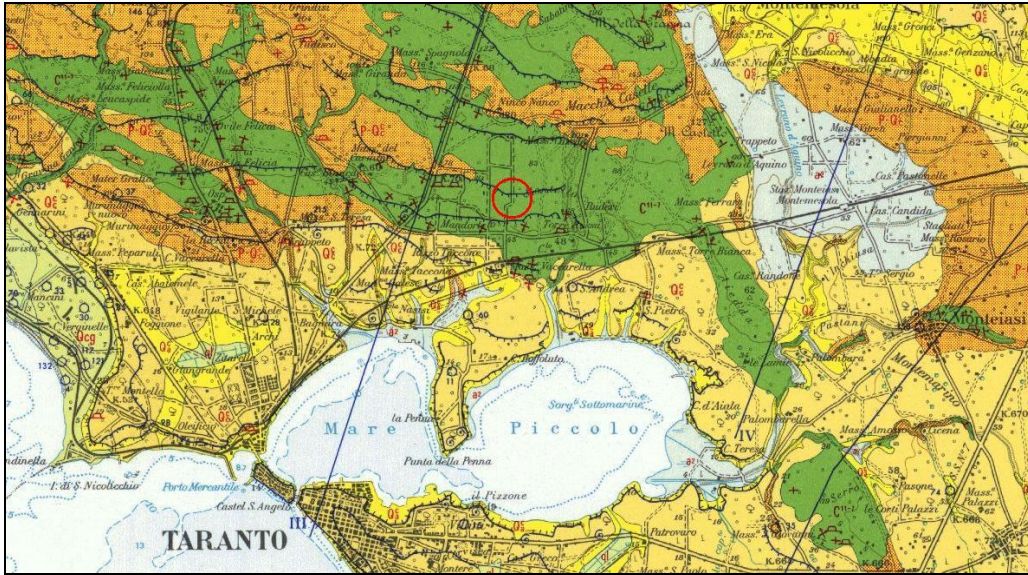
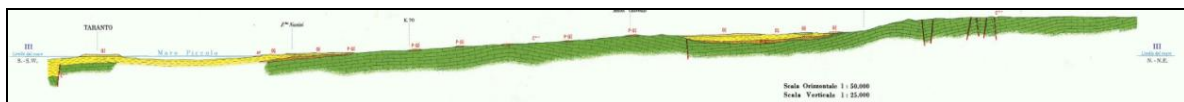
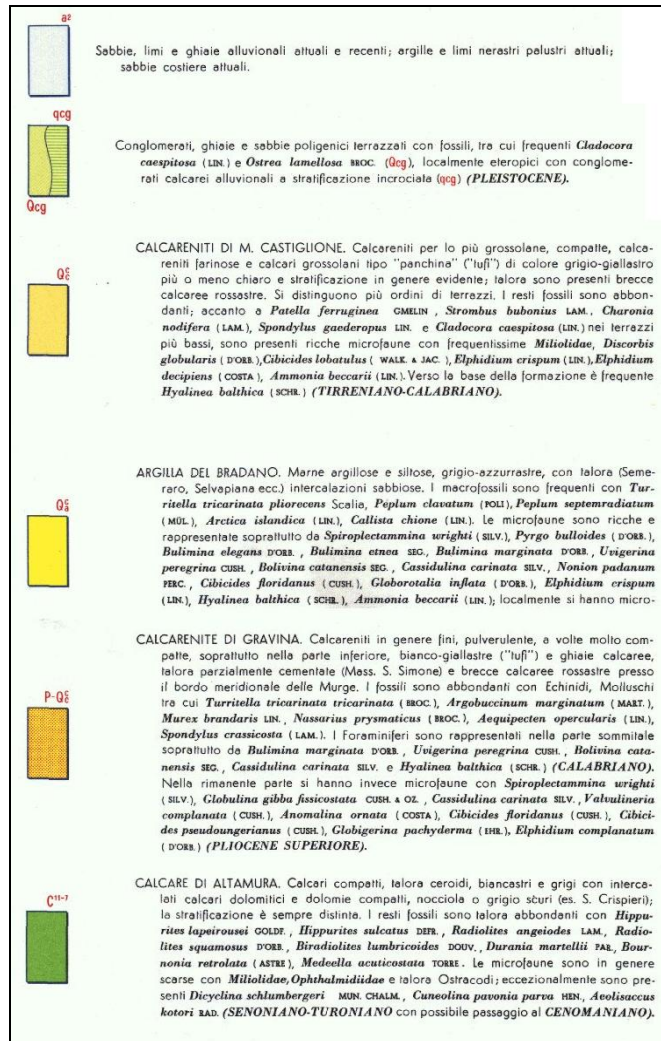


Fig. 4 – stralcio del Foglio 202 “Taranto” della Carta Geologica d’Italia (scala 1:100000) con relativa legenda e sezione geologica.



Il territorio di Taranto ricade nel Foglio 202 “Taranto” della Carta Geologica di Italia (scala 1:100000).

Il substrato è costituito da sedimenti marini compattati nel calcare cretacico, affiorante in coincidenza delle alture delle Murge di Sud-Est, delle più modeste Murge Tarantine (a Sud-Est della città) e del vasto tavolato a Nord di Taranto, lievemente degradante verso il Mar Piccolo.

La gran parte delle aree pianeggianti sono occupate invece da depositi continentali e soprattutto marini plio-pleistocenici, le calcareniti, noti localmente come tufi.

Il territorio ad Ovest della città è invece costituito da depositi alluvionali ghiaioso-limosi più recenti, di età pleistocenica-olocenica, originatisi dal trasporto di materiale proveniente dalle aree interne, attraverso le gravine.

Le coste sono occupate infine da formazioni dunali recenti, che nel settore occidentale non sono ancora cementate ed assumono la morfologia di dune, la cui stabilità è assicurata solo grazie alla copertura vegetale; in quella orientale queste si alternano invece con prevalenti dune cementate a composizione calcarenitica.

L'area occupata dai calcari cretacici coincide per lo più con i pochi rilievi della regione, con la massima altitudine (fra i 450 ed i 500 m.s.l.m.) in corrispondenza delle Murge di Sud-Est (i Monti di Martina); per il resto si limita a emergenze molto meno accentuate, come le Coste di Sant'Angelo, a Nord di Statte, il Monte Castello ad Ovest di Montemesola, ed il Monte fra San Giorgio e San Crispieri.

Il territorio compreso fra i Monti di Martina e la piana litoranea è occupato invece da un tavolato lievemente degradante verso il mare, interrotto da gradini più o meno rilevati. La monotonia di questa formazione è interrotta da incisioni più o meno accentuate, specie in coincidenza dei gradini, che vanno da semplici solchi o canali a vere e proprie gravine.

La natura calcarea del substrato è all'origine della ricca fenomenologia carsica presente nel Tarantino. Questa è, unitamente alle caratteristiche climatiche, alla base della cronica penuria di riserve idriche del terreno.

La presenza di una falda freatica variamente abbondante e profonda ha sempre costituito un importante elemento critico, in grado di condizionare il destino insediativo ed economico delle varie subregioni, con la netta predilezione per le aree su calcarenite.

La fenomenologia carsica di superficie è stata accelerata dal precoce denudamento del terreno, che ha preso le mosse già in Età Antica ed è alla base delle varie forme di carso scoperto.

Le emergenze più eclatanti sono, tuttavia, costituite dalle gravine e dalle lame, che assumono dimensioni considerevoli soprattutto nell'Ovest della provincia; indipendentemente dallo



sviluppo e dalle dimensioni, esse costituiscono sempre momenti paesaggistici molto rilevanti, accentuato dalla estrema abbondanza di memorie storiche in esse contenute.

Ricco è anche il repertorio delle grotte carsiche, che parimenti coniugano memorie geologiche ed evidenti tracce di plurimillenaria frequentazione umana.



# ALLEGATO 2

## LISTA TEMPI DI ARRIVO ALLE STAZIONI DELLA RETE

<b>Lista tempi di arrivo registrati a CGL1</b>	<b>pag. 105</b>
<b>Lista tempi di arrivo registrati a PE1 e FASA</b>	<b>pag. 117</b>
<b>Lista tempi di arrivo registrati a MASS</b>	<b>pag. 129</b>
<b>Lista tempi di arrivo registrati a TAR1</b>	<b>pag. 143</b>

N.B. **Formato dei dati:** anno (ultime 2 cifre), mese, giorno, stacco netto (impetus) o no (emersio), componente (Z), tipo di fase (PG, PN), tempo d'arrivo dell'onda P in ora, minuto e secondo (fino al centesimo), analogamente per l'onda S.





# STAZIONE CGL1 - CEGLIE MESSAPICA

23 settembre 2010 – 31 agosto 2011

100924EZPG	09002291		
100924EZPG	09040183		
100926EZPN	23003604		
100926EZPN	23073948		
100927EZPN	03423098		
100927EZPN	22055846		
100928EZPN	21015221		
100929EZPN	18534071		
100930EZPN	11180218		
1010 1EZPN	7591600		
1010 2EZPN	1223356		
1010 3EZPN	0133515		
1010 3EZPG	4371594	ZSG	373447
1010 3EZPN	11435455		
1010 3EZPN	15231063		
1010 4EZPN	1301643		
1010 4EZP	13412058		
1010 6EZPN	6585192		
1010 7EZPN	20241841		
1010 8EZPN	11505080		
1010 8EZPN	17275390		
1010 9EZPN	14203322		
1010 9EZPN	19 6 233		
101010EZPN	19192940		
101011EZPN	0353944		
101013EZPN	22443093		
101015EZPN	5215010		
101022EZPN	5594850	ZSN	602188
101022EZPN	22193164	ZSN	20 57
101023EZPN	6183100	ZSN	193400
101023EZPN	10334728		
101024EZPN	19303596	ZSN	311947
101025EZP	14551177		
101025EZP	19501310		
101025EZPN	21205774	ZSN	22 304
101029EZPN	3392755	ZSN	40 903
101031EZPN	6 01393		
101031EZPN	7162986		
1011 3EZPN	15285722		
1011 3IZP	18142151D		
1011 4IZPN	17 2 117C		
1011 4EZPN	2110 681	ZSN	102462
1011 5EZPN	3205667		
1011 5EZPN	5402508	ZSN	403894
1011 6EZP	3575404		
1011 7IZPN	7571096D		
1011 7EZPN	17165008		
1011 9EZPG	8434482	ZSG	44 586
101110EZPN	240 813		
101111EZPN	6392610		
101111IZPN	18332268D	ZSN	34 244
101111EZP	2010 178		
101112EZPN	3422762	ZSN	425248
101112EZPG	7124954	ZSG	13 781
101112EZPG	9372208	ZSG	373984
101112EZPN	11294755		
101115EZPN	8501585		
101115EZPN	22274112		

101116EZPN	416 892		
101116IZP	1023 552D		
101119EZP	22 72087		
101120EZPG	8 14886	ZSG	2 622
101120EZPG	12253430		
101121EZPN	1614 958	ZSN	143371
101126EZPN	3533760	ZSN	54 718
101126EZPN	12353468		
101127EZPN	8463236	ZSN	47 657
101127EZPN	16221552	ZSN	224582
101129EZPN	3285332	ZSN	292137
101129EZPN	1049 140		
101129EZPN	11183287	ZSN	19 217
1012 1EZPN	11432814		
1012 2EZPN	4572973		
1012 2EZPN	6454764	ZSN	461458
1012 2EZPN	14355190	ZSN	364656
1012 3IZPN	22493090C		
1012 4IZPN	351 295C	ZSN	522727
1012 4EZPN	12 35114		
1012 4EZPN	13494468	ZSN	503421
1012 6EZPN	10332111	ZSN	353119
1012 6EZPN	16354878		
1012 7EZPN	12354463	ZSN	363777
1012 8EZPN	6 6 394	ZSN	63605
1012 8EZPN	11381479		
1012 8EZPN	19191992	ZSN	203874
1012 8EZPN	2225 375		
1012 9EZPN	6492387		
1012 9EZPN	1430 581		
101210EZPN	137 8853		
101210EZPN	5391328		
101211EZPN	4562012		
101211EZPN	17452496		
101211EZPN	23585355	ZSN	592846
101213EZPN	5476498		
101213IZPG	11222245C	ZSG	222564
101213EZPG	13513029		
101214IZPN	820 609D		
101214IZPG	10303818D		
101214EZPN	14 0 856		
101214EZPN	17204660		
101214EZPN	19254903	ZSN	264095
101214EZPN	23 41148		
101215EZPN	22 44365		
101217EZPN	722 339	ZSN	223382
101217IZPN	9391677D	ZSN	402332
101217EZPN	1041 493		
101217IZPN	21344151C	ZSN	354625
101218EZPN	237 208		
101218IZPN	6 64380D	ZSN	72666
101218EZPN	13341137		
101220EZPN	1451098	ZSN	455369
101220EZPN	2542617		
101220EZPG	5282561		
101220EZPN	8395931		
101220EZPN	16303788		
101220IZP	1849 252D		
101221EZPN	8571602		
101221EZPG	17202317		
101221EZP	1733 878		
101222EZPN	6252638		
101222EZPN	18 8 508		

101223EZPN	039 503		
101223EZPN	3582042	ZSN	594019
101223EZPN	7125986	ZSN	135671
101223EZPN	8 32364	ZSN	42932
101223EZP	1413 85		
101223EZPN	15275919		
101224EZPN	247 394	ZSN	472449
101224EZPN	6432096	ZSN	433804
101225EZPN	0 4 28		
101225EZP	13362232		
101225EZPG	21351940	ZSG	353694
101226EZP	120 611		
101226EZPG	4 2 743	ZSG	22419
101226EZPN	5 95807		
101226EZP	6374232		
101226EZP	1958 605		
101228EZPN	23414422	ZSN	422392
101229EZPN	033 331	ZSN	332644
101229EZPN	0372365	ZSN	374429
101229EZPN	153 229	ZSN	533243
101229EZPN	5544811	ZSN	553614
101229IZP	714 229C		
101229EZPN	17 35258		
101229IZP	18403735D		
101229EZPN	21 85690	ZSN	10 376
101230EZPN	4221901	ZSN	224245
101230EZPN	21534651		
101231EZPN	5181394		
101231IZPG	20 22936D	ZSG	23454
11 1 1EZP	2 41253		
11 1 1EZPN	2485512	ZSN	493368
11 1 1EZPN	3 63392		
11 1 1EZPN	7401850		
11 1 1EZPN	8114212	ZSN	121164
11 1 1EZP	10 94494		
11 1 2EZPN	0232425		
11 1 2EZPN	3 14747		
11 1 2EZPN	4205888	ZSN	225378
11 1 2EZPN	1441 647	ZSN	42 915
11 1 2EZP	15322461		
11 1 2EZPN	16 23424		
11 1 2EZPN	22252851		
11 1 2EZPN	2320 644		
11 1 3EZPN	8 01656	ZSN	05763
11 1 3EZPN	12562856		
11 1 4EZPN	5374381		
11 1 5EZPN	4 12877	ZSN	21574
11 1 5EZP	6 15463		
11 1 5EZP	7 55468		
11 1 5EZPN	14275793		
11 1 5EZPN	19262203	ZSN	265337
11 1 6IZPN	7505965C	ZSN	513017
11 1 6IZPG	17252404		
11 1 6EZPN	18493651		
11 1 6EZPN	23 6 68	ZSN	64646
11 1 7EZPN	2271622	ZSN	28 129
11 1 7EZPN	5 2 372		
11 1 7EZPN	17285590	ZSN	293280
11 1 7EZPN	18203047		
11 1 7EZP	19285030		
11 1 8EZP	0303285		
11 1 8EZPN	22212288		
11 1 9EZPN	0273748		

11 1 9EZPN	7 0 289		
11 1 9EZPN	8 42692		
11 1 9EZP	10232588		
11 1 9IZPN	10591729C		
11 1 9EZP	17413481		
11 1 9EZPN	20183608		
11 1 9EZPN	23 81218		
11 110EZPN	1502857		
11 110EZPG	12463199	ZSG	464822
11 111EZPG	2453969		
11 111EZPN	15474990		
11 112EZP	21451735		
11 113EZP	16362619		
11 113EZP	17 25464		
11 113EZPN	18561918		
11 113EZPN	21403123		
11 113EZPN	2221 134		
11 113EZPG	23 5 762		
11 114EZPN	0294830		
11 114EZP	1593740		
11 114IZPN	256 618C	ZSN	563242
11 114EZPN	21515970	ZSN	53 964
11 115EZPN	925 441	ZSN	26 287
11 117IZPN	924 42D	ZSN	243096
11 117EZPN	11 25120		
11 117EZPN	18473337	ZSN	485116
11 117EZP	19335231		
11 118EZP	20304834		
11 119EZP	9221510		
11 119EZPN	938 589	ZSN	384674
11 119EZPG	1018 665	ZSG	183025
11 119EZPN	19 01570	ZSN	05760
11 119EZPN	1913 703	ZSN	134593
11 120EZPN	11405021		
11 120IZPN	12174374D	ZSN	181219
11 120EZPN	1510 783	ZSN	103379
11 120EZPN	15205287		
11 120EZPN	22245304		
11 121EZPN	155 152	ZSN	551964
11 121IZPN	13245503C		
11 121EZPN	14214414	ZSN	223090
11 121EZPN	19 92221		
11 122EZPN	0493047		
11 122EZPN	1 25313		
11 124EZPN	1272206	ZSN	281679
11 124EZP	2531219		
11 126EZPN	128 582		
11 126EZPN	11115507		
11 126EZPN	13345491	ZSN	352508
11 127IZPG	4 71780D	ZSG	73745
11 127EZP	8453062		
11 128EZPN	6 41032		
11 130EZPG	6125521	ZSG	131470
11 130EZPG	11573255	ZSG	575195
11 131EZPN	313 671		
11 131EZPN	4141953		
11 131EZPN	11315336		
11 131EZPN	1735 397		
11 2 1EZPN	7452210		
11 2 1EZPN	17341138	ZSN	343973
11 2 1EZPN	19533111		
11 2 1EZPN	20384401		
11 2 2EZP	0504532		



11 2 2EZPG	6141809	SG	143818
11 2 4EZPN	9 81045		
11 2 4EZPN	13385637		
11 2 4IZP	14 41747		
11 2 5EZPN	9283419		
11 2 5EZPN	12535309		
11 2 6EZPN	7415488		
11 2 6EZPN	9 05778	ZSN	12676
11 2 6EZPN	15501174		
11 2 7EZPN	17264610		
11 2 7EZPN	18332299		
11 2 7EZP	20144908		
11 2 7EZPN	22492263		
11 2 7EZPN	23474953	ZSN	481525
11 2 8EZPN	1481898		
11 2 8EZPN	3572175		
11 2 8EZPN	12302891		
11 2 8EZPN	16303678	ZSN	313683
11 2 9EZPN	8142027		
11 2 9EZPN	18491674		
11 210IZPN	2391070D	ZSN	40 820
11 210EZPN	10413158	ZSN	42 915
11 211EZPN	14532586		
11 211EZPN	17173231	ZSN	182461
11 211EZPN	17575949	ZSN	591272
11 212EZPN	11384164		
11 212EZP	18174282		
11 212IZPN	20 85664D		
11 213EZPN	0183916		
11 214EZPN	9181098	ZSN	184047
11 215IZPN	0574361D		
11 216EZPN	321 918		
11 218EZPN	5 54200		
11 218EZPG	6365660	ZSG	371699
11 219EZPG	11335016	ZSG	34 383
11 220EZPN	15122383	ZSN	133471
11 220EZPN	1925 971		
11 220EZP	21552832		
11 220EZPN	21581798		
11 221EZPN	0132759		
11 221EZPN	0483311		
11 221EZPN	5573820	ZSN	58 631
11 221EZPN	7145264	ZSN	151684
11 221IZP	11172601D		
11 222EZPN	6 33838		
11 222EZPG	12464517	ZSG	465152
11 222EZPN	16384282	ZSN	394412
11 222EZPN	20383672		
11 223EZPN	1133157		
11 223EZPN	4 15433	ZSN	22927
11 223EZPN	5314457		
11 223EZPN	11241480		
11 223EZPN	20425901		
11 225EZPN	14483575		
11 225EZPN	21352747		
11 226EZPN	4251306		
11 227EZPN	2455461		
11 228EZPN	751 585		
11 3 2EZPN	10295375		
11 3 3EZPN	639 824		
11 3 5EZPN	14 12696		
11 3 5EZPN	1845 837	ZSN	453722
11 3 6EZPN	3301526		

11 3 7EZPN	10 6 64	ZSN	62421
11 3 7EZPN	12273403		
11 3 8EZPG	6482381	ZSG	484945
11 3 9EZP	258 479		
11 3 9EZPN	4244073		
11 3 9EZPN	22242868		
11 310EZP	17213473		
11 310EZPN	17254774		
11 311EZP	559 877		
11 311EZP	620 672		
11 311EZP	6282356		
11 311EZP	6383855		
11 311EZP	7382249		
11 311EZP	8245102		
11 311EZP	8435881		
11 311EZP	10231375		
11 311EZP	11491870		
11 311EZP	12253697		
11 311EZP	13282258		
11 311EZP	1526 544		
11 311EZP	22253439		
11 312IZPN	9 54715D		
11 313EZP	1385727		
11 313EZPN	4143189		
11 313EZP	6252151		
11 315EZPG	5 23053	ZSG	24684
11 315EZP	10 24124		
11 315EZP	15363182		
11 316IZPN	16 81397D		
11 321EZPN	9 42614		
11 321EZPG	17 83917		
11 322EZP	7314221		
11 322EZPN	22512738		
11 324EZPN	4 31983		
11 324EZP	14 63334		
11 325EZP	1149 246		
11 325EZPN	16184449		
11 325IZPN	1832 346C	ZSN	324557
11 325EZPN	21481856	ZSN	492150
11 327EZPN	11445522		
11 327EZPN	15324271	ZSN	33 974
11 327EZP	22364089		
11 329EZP	11 72139		
11 330EZPG	16491230	ZSG	494441
11 4 1EZPN	0 01415		
11 4 1EZPN	1 01753		
11 4 1EZP	12102842		
11 4 1IZPN	13311288D	ZSN	324568
11 4 1EZPN	13472684		
11 4 1EZP	17162327		
11 4 1EZPG	18572312		
11 4 2EZPG	210 520		
11 4 2IZPN	2502807D		
11 4 2EZPN	16261323		
11 4 2IZPN	18321609C		
11 4 3EZP	1426 547		
11 4 3EZP	20201111		
11 4 3EZP	2355 954		
11 4 4EZPG	2 23690	ZSG	25600
11 4 4EZPN	13122788		
11 4 4EZPG	2329 606		
11 4 6EZPN	3204029		
11 4 7EZPN	4474936	ZSN	482148

11	4	9EZP	13103389		
11	4	9EZPG	18112154	ZSG	12 976
11	410	EZPN	2485236		
11	410	IZPN	16561630D	ZSN	564757
11	411	EZP	8285682		
11	412	EZPN	3332382	ZSN	334589
11	414	EZPN	22 45960		
11	415	EZPG	1433295		
11	415	EZPN	2 74236		
11	415	EZPN	2133999		
11	415	EZPN	3195704	ZSN	21 80
11	415	IZPN	16395618D	ZSN	402756
11	415	EZP	22 61723		
11	416	EZP	1233244		
11	416	EZP	232 676		
11	416	EZPN	12121162	ZSN	123392
11	416	EZPN	17171541		
11	419	IZPN	12142160	ZSN	15 885
11	420	EZPN	6464283		
11	420	EZPN	14 52061		
11	421	EZP	0514203		
11	421	EZP	2 72098		
11	421	EZPN	5183070		
11	421	EZP	16235619		
11	421	EZPN	2216 722		
11	422	EZPN	0305808		
11	422	EZPN	112 610		
11	422	EZPN	1214464		
11	422	EZPN	3374582		
11	422	EZPN	1313 645		
11	422	EZPN	23342909		
11	423	EZPG	3103656	ZSG	105294
11	423	EZPN	3203224	ZSN	21 710
11	423	EZP	436 824		
11	423	EZP	10252572		
11	423	EZPN	19204777		
11	423	EZP	2128 726		
11	423	EZPN	22121438		
11	424	EZPN	3301399		
11	424	EZPN	7202107		
11	424	EZPN	9223670		
11	424	EZPN	9264596		
11	424	EZPN	13 32970	ZSN	42847
11	425	EZPN	745 244		
11	425	EZPN	12 12935		
11	425	EZPN	12421385		
11	425	EZPG	15322721	ZSG	324227
11	426	EZPN	4252813		
11	426	EZPN	1335 304		
11	426	EZPN	21 31895		
11	426	EZPG	21391632	ZSG	393702
11	427	EZPN	11142764		
11	428	EZPN	3143485		
11	428	EZPG	5124101	ZSG	125901
11	428	EZPG	520 63	ZSG	201942
11	428	EZPG	5591461	ZSG	593171
11	428	EZP	9402853		
11	428	EZPN	23314670		
11	429	EZPG	8542797		
11	429	EZP	9 84464		
11	429	EZP	9581096		
11	429	EZPN	11434005		
11	429	EZP	2232 739		
11	430	EZPN	17191635	ZSN	194325

11 5 2EZPN	10182410		
11 5 3EZPN	22253516	ZSN	26 742
11 5 4EZPN	12405351		
11 5 4EZPN	19474828		
11 5 5EZP	14253100		
11 5 6EZPN	15132855		
11 5 6EZPN	2346 318		
11 5 7EZPN	1363118	ZSN	372337
11 5 7EZPN	3491647		
11 5 7EZPG	521 330	ZSG	211406
11 5 7EZPN	9443408		
11 5 7EZPG	15 21022	ZSG	23058
11 5 7EZP	21 45485		
11 5 7EZPN	23553971		
11 5 8EZPN	1521365		
11 5 8EZP	6523035		
11 5 8EZPN	19305842	ZSN	314625
11 5 9EZP	20284194		
11 510EZP	9145615		
11 511IZPN	1312508D	ZSN	314745
11 511EZP	8392018		
11 512EZPG	22485176	ZSG	491118
11 513EZPG	313 566	ZSG	132484
11 513EZPG	6213406	ZSG	213772
11 513EZP	23483391		
11 514EZPG	1856 630	ZSG	562030
11 514EZP	22425895		
11 514EZPN	23331783		
11 516EZPN	8155798		
11 516EZPN	12341244	ZSN	344440
11 517EZPN	16445081		
11 517EZPN	21182923		
11 518EZPN	6325512		
11 518EZPN	14291886	ZSN	301572
11 518IZPG	16 15464D	ZSG	2 128
11 519EZPG	0375510		
11 519EZPN	12 4 966		
11 519EZPN	14514212		
11 519EZPN	19 45868		
11 519EZP	20173672		
11 519EZPN	20405717	ZSN	422392
11 520EZP	059 384		
11 520EZPG	22475862	ZSG	481935
11 521EZPN	19185757		
11 521EZP	22191158		
11 521EZPN	23172896		
11 522EZPN	750 968		
11 522EZPN	13494601	ZSN	501276
11 522EZPN	14532186		
11 522EZP	16551225		
11 523EZPN	0453181		
11 524EZPN	0 43046	ZSN	45894
11 524EZP	3533130		
11 524EZPN	13141604	ZSN	144622
11 524EZP	17555171		
11 524EZPN	22 5 869		
11 525EZPG	19424076	ZSG	424612
11 525EZPN	23285011		
11 526EZPN	4154378		
11 526EZPN	12571919		
11 527EZPN	17261035		
11 527EZPN	2125 399	ZSN	252777
11 528EZPN	1 43561		

11	528EZPN	4535994	ZSN	542934
11	528EZP	5493147		
11	528EZPN	7283917		
11	528EZP	17204250		
11	528EZPN	18 5 52		
11	531EZPN	525 111		
11	531EZPN	22492041		
11	531EZPN	23143512		
11	6 1EZPN	2111040	ZSN	115574
11	6 1EZPN	8284309		
11	6 1EZPN	10554428		
11	6 1EZPN	17201985		
11	6 2EZPN	12482142		
11	6 2EZPN	15283911		
11	6 3EZP	0175132		
11	6 3EZP	7383281		
11	6 3EZPN	21563037		
11	6 4EZPN	1453671		
11	6 4EZPN	5241805		
11	6 4EZPG	23192354	ZSG	194001
11	6 4EZPG	23341468		
11	6 5EZP	12104505		
11	6 5EZP	1655 456		
11	6 6EZPN	3355619	ZSN	37 183
11	6 7EZPN	22492913		
11	6 8EZPN	19485444		
11	6 9EZPN	0214547		
11	6 9EZPN	8165698		
11	6 9EZPN	1617 595	ZSN	173405
11	611EZPG	436 62	ZSG	361199
11	611IZPG	20445251D	ZSG	451447
11	612EZPN	9122384		
11	614EZPN	21573374		
11	614EZPN	23165555		
11	615EZP	1122007		
11	616EZP	0223798		
11	616EZPN	1223353		
11	616EZPN	22343808		
11	617EZPN	1292968		
11	617EZPN	5315575		
11	617EZP	923 272		
11	618EZPN	6574331		
11	618EZP	11434854		
11	618EZPN	14593790		
11	618EZPN	1933 783		
11	619EZPN	2392622		
11	619EZP	4284150		
11	620EZPN	2364274		
11	620EZPN	18213679		
11	621EZPN	443 65		
11	622EZPN	0573371		
11	622EZPN	4165035		
11	622EZPN	5 05630		
11	622EZPG	5193925	ZSG	195761
11	622EZPN	12471523		
11	622EZP	14413293		
11	622IZPN	19491448D		
11	622EZP	22 32566		
11	623EZP	7384864		
11	623EZPN	22 43855		
11	624EZP	3221996		
11	624EZPN	6543238		
11	624EZPN	9 02998		

11	624EZPN	16225033		
11	624EZP	17515077		
11	711EZPN	16154425		
11	711EZPN	16352471		
11	711EZPN	16565648		
11	711EZP	21 03542		
11	712EZPN	2116 923	ZSN	171492
11	713EZPN	9561208		
11	714EZPN	21470893		
11	715EZPN	15202284		
11	716EZPN	16101913		
11	716EZP	20114412		
11	718EZPN	6384135		
11	718EZPG	8242183		
11	718EZPN	8322338		
11	718EZPN	13 05757	ZSN	13798
11	718EZPN	22325290		
11	719EZPN	2303056		
11	719EZPN	7141683		
11	719EZPN	11 52186		
11	719EZPN	18 1 507		
11	720EZPN	332 713	ZSN	323776
11	720EZPN	16454673	ZSN	463981
11	720EZPN	22533974		
11	722EZP	17155558		
11	723EZPN	3 42354		
11	723EZP	447 3		
11	723EZP	641 584		
11	723EZPN	16512091		
11	724EZPN	7 2 385		
11	724EZPN	9533751		
11	724EZPN	17265898		
11	724EZP	19 4 418		
11	731EZP	23575925		
11	8 1EZP	13572043		
11	8 1EZP	15105603		
11	8 2EZPN	2405912		
11	8 2EZPN	18402782		
11	8 2EZPG	19595563	ZSG	601215
11	8 2EZPN	20144815		
11	8 3EZP	20585352		
11	8 4EZP	0284978		
11	8 4EZP	14 35720		
11	8 5EZPG	6192812	ZSG	194076
11	8 5EZPN	2213 412		
11	8 6EZP	2583777		
11	8 7EZP	6411318		
11	8 7EZP	6442008		
11	8 7EZPN	9165511		
11	8 7EZPN	14363756		
11	8 7EZPN	17145484		
11	8 7EZPN	20322872		
11	8 8EZPN	018 931		
11	810EZPN	20574291		
11	811EZP	18344573		
11	812EZPN	21285886		
11	812EZPN	21593232		
11	812EZPN	22552087		
11	814EZPN	1 61692		
11	814EZPN	3505224		
11	814EZPN	3543123		
11	814EZPN	923 687	ZSN	241051



11	815EZP	3	61972	
11	815EZPN	5	54215	
11	815EZPN		6174676	ZSN 181308
11	815EZPN	13	91368	
11	816EZPN		9574589	
11	817EZPG		10503916	
11	817EZP		1157 162	
11	817EZPN		1213 4	
11	818EZPN		1183269	
11	818EZP	12	2 644	
11	818EZPN		22165887	ZSN 174298
11	819EZPN		2354669	
11	819EZP		4133686	
11	819EZP		5491217	
11	819EZPN		13163587	
11	820EZPN	2	12830	
11	820EZPN		6485565	
11	820EZPN	9	83208	
11	820EZP		17144158	
11	820EZP	1839	361	
11	821EZPN		6153686	ZSN 163233
11	821EZPN		8271726	
11	822EZP		6243152	
11	822EZP		20252622	
11	823EZPN	17	0 137	
11	823EZP	18	21714	
11	825EZP	1059	686	
11	827EZP	1040	342	
11	827EZPN		21592001	
11	828EZPN		1482850	
11	829EZP		19165179	
11	830EZPG		17383764	
11	831IZPG		18261228C	ZSG 261826



# STAZIONE PE1 – PEZZE DI GRECO

01 settembre 2010 – 21 dicembre 2010

10 9 2EZPN	3542090		
10 9 5EZPN	7 83912		
10 9 6IZPG	18 55330C	ZSG	6 350
10 9 6IZPG	18224160C	ZSG	225189
10 9 6EZPN	19215617	ZSN	224996
10 9 6IZPG	21522267C	ZSG	523357
10 9 6IZPG	22431570D	ZSG	432683
10 9 7EZP	1103168		
10 9 7EZP	2174292		
10 911EZPN	15475489		
10 912EZPN	7 72731		
10 913EZP	6 01203		
10 913EZPN	17462226		
10 913EZPN	18 2 921		
10 913EZPN	20125150		
10 914EZP	9552430		
10 914EZPN	2052 571		
10 915EZPN	2223615		
10 917EZPN	12204326	ZSN	21 770
10 917EZPN	19221230	ZSN	223950
10 921EZPG	7 25020	ZSG	31340
10 922EZPN	21 51575		
10 926EZPN	23 03720		
10 926EZPN	23 73915	ZSN	82815
10 927EZPN	3431699		
10 927EZPN	22 6 22		
10 928EZPN	21 15230		
10 929EZPN	18534242		
10 930EZPN	11175251		
1010 1EZPN	759 994	ZSN	594227
1010 1EZPG	10 02857		
1010 2EZPN	1223166	ZSN	23 109
1010 2EZPN	22181655		
1010 3EZPN	0132266		
1010 3EZPN	0353040		
1010 3EZPG	4371670	ZSG	373568
1010 3EZPN	11434911		
1010 3EZPN	15231090		
1010 4EZPN	1301362		
1010 4EZP	13412210		
1010 6EZPN	6585478		
1010 7EZPN	20241232		
1010 8EZPN	11505241		
1010 8EZPN	17275584	ZSN	283845
1010 9EZPN	19 6 373		
101010EZPN	19193115		
101011EZPN	0353122		
101013EZPN	22442831	ZSN	452310
101014EZP	14111824		
101015EZPN	5215064		
101015EZP	23342208		
101017EZPN	2113606		
101017EZPN	17554996		
101017EZPN	18334961		
101020EZPN	3595037		
101022EZPN	5595007	ZSN	602505
101022EZP	8394292		
101022EZPN	22193368	ZSN	20 506
101023EZPN	6183259	SN	192274

101023EZPN	10335022	ZSN	345232
101024EZPN	19303754	ZSN	312309
101025EZP	1455 561		
101025EZP	19501162		
101025EZPN	21205903	ZSN	221282
101029EZPN	3392923	ZSN	401353
101029EZPN	23 6 150		
101031EZPN	6 01364		
1011 3IZPN	0575374D		
1011 3EZPN	2 3 565	ZSN	32945
1011 3EZPN	253 782		
1011 3EZPN	15285397		
1011 3IZP	18142133D		
1011 4IZPN	17 2 287C		
1011 4EZPN	2033 764		
1011 4IZPN	2110 503C		
1011 5EZPN	3205446		
1011 5EZPN	5402002		
1011 5EZPN	19283650		
1011 6EZP	3575405		
1011 7EZPN	7571098		
1011 7IZPN	17165146C		
101110EZPN	240 760		
101111EZPN	6393425		
101111EZPN	18332392	ZSN	34 520
101111EZP	2010 216		
101112EZPN	3422998	ZSN	425985
101112EZPG	7125064	ZSG	13 951
101112EZPG	9372318	ZSG	374095
101112EZPN	11294119		
101113EZPN	118 413		
101113EZPN	15375666		
101115EZP	0594284		
101115EZPN	8501766		
101115EZPN	22274312		
101116EZPN	416 863		
101116EZP	1023 486		
101118EZPG	955 652		
101119EZP	22 72108		
101120EZPG	8 15015	ZSG	2 842
101120EZPN	12253492	ZSN	255356
101121EZPN	1614 399	ZSN	143169
101122EZPN	2 04233	ZSN	11255
101122EZPN	2152963		
101126EZPN	3533333	ZSN	54 931
101126EZPN	12353596	ZSN	36 273
101127EZPN	8463393	ZSN	47 885
101127EZPN	16221402	ZSN	224252
101129EZPN	3285347	ZSN	292404
101129EZPN	10485644		
101130EZP	3365951		
1012 1IZPN	11432945D		
1012 2EZPN	4574575		
1012 2EZPN	6455108	ZSN	461892
1012 2EZPN	14354946	ZSN	361226
1012 3IZPN	22492951C		
1012 4IZPN	351 431C	ZSN	522821
1012 4EZPN	12 34974		
1012 4EZPN	13494294	ZSN	502213
1012 5EZPN	21232717		
1012 6IZPN	10331654D	ZSN	345212
1012 6EZPN	16354521		

1012 7IZPN	12354258C	ZSN	363616
1012 8EZPN	6 6 734		
1012 8EZPN	11381488		
1012 8EZPN	14 43942		
1012 8EZPN	16591210		
1012 8EZPN	19192097		
1012 8EZPN	2225 533		
1012 9EZPN	6492471		
1012 9EZPN	1430 810		
101210EZPN	137 497		
101210EZPN	5391406		
101211EZPN	4562002		
101211EZPN	17452085		
101211EZPN	23 35964		
101211EZPN	23584950	ZSN	592890
101212EZPN	16381910	ZSN	385860
101213EZPN	5473159		
101213IZPG	11222354C	ZSG	222966
101214EZPN	820 748		
101214IZPG	10303992D	ZSG	304625
101214EZPN	14 0 961		
101214EZPN	17203794		
101214EZPN	19254980	ZSN	264657
101214EZPN	23 41496		
101215IZPN	22 44536C		
101217EZPN	7214871	ZSN	223787
101217IZPN	9391835D	ZSN	402694
101217EZPN	1041 20		
101217EZPN	17341497		
101217IZPN	21344328C		
101218EZPN	2365904	ZSN	373144
101218IZPN	6 64563D		
101218IZPN	13341204C		
101218EZPN	13522222		
101218EZPN	22 23324		
101220EZPN	1451301	ZSN	455596
101220EZPG	528 779		
101220EZPN	840 34		
101220EZPN	16304196		
101220IZP	1849 289D		

## **IL 21 DICEMBRE 2010 LA STAZIONE PE1 E' STATA SPOSTATA A FASANO**

### **STAZIONE FASA - FASANO 21 dicembre 2010 – 31 agosto 2011**

101221EZPG	17201956	ZSG	21 256
101221EZP	1733 834		
101222EZPN	6252694		
101222EZPN	18 8 682		
101222EZP	22 31596		
101223EZPN	039 721		
101223EZPN	3582305	ZSN	594810
101223EZPN	7125789	ZSN	134847
101223EZPN	8 32642	ZSN	43068
101223EZP	1413 106		

101223EZPN	15194682		
101223EZPN	15275750		
101224EZPN	247 437	ZSN	472522
101224EZPN	6432270		
101225EZPN	0 35698		
101225EZP	13362178		
101225EZPG	21352369		
101226EZP	120 600		
101226EZPN	3234925		
101226EZPG	4 2 863	ZSG	22738
101226EZPN	5 95685		
101226EZPN	5173499		
101226EZP	6374194		
101226EZPN	8454560		
101226EZPN	9263335		
101226EZPG	14514099	ZSG	515982
101226EZPN	17253404		
101226EZP	1958 596		
101228EZPN	23414835		
101229EZPN	033 593		
101229EZPN	0372625	ZSN	374680
101229EZPN	153 218	ZSN	533277
101229EZPN	5544815	ZSN	553355
101229IZP	714 297C		
101229EZPN	17 35597		
101229IZP	18403771D		
101229EZPN	21 85891		
101230EZPN	4221816		
101230EZPN	21535563	ZSN	543725
101231EZPN	5181665	ZSN	19 340
101231IZPG	20 22648C	ZSG	23002
11 1 1EZP	2 41184		
11 1 1EZPN	2484925	ZSN	493625
11 1 1EZPN	3 63720		
11 1 1EZPN	4471006		
11 1 1EZPN	7402134		
11 1 1EZPN	8114284	ZSN	121325
11 1 1EZP	10 94436		
11 1 2IZPN	0232351C		
11 1 2EZPN	3 14683		
11 1 2EZPN	3403975		
11 1 2EZPN	421 26	ZSN	225767
11 1 2EZPN	1441 793	ZSN	421834
11 1 2EZPN	22253080		
11 1 2EZPN	2320 817		
11 1 3EZPN	8 01348	ZSN	1 16
11 1 3EZPN	12562896		
11 1 4IZPN	5374426C		
11 1 5EZPN	4 13227	ZSN	21861
11 1 5EZP	6 15633		
11 1 5IZP	7 55450D		
11 1 5EZPN	14275933	ZSN	29 12
11 1 5EZPN	18 61226	ZSN	63181
11 1 5EZPN	19262221	ZSN	265443
11 1 6EZPN	751 38	ZSN	513201
11 1 6EZPG	17252338	ZSG	252691
11 1 6EZPN	18493644		
11 1 6EZPN	23 6 381	ZSN	65212
11 1 7EZPN	2271836		
11 1 7EZPG	5 2 184		
11 1 7EZPN	17285685	ZSN	293408
11 1 7EZPN	18203075		
11 1 7EZP	19285006		



11 1 7EZPN	21121246	ZSN	123394
11 1 8EZP	0303184		
11 1 8EZPN	22212507		
11 1 9EZPN	0273983	ZSN	283847
11 1 9EZPN	7 0 100		
11 1 9EZPN	8 42899		
11 1 9EZP	10232448		
11 1 9IZPN	10591507C	ZSN	601454
11 1 9EZP	17413468		
11 1 9EZPN	20183791		
11 1 9EZPN	20432058		
11 1 9EZPN	23 81111		
11 110EZPN	1502805		
11 110EZPG	12463008	ZSG	464173
11 111EZPN	2453942		
11 111EZPN	3282361		
11 111EZPN	15475349		
11 112EZP	21451707		
11 113EZPN	1142 138		
11 212EZPG	22485290	ZSG	491270
11 414EZPN	22 5 869		
11 415EZPG	1433393	ZSG	433758
11 415EZPN	2 74389		
11 415EZPN	2133517		
11 415EZPN	3195932	ZSN	21 719
11 415EZPN	16395691D	ZSN	402990
11 415EZP	22 61665		
11 416EZP	1233222		
11 416EZP	232 599		
11 416EZPN	12121344		
11 416EZPN	17171267		
11 420EZPN	14 51756		
11 421EZP	0514150		
11 421EZP	2 72021		
11 421EZPN	5183252		
11 421EZP	16235551		
11 421EZPN	1721 800		
11 421EZPN	2216 624		
11 422EZPN	0305393		
11 422EZPN	112 844		
11 422EZPN	1214630		
11 422EZPN	3374846		
11 422EZPN	1313 832		
11 422EZPN	23343130	ZSN	36 71
11 423EZPN	3 43389		
11 423EZPG	3103711	ZSG	105446
11 423EZPN	3203254		
11 423EZP	436 962		
11 423EZP	10252548		
11 423EZPN	19204301		
11 423EZP	2128 695		
11 424EZPN	3301450		
11 424EZPN	3491384	ZSN	494754
11 424EZPN	6 5 796		
11 424EZPN	7201714		
11 424EZPN	9223775	ZSN	233601
11 424EZPN	9264783	ZSN	274576
11 424EZPN	13 33141	ZSN	43172
11 425EZPN	745 250	ZSN	451006
11 425EZPN	12 13073		
11 425EZPN	12421585		
11 425EZPN	15322660		

11	427EZPN	11142626		
11	428EZPN	3143631		
11	428IZPG	5124316D	ZSG	13 234
11	428EZPG	520 226	ZSG	202200
11	428EZPG	5591623	ZSG	593481
11	428EZP	9402814		
11	428EZPN	19264923		
11	428EZPN	23314426		
11	429EZPG	8542880		
11	429EZP	9 84531		
11	429EZP	9581082		
11	429EZPN	11433806		
11	429EZP	2232 663		
11	430EZPN	1 72538	ZSN	8 852
11	430EZPN	17191385	ZSN	193739
11	5 2EZPN	10182642		
11	5 3EZPN	22253672	ZSN	261036
11	5 4EZPN	12405528		
11	5 4EZPN	19474451		
11	5 5EZP	14253005		
11	5 5EZP	1710 579		
11	5 6EZPN	15132932		
11	5 6EZPN	2346 56		
11	5 7EZPN	1363266		
11	5 7IZPN	3491838C	ZSN	495287
11	5 7EZPG	5 12258	ZSG	13368
11	5 7EZPG	521 133	ZSG	211218
11	5 7IZPG	15 21053C	ZSG	23145
11	5 7EZP	21 45276		
11	5 7EZPN	23554180		
11	5 8EZPN	1521556		
11	5 8EZP	6523101		
11	5 8EZPN	948 2009		
11	5 8EZPN	1931 43	ZSN	314961
11	5 9EZP	20284163		
11	510EZP	9145608		
11	511IZPN	1312617D		
11	511EZP	8391949		
11	512EZPN	17304032		
11	513EZPG	313 672	ZSG	132649
11	513EZPG	6213407	ZSG	213780
11	513EZP	23 05767		
11	513EZP	23483353		
11	514EZPN	8463629		
11	514EZPG	1856 428	ZSG	561571
11	514EZP	21144707		
11	514EZP	22425840		
11	514EZPN	23331781		
11	515EZPN	8354086		
11	516EZPN	816 80		
11	516EZPN	12341409	ZSN	344528
11	517EZPN	16445196		
11	517EZPN	21183092		
11	518EZPN	6325446		
11	518EZPN	14292085	ZSN	302075
11	518IZPG	16 15211D		
11	519EZPG	0375569	ZSG	38 720
11	519EZPN	12 41202		
11	519EZPN	14514246	ZSN	522045
11	519EZPN	19 5 66		
11	519EZP	20173827		
11	519EZPN	20405970	ZSN	422790
11	520EZP	059 300		

11	520EZP	20	35764		
11	520EZPG		22475923		
11	521EZPN		2595922	ZSN	605171
11	521EZPN		12203784	ZSN	21 627
11	521EZPN		19185289		
11	521EZP		22191085		
11	521EZPN		23173082		
11	522EZPN		7501012		
11	522EZPN		8153786		
11	522EZPN		13494770		
11	522EZPN		14532305		
11	522EZP		14585721		
11	522EZP		16551159		
11	523EZPN		0453495		
11	524EZPN		0 43251	ZSN	5 205
11	524EZP		3533085		
11	524EZPN		13141686		
11	524EZP		17555080		
11	524EZPN		22 5 855		
11	525EZPG		19424039	ZSG	424531
11	525EZPN		23285272		
11	526EZPN		4154519		
11	526EZPN		12572197		
11	527EZPN		17261268		
11	527EZPN		21245766	ZSN	252122
11	528EZPN		1 43754		
11	528EZPN		454 217	ZSN	543431
11	528EZP		5493077		
11	528EZPN		7283957		
11	528EZP		17204289		
11	528EZPN		18 5 178		
11	531EZPN		525 372		
11	531EZPN		22492394		
11	531EZPN		23143138		
11	6 1EZPN		2111242	ZSN	12 26
11	6 1EZPN		8284191		
11	6 1EZPN		10554670		
11	6 1IZPN		17202208C		
11	6 2EZPN		0281938		
11	6 2EZPN		12482002		
11	6 2EZPN		15284099		
11	6 2EZP		17202901		
11	6 3EZP		0175071		
11	6 3EZP		7383335		
11	6 3EZPN		21562729		
11	6 4EZPN		1453796		
11	6 4EZPN		5241973		
11	6 4EZPN		16132171		
11	6 4EZPN		18 8 795		
11	6 4EZPN		22195423	ZSN	205402
11	6 4EZPG		23192574	ZSG	194344
11	6 4EZPG		23341184	ZSG	342852
11	6 5EZP		12104543		
11	6 6EZPN		3355810		
11	6 7EZPN		21572104		
11	6 7EZPN		22493242		
11	6 8EZPN		19484859		
11	6 9EZPN		0214479	ZSN	22 241
11	6 9IZPN		8165897C		
11	6 9IZPN		14332143D		
11	6 9EZPN		1617 684		
11	610EZPN		331 399		
11	611EZPG		4355801	ZSG	36 722

11	611EZPG	4371994	ZSG	372742
11	611IZPG	20444713D	ZSG	45 907
11	612EZPN	9122416		
11	613EZP	2413772		
11	613EZP	14451503		
11	614EZPN	21573504		
11	614EZPN	23165742		
11	615EZP	1122085		
11	615EZPG	4203985		
11	616EZP	0223724		
11	616EZPN	1223528		
11	616EZPN	22343795		
11	617EZPN	024 114		
11	617IZPN	1293152D		
11	617IZPN	5315319D		
11	617EZP	923 399		
11	617EZPG	18 54654		
11	618EZP	11434813		
11	618EZPN	14593818		
11	618EZPN	1933 920		
11	619EZPN	2392232		
11	619EZP	4284162		
11	620EZPN	2364512		
11	620EZPN	18213912		
11	621EZPN	443 251		
11	622EZPN	0573572	ZSN	584351
11	622EZPG	2395646		
11	622EZPN	4165063		
11	622EZPN	5 05713		
11	622EZPG	5193729	ZSG	195466
11	622EZPN	12472021		
11	622EZP	14413249		
11	622IZPN	19491434D		
11	622EZP	22 32528		
11	623EZP	7384585		
11	623IZPN	22 34007D		
11	624EZP	3221927		
11	624EZPN	6543534		
11	624EZPN	9 03118		
11	624EZPN	16225148		
11	626EZPN	20375664		
11	626EZPN	21281239		
11	627EZPG	18361640	ZSG	363574
11	627EZPN	22143916		
11	629EZPN	0415635		
11	630EZPN	0385072		
11	7 1EZPN	0591396	ZSN	603591
11	7 2EZP	2354338		
11	7 2IZPN	4 62109D		
11	7 2EZPN	13504698		
11	7 2IZPN	21324229D	ZSN	34 675
11	7 3EZPN	8504523		
11	7 3EZPN	1556 215	ZSN	564875
11	7 3EZPN	16175244		
11	7 4EZPN	1534225	ZSN	542134
11	7 6EZPN	5111181	ZSN	114639
11	7 6EZPN	9 93191		
11	7 6EZP	15274888		
11	7 6EZP	19232186		
11	7 6EZP	21354746		
11	7 6EZPN	23112268		
11	7 7EZPN	1 2 887		
11	7 7EZPN	5564333		

11 7 7EZPG	10323191		
11 7 7EZP	18482061		
11 7 7EZP	19233498		
11 7 8EZPG	9 73762	ZSG	74204
11 7 8EZPN	19365082		
11 7 9IZPN	12 64290D	ZSN	74144
11 7 9IZPN	20383541D		
11 7 9IZPN	2344 432D		
11 710EZP	1 95509		
11 710EZPN	3 8 854	ZSN	85514
11 710EZPN	3202696		
11 710EZPN	4111778		
11 710EZPN	18144218		
11 711EZPN	16154055		
11 711EZPN	16353902		
11 711EZPN	16565479	ZSN	572449
11 711EZP	21 03161		
11 712EZPN	3253330	ZSN	262016
11 712EZPN	6544069		
11 712EZPN	7162672		
11 712EZPN	21161107		
11 712EZPN	21283169		
11 713EZPN	9561507		
11 718EZPN	6384257		
11 718EZPN	8322591		
11 718EZPN	13 05864		
11 718EZPN	22325481		
11 719EZPN	2303253		
11 719EZPN	7141927		
11 719EZPN	11 52362	ZSN	6 915
11 719EZPN	18 1 744		
11 719EZP	19432303		
11 720EZPN	332 782	ZSN	323918
11 720EZPN	16454892	ZSN	464365
11 720EZPN	22534167		
11 722EZP	7155502		
11 722EZPN	17444770		
11 723IZPN	3 42150C		
11 723EZP	4465951		
11 723EZP	641 459		
11 723IZPN	16511874C		
11 724EZPN	7 2 546		
11 724EZPN	9533713		
11 724EZPN	1727 69		
11 724EZP	19 4 359		
11 726EZPN	0533944		
11 726EZPN	1281023		
11 726EZP	6295051		
11 727EZPN	0342358		
11 727EZPN	4 4 716		
11 727EZPN	12141692		
11 727EZPN	21 11430		
11 728EZPN	5193921		
11 728EZPN	9191544		
11 728EZPN	22312058		
11 729EZPN	0275939		
11 729EZP	8 11759		
11 729EZPN	16415199		
11 729EZPN	19131385		
11 729EZPN	19533173		
11 730EZPN	0161011		
11 730EZP	19 63246		
11 731EZP	14543171		
11 731EZP	23575720		

11 8 1EZP	13572000	
11 8 2EZPN	2405993	
11 8 2EZPN	18402947	
11 8 2EZPG	19595231	ZSG 60 705
11 8 2EZPN	20144613	
11 8 3EZPN	15 25050	
11 8 3EZP	20585328	
11 8 4EZP	0284983	
11 8 4EZPN	18 53701	
11 8 5EZPG	6192556	ZSG 193787
11 8 5EZPN	7202088	
11 8 6EZPN	2583817	
11 8 6EZPN	4492912	
11 8 7EZPN	4 71578	
11 8 7EZP	6411304	
11 8 7EZP	6442053	
11 8 7EZPN	9165631	
11 8 7EZPN	14363968	
11 8 7EZPN	17145565	
11 8 7EZPN	20322636	
11 8 8EZPN	0181038	
11 810EZPN	20574521	
11 811EZP	18344491	
11 812EZPN	2129 119	
11 812EZPN	21593389	
11 812EZPN	22552183	
11 812EZPN	23162052	
11 814EZPN	1 61920	
11 814EZPN	3505407	
11 814EZPN	3543247	
11 814EZPN	619 295	
11 814EZPN	923 901	
11 815EZP	3 61879	
11 815EZPN	5 54262	
11 815EZPN	6174786	
11 815EZPN	13 91175	
11 816EZPN	0334151	
11 816EZPG	9574762	ZSG 582195
11 816EZP	19475109	
11 816EZPN	20233789	
11 817EZPG	10503814	ZSG 504748
11 817EZP	1157 96	
11 817EZPN	1213 121	
11 818EZPN	1182746	
11 818EZP	12 2 673	
11 818EZPN	2217 88	ZSN 174608
11 819EZPN	2354899	ZSN 363866
11 819EZP	4133629	
11 819EZP	5491152	
11 819EZPN	9392904	
11 819IZPN	13163328D	
11 820IZPN	2 13060D	
11 820EZPN	6485875	
11 820IZPN	9 82983C	
11 820EZP	17144370	
11 820EZP	1839 298	
11 821EZPN	5295356	
11 821EZPN	6153899	ZSN 163604
11 821EZPN	8271748	
11 822EZP	6243177	
11 822EZPN	852 562	
11 822EZP	11362581	
11 822EZP	20252613	



11	823EZP	5234062		
11	823EZPN	17 0 347		
11	824EZP	3101722		
11	824EZPN	15 62225		
11	824EZPN	15544754		
11	824EZP	17592399		
11	824EZP	23255708		
11	825EZP	1059 659		
11	827EZP	1040 329		
11	827EZP	12271025		
11	827EZPN	21591824		
11	828EZPN	1482971		
11	828EZPN	5455316		
11	829EZP	19165149		
11	830IZPG	17383545C	ZSG	384444
11	831EZPG	422 163	ZSG	221951
11	831IZPG	1826 950C	ZSG	261278
11	831EZPN	22111748	ZSN	115561
11	831EZPN	22194432		



**STAZIONE MASS – MASSAFRA**  
**06 dicembre 2010 – 31 agosto 2011**

1012 6EZPN	16354615		
1012 7EZPN	12354769	ZSN	363730
1012 8IZPN	6 6 183C		
1012 8EZPN	11381726		
1012 8EZPN	14 44128		
1012 8EZPN	16591222		
1012 8EZPN	19192084	ZSN	20 569
1012 8EZPN	2225 547		
1012 9EZPN	6492763		
1012 9EZPN	1430 770		
101210EZPN	137 798	ZSN	374694
101210EZPN	5391395	ZSN	395336
101211EZPN	4562237		
101211EZPN	17452110		
101211IZPN	23 4 135D		
101211EZPN	23585183	ZSN	593609
101212EZPN	16382822		
101213EZPN	5474249		
101213EZPG	11222670		
101213IZPG	13512698D		
101214EZPN	820 453		
101214IZPG	10304042D		
101214IZPN	14 0 991D		
101214EZPN	17204659		
101214EZPN	19255030	ZSN	264511
101214EZPN	23 41522		
101215IZPN	22 44238C	ZSN	52257
101217EZPN	7215314	ZSN	224130
101217IZPN	9391954D	ZSN	402962
101217EZPN	1041 937		
101217EZPN	17342339		
101217IZPN	21344434C	ZSN	355123
101218EZPN	237 224		
101218EZPN	6 64464	ZSN	72925
101218IZPN	13341232D	ZSN	35 289
101218EZPN	13522771		
101218EZPN	22 23800		
101219EZPN	17133613		
101220EZPN	145 910	ZSN	455087
101220IZPN	2542355D	ZSN	544235
101220EZPG	528 423	ZSG	282296
101220EZPN	840 357		
101220EZPN	16305128		
101220IZP	1649 578D		
101221IZPN	8571566C	ZSN	58 643
101221EZPG	17201979	ZSG	21 447
101221EZP	1733 918		
101222EZPN	6252511		
101222EZPN	18 8 544		
101222EZP	22 31692		
101223EZPN	039 591		
101223EZPN	3582273	ZSN	594850
101223EZPN	713 630		
101223EZPN	8 32688	ZSN	43045
101223EZP	1413 163		
101223IZPN	15194880D		
101223IZPN	1528 300D	ZSN	283714
101224EZPN	2465986	ZSN	471905
101224EZPN	6432488	ZSN	434527
101225EZPN	0 35821		

101225EZP	13362178		
101225EZPG	21352373	ZSG	354351
101226EZP	120 633		
101226EZPN	3235450		
101226IZPG	4 21119C	ZSG	23076
101226IZPN	5 95918D		
101226IZPN	5172688C		
101226EZP	6374287		
101226IZPN	8454567D		
101226EZPN	9263321		
101226IZPN	14514371D	ZSN	52 360
101226IZPN	17253364C		
101226EZP	1958 614		
101228IZPN	23414650C	ZSN	422798
101229EZPN	033 780	ZSN	333444
101229EZPN	0372805	ZSN	374708
101229EZPN	153 457	ZSN	533184
101229EZPN	5545033	ZSN	554004
101229IZP	714 250C		
101229EZPN	17 35671		
101229IZP	18403525D		
101229EZPN	21 85832	ZSN	10 980
101229EZPN	21525130	ZSN	535144
101230IZPN	4222026D	ZSN	224757
101230EZPN	21535472	ZSN	543723
101231EZPN	518 551	ZSN	19 232
101231IZPN	6 53062D		
101231IZPG	20 22952D	ZSG	23498
11 1 1EZP	2 41387		
11 1 1EZPN	2485576	ZSN	493441
11 1 1IZPN	3 63712D		
11 1 1EZPN	4471915		
11 1 1EZPN	7402170		
11 1 1IZPN	8114076C	ZSN	12 953
11 1 1EZP	10 94314		
11 1 2EZPN	0231848		
11 1 2EZPN	3 14899		
11 1 2EZPN	3404524		
11 1 2EZPN	421 59	ZSN	225853
11 1 2EZPN	1441 790		
11 1 2EZP	15322342		
11 1 2IZPN	16 23538C		
11 1 2EZPN	22253077	ZSN	261184
11 1 2EZPN	2320 870		
11 1 3EZPN	8 01876	ZSN	1 747
11 1 3EZPN	12562488	ZSN	564852
11 1 4EZPN	5374336		
11 1 5EZPN	4 13368	ZSN	21780
11 1 5EZP	6 15715		
11 1 5IZP	7 55556D		
11 1 5EZPN	14275431	ZSN	285821
11 1 5EZPN	18 61320	ZSN	63340
11 1 5EZPN	19262480	ZSN	265669
11 1 6EZPN	7505751	ZSN	512757
11 1 6IZPG	17252365C	ZSG	252793
11 1 6EZPN	18493364	ZSN	50 686
11 1 6EZPN	23 6 414		
11 1 7EZPN	2271414	ZSN	28 58
11 1 7EZPG	5 15757	ZSG	2 922
11 1 7IZPN	17285410D	ZSN	292962
11 1 7EZPN	18202658		
11 1 7EZP	19285073		
11 1 7EZPN	2112 894	ZSN	123037

11	1	8EZP	0303346		
11	1	8EZPN	22212496		
11	1	9EZPN	0273966	ZSN	283808
11	1	9EZPN	7 0 348		
11	1	9EZPN	8 42983		
11	1	9EZP	10232600		
11	1	9IZPN	10591396C	ZSN	601133
11	1	9EZP	17413514		
11	1	9EZPN	20184161		
11	1	9EZPN	2043 731	ZSN	432747
11	1	9EZPN	23 81242	ZSN	84675
11	110	EZPN	1502961	ZSN	511652
11	110	EZPG	12462794	ZSG	463975
11	111	EZPN	2453583		
11	111	EZPN	3282341	ZSN	292429
11	111	EZPN	15475397		
11	112	EZP	21451819		
11	113	EZPN	1142 650		
11	113	EZP	16362540		
11	113	EZP	17 25497		
11	113	EZPN	18561097		
11	113	EZPN	21403283	ZSN	414147
11	113	EZPN	2221 258		
11	113	EZPG	23 5 412		
11	114	EZPN	0295241		
11	114	IZPN	256 428D	ZSN	562934
11	114	EZPN	2152 106	ZSN	524329
11	115	EZP	1593784		
11	115	IZPN	925 495C	ZSN	26 566
11	117	EZPN	3324605		
11	117	IZPN	9235851C	ZSN	242783
11	117	IZPN	11 24977C	ZSN	34134
11	117	EZPN	18473391		
11	117	EZP	19335326		
11	118	EZP	11455451		
11	118	EZP	20304900		
11	119	EZPN	0165370	ZSN	174077
11	119	EZPN	1221474		
11	119	EZP	9221383		
11	119	EZPN	938 194	ZSN	384401
11	119	EZPG	1018 389	ZSG	182549
11	119	EZPN	19 01891	ZSN	11422
11	119	EZPN	1913 638	ZSN	135333
11	119	EZPN	20235731		
11	119	EZPG	22552866	ZSG	554513
11	120	EZPN	11405195		
11	120	IZPN	12174206C	ZSN	18 886
11	120	EZPN	1510 443	ZSN	104645
11	120	EZPN	15205610		
11	120	IZPN	21582068D		
11	120	EZPN	22245559		
11	121	EZPN	1545584	ZSN	551293
11	121	EZPN	13245569		
11	121	EZPN	14214668	ZSN	222857
11	121	EZPN	19 92299		
11	122	EZPN	0493290		
11	122	EZPN	1 25057		
11	124	EZPN	1 35345	ZSN	44043
11	124	EZPN	1272366	ZSN	281678
11	124	EZP	2531517		
11	126	EZPN	128 244		
11	126	EZPN	11115617		
11	126	EZPN	13345264	ZSN	352208
11	126	EZP	15544228		

11	127EZPG	4 71406	ZSG	73146
11	127EZP	8453202		
11	128EZPN	6 41307		
11	129EZP	7 15907		
11	129EZPN	8 32994	ZSN	43244
11	129EZPN	17433432		
11	130EZPG	6124979	ZSG	13 627
11	130EZPG	11572520	ZSG	574401
11	131EZPN	313 667		
11	131EZPN	4141873		
11	131EZPN	11315536	ZSN	324250
11	131EZPN	1735 618		
11	2 1EZPN	7452413	ZSN	47 103
11	2 1IZPN	17341363D	ZSN	344651
11	2 1EZPN	19532895		
11	2 1EZPN	20384442		
11	2 2EZP	0504782		
11	2 2IZPG	6141528C	ZSG	143368
11	2 4EZPN	9 81358		
11	2 4EZPN	13385957	ZSN	393392
11	2 4IZP	14 41902D		
11	2 5EZPN	7415321		
11	2 5EZPN	9283383		
11	2 5EZPN	12535037		
11	2 5EZPN	14235705		
11	2 6EZPN	9 05289	ZSN	11647
11	2 6EZPN	15501451	ZSN	505596
11	2 7EZPN	17265049		
11	2 7EZPN	18334221		
11	2 7EZP	20144773		
11	2 7EZPN	22491634		
11	2 7EZPN	23475252	ZSN	482168
11	2 8EZPN	1482010	ZSN	494108
11	2 8EZPN	3572440	ZSN	58 125
11	2 8EZPN	16303738		
11	2 8EZPN	18282898		
11	2 9EZPN	0461371	ZSN	465619
11	2 9EZPN	8142321		
11	2 9EZPN	18491757	ZSN	501274
11	210EZPN	2221119		
11	210IZPN	2391336D		
11	211EZPN	3281373		
11	211EZPN	3302439		
11	211EZPN	14532704		
11	211IZPN	17173403D	ZSN	182814
11	211EZPN	17461447		
11	211EZPN	1758 170		
11	211IZPN	19204968D		
11	212EZPN	0222877		
11	212EZPN	11384268		
11	212EZP	18174220		
11	212IZPN	20 85440D		
11	213EZPN	0183603		
11	214EZPN	9181441		
11	215IZPN	0574160D		
11	216EZPN	321 595		
11	218EZPN	5 54423		
11	218IZPG	6365136C	ZSG	37 818
11	219EZPG	11334660	ZSG	335765
11	220IZPN	19251196D		
11	220IZP	21552591C		
11	220IZPN	%115122540C		
11	221EZPN	0132911		



11	221IZPN	0483491D	ZSN	491622
11	221EZPN	5574050		
11	221EZPN	7145214		
11	221IZP	11172679D		
11	222IZPG	12464213C	ZSG	464629
11	222EZPN	16 33113	ZSN	35889
11	222EZPN	16384242		
11	222EZPN	20383588		
11	223EZPN	1133269		
11	223EZPN	4 15286	ZSN	22810
11	223EZPN	5314264	ZSN	332627
11	223EZPN	11241256		
11	223EZPN	20425997	ZSN	44 347
11	225EZPN	14482935		
11	225EZPN	21352899		
11	226EZPN	425 949		
11	227EZPN	2455614		
11	228EZPN	751 725		
11	228EZPN	15 35781		
11	3 2EZPN	10295708		
11	3 3EZPN	639 996	ZSN	40 794
11	3 4EZPG	10243311	ZSG	243965
11	3 4EZPN	1746 4		
11	3 5EZPN	14 12656		
11	3 5EZPN	1845 520	ZSN	453054
11	3 6EZPN	3301599		
11	3 6EZPN	845 467	ZSN	455014
11	3 7EZP	0285648		
11	3 7EZPN	10 55939		
11	3 7EZPN	12273701	ZSN	281746
11	3 8EZPG	6482172	ZSG	484595
11	3 9EZP	258 337		
11	3 9IZPN	4243917D		
11	3 9EZP	2135 130		
11	3 9EZPN	22242493		
11	310IZP	5 91113D		
11	310EZPG	8 01387	ZSG	02322
11	310EZPG	1410 545	ZSG	102341
11	310EZP	17213470		
11	310EZP	17255138		
11	310EZPG	19 02857	ZSG	04106
11	311EZP	559 898		
11	311EZP	620 654		
11	311EZP	6282285		
11	311EZP	6383809		
11	311EZP	7382305		
11	311EZP	8245162		
11	311EZP	8435951		
11	311EZP	10231396		
11	311EZP	11491931		
11	311EZP	12253655		
11	311EZP	1526 469		
11	311EZPG	1748 499	ZSG	481505
11	312EZPN	9 54873	ZSN	64382
11	312EZP	13282255		
11	312EZP	22253482		
11	313EZP	1385758		
11	313EZPN	4143530		
11	313EZP	6252220		
11	313EZP	10 24074		
11	313EZPN	11161156		
11	315EZPG	5 23368	ZSG	25413
11	315EZPN	6424428		

11	315IZPN	12523664D	ZSN	53 100
11	315EZP	15363219		
11	316EZPN	13 73870		
11	316IZPN	16 81642D		
11	316IZPN	21533674C		
11	317EZP	3 73895		
11	317EZPN	3163128		
11	318EZP	3364419		
11	318EZPN	17174276	ZSN	184373
11	319EZP	0 21810		
11	319EZPG	018 101	ZSG	18 929
11	319EZP	1352448		
11	319EZPN	3222799		
11	319EZPN	8391185		
11	319EZP	10 93471		
11	320EZP	1432963		
11	320EZPG	3151266	ZSG	153126
11	320EZP	12162196		
11	321EZPN	9 42810		
11	321IZPG	17 83412D	ZSG	83798
11	322EZP	7314102		
11	322EZPN	16174196	ZSN	181009
11	322EZPN	22512919		
11	324EZPN	4 32069		
11	324EZP	8333823		
11	324EZP	14 63310		
11	326EZPN	19253831		
11	327EZPN	5 01776		
11	327EZPN	11445481		
11	327EZPN	15324234		
11	327EZP	22364093		
11	328IZPG	20514786D	ZSG	515555
11	329EZP	11 72087		
11	329EZPN	1134 388		
11	330EZPN	1153167		
11	330EZPN	16491026	ZSN	494108
11	331EZPG	6154830	ZSG	155628
11	4 1EZPN	0 01495		
11	4 1IZPN	1 01951D	ZSN	12072
11	4 1EZP	12102958		
11	4 1EZPN	13311493	ZSN	324904
11	4 1EZPN	13472785	ZSN	49 495
11	4 1EZP	17162390		
11	4 1EZPG	18572077	ZSG	573874
11	4 2EZPG	210 167	ZSG	101649
11	4 2EZPN	2502776D	ZSN	504942
11	4 2EZPN	6523940		
11	4 2EZPN	1626 945		
11	4 2EZPN	18225281		
11	4 2EZPN	18321799		
11	4 2EZPN	20451015		
11	4 3EZP	1426 545		
11	4 3EZP	20201178		
11	4 3EZPN	23444684		
11	4 3EZPN	23551134	ZSN	562190
11	4 4EZPG	2 23123	ZSG	24741
11	4 4EZPG	7454367	ZSG	455826
11	4 4EZP	11405055		
11	4 4IZPN	13122465D		
11	4 4EZPG	22585897	ZSG	59 920
11	4 4EZPG	2329 451		
11	4 6EZPN	3204315		
11	4 7EZPN	4474768	ZSN	481896

11	4	7EZP	13242466		
11	4	7EZP	14452086		
11	4	8EZPN	23473701		
11	4	9IZPG	3103399C	ZSG	104945
11	4	9EZP	13103409		
11	4	9EZPG	18115192	ZSG	121088
11		410EZPN	2484938		
11		410EZPN	16561428	ZSN	564468
11		411EZP	8285708		
11		412EZPN	3332035	ZSN	334002
11		412EZP	5202558		
11		413EZPN	2333835		
11		414EZPN	22 5 62		
11		415EZPG	1433134		
11		415EZPN	2 74397		
11		415EZPN	2133682		
11		415EZPN	3195921	ZSN	21 684
11		415IZPN	16395417D	ZSN	402455
11		415EZP	22 61741		
11		416EZP	1233334		
11		416EZP	232 709		
11		416EZPN	1212 964	ZSN	123153
11		416EZPN	17171521		
11		418EZPN	1525 186		
11		418EZPN	22481165		
11		419EZPN	12142446	ZSN	151396
11		420EZPN	6464049		
11		420EZPN	14 51876		
11		421EZP	0514271		
11		421EZP	2 72136		
11		421EZPN	5183351		
11		421EZP	16235672		
11		421EZPN	1721 810		
11		422EZPN	0305334		
11		422IZPN	112 807D		
11		422EZPN	1214767		
11		422EZPN	3374808		
11		422IZPN	1313 788D		
11		422EZPN	23343150		
11		423EZPN	3 43526		
11		423EZPN	3203523		
11		423EZP	436 894		
11		423EZP	10252605		
11		423EZPN	19204504		
11		423EZP	2128 757		
11		423IZPN	22121377D	ZSN	131338
11		424EZPN	3301493		
11		424EZPN	3491307		
11		424EZPN	6 5 906		
11		424EZPN	7201726		
11		424EZPN	9223430		
11		424EZPN	9264358		
11		424EZPN	13 32781	ZSN	42609
11		425EZPN	7445939	ZSN	45 719
11		425EZPN	12 13101		
11		425EZPN	12421884	ZSN	423850
11		425EZPG	15322201	ZSG	323367
11		426EZPN	4253050		
11		426EZPN	1335 82		
11		426EZPN	21 31813		
11		426EZPG	21391255	ZSG	393018
11		427EZPN	11142967		
11		428EZPN	3143310		
11		428EZPG	5124562	ZSG	13 628

11	428EZPG	520 580	ZSG	202641
11	428EZPG	5591888	ZSG	593869
11	428EZP	9402926		
11	428EZPN	19265201		
11	428EZPN	23314680		
11	429EZPG	8542729	ZSG	543387
11	429EZP	9 84595		
11	429EZPN	11433573		
11	429EZP	2232 775		
11	430EZPN	1 72512	ZSN	8 726
11	430EZPN	17191390	ZSN	193822
11	5 2EZPN	10182601		
11	5 3IZPN	22253403D	ZSN	26 660
11	5 4EZPN	12405665		
11	5 4EZPN	19474458		
11	5 5EZP	14253086		
11	5 5EZP	1710 693		
11	5 6EZPN	15132690	ZSN	14 878
11	5 6EZPN	2346 187		
11	5 7IZPN	1363443D		
11	5 7EZPN	3492053		
11	5 7EZPG	5 11866	ZSG	12702
11	5 7EZPG	5205678	ZSG	21 594
11	5 7EZPN	9443741		
11	5 7EZPG	15 2 760	ZSG	22662
11	5 7EZP	21 45364		
11	5 7EZPN	23554153		
11	5 8EZPN	1521536	ZSN	53 412
11	5 8EZPN	6523181		
11	5 8EZPN	948 567		
11	5 8EZPN	1931 3	ZSN	314909
11	5 9EZP	20284218		
11	510EZP	9145616		
11	511IZPN	1312327		
11	511EZP	8392031		
11	512IZPN	17303967D		
11	512IZPG	22485000C	ZSG	49 738
11	513EZPG	313 355	ZSG	132166
11	513IZPG	6213654C	ZSG	214210
11	513EZP	23 05648		
11	513EZP	23483448		
11	514EZPN	8463411		
11	514EZPG	1856 106	ZSG	561182
11	514EZP	21144881		
11	514EZP	22425944		
11	514EZPN	23332067		
11	515EZPN	8354453		
11	515EZP	13175823		
11	516EZPN	816 27		
11	516EZPN	12341068	ZSN	344099
11	517EZPN	16444863		
11	517EZPN	21183107	ZSN	195238
11	518EZPN	633 234		
11	518EZPN	14292174	ZSN	302173
11	518IZPG	16 15519D	ZSG	2 193
11	519EZPG	0375129	ZSG	38 32
11	519EZPN	12 41228		
11	519EZPN	15514022	ZSN	521588
11	519EZPN	19 5 67		
11	519EZP	20173908		
11	519EZPN	20405897		
11	520EZP	059 421		
11	520EZPN	721 204		

11	520EZP	20	35790		
11	520EZPG	2248	269		
11	521EZPN		1195492		
11	521EZPN		2595881		
11	521EZPN		12203838		
11	521EZPN		19185258		
11	521EZP		22191198		
11	521EZPN		23173231	ZSN	181759
11	522EZPN		7501077		
11	522EZPN		8153895		
11	522EZPN		13494469		
11	522EZPN		14532404		
11	522EZP		14585826		
11	523EZPN		0453519		
11	524EZPN		0	ZSN	45805
11	524EZP		3533151		
11	524EZPN		13141387	ZSN	144386
11	524EZP		17555180		
11	524EZPN		22		
11	525EZPG		19423925	ZSG	424299
11	525EZPN		23285242		
11	526EZPN		4154447		
11	526EZPN		12572127		
11	527IZPG		952	ZSG	52 725
11	527EZPN		17261251		
11	527EZPN		21245579	ZSN	252173
11	528EZPN		1		
11	528EZPN		454		
11	528EZP		5493139		
11	528EZPN		7284023		
11	528EZP		17204340		
11	528EZPN		18		
11	531EZPN		525		
11	531EZPN		22492314		
11	531EZPN		23143460		
11	6 1IZPN		2111278C		
11	6 1EZPN		8284312		
11	6 1EZPN		10554634		
11	6 1EZPN		17202180		
11	6 2EZPN		12482328		
11	6 2EZPN		15284088		
11	6 3EZP		0175196		
11	6 3EZPN		21562452		
11	6 4EZPN		1453891	ZSN	461623
11	6 4EZPN		5241972		
11	6 4EZPG		23192809		
11	6 4EZPG		23341077	ZSG	342721
11	6 5EZP		12104574		
11	6 5EZP		1655		
11	6 6EZPN		3355863		
11	6 7EZPN		21572126	ZSN	581066
11	6 7EZPN		22493269		
11	6 8EZPN		19485422		
11	6 9EZPN		0214024		
11	6 9EZPN		14332212		
11	6 9EZPN		1617	ZSN	174081
11	610EZPN		331		
11	611EZPG		4355608	ZSG	36 370
11	611 ZPG		4371607	ZSG	372405
11	611EZPG		20444749		
11	612EZPN		9122575		
11	613EZP		2413826		
11	613EZP		14451405		

11	614EZPN	21573560		
11	614IZPN	23165775C		
11	615EZP	1122161		
11	615EZPG	4203756	ZSG	204601
11	616EZP	0223980		
11	616EZPN	1223684		
11	616EZPN	22343507		
11	617EZPN	024 109		
11	617IZPN	1293325D		
11	617IZPN	5315524D		
11	617EZP	923 301		
11	617EZPG	18 54158		
11	617EZP	22203375		
11	618EZPN	6574200		
11	618EZP	11434987		
11	618EZPN	14593888	ZSN	612112
11	618EZPN	19331041		
11	619EZPN	2392295		
11	619EZP	4284251		
11	620EZPN	2364553	ZSN	373530
11	620EZP	16493376		
11	620EZPN	18213936		
11	621EZP	2234179		
11	621EZPN	443 236		
11	622EZPN	0573526	ZSN	584410
11	622EZPG	2395478	ZSG	40 271
11	622EZPN	4165322	ZSN	173352
11	622EZPN	5 05947		
11	622EZPG	5193457	ZSG	194998
11	622EZPN	12472333		
11	622EZP	14413327		
11	622IZPN	19491244D		
11	622EZP	22 32646		
11	623EZP	7384804		
11	623EZPN	22 33648		
11	624EZP	3222031		
11	624EZPN	6543686		
11	624EZPN	9 02821		
11	624EZP	17515107		
11	626EZPN	20375676		
11	626EZPN	21281280		
11	627EZPG	18361725	ZSG	363734
11	627EZPN	22143586		
11	629EZPN	0415637		
11	629EZPN	13452016		
11	630EZPN	0385212		
11	630EZPN	7115404		
11	7 1EZPN	0591498	ZSN	603688
11	7 2EZPN	2354571		
11	7 2IZPN	4 62345D		
11	7 2EZPN	13504385	ZSN	512694
11	7 2IZPN	21324288C	ZSN	34 866
11	7 3EZPN	8504486		
11	7 3EZPN	1556 180	ZSN	564751
11	7 3EZPN	16175258		
11	7 4EZPN	1534267		
11	7 4EZP	21135950		
11	7 6EZPN	5111060	ZSN	114218
11	7 6EZPN	9 92876		
11	7 6EZP	15274997		
11	7 6EZP	19232045		
11	7 7EZPN	1 2 502		
11	7 7EZPN	5564472		

11 7 7IZPG	10323298C		
11 7 7EZP	18482198		
11 7 7EZPN	19233360		
11 7 8IZPG	9 73493C	ZSG	73705
11 7 8EZPN	19365155	ZSN	372054
11 7 9EZPN	12 64246	ZSN	74078
11 7 9EZP	14142074		
11 7 9EZP	19552019		
11 7 9IZPN	20383553D		
11 7 9IZPN	2344 753D	ZSN	444597
11 710EZP	1 95631		
11 710IZPN	3 8 542C	ZSN	85008
11 710IZPN	4111842D		
11 718EZPN	6383943	ZSN	391100
11 718IZPG	8242048C		
11 718EZPN	8322367		
11 718EZPN	13 05586		
11 718EZPN	22325663		
11 719EZPN	2303316		
11 719EZPN	7141809		
11 719EZPN	11 52341		
11 719EZPN	18 1 848		
11 719EZP	19432291		
11 720IZPN	332 509D	ZSN	323500
11 720IZPN	16454862	ZSN	464392
11 720EZPN	22534139		
11 722EZP	7152503		
11 722EZPN	17444463		
11 723EZPN	3 42446		
11 723EZP	447 23		
11 723EZP	641 563		
11 723IZPN	16511718C		
11 724EZPN	7 2 535		
11 724EZPN	9533920		
11 724EZPN	17265735		
11 724EZP	19 4 445		
11 726EZPN	0534013		
11 726EZPN	128 730	ZSN	283867
11 726EZP	6295005		
11 727EZPN	0342316		
11 727EZPN	4 4 405		
11 727EZPN	12141698		
11 727EZPN	21 11808		
11 727EZP	23104140		
11 728EZPN	5193889		
11 728EZPN	9191598		
11 728EZPN	22311742		
11 729EZPN	0275973		
11 729EZP	8 11836		
11 729EZPN	16415297		
11 729EZPN	19131377		
11 729EZPN	19533201		
11 730EZPN	016 989		
11 730EZP	19 63355		
11 731EZP	14543243		
11 731EZP	23575257		
11 8 1EZP	13572075		
11 8 1EZP	15105649		
11 8 2EZPN	2405697	ZSN	412883
11 8 2EZPN	15414907		
11 8 2EZPN	18402998		
11 8 2EZPG	19595359		
11 8 2EZPN	20144548		



11 8 3EZPN	15 24795	
11 8 4EZP	0285083	
11 8 4EZPG	8174918	ZSG 175567
11 8 4EZP	14 35751	
11 8 4EZPN	18 53548	
11 8 5EZPG	6192272	ZSG 193446
11 8 5EZPN	7202192	
11 8 5EZPN	2213 548	
11 8 6EZP	2583865	
11 8 6EZPN	4492765	ZSN 501279
11 8 7EZPN	4 71637	
11 8 7EZP	6411363	
11 8 7EZP	6441975	
11 8 7EZPN	9165856	
11 8 7EZPN	14364009	
11 8 7EZPN	17145281	
11 8 7EZPN	20322586	
11 8 8EZPN	0181122	
11 810EZP	1 11027	
11 810EZPN	20574581	
11 811EZP	18344628	
11 812EZPN	2129 112	
11 812EZPN	21593419	
11 812EZPN	22551761	
11 812EZPN	23161650	
11 814EZPN	1 61901	
11 814EZPN	3505353	
11 814EZPN	3543232	
11 814EZPN	619 469	ZSN 193587
11 814EZPN	923 932	
11 815EZP	3 61789	
11 815IZPN	5 54030D	
11 815EZPN	6175064	
11 815EZPN	13 91449	
11 815EZPN	1725 612	
11 816EZPN	0334239	
11 816EZPG	9575009	
11 816EZP	19475241	
11 816EZPN	20233895	
11 817EZPG	10503577	ZSG 504222
11 817EZP	1157 244	
11 818EZPN	1183065	
11 818EZP	12 2 897	
11 818EZPN	2217 36	
11 819EZPN	2354950	ZSN 363719
11 819EZP	4132851	
11 819EZP	5491277	
11 819EZPN	9392592	
11 819EZPN	13163381	
11 820EZPN	2 13092	
11 820EZPN	6485562	
11 820EZPN	9 83260	
11 820EZPN	17143861	
11 820EZP	1839 489	
11 821EZPN	6153977	ZSN 163895
11 822EZP	6243218	
11 822EZPN	852 505	
11 822EZP	11362728	
11 822EZP	20252691	
11 823EZPN	5234041	
11 823EZPN	17 0 380	ZSN 05306
11 823EZP	18 21577	
11 824EZPN	3101876	
11 824EZPN	15 62293	

11	824EZP	17592264		
11	824EZP	23255650		
11	825EZPN	10 74862	ZSN	83392
11	825EZP	1059 815		
11	827EZP	12271096		
11	827EZPN	21591486		
11	828EZPN	1483161		
11	828EZPN	5455356		
11	829EZP	19165242		
11	830EZPG	17383653	ZSG	384624
11	831EZPG	4215851	ZSG	221498
11	831EZPG	18261198	ZSG	261743
11	831EZPN	22111478		
11	831IZPN	22194438D		



# STAZIONE TAR1 – TARANTO

## 01 settembre 2010 – 31 agosto 2011

10 9 1EZPN	20274290		
10 9 2EZPN	3542107		
10 9 3 ZP	11284931		
10 9 3EZPN	16553385	ZSN	563163
10 9 6IZPG	18224087C	ZSG	225092
10 9 6EZPN	19215540	ZSN	224908
10 9 6IZPG	22432553C		
10 9 7EZP	1103029		
10 911EZPN	15475590		
10 913EZP	6 01357		
10 913EZPN	17461409	ZSN	463134
10 913EZPN	18 2 512		
10 913EZPN	20125534		
10 917IZPN	12204399D	ZSN	21 997
10 917IZPN	19221460D	ZSN	224100
10 917EZP	19284267		
10 919EZPG	5313379	ZSG	314115
10 922EZPG	21 5 860		
10 926EZPG	23 03220	ZSG	04336
10 927EZPN	22 55712	ZSN	63669
10 928EZPN	21 15442		
10 930EZPN	1118 681		
1010 1EZPN	7591256	ZSN	594600
1010 2EZPN	1223261	ZSN	23 221
1010 2EZPN	22181618		
1010 3EZPG	4371893	ZSG	373748
1010 3EZPN	11435718		
1010 3EZPN	15231040		
1010 4EZPN	1301273	ZSN	311769
1010 4 ZP	13412132		
1010 6EZPN	6585182		
1010 7EZPN	20242030		
1010 8EZP	339 66		
1010 8EZP	4 15611		
1010 8EZPN	17275216		
1010 9EZPN	14204086	ZSN	212465
1010 9EZPN	19 6 292		
101010EZPN	19192968		
101011EZPN	0353475		
101013EZPN	22443036	ZSN	452707
101015EZPN	5214744		
101017EZPN	17554945		
101017EZPN	18334610		
101022EZPN	5594578	ZSN	601784
101022EZPN	22192970		
101023EZPN	6183244		
101023EZPN	10335000		
101025EZPN	1455 831		
101025EZPN	21205805		
101029EZPG	3392735	ZSG	40 980
101029EZPN	23 55962		
101031EZPN	6 01682		
101031EZPG	7163137	ZSG	164104
1011 3EZPN	0575795		
1011 3EZPN	2 3 531		
1011 3EZPN	253 920		
1011 3EZPN	15285852		
1011 3IZP	18141975D	ZS	151470

1011 4EZPN	17 2 94		
1011 4EZPN	2110 850		
1011 5EZPN	5402582		
1011 6EZP	3575536		
1011 7IZPN	17165587C	ZSN	173434
1011 9EZPG	8434142	ZSG	435972
101110EZPN	2401101		
101111EZPN	6392859		
101111EZPN	18332382		
101111EZP	20113804		
101112EZPN	3422919		
101112EZPG	7125291	ZSG	131146
101112EZPG	9372479	ZSG	374326
101112EZPN	11295582	ZSN	303674
101113EZPN	4471374		
101113EZPN	15375473	ZSN	385400
101115EZP	0594386		
101115EZPN	8501634		
101115EZPN	22274096	ZSN	285593
101116EZPN	416 880		
101116EZP	1023 617		
101119EZP	22 72020		
101120EZPG	8 15150	ZSG	21002
101120EZPG	12253021	ZSG	254649
101121EZPN	16143184	ZSN	15 287
101122EZPN	2152927		
101126EZPN	3533318		
101126EZPN	12353723	ZSN	36 583
101127EZPN	8463002	ZSN	47 139
101129EZPN	3285476		
1012 1EZPN	11432592		
1012 2EZPN	4574121		
1012 2EZPN	6455027		
1012 2EZPN	14355193	ZSN	361705
1012 3EZPN	22493017		
1012 4IZPN	351 356C	ZSN	522209
1012 4EZPN	13495078		
1012 5EZPN	21233271		
1012 5EZP	23224079		
1012 6EZPN	10331838		
1012 6EZPN	16355324		
1012 7EZPN	12355471	ZSN	364190
1012 8EZPN	6 6 157		
1012 8EZPN	11381510		
1012 8EZPN	14 44279		
1012 8EZPN	16591493		
1012 8EZPN	19191823	ZSN	20 220
1012 8EZPN	2225 362		
1012 9EZPN	1430 213		
101210EZPN	5391607		
101211EZPN	4562157		
101211EZPN	23585680	ZSN	593320
101213EZPN	5474910		
101214EZPN	820 343		
101214EZPG	10303982		
101214EZPN	14 0 805		
101214EZPN	17205188		
101214EZPN	19254818	ZSN	264190
101214EZPN	23 41472		
101215EZPN	22 44134	ZSN	52242
101217EZPN	722 529		
101217IZPN	9391754D	ZSN	402667
101217EZPN	21344262	ZSN	355016

101218EZPN	237 176		
101218IZPN	6 64330D	ZSN	72595
101218EZPN	13341118		
101220EZPN	145 854		
101220EZPN	2542366	ZSN	544220
101220EZPN	16301999		
101220IZP	1849 373D		
101221EZPN	8571887		
101221EZP	1733 973		
101222EZP	22 31622		
101223EZPN	039 542		
101223EZPN	3582078		
101223EZPN	713 362		
101223EZPN	8 32434	ZSN	43403
101223EZP	1413 287		
101223EZPN	15275809		
101224EZPN	247 103		
101224EZPN	6432337		
101225IZP	13362197D		
101226EZPG	4 2 799	ZSG	22715
101226EZPN	5 95946		
101226EZPN	9263123		
101226EZPG	14513996	ZSG	52 340
101226EZP	1958 772		
101228EZPN	23414478		
101229EZPN	033 932		
101229EZPN	0372781		
101229EZPN	153 436		
101229EZPN	5544806	ZSN	553669
101229EZP	714 141		
101229EZPN	17 35926		
101229EZPN	21 85727	ZSN	10 506
101230EZPN	4221703		
101230EZPN	21535272	ZSN	543310
101231EZPN	5181452	ZSN	19 38
101231EZPN	6 52966		
101231EZPG	20 23091		
11 1 1EZP	2 41279		
11 1 1EZPN	3 63480		
11 1 1EZPN	8113988	ZSN	12 770
11 1 1IZP	10 94140D		
11 1 2EZPN	0232019		
11 1 2EZP	4205909	ZS	225561
11 1 2EZPN	1441 699	ZSN	414635
11 1 2EZ (P)	16 23420		
11 1 2EZP	20394957		
11 1 2EZP	22252725		
11 1 2EZPN	23201407		
11 1 3EZPN	8 02041	ZSN	1 924
11 1 4EZPN	5374141		
11 1 5EZPN	4 13185	ZSN	21646
11 1 5EZP	6 15618		
11 1 5EZP	7 55431		
11 1 5EZPN	19262145	ZSN	265574
11 1 6EZPN	7505726	ZSN	512629
11 1 6IZPG	17252449C	ZSG	253002
11 1 6EZPN	18493355		
11 1 6EZPN	23 6 319		
11 1 7EZPN	2271828		
11 1 7IZPN	17285328D	ZSN	292895
11 1 7EZPG	18202662		
11 1 7EZPN	19285038		
11 1 8EZP	0303146		

11 1 8EZPN	22212419		
11 1 9EZPN	0273760	ZSN	283506
11 1 9EZP	10232220		
11 1 9EZPN	10591597		
11 1 9EZP	17413647		
11 1 9EZPN	23 81114		
11 111EZPG	2453644		
11 111EZPN	3282221		
11 111EZPN	15475295		
11 112EZP	21451757		
11 113EZP	16362451		
11 113EZP	17 25425		
11 113EZP	21402772	ZS	413663
11 113EZPG	23 5 565		
11 114EZPN	0295199		
11 114EZPN	256 382	ZSN	562802
11 114IZPN	21515943C	ZSN	523879
11 115EZP	1593757		
11 115EZPN	925 321		
11 117IZPN	9235821C	ZSN	242650
11 117EZPN	11 25401		
11 117EZP	19335221		
11 118EZP	11455289		
11 118EZP	20304772		
11 119EZP	9221181		
11 119EZPG	1018 669	ZSG	183118
11 119EZPN	19 01493	ZSN	1 186
11 119EZPN	1913 611	ZSN	135111
11 119EZPG	22552253		
11 120EZPN	11405096		
11 120EZPN	12174143	ZSN	18 807
11 120EZPN	1521 48		
11 120EZPN	22245346		
11 121EZPG	1545677	ZSG	551307
11 121EZPN	13245263		
11 121EZPN	14214795		
11 121EZPN	19 92124		
11 122EZPN	0493503		
11 124EZPN	1272544		
11 124EZP	2531478		
11 126EZPN	128 891		
11 126EZPN	11115560		
11 126EZP	13345247		
11 126EZP	15544409		
11 127EZPG	4 71706	ZSG	73704
11 127EZP	8453001		
11 129EZP	7 15907		
11 129EZPN	17433686		
11 130EZPG	6125227	ZSG	131028
11 131EZPN	3131653		
11 131EZPN	4142227		
11 131EZPN	11315344	ZSN	323817
11 2 1IZPN	17341268C		
11 2 1EZPN	20384328		
11 2 2EZP	0504845		
11 2 2EZPG	6141547	ZSG	143339
11 2 4EZPN	1339 127		
11 2 4EZP	14 41819		
11 2 6EZPN	7415181		
11 2 6EZPN	9 05515		
11 2 6EZPN	15501061	ZSN	505262
11 2 7EZPN	17265258		
11 2 7EZP	18333990		



11 2 7EZP	20144666		
11 2 7EZPN	22491870		
11 2 7EZPN	23475013	ZSN	481739
11 2 8EZPN	1481796	ZSN	493448
11 2 8EZPN	3572274	ZSN	58 5
11 2 8EZPN	16303764		
11 2 9EZPN	8142055		
11 210EZPN	2221070		
11 210IZPN	2391156D	ZSN	401873
11 211EZPN	3302430		
11 211EZPN	14532728		
11 211EZPN	17173196	ZSN	182478
11 211EZPN	1758 7		
11 212EZP	18174157		
11 212EZPN	20 85423		
11 213EZPN	0183413		
11 214EZPN	9181269	ZSN	184142
11 215IZP	0574181D		
11 216EZPN	321 581		
11 218EZPN	5 54267		
11 218EZPG	6365436	ZSG	371305
11 219EZPG	11364917		
11 220EZPN	15122379	ZSN	13 347
11 220EZPN	19251044		
11 220EZP	21552728		
11 220EZPN	21581799		
11 221EZPN	0132797		
11 221EZPN	0483271	ZSN	491284
11 221EZPN	5574006		
11 221EZPN	7145531		
11 221EZP	11172676		
11 222EZPG	12464360	ZSG	464901
11 222EZPN	16 32773		
11 222EZPN	20383409		
11 223EZPN	4 15161		
11 223EZPN	5314230		
11 227EZPN	2455638		
11 228EZPN	751 582	ZSN	523490
11 3 2EZPN	1030 336		
11 3 3EZPN	639 800		
11 3 5EZPN	14 13140		
11 3 5EZPN	1845 730		
11 3 7EZP	0285652		
11 3 7EZPN	10 6 97		
11 3 7EZPN	12273505		
11 3 8EZPN	6482376		
11 3 9EZP	258 369		
11 3 9EZPN	4243836		
11 3 9EZP	21345970		
11 310EZP	17213315		
11 310EZP	17254895		
11 311EZP	559 811		
11 311EZP	11491920		
11 311EZP	19115532		
11 312EZP	012 750		
11 312EZP	1392309		
11 312EZP	1465158		
11 312EZP	2 0 162		
11 312IZPN	9 54667D		
11 312EZP	13282311		
11 312EZP	22253498		
11 313EZP	1385858		
11 313EZPN	4143354		

11	314EZP	6252172		
11	315EZPG	5 23213	ZSG	25095
11	315EZP	10 24087		
11	315EZP	15363246		
11	316EZPN	16 81434		
11	316EZPN	21534390		
11	317EZP	3 73844		
11	317EZPN	3163293		
11	319EZPG	018 20	ZSG	18 820
11	319EZP	1352423		
11	319EZPN	3222572		
11	319EZP	10 93495		
11	320EZP	1432929		
11	320EZPG	3151274	ZSG	153117
11	320EZP	12162155		
11	321EZPN	9 42933		
11	321EZPG	17 83634	ZSG	84229
11	322EZP	7314152		
11	322EZP	13433473		
11	324EZPN	4 32301		
11	324EZP	8333851		
11	324EZP	14 63256		
11	325EZP	1149 181		
11	325EZPN	16184019		
11	325EZPN	1832 153		
11	325EZPN	21481908		
11	327EZPN	5 01366		
11	327EZPN	11445300		
11	327EZPN	15324119		
11	327EZP	22364117		
11	329EZP	11 72044		
11	329EZPN	11335908		
11	330EZPN	1153005		
11	330EZPN	1649 994		
11	331EZP	0315247		
11	4 1EZPN	1 01752	ZSN	11628
11	4 1EZP	12102999		
11	4 1EZPN	13311265		
11	4 1EZPG	18571989		
11	4 2EZPG	210 432		
11	4 2EZPN	2502605		
11	4 2EZPN	16261056		
11	4 2EZPN	18225098		
11	4 2EZPN	18321592	ZSN	33 600
11	4 3EZP	1426 548		
11	4 3EZP	20201102		
11	4 3EZPN	2355 945	ZSN	561801
11	4 4EZPG	2 23452	ZSG	25118
11	4 4EZP	11404989		
11	4 4EZPN	13122696		
11	4 4IZPG	2329 482C		
11	4 6EZPN	3203885		
11	4 7IZPN	4474713D	ZSN	481728
11	4 7EZP	13242544		
11	4 7EZP	14452170		
11	4 8EZPN	23473641		
11	4 9EZP	13103448		
11	4 9EZPG	18115381	ZSG	121400
11	410EZPN	2484979		
11	410EZP	8285710		
11	410IZPN	16561407D	ZSN	564439
11	412EZPN	3332297	ZSN	334497
11	412EZP	5202686		

11	415EZPN	1433165		
11	415EZPN	2 74180		
11	415EZPN	2133936		
11	415EZPN	3195724	ZSN	21 123
11	415IZPN	16395404D	ZSN	402424
11	415EZP	22 61832		
11	416EZP	1233319		
11	416EZP	232 722		
11	416EZPN	1212 864		
11	416EZPN	17171788		
11	418EZPN	1525 15		
11	418EZPN	2248 970		
11	419EZPN	12142239	ZSN	15 854
11	421EZP	0514295		
11	421EZP	2 72159		
11	421EZPN	5183287		
11	421EZP	16235676		
11	421EZPN	1721 623		
11	421EZPN	2216 966		
11	422EZPN	112 647		
11	422EZPN	1214586		
11	422EZPN	3374623		
11	422EZPN	1313 606		
11	423EZPN	3 43263		
11	423EZPG	3103391		
11	423EZPN	3203463		
11	423EZP	436 770		
11	423EZP	10252627		
11	423EZP	2128 766		
11	424EZPN	3301300		
11	424EZPN	3491395		
11	424EZPN	6 51050		
11	424EZPN	9223433		
11	424EZPN	9264346		
11	424EZPN	13 32721	ZSN	42563
11	425EZPN	12 12873		
11	425EZPN	12421704	ZSN	423468
11	425EZPG	15322228	ZSG	323459
11	426EZPN	4252796		
11	426EZPN	1335 514		
11	426EZPN	21 31560		
11	426EZPG	21391453		
11	428EZPN	3143178		
11	428EZPG	5124372	ZSG	13 290
11	428EZPG	520 262	ZSG	202305
11	428EZPG	5591639		
11	428EZP	9402926		
11	428EZPN	23314810		
11	429EZP	2232 766		
11	430EZPN	1 72318	ZSN	8 420
11	430EZPN	17191621	ZSN	194260
11	5 3IZPN	22253277D	ZSN	26 405
11	5 4EZPN	12405430		
11	5 5EZP	14253153		
11	5 5EZP	1710 768		
11	5 6IZPN	15132615C		
11	5 6IZPN	2346 469		
11	5 7EZPN	1363292		
11	5 7EZPG	5 12088		
11	5 7EZPG	5205844	ZSG	21 885
11	5 7EZPG	15 2 768		
11	5 7EZP	21 45380		
11	5 7EZPN	23553954		

11 5 8EZPN	1521316	ZSN	53 77
11 5 8EZPN	6523011		
11 5 8EZPN	19305715		
11 5 9EZP	20284255		
11 510EZP	9145693		
11 511IZPN	1312281D		
11 511EZP	8392030		
11 512EZPN	17303756		
11 512EZPG	22484976	ZSG	49 662
11 513EZPG	313 321	ZSG	132071
11 513IZPG	6213625C	ZSG	214141
11 513EZP	23483453		
11 514IZPN	8464078		
11 514EZPG	1856 307		
11 514EZP	21144808		
11 514EZPN	23332000		
11 516EZPN	8164049		
11 516IZPN	12341040D	ZSN	343998
11 517EZPN	16444783		
11 517EZPN	21182919		
11 518EZPN	633 118		
11 518EZPG	16 15652		
11 519EZPG	0375262		
11 519EZPN	12 41036		
11 519IZPN	14514020D		
11 519EZPN	19 5 52		
11 519EZP	20173751		
11 519EZPN	20405709		
11 520EZP	059 428		
11 521EZP	22191200		
11 521IZPN	23173028		
11 522EZPN	750 896		
11 522EZPN	13494384		
11 522EZPN	14532204		
11 522EZP	14585826		
11 522EZP	16551231		
11 524EZPN	0 42820	ZSN	45492
11 524EZP	3533157		
11 524EZPN	13141364	ZSN	144343
11 524EZP	17555233		
11 524EZPN	22 51092		
11 525EZPN	23285017		
11 526EZPN	4154297		
11 527EZPN	17261209		
11 527EZPN	2125 161	ZSN	252668
11 528EZPN	1 43664		
11 528EZPN	454 128		
11 528EZP	5493230		
11 528EZPN	7283839		
11 528EZP	17204276		
11 531EZPN	525 215		
11 6 1EZPN	2111070		
11 6 1EZPN	8284465		
11 6 1EZPN	17201973		
11 6 2EZPN	15253925		
11 6 3EZP	0175204		
11 6 3EZP	7383373		
11 6 3EZPN	12562830		
11 6 4EZPN	1453678		
11 6 4EZPN	5241780		
11 6 4EZPG	23192591		
11 6 4EZPG	23341323		
11 6 5EZP	12104911		

11 6 7EZPN	22493122		
11 6 9EZPG	0214111		
11 6 9EZPN	8165273		
11 6 9EZPN	14332180		
11 6 9EZPN	1617 760		
11 611EZPG	20445196		
11 612EZPN	9122541		
11 613EZP	2413775		
11 614EZPN	21573362		
11 614EZPN	23165581		
11 615EZP	1122095		
11 615EZPG	4203838		
11 616EZP	0223720		
11 616EZPN	1223484		
11 616EZPN	22343504		
11 617EZPN	1293112		
11 617EZPN	5315733		
11 617EZP	923 276		
11 618EZPN	6574120		
11 618EZP	11435807		
11 618EZPN	14593872		
11 618EZPN	1933 705		
11 619EZPN	2392461		
11 619EZP	4284190		
11 620EZPN	2364375		
11 620EZPN	18213751		
11 621EZP	2234354		
11 622EZPN	0573326		
11 622EZPG	2395662		
11 622EZPN	4165113		
11 622EZPN	12472186		
11 622EZPN	19491264		
11 622EZP	22 32660		
11 623EZP	7384652		
11 623EZPN	22 33649		
11 624EZP	3222086		
11 624EZPN	6543432		
11 624EZPN	9 02750		
11 624EZP	17515120		
11 626EZPN	20375472		
11 626EZPN	21281153		
11 627EZPG	18361536	ZSG	363224
11 627EZPN	22143545		
11 7 1EZPN	0591243	ZSN	603290
11 7 2EZPN	4 62238	ZSN	65495
11 7 2IZPN	21324112D	ZSN	34 881
11 7 3EZPN	8504253		
11 7 3EZPN	15555850	ZSN	564413
11 7 4EZPN	1534092	ZSN	541818
11 7 6EZPN	511 950		
11 7 6EZPN	9 92849		
11 7 6EZP	19232069		
11 7 7EZPN	1 2 482		
11 7 7EZPN	5564283		
11 7 7EZPG	8365958		
11 7 7IZPG	849 327C		
11 7 7EZPG	10323151		
11 7 7EZP	18482206		
11 7 7EZPN	19233598		
11 7 8IZPG	8 23267C		
11 7 8IZPG	850 603C		
11 7 8EZPG	9 73366		
11 7 8EZPG	10424806		

11 7 8EZPG	10444272	
11 7 9EZPN	12 64051	ZSN 73784
11 7 9EZPN	2344 861	
11 710EZP	1 95628	
11 710EZPN	3 8 440	
11 710EZPN	4111655	
11 711EZPN	16354320	
11 711EZPN	16565475	
11 711EZP	21 02545	
11 712EZPN	3253083	
11 712EZPN	6544309	
11 712EZPN	7162926	
11 712EZPN	2116 947	ZSN 171714
11 713IZPG	837 848C	
11 714EZPN	843 601	
11 714EZPN	21471206	
11 716EZPG	7233184	
11 716EZPN	16102089	
11 716EZPN	20114482	
11 717EZPN	18315997	
11 718IZPG	8241932C	
11 718EZPN	13 05530	
11 718EZPN	22325454	
11 719EZPN	2303137	
11 719EZPN	7141638	
11 719EZPN	18 1 655	
11 719EZP	19432210	
11 720IZPN	332 482D	
11 722EZP	7152505	
11 722EZPN	17444499	
11 723EZPN	3 42655	
11 723EZP	447 52	
11 723EZP	641 625	
11 723EZPN	16511984	
11 724EZPN	7 2 410	
11 724EZPN	9534337	
11 724EZPN	17265631	
11 724EZP	17272415	
11 726EZPN	0533803	
11 726EZPN	1283718	
11 726EZP	6295041	
11 727EZPN	0342243	
11 727EZPN	4 4 366	
11 727EZPN	12141946	
11 727EZP	23104403	
11 728EZPN	5193682	
11 728EZPN	9191419	
11 728EZPN	22311536	
11 729EZPN	0275805	
11 729EZP	8 11835	
11 729EZPN	19531188	
11 729EZPN	19533012	
11 730EZPN	016 770	
11 730EZP	19 63363	
11 731EZP	14543243	
11 731EZP	23575761	
11 8 1EZP	15105635	
11 8 2IZPN	2405673D	ZSN 412758
11 8 2EZPG	19595536	
11 8 2EZPN	20144594	
11 8 4EZP	0285019	
11 8 4EZP	14 35772	
11 8 5EZPG	6192503	

11 8 6EZP	2583816	
11 8 6EZPN	4492688	
11 8 7EZPN	4 71539	
11 8 7EZP	6411394	
11 8 7EZP	6441963	
11 8 7EZPN	9165662	
11 8 7EZPN	14363794	
11 8 7EZPN	17145254	
11 8 7EZPN	20322781	
11 8 8EZPN	018 913	
11 810EZPN	20574354	
11 811EZP	18344629	
11 812EZPN	21593253	
11 812EZPN	22551752	
11 812EZPN	23161599	
11 814EZPN	1 61710	
11 814EZPN	3505267	
11 814EZPN	3543036	
11 814EZPN	619 262	
11 814EZPN	923 757	
11 815EZP	3 61843	
11 815IZPN	5 54031D	
11 815EZPN	6174740	
11 815EZPN	13 91806	
11 816EZPN	0334080	
11 816EZPG	9574787	
11 816EZP	19475241	
11 817IZPG	10503687D	
11 817EZP	1157 253	
11 818EZP	12 2 800	
11 818EZPN	22165814	ZSN 174087
11 819EZPN	2354754	
11 819EZP	5491278	
11 819EZPN	13163605	
11 820EZPN	2 12911	
11 820EZPN	6485452	
11 820EZPN	9 83387	
11 820EZP	17144170	
11 820EZP	1839 261	
11 821EZPN	6153777	ZSN 163549
11 821EZPN	8271600	
11 822EZP	6243203	
11 822EZP	11362542	
11 822EZP	20252638	
11 823EZPN	17 0 252	
11 823EZP	18 21674	
11 824EZPN	3101715	
11 824EZP	17592338	
11 824EZP	23255782	
11 825EZP	1059 795	
11 827EZP	1040 483	
11 828EZPN	1482984	
11 828EZPN	5455171	
11 829EZP	19165230	
11 830EZPG	17383921	
11 831EZPN	22111366	
11 831EZPN	22194245	





# **ALLEGATO 3**

## **METODI NAKAMURA E REMI ELABORAZIONE DATI**

<b>A - Metodo Nakamura: teoria di base</b>	<b>pag. 157</b>
<b>B - Metodo Nakamura: elaborazione dati</b>	<b>pag. 161</b>
<b>C - Metodo ReMi: teoria di base</b>	<b>pag. 163</b>
<b>D - Metodo ReMi: elaborazione dati</b>	<b>pag. 167</b>



## A – METODO NAKAMURA: TEORIA DI BASE

Il **metodo HVNR**, noto anche come **metodo Nakamura** (Nakamura, 1989), sostanzialmente è una tecnica sperimentale utile per caratterizzare le condizioni di un sito soprattutto in riferimento alla microzonazione sismica, indispensabile in particolare nelle zone soggette ad amplificazioni di sito dovute a particolari caratteristiche tecniche dei terreni.

Introdotta da Nogoshi e Igarashi (1970, 1971) e basata sugli studi iniziali di Kanai e Tanaka (1954, 1961), la tecnica HVNR utilizza le registrazioni del rumore microsismico effettuate da una singola stazione sismometrica a tre componenti e ad alta sensibilità posta sul terreno. Dalle registrazioni si ricavano i rapporti spettrali tra la componente orizzontale (H) e quella verticale (V) del moto del suolo; tale tecnica permette di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del sito che si sta investigando al fine di identificare possibili condizioni di doppia risonanza da evitare in fase di progettazione dei manufatti.

E' una tecnica di semplice applicazione dal momento che è un metodo passivo a “stazione singola” (quindi non richiede l'installazione e l'individuazione di una stazione di riferimento), che sfrutta il naturale rumore microsismico ambientale e che quindi non necessita di lunghi periodi temporali di acquisizione, in quanto non vi è bisogno di attendere un evento sismico. Tutto ciò consente di effettuare indagini a costi ridotti.

Questo metodo funziona in maniera ottimale per la stima delle frequenze fondamentali di risonanza quando vi è un certo contrasto di impedenza tra stati superficiali e il sottostante bedrock. Il segnale utile che occorre campionare è in definitiva costituito essenzialmente da onde di Rayleigh. Attraverso misure speditive e poco costose di acquisizione di rumore ambientale indotto naturalmente o antropicamente, il metodo Nakamura consente di definire le frequenze fondamentali di risonanza, cioè quelle per le quali è massima l'amplificazione delle onde di taglio in corrispondenza di un evento sismico, in relazione alle caratteristiche geologiche del sito. E' stata infatti osservata una relazione tra il rapporto HVNR e le frequenze di risonanza di un terreno che fa ritenere che, generalmente, la frequenza per la quale tale rapporto è massimo coincida con la frequenza di risonanza del terreno.

In linea di principio, su un semispazio omogeneo le cui proprietà meccaniche sono assimilabili ad un “solido di Poisson” (cioè le cui costanti di Lamè sono uguali), la componente orizzontale dell'onda di Rayleigh è pari a 2/3 di quella verticale e quindi H/V è circa pari a 0.67. Il movimento delle particelle investite dall'onda di Rayleigh in queste condizioni è di tipo ellittico retrogrado in superficie. In caso di terreno stratificato il movimento delle particelle è funzione del periodo e per le stratificazioni che mostrano un rapporto  $V_p/V_s$  elevato e un grande contrasto di velocità delle  $V_s$  con gli strati sottostanti, si

ha che le particelle possono invertire il proprio moto in ellittico progrado, con la possibilità di renderlo puramente orizzontale alle frequenze di risonanza delle onde di taglio (Dorman and Prentice, 1960; Boore and Toksoz, 1969). Stephenson (2003) osservò che questa situazione si verifica per terreni nei quali è  $V_p/V_S > 2$  e il rapporto della velocità delle onde S tra strato e relativo substrato è  $> 2.5$ .

Quando si verifica questa inversione del moto particellare, si ha che il rapporto  $H/V(f) \rightarrow \infty$ , spiegabile con il fatto che la componente verticale delle onde di Rayleigh si annulla alla frequenza delle onde di taglio con la quale il sito risuona (Bodin et al, 2001).

Da questo presupposto nasce l'idea di considerare questo rapporto discriminante per la frequenza di risonanza dei terreni. Il motivo per il quale si è interessati a stimare le frequenze di risonanza delle onde S è legato a problemi di stabilità strutturale dei manufatti: infatti le onde S seguono un andamento al quale le strutture rispondono in maniera alquanto anelastica, poiché le costruzioni ordinarie non hanno elementi strutturali sufficientemente robusti per sostenere elevati sforzi di taglio orizzontali.

In definitiva il metodo Nakamura consente di misurare, e non di derivare da altri fattori, le frequenze di risonanza del sito. I rapporti spettrali tra componente orizzontale e verticale del moto vengono assunti a rappresentare la funzione di amplificazione spettrale del moto sismico. Il principio che giustifica tale assunzione è basato sui seguenti presupposti:

- 1) il rumore microsismico è prodotto da onde superficiali e da onde S riflesse e rifratte entro lo strato di suolo superficiale;
- 2) le sorgenti di rumore in superficie non influenzano i microtremori al livello del bedrock;
- 3) la componente verticale del moto non subisce effetti di amplificazione dallo strato di suolo.

Sulla base di queste ipotesi si assume che il rapporto  $\mathbf{R}_V(\omega)$  tra gli spettri delle componenti verticali del moto in superficie ( $\mathbf{V}_S(\omega)$ ) e al bedrock ( $\mathbf{V}_B(\omega)$ ) dipenda solo dallo spettro delle sorgenti di rumore in superficie ( $\mathbf{A}_S(\omega)$ ) e al bedrock ( $\mathbf{A}_B(\omega)$ ), cioè che si abbia:

$$\mathbf{R}_V(\omega) = \frac{\mathbf{V}_S(\omega)}{\mathbf{V}_B(\omega)} = \frac{\mathbf{A}_S(\omega)}{\mathbf{A}_B(\omega)}$$

Invece il rapporto  $\mathbf{R}_H(\omega)$  tra gli spettri delle componenti orizzontali del moto in superficie ( $\mathbf{H}_S(\omega)$ ) e al bedrock ( $\mathbf{H}_B(\omega)$ ) dipende, oltre che dagli spettri del rumore alla superficie e al bedrock (rispettivamente  $\mathbf{A}_S(\omega)$  e  $\mathbf{A}_B(\omega)$ ) anche da un termine di amplificazione di sito in superficie  $\mathbf{S}_S(\omega)$ , cioè si ha:

$$\mathbf{R}_H(\omega) = \frac{\mathbf{H}_S(\omega)}{\mathbf{H}_B(\omega)} = \frac{\mathbf{A}_S(\omega) \cdot \mathbf{S}_S(\omega)}{\mathbf{A}_B(\omega)}$$

Dividendo i due rapporti  $\mathbf{R}_H(\omega)$  e  $\mathbf{R}_V(\omega)$  si ottiene quindi l'amplificazione di sito  $\mathbf{S}_S(\omega)$ :

$$\frac{\mathbf{R}_H(\omega)}{\mathbf{R}_V(\omega)} = \frac{\mathbf{H}_S(\omega)}{\mathbf{H}_B(\omega)} \cdot \frac{\mathbf{V}_B(\omega)}{\mathbf{V}_S(\omega)} = \frac{\mathbf{A}_S(\omega) \cdot \mathbf{S}_S(\omega) \cdot \mathbf{A}_B(\omega)}{\mathbf{A}_B(\omega) \cdot \mathbf{A}_S(\omega)} = \mathbf{S}_S(\omega)$$

Il rapporto tra i due rapporti  $\mathbf{R}_H(\omega)$  e  $\mathbf{R}_V(\omega)$ , e quindi l'amplificazione spettrale  $\mathbf{S}_S(\omega)$ , si può stimare dai rapporti spettrali delle componenti orizzontale e verticale dei microtremori misurati in superficie, ipotizzando che al bedrock siano uguali le ampiezze spettrali  $\mathbf{V}_B(\omega)$  della componente verticale e  $\mathbf{H}_B(\omega)$  della componente orizzontale. Con tale ipotesi, infatti, risulta:

$$\mathbf{S}_S(\omega) = \frac{\mathbf{R}_H(\omega)}{\mathbf{R}_V(\omega)} = \frac{\mathbf{H}_S(\omega)}{\mathbf{H}_B(\omega)} \cdot \frac{\mathbf{V}_B(\omega)}{\mathbf{V}_S(\omega)} = \frac{\mathbf{H}_S(\omega)}{\mathbf{V}_S(\omega)}$$

Il **metodo HVNR** richiede particolari accorgimenti nelle procedure di esecuzione e di analisi, spiegate in modo approfondito nel manuale delle linee guida proposte nell'ambito del progetto di ricerca internazionale SESAME (Bard et al., 2004) (Site EffectS assessment using **AM**biEnt **E**xciTations). Ad esempio i rapporti spettrali vanno calcolati mediandoli su una serie di finestre temporali in cui viene suddivisa la registrazione del rumore.

È stato constatato che molti parametri influenzano la corretta stima dei rapporti H/V e la loro influenza è stata testata sia in termini di frequenza che di ampiezza nell'ambito del progetto SESAME; ciò ha portato a definire delle raccomandazioni riguardo alle scelte da adottare in merito a diversi aspetti della procedura di acquisizione:

- Durata della registrazione: perché il risultato di una registrazione sia affidabile si raccomanda di verificare che  $f_0 \geq 10/l_w$  dove  $f_0$  è la frequenza minima che si intende campionare e  $l_w$  è la lunghezza in secondi della finestra temporale indisturbata considerata: ciò implica che, dato il massimo periodo  $T_0$  che si intende campionare, tale massimo sarà contenuto almeno 10 volte in una finestra temporale indisturbata e quindi per la frequenza di interesse ci saranno almeno 10 cicli in ogni finestra. È necessario inoltre acquisire per un numero elevato di finestre temporali (almeno 20);

- Spaziatura delle misurazioni; variabile a seconda degli utilizzi (nel caso di una micro zonazione griglia di 500 m) e comunque non derivare mai una frequenza di risonanza da un singolo punto di misura;
- Parametri di registrazione; ad esempio fissare il guadagno al massimo valore possibile senza saturare il segnale;
- Accoppiamento tra sensore e terreno in sito: il sensore va posizionato direttamente sul terreno, evitando possibilmente erba alta, e terreni soffici, fangosi, saturi o ghiaie e coperture artificiali;
- Strutture vicine al sensore; evitare misure vicino strutture come edifici, alberi, etc, soprattutto nel caso soffi un forte vento;
- Condizioni meteorologiche: particolarmente problematica è la presenza di vento durante la registrazione in quanto, anche un vento leggero (velocità  $> 5$  m/s) può influenzare i risultati H/V introducendo basse frequenze ( $< 1$  Hz) non dovute ad effetti di sito. Da evitare anche giornate piovose;
- Disturbi di varia natura: tutte le sorgenti locali di breve durata (passi, treni, macchine, etc.) possono disturbare.

Operativamente la procedura di misura del rumore microsismico prevede la selezione di almeno 20 finestre temporali di 30 s ciascuno, selezionando la parte maggiormente stazionaria dei segnali registrati ed escludendo le parti transienti probabilmente associati a sorgenti molto vicine, in accordo alle linee guida del progetto SESAME; sono poi stati calcolati gli spettri di Fourier e si è operato un lisciamento degli spettri ottenuti mediante qualche semplice filtraggio (es. media mobile alle ordinate spettrali) ed infine si sono determinati i rapporti tra gli spettri della componente orizzontale e quella verticale.

Nel calcolo standard dei rapporti H/V la componente H viene calcolata semplicemente dalla media delle due componenti orizzontali registrate. E' possibile per altro evidenziare differenze direzionali nella risposta di sito calcolando i rapporti H/V considerando la componente orizzontale del moto del suolo misurata lungo diverse direzioni ad un opportuno intervallo angolare (Del Gaudio et al., 2008). Il risultato può essere rappresentato su un diagramma polare, i cui valori sono identificabili da una scala cromatica che va dal blu fino al rosso per i valori più alti del rapporto H/V. In tal modo si può identificare la direzione per la quale si ha una maggiore amplificazione del segnale sismico, coincidente con la direzione in cui i rapporti spettrali presentano un massimo.

È possibile anche determinare il “grado di direttività” di un picco spettrale ad una data frequenza valutando il parametro MmQ pari al rapporto tra il massimo e il minimo H/V: il

valore di soglia pari a 1.5 è assunto identificare la presenza di una significativa direttività (Del Gaudio et al., 2008).

Massimi relativi osservati per determinate combinazioni di frequenza e azimut indicano le possibili frequenze di risonanza direzionale del terreno. La disposizione dei picchi secondo angoli ben precisi può indicare una possibile direttività dell'energia sismica dovuta a caratteristiche topografiche o a semplice polarizzazione del segnale campionato, dovuta a una sorgente di rumore temporanea, che in questo caso è necessario valutare con più registrazioni in periodi temporali differenti.

## B - METODO NAKAMURA: ELABORAZIONE DATI

In questo paragrafo vengono illustrati i procedimenti relativi all'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti durante le 8 registrazioni di rumore finalizzate al calcolo degli HVNR. I sismogrammi acquisiti dal Trillium Compact e registrati dal Taurus durante le campagne di misura sono stati visualizzati utilizzando il software "free" **SEISGRAM2K**, che ha permesso, inoltre, la conversione delle singole tracce relative alle tre componenti, dal formato MiniSEED ad un formato ASCII specifico del SEISGRAM2K (sg2) necessario per procedere alla loro elaborazione con altri programmi.

Si è proceduto quindi all'elaborazione dei dati relativi alle diverse registrazioni e alle finestre temporali registrate.

Ottenuti i dati in formato "sg2", ai fini dell'individuazione della frequenza di risonanza, si è utilizzato il programma **SPECRAT2**, implementato dal Dott. Del Gaudio, che esegue prima la composizione vettoriale delle componenti EW e NS degli spettri per ottenere gli spettri lungo componenti orizzontali a diversi azimut, quindi provvede allo "smussamento" degli spettri mediante media triangolare, e infine determina i rapporti spettrali direzionali per diverse finestre temporali e calcola la media tra gli HVNR delle diverse finestre.

Il programma SPECRAT2 ammette come file di input un file di testo in cui devono essere riportati necessariamente alcuni parametri (**Fig. 1**):

```
11 1 10 2 5 3000 0.35 16. 0. 360. 10. nreop,iopm,inorm,ism,nmed,nt,fmi,fma,az1,az2,daz
1 3000 0.01 1 1 3 2 1 ni,nf,pas,ifm,nhead,ip1,ip2,ip3
MASS_1140_1210_3E.sg2
MASS_1140_1210_2N.sg2
MASS_1140_1210_1Z.sg2
3001 6000 0.01 1 1 3 2 1 ni,nf,pas,ifm,nhead,ip1,ip2,ip3
MASS_1140_1210_3E.sg2
MASS_1140_1210_2N.sg2
MASS_1140_1210_1Z.sg2
```

**Fig. 1:** Esempio delle prime righe del file di input del programma SPECRAT2.



Le variabili riportate sulla prima riga del documento hanno i seguenti significati:

- *nreop=11* Variabile composta XY; X=iopf definisce il formato dei files in input (se 1 i files sono in formati diversi) e Y=nre rappresenta il numero di stazioni analizzate (se 1 si analizza una sola stazione);
- *iopm=1* Indica che viene effettuata la media dei rapporti spettrali;
- *inorm=10* Opzione detrend/normalizzazione (XY), X=1 indica che il detrend viene eseguito, Y=0 che non viene eseguita una normalizzazione;
- *ism=2* Opzione di smoothing, se è uguale a 2 vuol dire che si usa la media triangolare;
- *nmed=5* Parametro di smoothing, per *ism=5* la media triangolare è applicata ad un intervallo di frequenze pari al 5% della frequenza centrale;
- *nt=3000* Indica che ogni finestra temporale analizzata è uniformata su una lunghezza di 3000 dati;
- *fmi=0.35; fma=16* Indicano rispettivamente la frequenza minima e massima da analizzare (0.35 Hz e 16 Hz);
- *az1=0; az2=360* Rappresentano l'azimut della prima e dell'ultima componente ruotata, rispettivamente uguali a 0° e 360°;
- *da<sub>z</sub>=10* Indica che l'intervallo azimutale di calcolo per le componenti ruotate è di 10°.

La seconda riga riporta il numero d'ordine del primo e dell'ultimo dato per ciascuna delle trenta finestre temporali. Di seguito sono indicati altri parametri:

- *ni=0; nf=0* Indica che alla finestra temporale analizzata viene applicata una finestra di Hamming;
- *pas=0.01* Indica il passo di campionamento (in secondi);
- *ifm=1* Indica che il formato dei file è sg2;
- *nhead=1* Indica il numero di record di intestazione nei file di input;
- *ip1, ip2, ip3* Indica l'ordine di lettura delle 3 componenti.

Sulle successive tre righe sono indicati i nomi dei tre file da cui estrarre i dati delle registrazioni relativi alle tre componenti da prendere in considerazione per il calcolo degli HVNR riportate nell'ordine E, N e Z.

Preparato il file di input, mandando in esecuzione il programma, si ottengono 2 file di output, uno (**Fig. 2**) utilizzabile direttamente dal software di grafica **GMT**, l'altro che riporta altre utili informazioni (ad esempio in ordine decrescente i massimi HVNR insieme all'azimut, alla frequenza e alla deviazione standard).

R0/0.160E+02/0/0.123E+02			
0.0	0.36667E+00	0.58267E+01	0.10000E+02
0.0	0.40000E+00	0.67077E+01	0.14542E+02
0.0	0.43333E+00	0.53560E+01	0.54670E+01
0.0	0.46667E+00	0.66373E+01	0.10373E+02
0.0	0.50000E+00	0.52089E+01	0.82708E+01

Fig. 2: Esempio delle prime righe del file di output del programma SPECRAT2.

In output la prima riga riporta i valori minimo e massimo delle frequenze e dei rapporti spettrali da utilizzare per dimensionare la rappresentazione grafica; dalla seconda riga in poi, la prima colonna rappresenta l'azimut per il quale sono riportati i rapporti spettrali, la seconda la frequenza considerata, la terza il valore del rapporto spettrale corrispondente a quell'azimut e a quella frequenza, infine la quarta colonna riporta i valori della deviazione standard.

Per la rappresentazione grafica con il software **GMT** (Wessel and Smith, 1998) bisogna utilizzare comandi raggruppati in 3 files eseguibili di tipo "batch" (con estensione .bat); uno con i comandi per la generazione di un file binario (del formato richiesto da successivi comandi grafici) contenente la griglia del diagramma angolare a partire dal file di uscita dello SPECRAT2; un secondo per generare la paletta di colori con cui rappresentare le ampiezze del rapporto H/V e il passo tra i colori della paletta (tenendo presente il valore massimo che questo assume); l'ultimo che utilizza il file di griglia e il file di paletta dei colori per disegnare il diagramma polare.

Nel diagramma polare HVNR ottenuto, relativo alla finestra temporale che si è esaminata, i valori del rapporto H/V sono identificabili da una scala cromatica che va dal blu fino al rosso per i valori più alti del rapporto. I massimi relativi osservati per determinate combinazioni di frequenza e azimut indicano le possibili frequenze di risonanza direzionale del terreno. Come già accennato la disposizione dei picchi secondo azimut ben precisi può indicare una possibile direttività dell'energia sismica dovuta a caratteristiche topografiche o a semplice polarizzazione del segnale registrato dovuta ad una sorgente di rumore temporanea, che in questo caso è necessario valutare con più registrazioni in periodi temporali differenti.

## C - METODO REMI: TEORIA DI BASE

La tecnica d'indagine **NASW (Noise Analysis of Surface Waves)**, nota anche come **ReMi (Refraction Microtremor)** (Louie, 2001) sfrutta il rumore microsismico come sorgente delle onde di Rayleigh indagate. Questo permette di utilizzare il metodo ReMi anche in quegli ambienti generalmente problematici per altre tecniche di prospezione geofisica, ad esempio per gli ambienti urbani; inoltre non necessita di alcuna sorgente artificiale.

Ulteriore vantaggio di questa tecnica è costituito dal fatto che può essere eseguita utilizzando l'attrezzatura tipicamente usata per la sismica a rifrazione. Questa strumentazione è rappresentata da un sismografo digitale con 12 o più canali e da geofoni con frequenza di risonanza relativamente bassa (4-10 Hz) tale da consentire la registrazione del rumore microsismico caratterizzato da frequenze dai 2 Hz in su.

Il tempo di acquisizione consigliato per ottenere una buona risoluzione in frequenza è di almeno 30 s e le misure vanno ripetute più volte.

Una spaziatura inter-geofonica (intervallo di "takeout") relativamente lunga (8-20 m) è consigliata per ottenere una profondità d'indagine maggiore, in quanto maggiore è la spaziatura, maggiore è la lunghezza dello stendimento e ciò permette di campionare lunghezze d'onda maggiori che contengono informazioni su strati più profondi. La massima profondità di investigazione pertanto è funzione della lunghezza dello stendimento (circa 1/3-1/2 della lunghezza dell'array) e influenza l'accuratezza nella definizione della velocità delle onde S.

Le condizioni migliori per uno stendimento di geofoni nella tecnica ReMi sono la linearità e l'orizzontalità; condizioni che però possono deviare fino al 5 % senza danneggiare l'efficacia dell'acquisizione (Pullammanappallil et al., 2003).

Dal momento che il segnale utile è la parte coerente del rumore microsismico, è opportuno crearlo se l'ambiente è piuttosto silenzioso; ciò è possibile ad esempio correndo nelle vicinanze dell'array, mettendo in moto auto, dando colpi di martello casuali, attendendo il passaggio di treni e/o veicoli vari.

Il ReMi rappresenta l'evoluzione della tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e risolve le problematiche poste da tale tecnica attraverso l'utilizzo del rumore diffuso quale segnale utile. Il metodo MASW consente l'acquisizione simultanea di un set di registrazioni da 12 o più canali distanti da 1 a 100 metri e allineati con la sorgente impulsiva o vibrante. Questo tipo di acquisizione determina una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase delle onde e permette quindi una più facile discriminazione dei contributi delle onde di Rayleigh dagli altri segnali anche nel caso in cui non siano i più energetici.

Secondo gli studi di Louie (2001) è possibile estrarre le onde di Rayleigh dal rumore microsismico acquisito e, attraverso la trasformata slowness-frequenza (p-f), risalire alla reale velocità di fase.

L'elaborazione dei dati ottenuti può essere effettuata mediante l'utilizzo del software commerciale ReMi® della Optim e prevede 3 fasi:

### **FASE 1: Analisi spettrale della velocità**

Dall'acquisizione effettuata con un certo array di geofoni a 12 o più canali si ottiene una registrazione di sismogrammi multipli. Le ampiezze di ciascun sismogramma sono espresse in funzione sia dello spazio che del tempo  $A(x,t)$ . Per effettuare l'analisi della velocità spettrale delle onde di Rayleigh a questo insieme di dati si applica una "trasformata  $p$ - $\tau$ " ideata da Thorson e Claerbout (1985), ovvero un integrale di linea dato da:

$$A(p,\tau) = \int A(x,t=\tau+px)dx$$

che consiste nel sommare, per ogni coppia di valori  $p$  e  $\tau$ , le ampiezze corrispondenti ad una posizione spaziale  $x$  (del ricevitore) e ad un tempo  $t=\tau+px$ . Eseguire questa operazione corrisponde a sommare le ampiezze distribuite lungo allineamenti obliqui che tagliano il set di registrazioni e sui quali si dovrebbero trovare segnali che si propagano con una certa velocità  $1/p$  a partire dal tempo  $\tau$ .

Il parametro  $p$ , definito lentezza (slowness), rappresenta l'inverso della velocità apparente con cui il segnale si propaga lungo la direzione dei geofoni: esso coincide quindi con il parametro del raggio sismico. Il tempo intercetto è il tempo d'arrivo dell'onda ad un estremo dello stendimento. La trasformata  $p$ - $\tau$  contiene tracce che sono la somma lineare di una registrazione per tutte le possibili combinazioni di  $\tau$  e  $p$ . Per esprimere la lentezza in valore assoluto ed evitare distorsioni di fase, relativamente ad ogni record della trasformata  $p$ - $\tau$ , viene operata la somma nei due versi lungo lo stendimento. Un valore elevato dell'integrale può così essere associato alla propagazione di un segnale di energia significativa nello spazio sottostante l'array a partire da un tempo  $\tau$  e con velocità apparente  $p$ .

In seguito viene calcolata la "trasformata veloce di Fourier" (FFT) della serie di valori  $A(p,\tau)$  per un valore fissato di  $p$  con  $\tau$  crescente. Si determina così la trasformata  $p$ - $f$  (funzione della lentezza e della frequenza). Lo spettro è calcolato in termini di potenze spettrali, definite dal quadrato dello spettro delle ampiezze, e fornisce un'associazione di valori di frequenza  $f$  con una velocità  $1/p$ . Essendo il risultato della FFT un numero complesso, lo spettro di potenza si può ottenere dal prodotto della trasformata per il suo complesso coniugato. Le potenze spettrali relative ai valori positivi e negativi di  $p$  vengono sommate al fine di ottenere una rappresentazione in cui ad ogni combinazione di velocità e frequenza dell'onda che si propaga si associa un valore di potenza. Viene eseguita inoltre una normalizzazione spettrale del segnale acquisito dividendo i singoli valori di potenza per la media di tutti quelli di uguale frequenza. I valori normalizzati  $A(p,f)$  vengono riportati in un diagramma bidimensionale su cui è quindi possibile individuare i dati di dispersione delle onde di Rayleigh attraverso un

iniluppo di potenza che ha un trend particolare che va dalle alte velocità (basse slowness), in corrispondenza di bassi valori di frequenza, alle velocità più basse (alte slowness) che corrispondono a frequenze maggiori come conseguenza del carattere dispersivo delle onde di Rayleigh.

### **FASE 2: Picking della curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh**

Sul grafico bidimensionale  $A(p,f)$  ottenuto, ad ogni combinazione di velocità e frequenza con cui le onde attraversano il mezzo sottostante l'allineamento dei sensori viene associata un'ampiezza. Identificato il trend caratteristico delle onde di Rayleigh, dalla selezione dei picchi significativi (picking) lungo questo trend, si ottengono coppie di valori di frequenza e lentezza in corrispondenza dei picchi selezionati, attraverso le quali si può ricavare la curva di dispersione delle velocità delle onde di Rayleigh. Il picking non va eseguito nelle zone del grafico in cui l'andamento individuato non risulta chiaro.

Quello che in realtà si ottiene è la componente della velocità di tali onde nella direzione dello stendimento. Se le sorgenti di rumore sono distribuite in tutte le direzioni si osserva che, per una data frequenza, l'energia delle onde che si propagano con la stessa velocità effettiva, si distribuisce tra una serie di valori di  $p$  corrispondenti a direzioni di propagazione diverse. Si otterrà quindi il valore massimo di  $p$  per le onde che si propagano lungo l'allineamento; l'inverso di tale valore rappresenterà la velocità effettiva (quella minima). In tutti gli altri casi, in cui, cioè, le onde non si propagano nella direzione dell'array, si otterrà una velocità apparente più elevata di quella effettiva.

### **FASE 3: Ricostruzione dell'andamento delle Vs con la profondità.**

Ottenuta la serie di dati delle onde di Rayleigh, si può procedere all'inversione della relativa curva di dispersione in termini di modello di velocità delle onde S con la profondità. Attraverso una procedura di calcolo automatico si può calcolare la curva di dispersione teorica per questo modello, cercando di ottenere un accettabile adattamento (best-fitting) tra la curva sperimentale e quella teorica.

Partendo da un modello iniziale, questo può essere modificato attraverso la variazione di parametri di varia natura (numero di strati, velocità, densità, spessore). Nel caso in cui si conoscano alcuni di essi, tali parametri costituiranno dei vincoli durante l'inversione.

Il calcolo può essere ripetuto per diverse registrazioni in modo da ottenere diverse curve di dispersione e poter effettuare una stima delle incertezze dei valori di velocità delle onde di Rayleigh. Le incertezze devono essere tenute in considerazione durante la fase di calcolo del modello di stratificazione delle velocità delle onde S a partire dalle curve di dispersione. Si

otterranno infatti diversi modelli a cui corrispondono curve di dispersione delle onde di Rayleigh compatibili con i dati.

In definitiva dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase relativa al modo fondamentale delle onde di Rayleigh si riesce a ricavare profili monodimensionali dell'andamento della velocità delle onde S con la profondità, considerando sempre che esistono molteplici soluzioni.

## **D - METODO REMI: ELABORAZIONE DATI**

L'analisi dei dati acquisiti nella campagna del 28 febbraio 2011 è stata svolta con l'ausilio del software commerciale SeisOpt® ReMi™ prodotto dalla Optim LLC (USA). È un software che, utilizzando le registrazioni di microtremori, consente di ottenere profili mono o bidimensionali delle onde di taglio fino ad una profondità di circa 100 m (con un'accuratezza che diminuisce naturalmente all'aumentare della profondità), stimando anche la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m ( $V_{s30}$ ).

Il software è composto da due moduli con due differenti finalità applicative tra loro complementari. Il primo modulo, chiamato **Vspect**, permette di calcolare lo spettro di potenza a partire dai dati raccolti in campagna attraverso una procedura detta **V-Spect Process**. Il secondo modulo, chiamato **ReMi disper**, è finalizzato invece all'ottenimento di un modello della curva di dispersione delle velocità delle onde superficiali in funzione della profondità a partire dalla curva sperimentale ricavata con il modulo precedente.

L'intera procedura prevista dai due moduli è stata eseguita per entrambi i profili lungo i quali è stata eseguita la prova di rumore (ReMi 1 e ReMi 2).

### **PROCEDURA PRIMO MODULO**

Nella prima fase di elaborazione delle registrazioni i dati raccolti devono essere convertiti in modo da essere utilizzabili dal primo modulo del software ReMi, il **Vspect**; per ogni registrazione complessiva si procede, quindi, alla selezione dei singoli files di partenza, aventi estensione “.dat”, e alla loro conversione in un unico file in formato SEG-Y.

Solo a partire da questo momento si può applicare la procedura **V-Spect Process (Fig. 3)**.

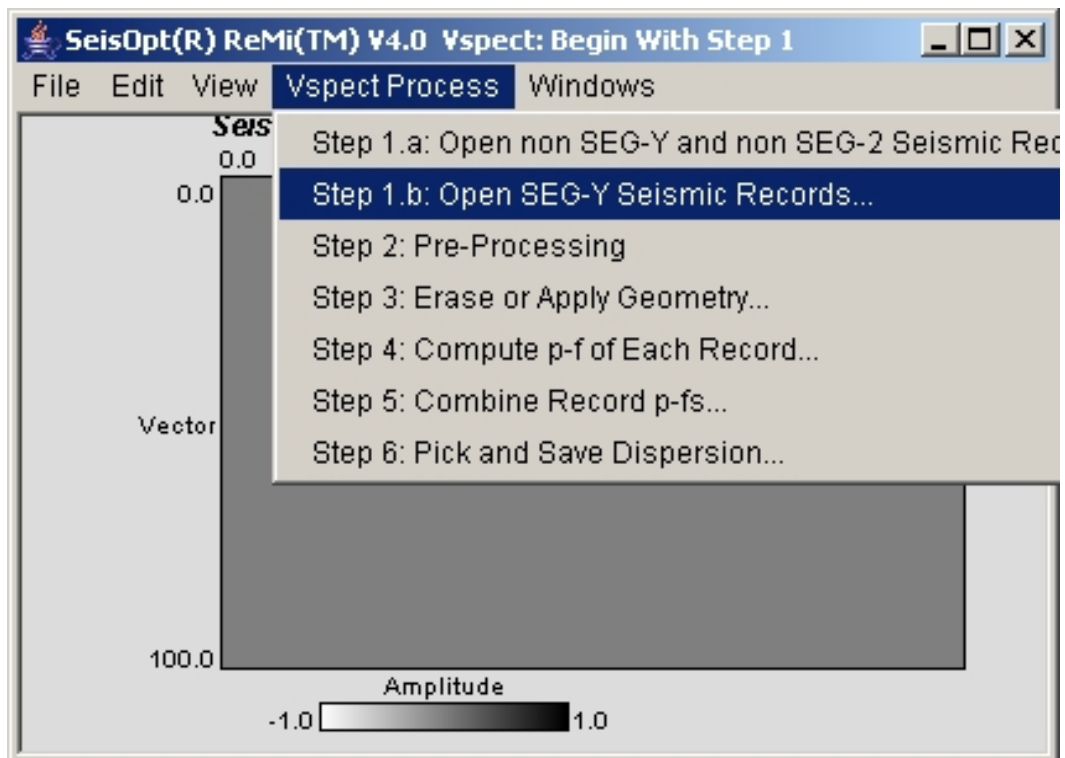


Fig. 3: “Vspect Process”.

Lo step 1 dell’elaborazione consiste nell’importare e plottare il file della registrazione sismica di interesse (in formato SEG-Y) e nel compilare la finestra di dialogo che si apre immettendo le informazioni riguardanti il tipo e il numero di tracce da elaborare. Al termine di ogni operazione si aprono automaticamente nuove schermate sulle quali vengono mostrati i dati dopo ciascuna operazione del processo di elaborazione.

Lo step 2 consiste nel “Pre-Processing” dei dati; attraverso questa operazione viene effettuata un’equalizzazione delle tracce (equalizzazione del numero di campioni per traccia) e un centraggio delle stesse (eliminazione di deviazioni o spikes nei dati).

Lo step 3 consente di inserire informazioni in merito alla geometria specifica della prospezione effettuata: nel caso in cui, per ogni linea sismica realizzata, si verificano le condizioni per cui si può assumere uno sviluppo rettilineo con una variazione di quota irrilevante, è consigliato cancellare tutte le informazioni geometriche contenute nelle tracce principali.

Durante lo step 4 si procede all’elaborazione dello spettro relativo alle velocità di propagazione delle onde superficiali attraverso l’applicazione della “trasformata  $p-\tau$ ” e la “trasformata di Fourier” alle tracce da analizzare.

Nella finestra di dialogo relativa a questo passaggio è necessario inserire una serie di parametri specifici come (Fig. 4):

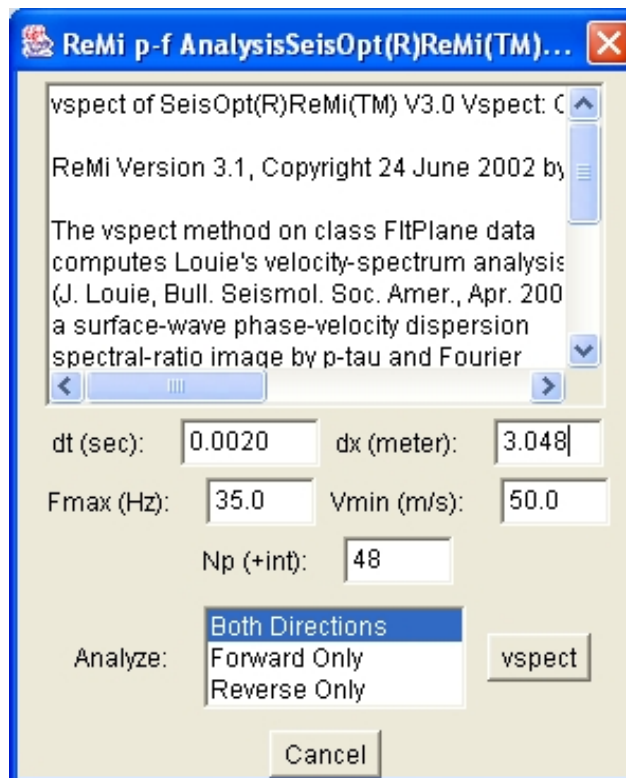
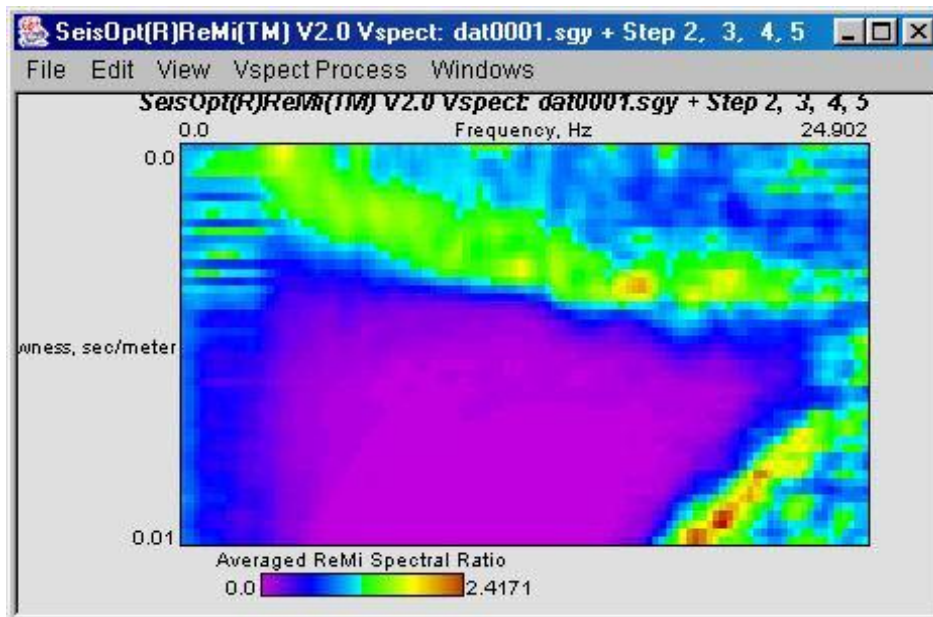


Fig. 4: Finestra di dialogo relativa allo step 4.

- $dt$ , intervallo di campionamento temporale espresso in secondi (nel nostro caso è di 0.002 s);
- $dx$ , spaziatura inter-geofonica in metri (10 m nel nostro caso);
- $F_{max}$ , frequenza massima a cui si intende indagare (per le nostre indagini abbiamo scelto il valore di 25 Hz);
- $V_{min}$ , velocità minima attesa nel sottosuolo (nel nostro caso 200 m/s);
- $N_p$ , numero dei vettori “lentezza” da introdurre nell’analisi di Fourier (nelle nostre analisi è stato lasciato invariato il valore di default pari a 48);
- si deve, inoltre, specificare il tipo di analisi da condurre in funzione delle condizioni del rumore ambientale: noi abbiamo scelto la modalità di esecuzione “both directions” in quanto non era nota la provenienza del rumore. Le altre opzioni possibili sono “forward only” o “reverse only”.

Impostati i parametri, il software può procedere all’elaborazione delle tracce il cui risultato è, per ogni singola registrazione, un diagramma p-f dello spettro di potenza normalizzato che consente di individuare l’andamento della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali (**Fig. 5**). I valori di frequenza (espressi in Hz), sono riportati sull’asse delle ascisse, quelli relativi allo slowness o lentezza (in s/m), sono sull’asse delle ordinate orientato verso il basso. I valori specificati in fase di impostazione sono riportati agli estremi dei due assi: nell’esempio in figura 25 Hz per la frequenza e 0.01 s/m per la lentezza.





**Fig. 5:** Esempio di diagramma p-f dello spettro di potenza normalizzato ottenuto dal modulo Vspect del software ReMi.

L'ampiezza della superficie di dispersione delle onde superficiali ha un andamento tipico che va dall'angolo in alto a sinistra verso l'angolo in basso a destra dell'immagine p-f. Nonostante l'andamento segua un tipico trend, il diagramma p-f risulta diverso per ciascuna delle registrazioni effettuata in base al livello di rumore ambientale presente e al suo contenuto in frequenze. Nel diagramma possono essere presenti altri trend che, essendo determinati da altri fattori, non devono essere considerati.

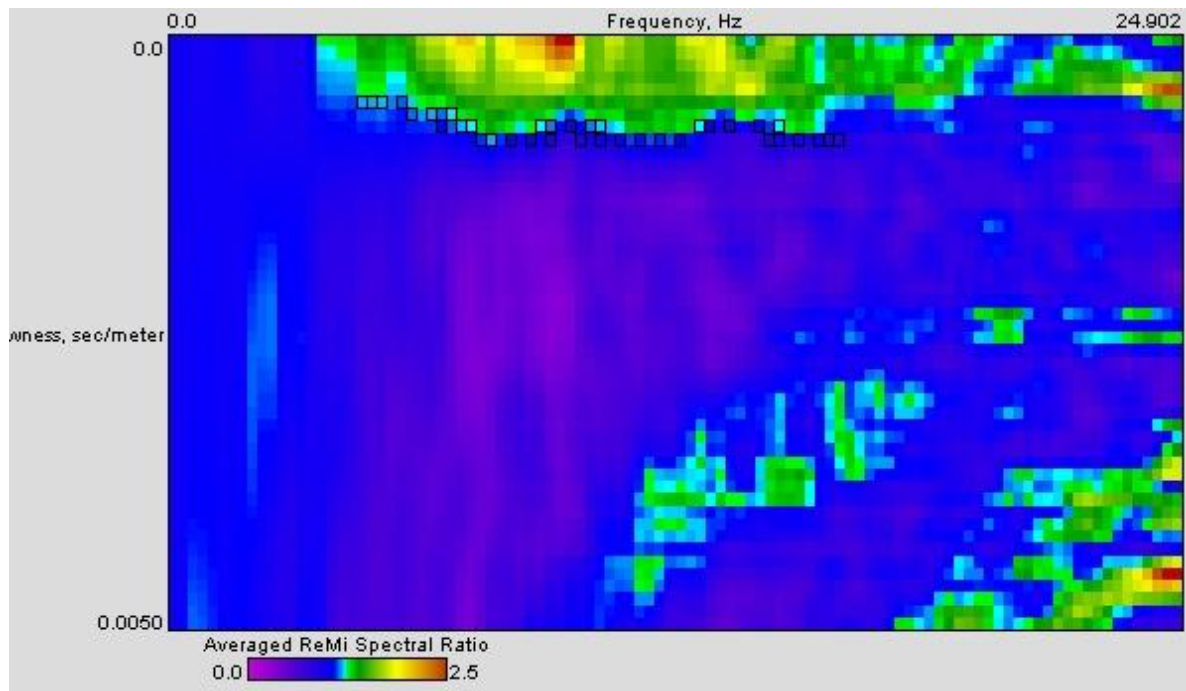
Durante lo step 5 è possibile visualizzare i vari "piani" scorrendo la barra in alto a destra nella finestra operativa in modo da poter scegliere se sommarli tutti o selezionare quelli più chiari e attendibili per ottenere un unico diagramma.

Dopo aver ottenuto il diagramma p-f, si procede allo step 6 (l'ultimo) del primo modulo che consiste nel picking della curva di dispersione. Bisogna individuare il "normal mode" del trend di dispersione e selezionare i punti di transizione tra il colore verde e il celeste, corrispondenti alle coppie di valori p-f scelte per la definizione della curva.

E' consigliato non procedere con il picking nei punti in cui la curva non ha una grande ampiezza o nelle aree in cui agiscono fattori diversi dal rumore ambientale.

L'immagine del picking e la corrispondente matrice contenente i valori di slowness-frequenza-ampiezza, possono essere salvate rispettivamente in formato .jpg e .txt.

Eseguendo tale procedimento sui dati relativi alle 2 prove di misura del rumore microsismico si sono dunque ottenute 2 curve di dispersione della velocità di fase (in **Fig. 6** è riportato, a titolo di esempio, il picking relativo solo al profilo ReMi 1, analizzato con maggior dettaglio).



**Fig. 6: Picking della curva di dispersione relativa al profilo ReMi 1.**

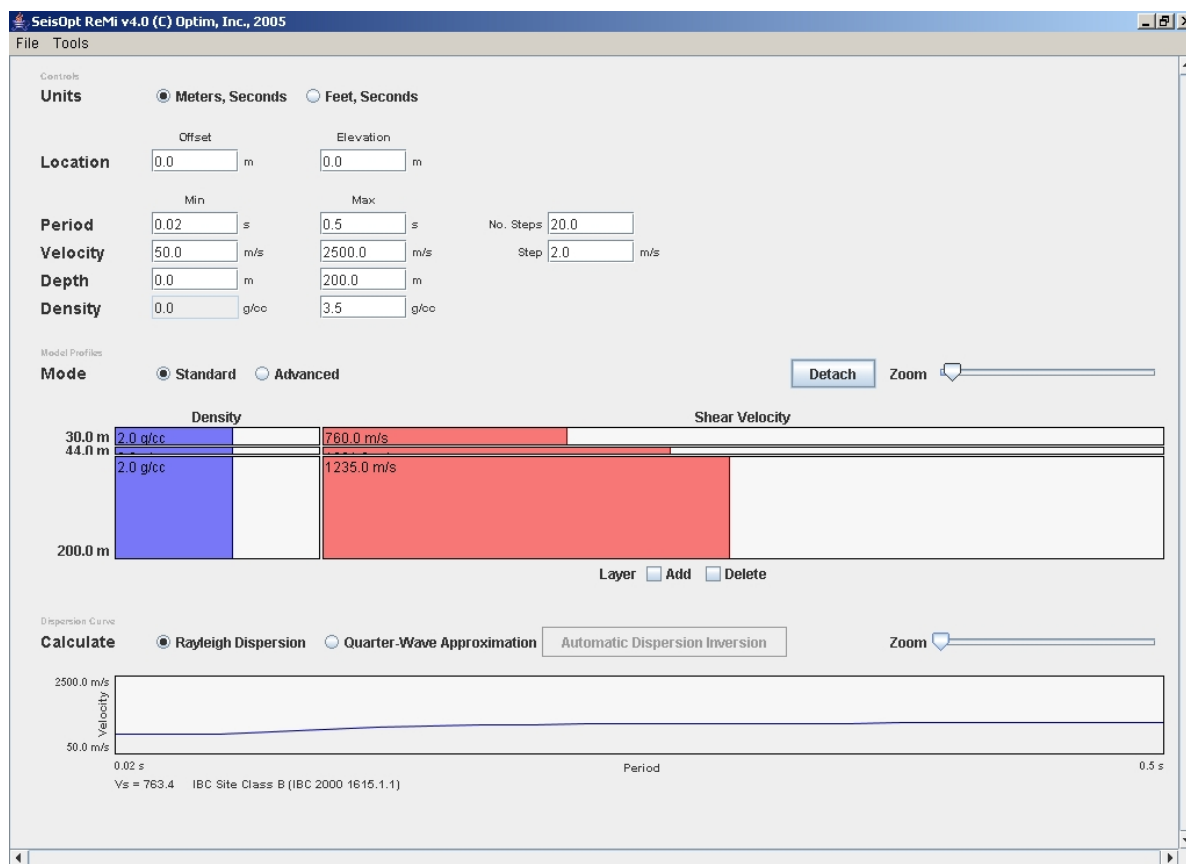
### **PROCEDURA SECONDO MODULO**

Il secondo modulo del software ReMi®, il **ReMi Disper**, utilizza un algoritmo interattivo di modellazione della curva di dispersione basato sul metodo descritto da Saito (1979) per individuare la curva di dispersione e il modello di sottosuolo partendo dai dati ottenuti dal modulo ReMi Vspect.

Sono visualizzabili contemporaneamente o singolarmente 3 diversi “panel” (**Fig. 7**):

- “*Control panel*” (parte superiore della **Fig. 7**): contiene le funzioni che controllano il plottaggio dei parametri degli altri due “panel” e i parametri che controllano la convergenza e il campionamento dell’algoritmo di modellazione. Si definiscono, quindi, le unità di misura, il periodo minimo e massimo della curva che deve essere modellata, la velocità minima e massima del modello e della curva di dispersione, la profondità massima e la densità del modello di velocità.
- “*Model profiles panel*” (parte centrale della **Fig. 7**): il display di default mostra un modello a tre strati con i relativi valori di velocità delle onde S (rosa) e la densità (blu) e assume  $V_p$  pari a  $1.73V_s$  (la modalità avanzata mostra anche il valore della  $V_p$ ). Il modello può essere modificato manualmente.
- “*Dispersion curve panel*” (parte inferiore della **Fig. 7**): quando viene aperto il modulo ReMi Disper viene mostrata la curva di dispersione teorica (linea blu) modellizzata in base al modello standard; sull’asse delle ascisse è riportato il periodo, su quello delle ordinate la velocità di fase. Oltre all’opzione di modellamento interattivo, la versione

4.0 del package (SeisOpt® ReMi™, 2006) permette di eseguire un'inversione automatica che determina un modello di onda di taglio la cui curva di dispersione si adatta meglio al picking sperimentale importato (best fit).



**Fig. 7: Schermata iniziale del modulo “ReMi Disper”.**

Al termine dell’elaborazione fatta con l’inversione automatica saranno visualizzabili sui “panel” centrale e inferiore rispettivamente il modello di velocità (con le relative velocità dell’onda S per ciascuno strato) e la curva di dispersione che interpola meglio il picking.

I files relativi al picking effettuato (la cui interpolazione rappresenta la curva di dispersione sperimentale), al modello di velocità determinato e alla curva di dispersione calcolata teoricamente da quel modello (con il minimo RMS), possono essere salvati sia sotto forma di immagine (in formato .jpg) che sotto forma di testo (formato .txt), possono essere importati in programmi come Excel e possono essere manipolati (ad esempio è preferibile considerare le velocità e i periodi piuttosto che gli slowness e le frequenze) e plottati tramite grafici.

Ovviamente le procedure descritte sono state seguite anche per il profilo ReMi 2 per il quale si è effettuata soltanto qualche elaborazione preliminare che però non ha permesso di definire con buona risoluzione la curva di dispersione sperimentale e pertanto l’analisi di tale profilo è stata poi tralasciata.

## RINGRAZIAMENTI

Il progetto è stato realizzato grazie al cofinanziamento della Fondazione Cassa di Risparmio di Puglia (FCRP).

Si ringraziano sentitamente don Angelo Principalli, Parroco della Chiesa di San Giovanni di Ceglie Messapica, per aver dato la disponibilità ad installare una stazione sismica in un locale annesso alla Chiesa garantendo la fornitura di alimentazione elettrica ed ispezioni finalizzate a verificare il costante funzionamento della strumentazione; inoltre si esprime riconoscenza al dott. Cosimo Santoro e al sig. Piero Curri sempre di Ceglie Messapica per l'estrema disponibilità e per il supporto logistico.

Si ringrazia la Marina Militare e il personale tutto della caserma Ciaravolo di Massafra per aver permesso di installare una stazione sismica e di effettuare misure di rumore microsismico sia all'interno che all'esterno della caserma; un sincero ringraziamento va rivolto soprattutto al Luogotenente Bruno e al Capo Piccolo per il supporto.

Un sentito ringraziamento va rivolto anche ai gentilissimi signori Francesco e Rossella Trotta proprietari della Masseria Trotta ([www.masseriatrotta.it](http://www.masseriatrotta.it)), un bed and breakfast ubicato in agro di Fasano, per l'ospitalità, disponibilità e per il costante aiuto prestato.

Siamo grati al Preside della II Facoltà di Scienze MM FF NN – sede di Taranto e al Prof. Giuseppe Mastronuzzi per la collaborazione fornita e, in particolare, al Dott. Cosimo Magri, qualificato dipendente dell'Università di Bari, in servizio presso la II Facoltà di Scienze MM.FF.NN, che effettua mensilmente lo scarico dei dati sismici relativi alla stazione ivi installata, permettendoci un considerevole risparmio economico e di tempo.

Siamo sinceramente riconoscenti nei confronti del collega e amico Mario Donnalioia che ha consentito di ospitare ancora e tenere attiva, nella fase iniziale del progetto in oggetto e per vari mesi, la stazione sismica di Pezze di Greco, che era da disattivare, in locali di sua pertinenza e per il costante contributo fornito.

Si ringraziano i referee per gli utili suggerimenti.

Molte delle figure sono state ottenute utilizzando il software GMT di Wessel and Smith (1998).