

# Rapporti tecnici

## INGV

**L'esperimento Sulcis (SW Sardegna):  
acquisizione di dati sismici per  
lo studio della microsismicità nell'area  
del bacino carbonifero**

# 363



## **Direttore Responsabile**

Silvia MATTONI

## **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI (INGV-RM2)

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



# Rapporti tecnici INGV

## **L'ESPERIMENTO SULCIS (SW SARDEGNA): ACQUISIZIONE DI DATI SISMICI PER LO STUDIO DELLA MICROSISMICITÀ NELL'AREA DEL BACINO CARBONIFERO**

Mario Anselmi<sup>1</sup>, Mauro Buttinelli<sup>1</sup>, Marina Pastori<sup>1</sup>, Davide Piccinini<sup>2</sup>, Gianfranco Colasanti<sup>3</sup>,  
Claudio Chiarabba<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Sismologia e Tettonofisica)

<sup>2</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa)

<sup>3</sup>INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

# 363



## **Indice**

|  |    |
|--|----|
| Introduzione   | 7  |
| 1. Assetto geologico e tettonico dell'area del Sulcis  | 7  |
| 2. Sismicità strumentale e storica del Sud Ovest della Sardegna                              | 10 |
| 3. L'esperimento Sulcis  | 13 |
| 4. Analisi del rumore ambientale alle singole stazioni                                       | 15 |
| 5. Registrazione di eventi regionali e telesismici   | 19 |
| Conclusioni  | 21 |
| Ringraziamenti   | 22 |
| Bibliografia   | 22 |
| Appendice A - Monografie delle stazioni sismiche temporanee del progetto                     | 23 |
| Appendice B – Elaborazioni delle PDF e delle H/V per ciascuna stazione                       | 35 |
| Appendice C - Tabella dei terremoti regionali e telesismici registrati durante l'esperimento | 47 |



## Introduzione

L'area del Sulcis ospita il bacino carbonifero considerato il più grande esistente sul territorio italiano. Tale bacino è stato scelto come *test-site* per un progetto pilota di stoccaggio geologico di anidride carbonica. L'obiettivo principale del progetto è il confinamento di anidride carbonica all'interno dell'acquifero posto stratigraficamente al di sotto dei livelli carboniferi.

Nell'ambito di un progetto di ricerca e sviluppo finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico e dalla Regione Autonoma della Sardegna e coordinato dalla società SOTACARBO S.p.A. (Società di Tecnologia Avanzate Low Carbon), si sta attualmente procedendo alla caratterizzazione geologica, strutturale e geochimica dell'area allo scopo di definire le caratteristiche del bacino.

In questo ambito a INGV è stato affidato il compito di definire la *baseline sismica* dell'area attraverso lo studio di dati sismici di alta qualità. Il raggiungimento di tale obiettivo, richiesto dal progetto, consentirà parallelamente di approfondire lo studio della reale sismicità di questo territorio, mai studiato così in dettaglio.

Nei prossimi paragrafi verranno descritte le attività di campagna e le analisi preliminari dei dati raccolti nell'ambito di tale esperimento.

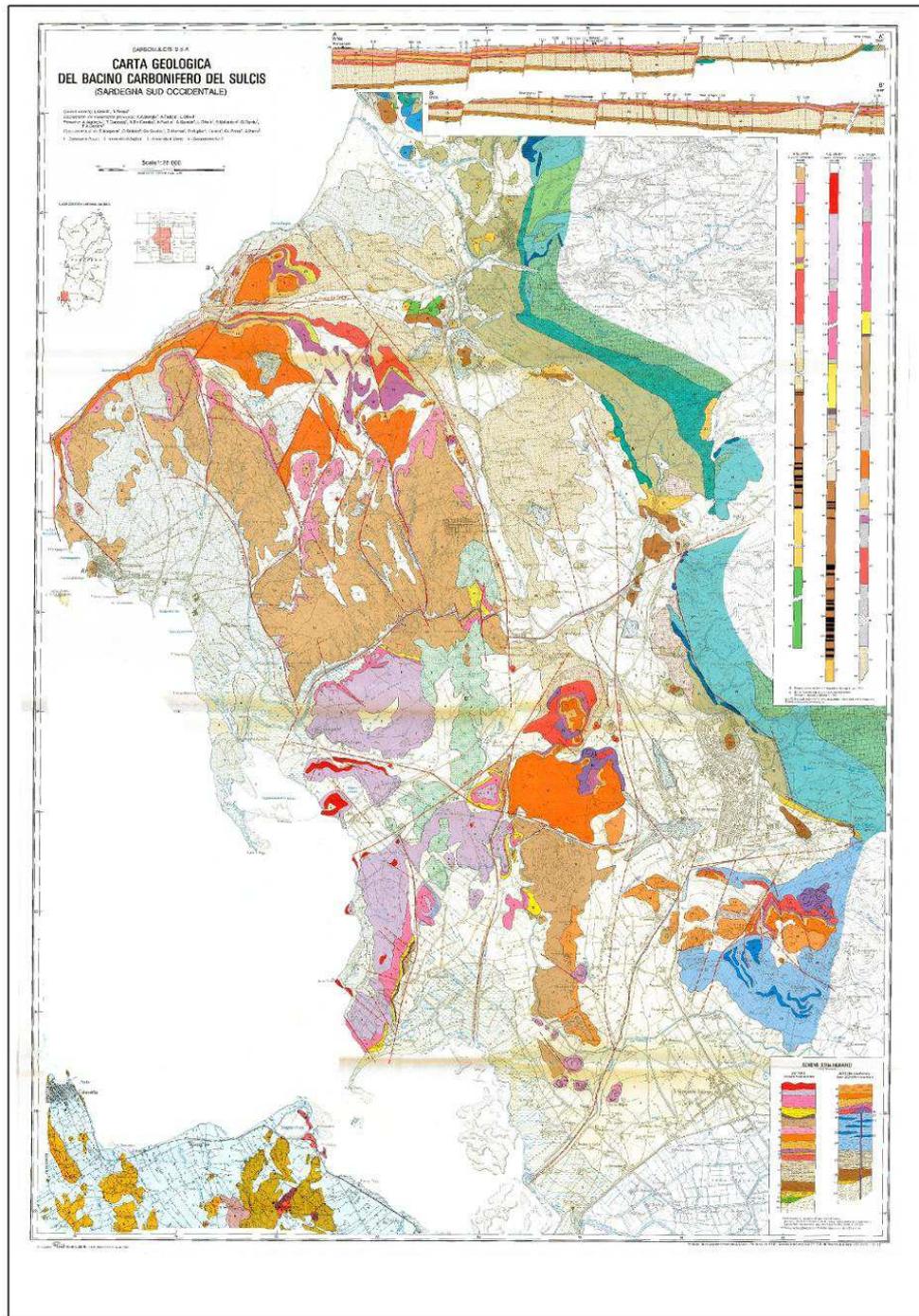
## 1. Inquadramento geologico-strutturale

Il bacino carbonifero del Sulcis occupa un'area della Sardegna Sud-Occidentale che si sviluppa con andamento pressoché meridiano fra l'insenatura di Fontanamare a Nord ed il Golfo di Palmas a Sud; verso Est il limite del Bacino è dato dagli affioramenti Paleozoici, mentre ad Ovest è costituito dalla linea di costa (Figura 1.1). Nell'area in esame sono presenti, seppur non affioranti, le seguenti unità litologiche principali, elencate dal basso verso l'alto (Figura 1.2):

- Basamento cristallino Paleozoico;
- Formazione del Miliolitico;
- Complesso del Produttivo;
- Formazione del Cixerri;
- Complesso Vulcanico Calcalalino Oligo – Miocenico;
- Copertura sedimentaria Quaternaria.

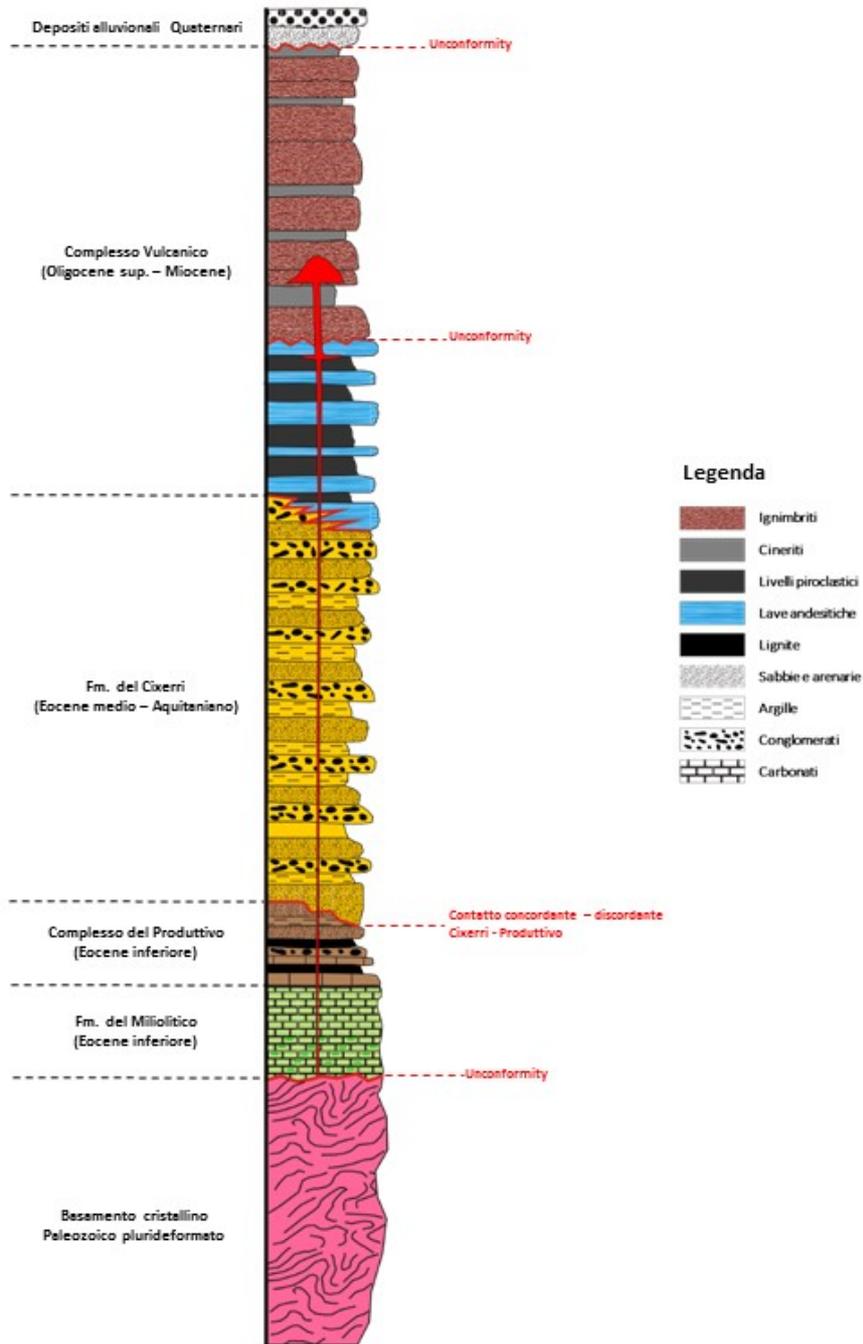
Dal punto di vista strutturale, l'area risulta interessata da una serie di fratture a carattere regionale con direzione prevalente NO-SE, NE-SO e subordinatamente E-O [Valera, 1966; Diana G.F., 1985], ricollegabili agli eventi tettonici che hanno interessato la Sardegna meridionale a partire dal Miocene e fino al Quaternario.

Tali linee strutturali possono rappresentare delle zone di debolezza che potrebbero dare luogo a fenomeni di infiltrazione, risalita e/o migrazione di fluidi.



**Figura 1.1.** Cartografia geologica dell'area del Bacino Carbonifero del Sulcis [Assorgia et al. 1993; Carbusulcis, 1994; Tocco et al., 2008].

### Schema stratigrafico del Bacino carbonifero del Sulcis



**Figura 1.2.** Stratigrafia sintetica del Bacino Carbonifero del Sulcis.

Grazie alla presenza di importanti giacimenti minerali nella parte continentale della regione (miniere di carbone e manganese) è stato possibile ricostruire, a partire dal Paleozoico, la sequenza stratigrafica completa dell'area [Barca e Costamagna, 1997; 2000 e riferimenti in esse contenuti]:

- **Formazioni Paleozoiche;**
- **Formazioni Mesozoiche;**
- **Formazioni Cenozoiche sedimentarie;**
- **Vulcanismo calcalkalino tardo Eocenico-medio Miocenico della regione del Sulcis;**

- *Vulcanismo alcalino Tardo Miocenico-Quaternario;*
- *Depositi sedimentari Quaternari.*

Nella Figura 1.2 è rappresentata una stratigrafia sintetica dell'area del Bacino del Sulcis che funge da riferimento, anche se non è dettagliata in tutte le formazioni come descriveremo nel seguito.

Le Formazioni Paleozoiche sono costituite da metamorfiti di bassissimo grado, spesso fossilifere, di età compresa fra il pre-Cambriano ed il Siluriano. Questi prodotti rappresentano le rocce di ambiente più profondo tra quelle affioranti nelle regioni del Sulcis e dell'Iglesiente. La "Formazione Bithia" è costituita da metasedimenti di età sconosciuta, stratigraficamente poste a letto delle sequenze metasedimentarie dell'Iglesiente. Gli gneiss del Monte Filau derivano da un granitoide Ordoviciano intruso nei micasciti del Monte Settiballas. I Micascisti del Monte Settiballas sono rappresentati da depositi lentiformi interni agli gneiss, interpretati come facenti parte del basamento Precambriano [Ribecai et al., 2005] e riferimenti in esso contenuti).

Le sequenze mesozoiche della regione del Sulcis affiorano esclusivamente nelle aree di Porto Pino e sull'Isola di S. Antioco [Barca e Costamagna, 1997]. Esse sono rappresentate da due unità tettoniche principali, chiamate rispettivamente "Unità Cala Su Trigu" e "Unità Guardia Sa Perda".

La sequenza Mesozoica dell'Unità "Cala Su Trigu" (Triassico superiore-Dogger inferiore) è costituita, dal basso verso l'alto, da due formazioni: a) Formazione delle "dolomie Scollieddu", dolomie stratificate grigio-nere-rosate ricche in fossili; b) Formazione "Medau Mereu" (Dogger inferiore) costituita da calcari e marne ricche in fossili.

La sequenza Mesozoica dell'Unità Guardia Sa Perda (Trias medio-superiore) consiste di tre formazioni principali: a) Formazione "Punta Tonnara", calcari laminati grigio-bluastri, localmente evaporatici; b) Formazione "Monte Zari", dolomie nere-biancastre con livelli di marne policrome; c) Formazione di "Guardia Sa Barraca", costituita da una successione calcarea del Liassico medio-inferiore e da calcari a ooliti e bioclasti del Liassico superiore.

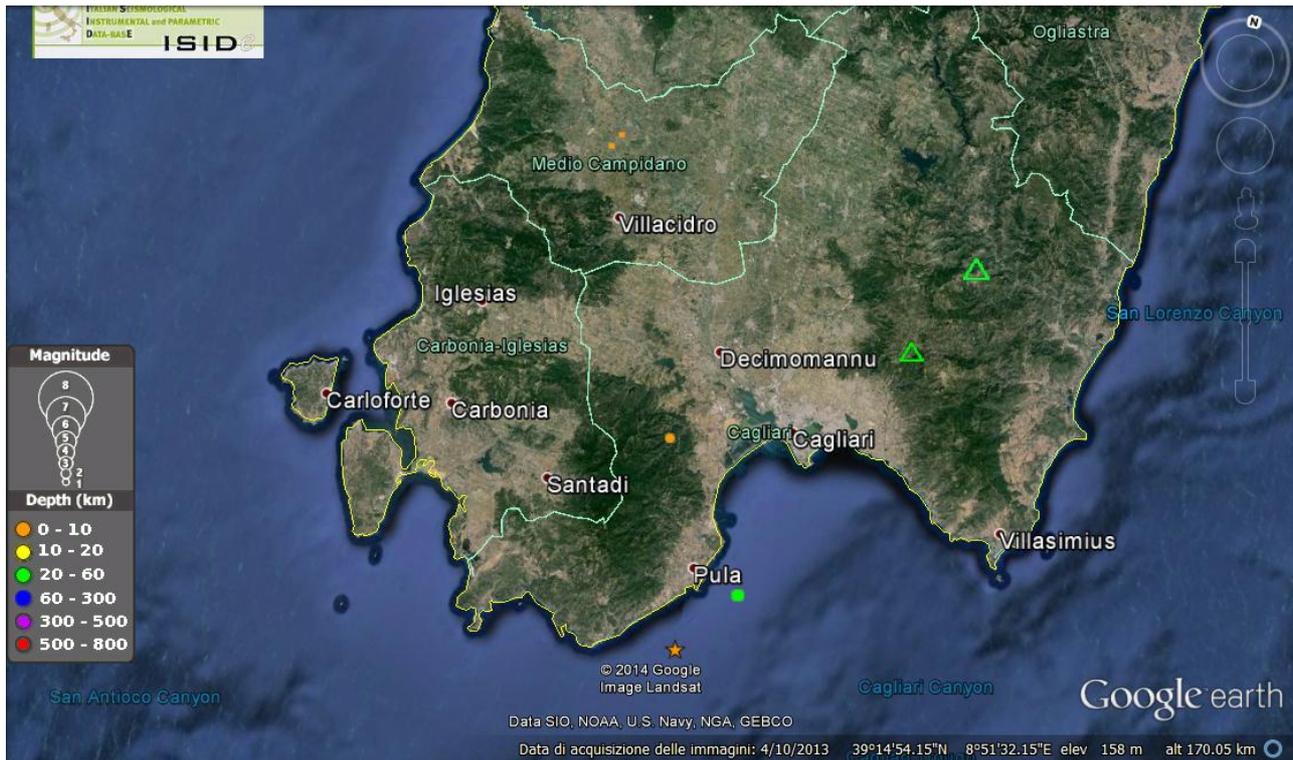
I sedimenti Cenozoici, di età compresa tra il Paleocene e l'Oligocene, affiorano esclusivamente lungo il graben di Giba e nella Fossa del Cixerri. La base è rappresentata dai depositi dell'Unità di Monte Margiani [Barca e Costamagna, 1997; 2000], caratterizzata da arenarie e conglomerati poligenici di età compresa tra il Paleocene superiore e l'Eocene inferiore.

Al di sopra dell'Unità di Monte Margiani poggiano, in maniera trasgressiva e discordante, le litologie appartenenti alla "Serie Lignitifera", tradizionalmente suddivisa in due unità litostratigrafiche: a) Il "Miliolitico", di età Ilerdiana, costituito da calcari localmente ricchi di micro e macrofossili [Barca e Costamagna, 2000]; b) Il "Lignifero", di età compresa tra il Cuisiano ed il Luteziano, costituito da alternanze ben stratificate di calcari marnosi, marne, marne arenacee, arenarie, conglomerati poligenici e strati di lignite [Barca e Costamagna, 2000].

Al di sopra della "Serie Lignitifera" poggiano in discordanza le litologie appartenenti alla "Formazione del Cixerri", di età compresa tra il Luteziano e l'Oligocene inferiore [Barca e Costamagna, 1997]. Questa formazione è costituita da conglomerati poligenici, arenarie e siltiti rossastre e rappresenta l'ultima formazione sedimentaria del Cenozoico in Sardegna.

## **2. Sismicità strumentale e storica del Sud Ovest della Sardegna**

Il settore sud-occidentale della Sardegna è caratterizzato da una bassa sismicità strumentale. Negli ultimi 20 anni sono stati registrati pochi terremoti di bassa magnitudo nel graben del Campidano ed un evento di magnitudo moderata-bassa ( $M_L$  4.1) nel golfo di Cagliari. Tuttavia l'analisi della sismicità strumentale necessita di un'attenta riflessione, soprattutto in riferimento alla scarsa copertura del territorio dell'isola da parte della rete sismica nazionale (R.S.N.), che include nell'area appena due stazioni permanenti (Cagliari-Monte Serpeddi (CGL) e Villasalto (VSL)) e un totale di 3 stazioni sismiche su tutta l'isola se viene considerata Dorgali (DGI) sulla costa orientale. Tale copertura rispecchia da un lato la generale bassa sismicità dell'area sarda (Figura 2.1 e Tabella 2.1) ma dall'altro la scarsa capacità di rilevazione di terremoti da parte della R.S.N., che ha una soglia di rilevazione sicuramente al di sopra di magnitudo  $M = 3.0$ .



**Figura 2.1.** Mappa della sismicità strumentale proveniente dal catalogo ISIDE dell'Ingv. I pallini, la cui dimensione è proporzionale alla Magnitudo  $M_L$  ed il colore è scelto in funzione della profondità, rappresentano gli epicentri dei terremoti. La stellina rappresenta terremoti con  $M_L > 4.0$ . I triangoli verdi rappresentano le due stazioni della RSN, CGL (Cagliari) e VSL (Villasalto).

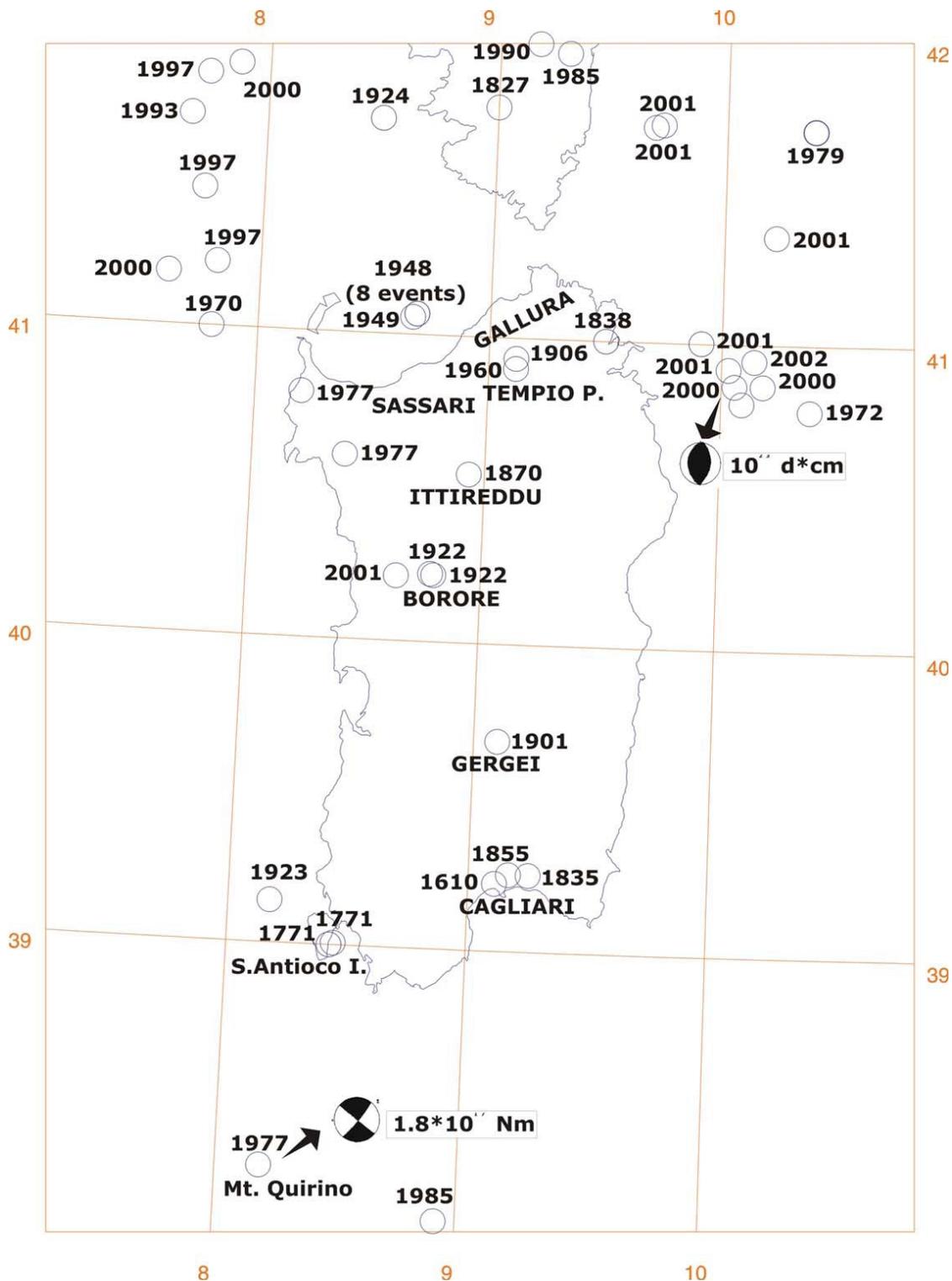
| Evento<br>YYY-MM-DD<br>HH:MM:SS.SSS | Latitudine | Longitudine | Profondità<br>(km) | Magnitudo<br>(ML) |
|-------------------------------------|------------|-------------|--------------------|-------------------|
| 2007-10-02<br>08:51:53.290          | 39.575     | 8.714       | 10.0               | 1.4               |
| 2007-04-23<br>09:47:06.670          | 39.557     | 8.701       | 10.0               | 1.4               |
| 2006-07-13<br>02:06:29.440          | 39.181     | 8.912       | 10.0               | 2.7               |
| 2006-03-24<br>10:43:47.670          | 38.898     | 9.0         | 8.6                | 4.1               |
| 2006-03-22<br>22:45:20.090          | 38.989     | 9.088       | 23.3               | 3.4               |

**Tabella 2.1.** Tabella degli eventi avvenuti dall'aprile 2004 ad oggi nella parte meridionale della Sardegna.

Per quanto riguarda la sismicità storica della parte meridionale della Sardegna, l'evento più antico menzionato nel catalogo storico si è verificato nell'area di Cagliari nel 1610 [Boschi et al., 1997, Figura 2.2].

Il suo epicentro potrebbe essere in relazione con le faglie estensionali che bordano il Golfo di Cagliari (e.g. Capoterra Fault). La sismicità localizzata nel settore nord-occidentale della provincia di Cagliari potrebbe essere invece attribuita al sistema di faglie del Graben del Campidano, sebbene non vi siano studi approfonditi. Tali strutture sembrano essersi riattivate negli eventi del 1835 e del 1855, chiaramente avvertiti dalla popolazione nella città di Cagliari, anche se la mappa delle isolinee sismiche non fornisce una chiara indicazione riguardo la posizione effettiva delle sorgenti sismiche.

Nel settore sud-occidentale un'altra sorgente sismica viene delineata tra le isole di Sant'Antioco e San Pietro, con gli eventi del 1771 [Boschi et al., 1997], a cui va aggiunto un altro evento di bassa energia verificatosi nell'isola di Sant'Antioco nel 1923 [Ingrao, 1928]. Infine a 50 km dalla costa a sud di Cagliari un evento di  $M_L=5.2$  è avvenuto nell'agosto del 1977 ed è stato localizzato nei pressi del Monte Quirino, un rilievo marino calcocalino [Finetti and Morelli, 1973]. Gasparini et al. [1986] hanno calcolato il relativo meccanismo focale che risulta di tipo strike-slip con direzione NW-SE.



**Figura 2.2.** Sismicità, meccanismi focali (insieme con i valori di tensore momento) e principali terremoti storici della Sardegna (estratti dal Catalogo Storico INGV, [Boschi et al., 1997]). Gli eventi avvenuti nell'area sud-occidentale sono elencati nella Tabella 2.2.

| Year | Month | Day | Time<br>hh:mm:ss | Lat   | Long  | Depth<br>Km | Int. | Mag.   | Ref. |
|------|-------|-----|------------------|-------|-------|-------------|------|--------|------|
| 1610 | 06    | 04  | Nd               | 39.22 | 9.11  | nd          | IV-V | 3.3    | Nd   |
| 1771 | 08    | 17  | 13:30            | 39.00 | 8.43  | nd          | IV   | 3.0    | Nd   |
| 1771 | 08    | 17  | 18:30            | 39.00 | 8.43  | nd          | V    | 3.5    | Nd   |
| 1835 | 03    | 06  | Nd               | 39.25 | 9.25  | nd          | III  | 2.5    | Nd   |
| 1855 | 06    | 11  | Nd               | 39.25 | 9.167 | nd          | nd   | nd     | Nd   |
| 1923 | 11    | 24  | 18:48            | 39.15 | 8.25  | nd          | II   | 2.2    | Nd   |
| 1977 | 08    | 28  | 09:45:14.5       | 38.21 | 8.21  | 10          | nd   | 5.2 ML | RMP  |
| 1985 | 08    | 12  | 01:23:29.2       | 38.16 | 8.98  | 10          | nd   | nd     | Nd   |

**Tabella 2.2.** La tabella ha i seguenti valori: Depth=profondità calcolata; Int.=intensità macrosismica in gradi MCS; Mag.= magnitudo valutata o calcolata; Ref.=Magnitudo bibliografica [vedere la bibliografia del catalogo INGV, Boschi et al., 1997], Nd= parametro non determinato. ML è la magnitudo locale calcolata alle stazioni indicate (e.g., RMP: Roma Monte Porzio).

### 3. L'esperienza Sulcis

Le attività di progettazione e realizzazione della rete sismica temporanea sono iniziate nel Luglio del 2014 e sono terminate a fine Ottobre 2014. L'assetto definitivo della rete sismica, composta di 10 stazioni temporanee, è stato ottenuto in diverse fasi di installazione, con variazioni di posizione di alcune stazioni dovute ad esigenze tecniche e logistiche.

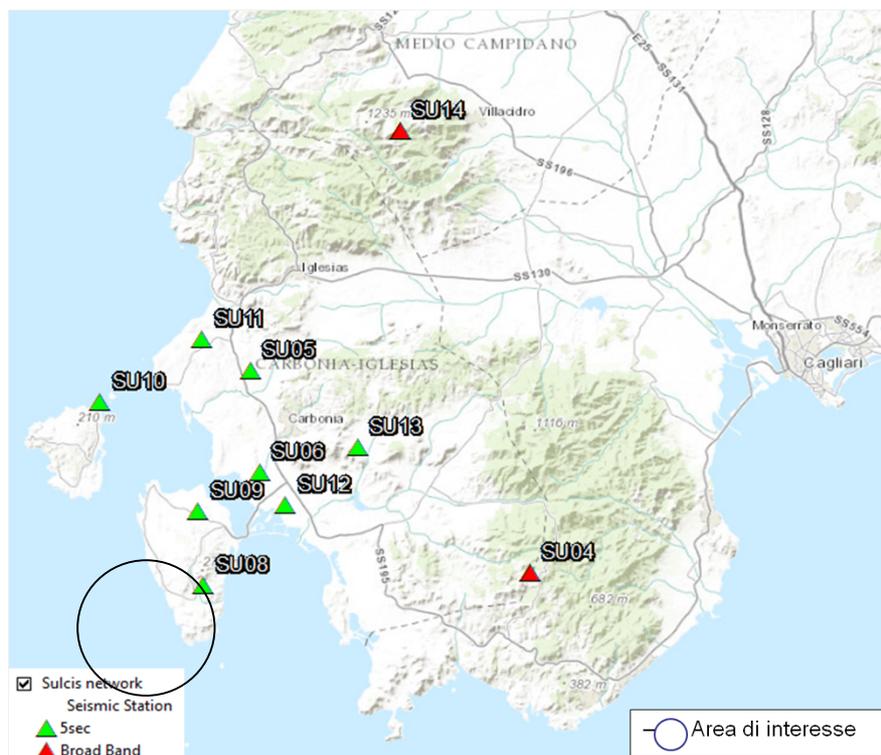
Nella prima fase dell'installazione erano state installate tre stazioni sismiche (SU01, SU02, SU03) nella parte settentrionale dell'area in esame (Iglesiente), poi rimosse per interessi di progetto sopraggiunti successivamente. Questo spiega il motivo dell'anomala numerazione delle stazioni nella configurazione definitiva di rete, che parte dalla SU04 alla SU14 (triangoli rossi e verdi in Figura 3.1 e Tabella 3.1). Un'ulteriore eccezione è quella della stazione SU07, che è stata installata solo per qualche settimana e poi disinstallata per motivi tecnici e logistici e che non rientra all'interno della configurazione definitiva.

L'assetto definitivo della rete, composta di 10 stazioni, è stato raggiunto alla fine di ottobre 2014 e mantenuto fino al settembre 2015.

Ciascuna stazione della rete temporanea è costituita da:

- un digitalizzatore ad alta dinamica Reftek 130-1 a 6 canali e 24 bit;
- un pannello fotovoltaico da 40-80 Watt;
- batterie tampone;
- un'antenna GPS;
- un sensore velocimetrico.

Per quanto riguarda i sensori, 8 delle 10 stazioni (rappresentate da triangoli verdi in Figura 3.1) sono equipaggiate con sensori di tipo Lennartz Le3D/5s (Figura 3.2, a sinistra), mentre le restanti 2 stazioni (SU04 e SU14, triangoli rossi in Figura 3.1) sono equipaggiate con sensore Nanometrics Trillium Compact 120s (Figura 3.2, a destra).

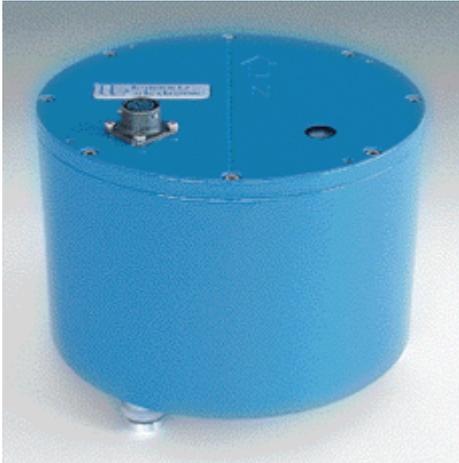


**Figura 3.1.** Mappa delle stazioni temporanee installate nell'area del Sulcis durante il progetto. I triangoli in rosso rappresentano la posizione delle stazioni munite di sensore Broad Band. I triangoli in verde rappresentano invece le stazioni equipaggiate con sensori a banda allargata.

La ricerca dei siti idonei all'installazione delle stazioni della rete temporanea è stata complicata, oltre che dai consueti problemi legati alla presenza di centri abitati, strade ad alta densità di circolazione, attività industriali, di miniera ed elettrodotti, anche dalla presenza di parchi eolici (di cui quello di Portovesme è uno tra i più grandi d'Europa), dalla presenza della più grande zona di addestramento militare d'Italia (Capo Teulada), dalla vicinanza dal mare e dall'intenso traffico marittimo. Tuttavia, come si potrà notare dall'analisi del rumore sismico ambientale alle singole stazioni, i siti di installazione risultano quasi tutti essere sufficientemente adeguati allo scopo del progetto.

| Stazione | Latitudine   | Longitudine  | Quota (m.s.l.m.) | Luogo                          |
|----------|--------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| SU04     | N39°01.4972  | E8°48.2505   | 483              | Teulada (CA)                   |
| SU05     | N39°12.9463  | E8°28.8463   | 127              | Cortoghiana (CI)               |
| SU06     | N39°07.1781  | E8°29.5514   | 101              | S. Giovanni Suergiu (CI)       |
| SU08     | N39°00.7372  | E8°25.6648   | 106              | Maladroxia -Sant'Antioco (CI)  |
| SU09     | N 39°04.925  | E 8°25.266   | 96               | La scrocca - Sant'Antioco (CI) |
| SU10     | N°39°11.0734 | E°08°18.4389 | 16               | Le tonnare – Carloforte (CI)   |
| SU11     | N39°14.7263  | E8°25.4216   | 150              | Seruci (CI)                    |
| SU12     | N39°05.3211  | E8°31.3250   | --               | Porto Botte (CI)               |
| SU13     | N39°08.6108  | E8°36.3205   | 170              | Perdaxius is Atsoris (CI)      |
| SU14     | N39°26.6716  | E8°39.1686   | 965              | Gonnosfanadiga (VS)            |

**Tabella 3.1.** Tabella con le coordinate delle stazioni sismiche della rete temporanea.



**Figura 3.2.** Immagini dei sensori sismici: a sinistra il sensore Lennartz LE3D/5s; a destra il sensore Nanometrics Trillium Compact 120s (le immagini non sono in scala relativa tra i due oggetti, il LE3D/5s è più grande del Nanometrics).

#### 4. Analisi del rumore ambientale alle singole stazioni

Per la determinazione delle caratteristiche spettrali del rumore sismico ambientale abbiamo utilizzato le registrazioni delle 10 stazioni riportate in Figura 3.1. Ciascuna stazione era equipaggiata con sensore Lennartz LE3D-5s (periodo caratteristico  $T = 5s.$ ) e registratori Reftek 130 a 24 bit di dinamica, eccetto le due stazioni simboleggiate con triangoli rossi che avevano un sensore Broad-band di tipo Trillium Compact 120 s (periodo caratteristico  $T = 120 s.$ ).

Per ogni stazione della rete temporanea sono state calcolate le densità di potenza spettrale (PSD), ottenute dalla media delle trasformate di Fourier calcolate su 10 finestre consecutive di lunghezza 30s, sovrapposte del 50% della loro lunghezza. Le stime di PSD sono poi state ripetute su intervalli successivi di 15 gg di registrazione continua, portando ad un totale di circa 8000 stime spettrali indipendenti (523 PSD/giorno x 15gg).

I risultati sono rappresentati dalle densità di probabilità (PDF) della potenza spettrale in funzione della frequenza [McNamara and Buland, 2004; McNamara and Boaz, 2005], e comparate con i modelli di rumore sismico terrestre NLNM e NHNM (New Low- e High-Noise Model, rispettivamente) di Peterson [1993].

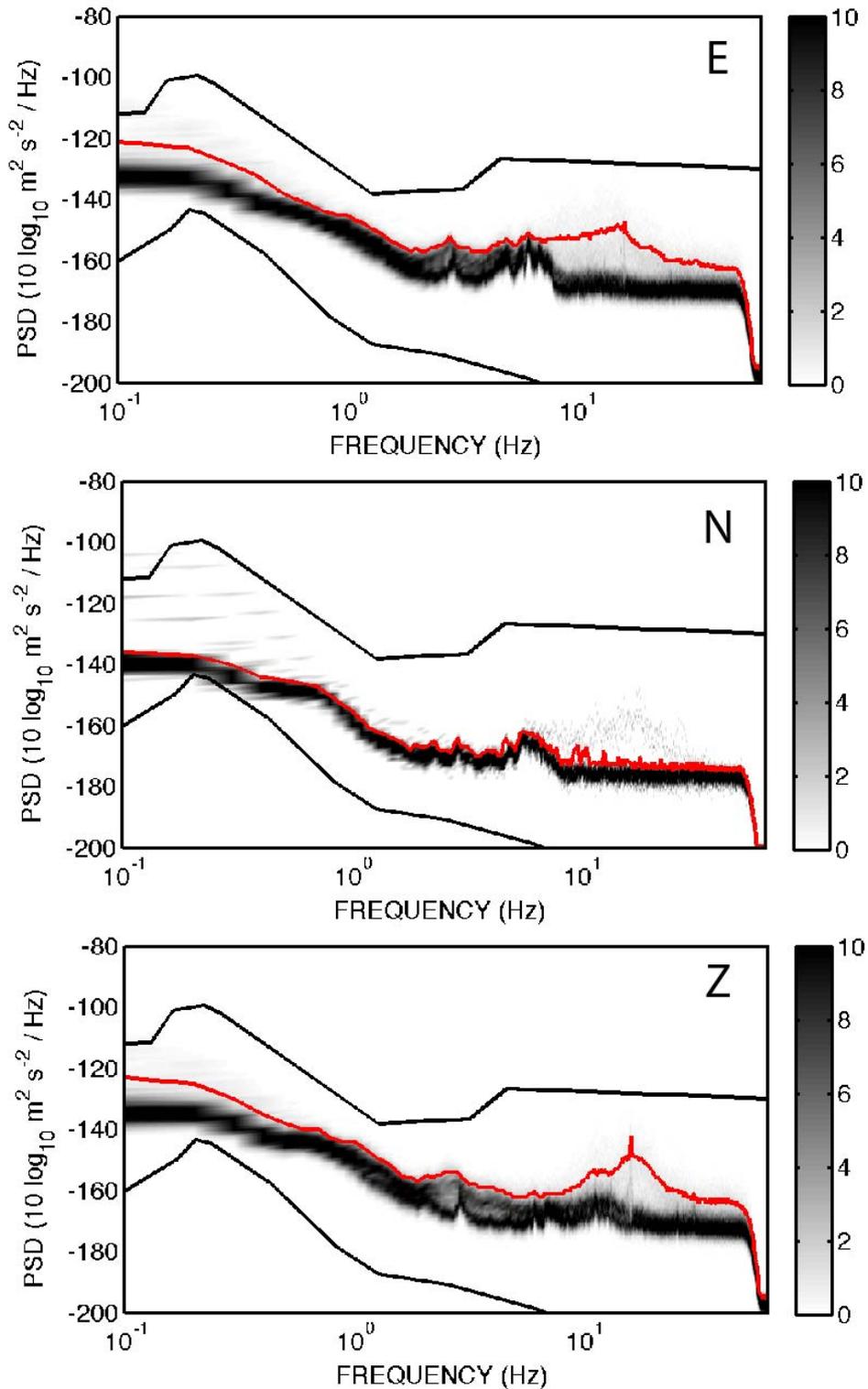
Prima del calcolo delle PSD, le serie temporali sono state corrette per la funzione di trasferimento dello strumento, regolarizzando la deconvoluzione mediante filtraggio passa-banda nell'intervallo 0.1-50 Hz, per i sensori Lennartz, e 0.01-50 Hz per i sensori Trillium.

Nelle Figure 4.1 e 4.2 vengono riportate, a titolo di esempio, le immagini delle PDF rispettivamente delle stazioni SU05 (equipaggiata con Lennartz 3D/5s) e SU14 (equipaggiata con Trillium compact 120 s). Le altre PDF sono inserite all'interno dell'Appendice B.

Come è possibile vedere le PDF delle due stazioni hanno soluzioni diverse. La SU05 mostra una situazione ottimale in cui la distribuzione 95 percentile è ampiamente all'interno dei limiti di Peterson [1993]. La stazione SU14 mostra invece una distribuzione che per alcuni range di frequenze è al di sopra dei limiti di Peterson.

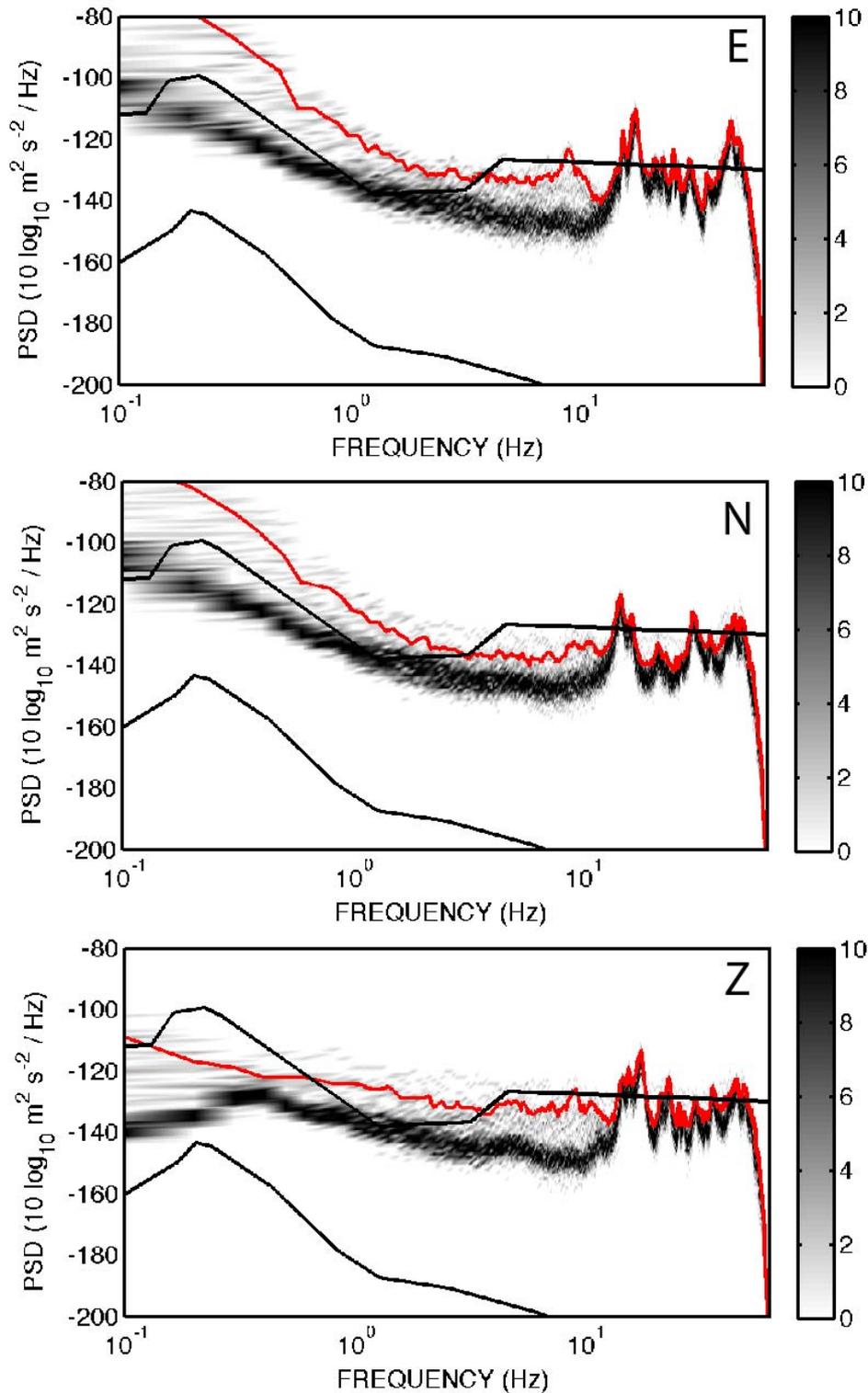
Tuttavia questa seconda stazione, trovandosi a circa 1000 metri di quota, lontano da qualunque fonte di rumore conosciuta (ad esclusione di due campi eolici molto estesi situati uno a nord e uno a sud dell'area della stazione), è da ritenersi un sito, per forza di cose, accettabile nell'ambito dell'economia del progetto.

## SU05



**Figura 4.1.** PDF delle potenze spettrali per la stazione SU05. Le distribuzioni si riferiscono a 30 gg di registrazione continua del moto del suolo. Dal riquadro in alto verso il basso, i grafici sono relativi alle componenti del moto del suolo EW, NS e Z. La linea rossa indica il 95% percentile della potenza spettrale. La densità di probabilità (in %) è indicata dai vari toni di grigio, secondo la scala cromatica alla destra. Le linee nere continue indicano i modelli superiore (NHNM) ed inferiore (NLNM) di rumore sismico terrestre secondo Peterson [1993].

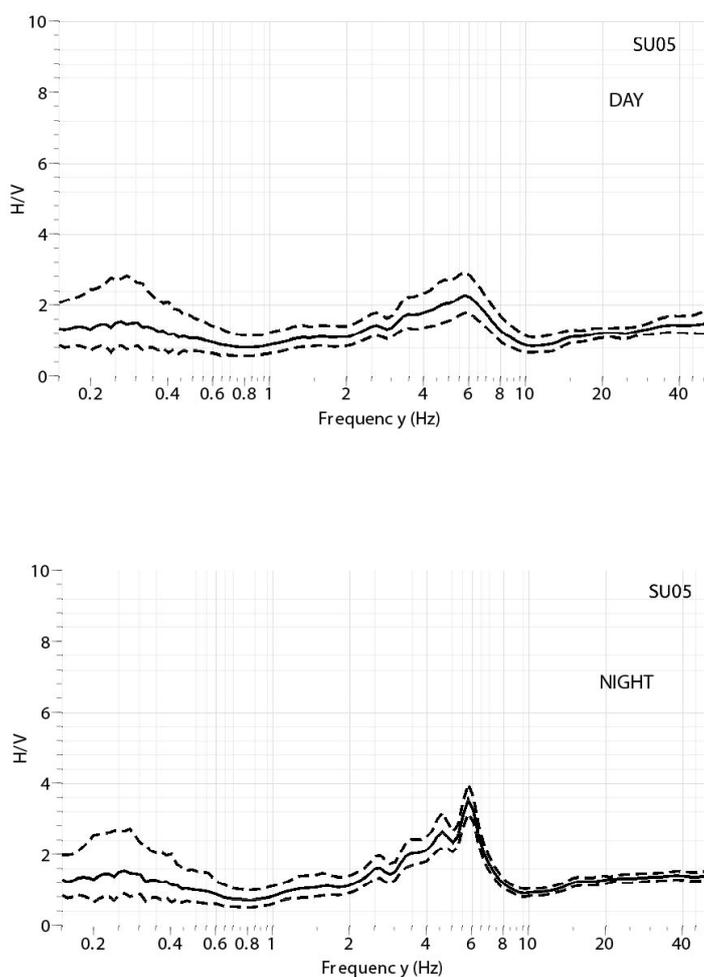
## SU14



**Figura 4.2.** PDF delle potenze spettrali per la stazione SU14. Le distribuzioni si riferiscono a 30 gg di registrazione continua del moto del suolo. Dal riquadro in alto verso il basso, i grafici sono relativi alle componenti del moto del suolo EW, NS e Z. La linea rossa indica il 95% percentile della potenza spettrale. La densità di probabilità (in %) è indicata dai vari toni di grigio, secondo la scala cromatica alla destra. Le linee nere continue indicano i modelli superiore (NHNM) ed inferiore (NLNM) di rumore sismico terrestre secondo Peterson [1993].

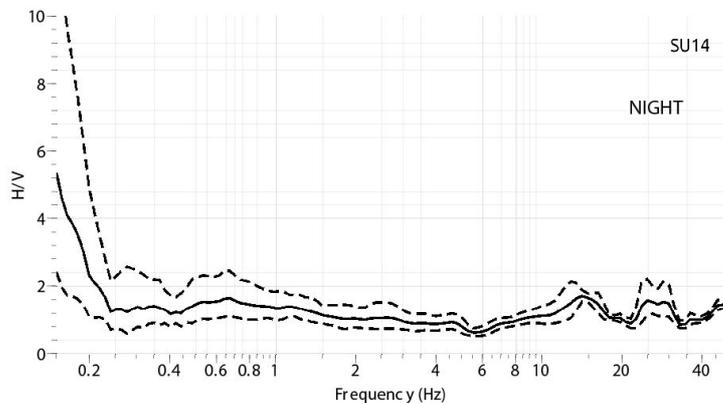
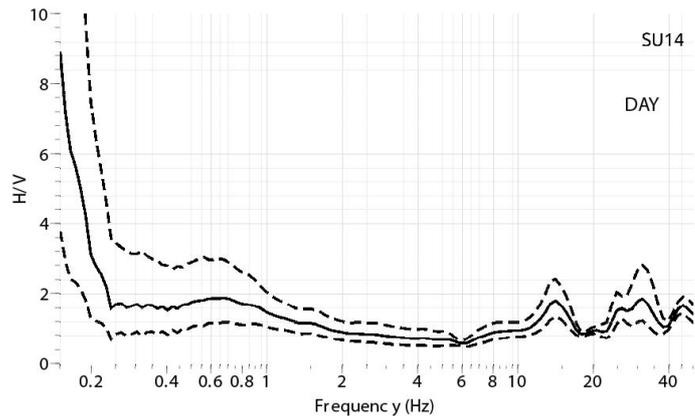
La tecnica HVSR [Nakamura, 1989] viene usata per stimare le amplificazioni locali dovute principalmente a condizioni geologiche (Figura 4.3 e Figura 4.4). I risultati di questa tecnica dipendono sia dalle sorgenti delle vibrazioni stesse che dalla struttura geologica e topografica sulla quale la stazione sismica opera.

In questa elaborazione il rapporto H/V di Nakamura alle 2 stazioni (SU05 e SU14, le altre sono contenute in Appendice B) è stato calcolato per una registrazione continua di 24 ore, con filtro anti-trigger e con finestre di 20 secondi ciascuna, sovrapposte del 20% della loro lunghezza. Le immagini vengono mostrate nell'intervallo di frequenza 0,1-50 Hz sia per la stazione SU05 (media banda) che per la stazione SU14 (larga banda) e differenziati per le ore diurne (10-12 a.m.) e notturne (11 p.m. - 01 a.m.). La stazione SU05 (Figura 4.3) mostra due picchi a circa 0.3 e 6 Hz, sia nel periodo diurno che in quello notturno. Mentre il primo picco, a circa 0.3 Hz, sembra costante nei due periodi di osservazione, quello alla frequenza di 6 Hz, sembra avere una maggiore intensità (con valore H/V >4) nel periodo notturno.



**Figura 4.3.** Descrizione del rapporto H/V (linea continua) per la stazione SU05 durante le ore diurne (in alto) e durante quelle notturne (in basso). L'analisi è stata fatta su una registrazione in continuo di lunghezza pari a 24 ore. Le linee tratteggiate rappresentano la deviazione standard ( $\pm 3 \sigma$ ).

Per quanto riguarda invece la stazione SU14 (Figura 4.4) vengono evidenziati due picchi rispettivamente a 15 e a 30 Hz che appaiono sia nel periodo diurno che notturno, sebbene con ampiezze diverse (3 invece di 2). Essi hanno entrambi alta frequenza e sono riconducibili a condizioni geologiche e stratigrafiche superficiali.

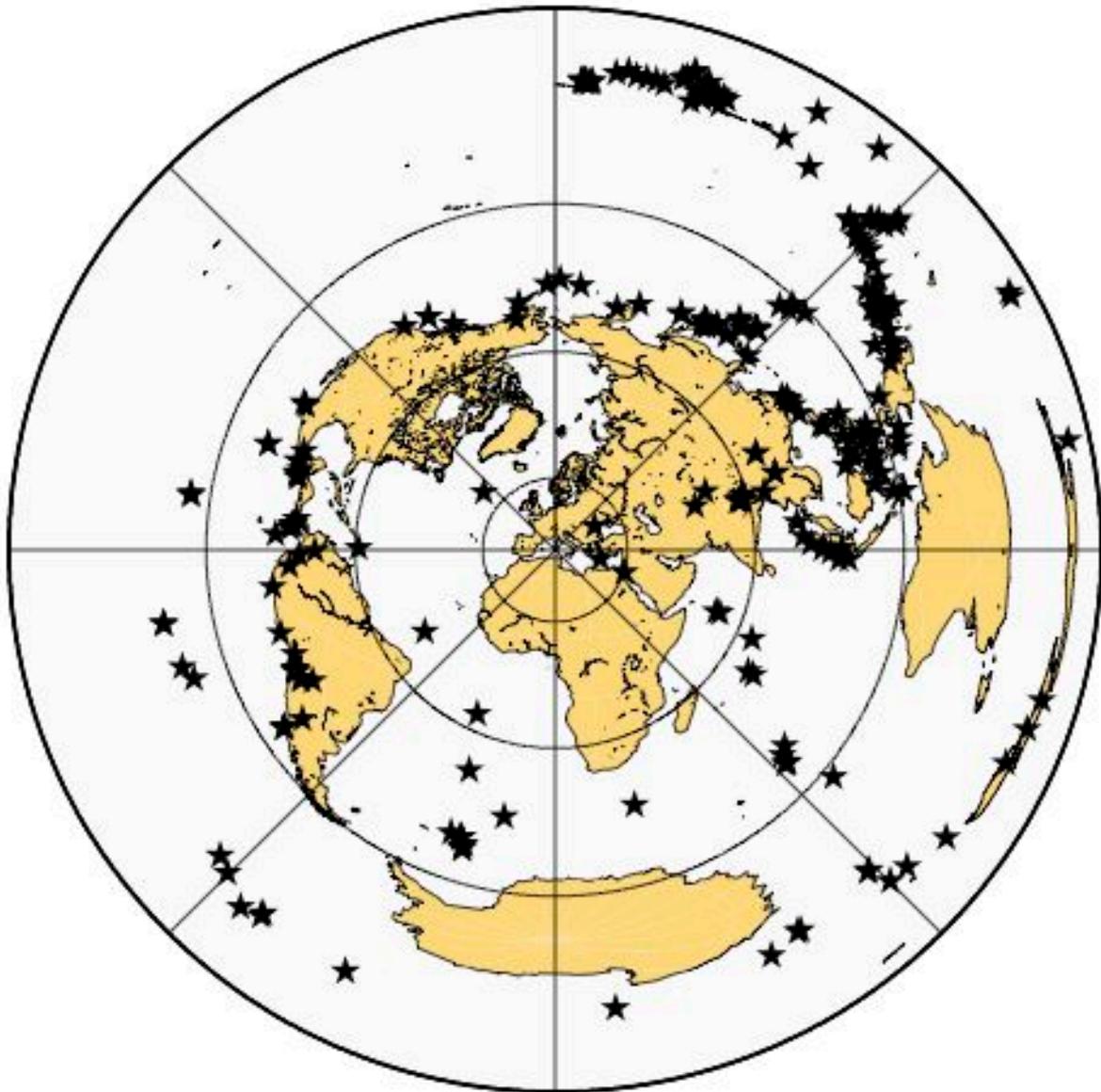


**Figura 4.4.** Descrizione del rapporto H/V (linea continua) per la stazione SU14 durante le ore diurne (in alto) e durante quelle notturne (in basso). L'analisi è stata fatta su una registrazione in continuo di lunghezza pari a 24 ore. Le linee tratteggiate rappresentano la deviazione standard ( $\pm 3 \sigma$ ).

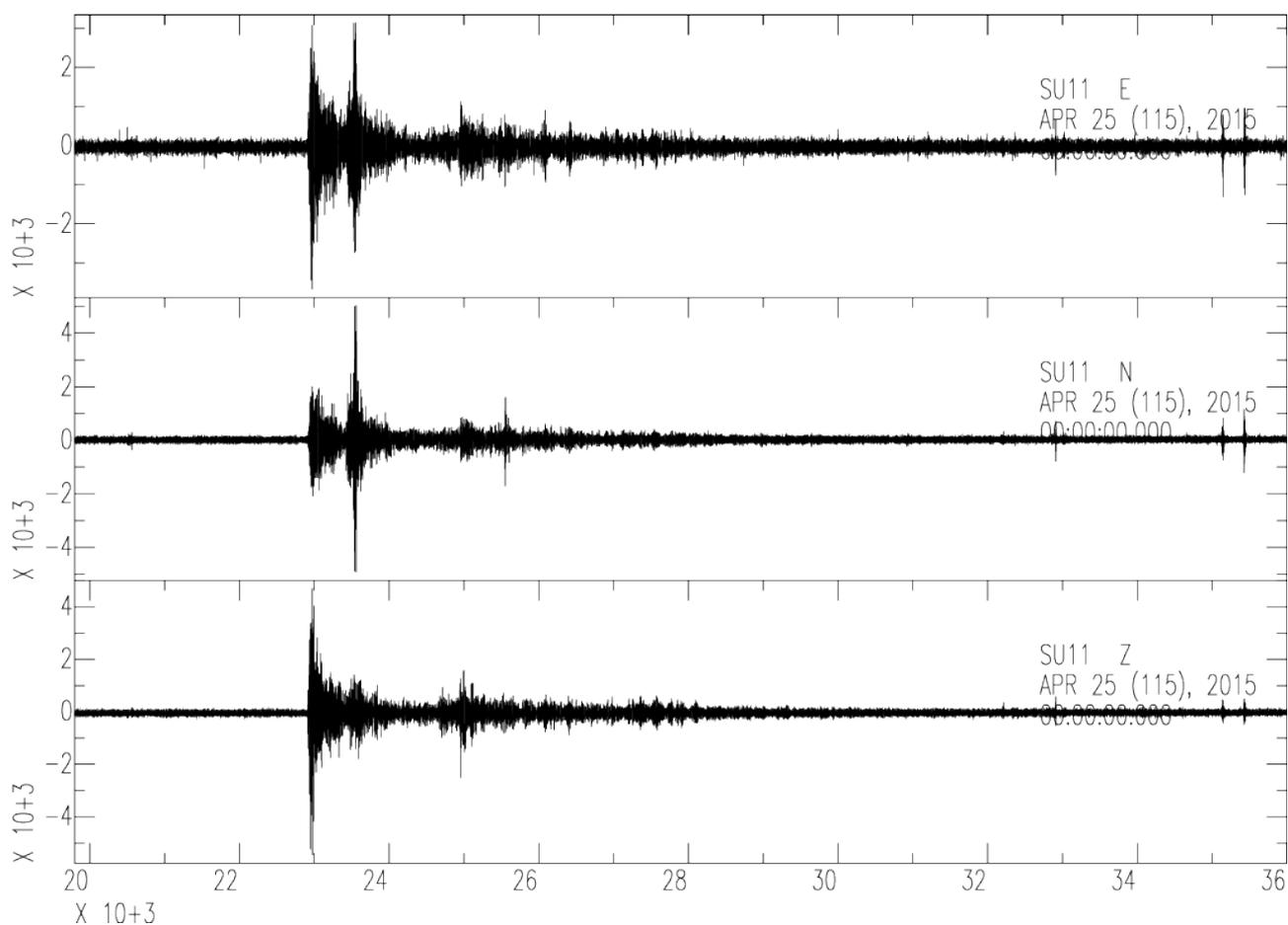
## 5. Registrazione di eventi regionali e telesismici

Nel corso della campagna di acquisizione la rete sismica, oltre al rumore di fondo e alla sismicità locale, ha registrato una parte consistente di terremoti avvenuti in luoghi distanti dalla rete, a distanza (D) regionale ( $D > 100-120$  km) o telesismica ( $D > 2000$  km). Per quanto riguarda i terremoti locali non abbiamo ancora fatto un'analisi di quelli registrati dalla rete Sulcis durante il periodo di funzionamento, mentre per i terremoti regionali e telesismici, avvalendoci dei bollettini del consorzio EMSC (**European-Mediterranean Seismological Centre**, <http://www.emsc-csem.org/>), abbiamo individuato la lista degli eventi di magnitudo  $M_W \geq 5.5$  avvenuti nel periodo di registrazione della rete temporanea. La Figura 5.1 mostra la mappa degli epicentri di tali eventi registrati dal 1 novembre 2014 al 15 luglio 2015 e di Magnitudo  $M_W \geq 5.5$ , mentre in Appendice C viene riportata una tabella con le informazioni sugli eventi regionali e telesismici riportati in Figura 5.1.

Nella Figura 5.2, infine, è mostrata invece una registrazione, alla stazione SU11, del terremoto del Nepal del 25 aprile 2015 di magnitudo  $M_W 7.8$ .



**Figura 5.1.** Mappa degli epicentri degli eventi regionali e telesismici con  $M_w \geq 5.5$  registrati dalla rete sismica dell'esperimento Sulcis durante il periodo di durata dell'esperimento.



**Figura 5.2.** Sismogramma a 3 componenti (dall'alto in basso E, N, Z) raffigurante il terremoto in Nepal del 25 aprile 2015 di Magnitudo  $M_w$  7.8, registrato alla stazione SU11 della rete temporanea.

## 6. Conclusioni

Il progetto di studio riguardante la determinazione della *baseline* sismica dell'area Sud-Occidentale della Sardegna ha permesso di raccogliere, per la prima volta, dati di alta qualità in un'area interessata da sismicità storica ma da scarsa sismicità strumentale. Tali dati potranno essere utili sia per studi di sismicità, sismo tettonica ma anche per studi crostali profondi e/o astenosferici.

I dati raccolti sono al momento di proprietà della Committenza (SotaCarbo S.p.A.) e quindi il loro utilizzo è ristretto soltanto ai partner del progetto e per il raggiungimento degli scopi dello stesso. Una volta terminato il periodo di restrizione tali dati potranno essere rilasciati attraverso la piattaforma di interscambio con procedura standard su piattaforma E.I.D.A. e in formato SEED.

La rete sismica del Sulcis, sebbene abbia subito qualche variazione in corso d'opera, è stata in attività nel suo assetto definitivo, dal novembre 2014 al settembre 2015, con 10 stazioni temporanee in modalità *stand-alone*. Le analisi del rumore sismico a ogni singola stazione della rete temporanea hanno mostrato, nonostante le sorgenti di rumore già conosciute (moto ondoso del mare, traffico navale, attività dei campi eolici e attività antropica), livelli di rumore accettabili per l'obiettivo di studio, sia per quanto riguarda l'intensità del rumore di fondo (P.D.F.) sia per quanto riguarda i possibili effetti di amplificazione del segnale sismico (H/V) nell'intervallo di frequenze interessato.

## Ringraziamenti

Gli Autori vogliono ringraziare tutte le persone che, a vario titolo e in diversa misura, hanno partecipato o dato supporto alla campagna di acquisizione sismica. A questo proposito si ringraziano tutti i proprietari dei siti che gratuitamente e con grande disponibilità hanno ospitato la nostra strumentazione.

Si ringrazia il Corpo Forestale della Regione Sardegna delle stazioni di Carbonia, Villacidro ed Iglesias per il supporto fornito durante la ricerca e l'ispezione dei siti. Si ringraziano i sindaci e i tecnici comunali dei paesi di Gonnosfanadiga e S. Giovanni Suergiu per il loro contributo.

Si ringraziano i tecnici della Società SOTACARBO S.p.A. per il supporto tecnico e per la concessione della stratigrafia di sintesi dell'area del Sulcis.

Si ringrazia l'Unità Funzionale di Rete Mobile del Centro Nazionale Terremoti, in particolare Milena Moretti, Fabio Criscuoli, Lucian Giovani, Giovanni Battista Cimini, Luigi Improta e Aladino Govoni. Un grazie va al CNT e all'ormai ex direttore Alberto Michelini per aver permesso all'Unità di Rete Mobile di fornire il supporto a tutte le attività. Infine un ringraziamento va a Gilberto Saccorotti per il supporto al calcolo delle PDF del rumore alle stazioni.

## Bibliografia

- Assorgia A., Barca S. and Bravin E., (1993). *Carta geologica e delle georisorse del distretto vulcanico Monastir-Furtei*. Selca, Firenze.
- Barca S., Costamagna L.G., (1997). *Compressive "Alpine" tectonics in Western Sardinia (Italy): geodynamic consequences*. Académie des sciences, Paris, 325, 791-797.
- Barca S., Costamagna L.G., (2000). *Il bacino Paleogenico del Sulcis-Iglesiente (Sardegna SW): nuovi dati stratigrafico-strutturali per un modello geodinamico nell'ambito dell'orogenesi pirenaica*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 119, 495-515.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., (1997). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*. Pubbl. ING-SGA, ING Rome, Italy.
- Carbosulcis, S.p.A., (1994). *Il Bacino carbonifero del Sulcis: geologia, idrogeologia, miniera*. Carbosulcis S.p.A., Rimin S.p.A., Montan Consulting GMBH (1990-91), RIMIN S.p.A, 143 pp.
- Ingrao G., (1928). *Bollettino sismico anno 1923* Reg. Uff. Centr. Meteorol. e Geofisica-Macrosismica 2, 1-20 (8) (1928), pp. 153-160.
- McNamara D.E. and Boaz R.I., (2005). *Seismic Noise Analysis System Using Power Spectral Density Probability Density Functions: A Stand-Alone Software Package*. USGS Open-File Report 2005-1438.
- McNamara D.E. and Buland R.P., (2004). *Ambient Noise Levels in the Continental United States*. Bull. Seism. Soc. Am., 94, 4, 1517-1527.
- Nakamura Y., (1989). *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface*. Q. Rep. Railw. Tech. Res. Inst., 30, 25-30.
- Peterson J., (1993). *Observation and modeling of seismic background noise*. U.S. Geol. Surv. Tech. Rept., 93-322, 1-95, 1993.
- Ribecai C., Bagnoli G., Mazzarini F., Musumeci G., (2005). *Paleontological evidence for Late Cambrian in the Arburese area, SW Sardinia*. In: Steemans P., Javaux E. (eds.), Pre-Cambrian to Paleozoic Palaeopalynology and Palaeobotany. Carnets de Géologie/Notebooks on Geology, Brest, Memoir 2005/02, Abstract 08Columbus, C.: How I Discovered America. Hispanic Press, Barcelona, 1492.

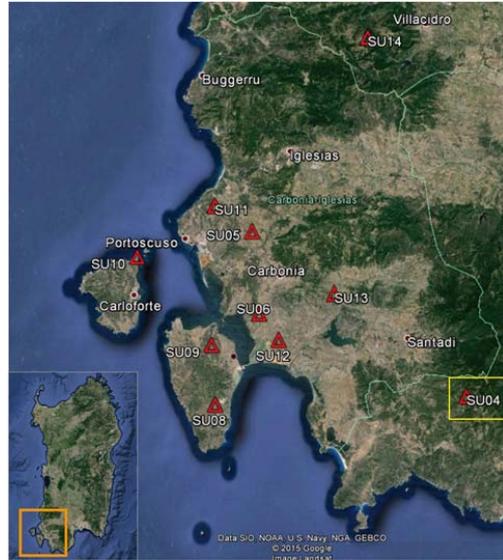
# Appendice A

Monografie delle stazioni sismiche  
temporanee del progetto





**Station:** SU04  
**Location:** Punta Sebera –  
Teulada (CA)  
**Latitude:** N39°01.4972  
**Longitude:** E8°48.2505  
**Elevation:** 483 m. a.s.l.



**Sensor:** Nanometrics Trillium compact 120 s.

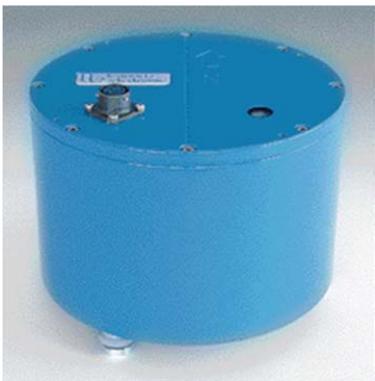
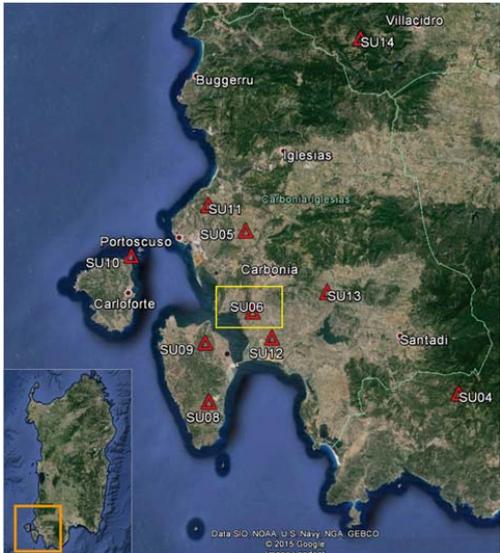


**Digitizer:** Reftek 130\_1





**Station:** SU06  
**Location:** Necropoli "Is Loccis Santus" – S.G. Suergiu (CI)  
**Latitude:** N39°07.1781  
**Longitude:** E8°29.5514  
**Elevation:** 82 m a.s.l.



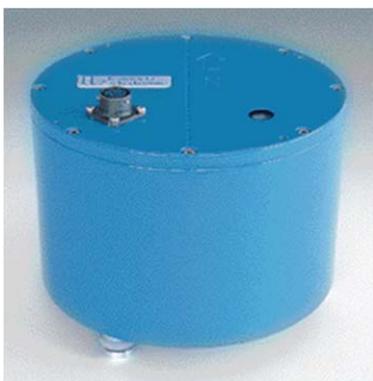
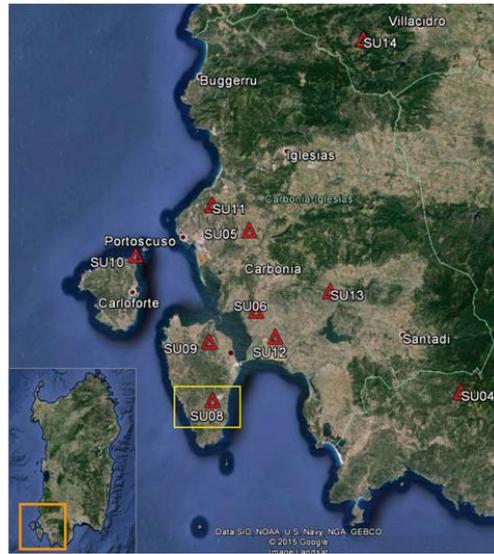
**Sensor:** Lennartz 3D/5s



**Digitizer:** Reftek 130\_1



**Station:** SU08  
**Location:** Sa Ruscitta –  
Sant'Antioco (CI)  
**Latitude:** N39°00.7372  
**Longitude:** E8°25.6648  
**Elevation:** 106 m. a.s.l.



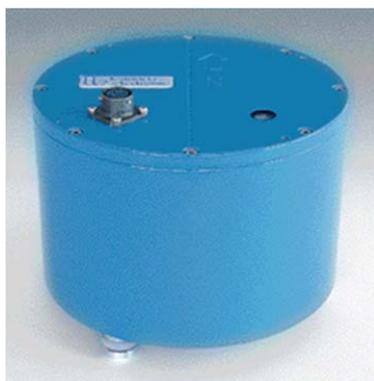
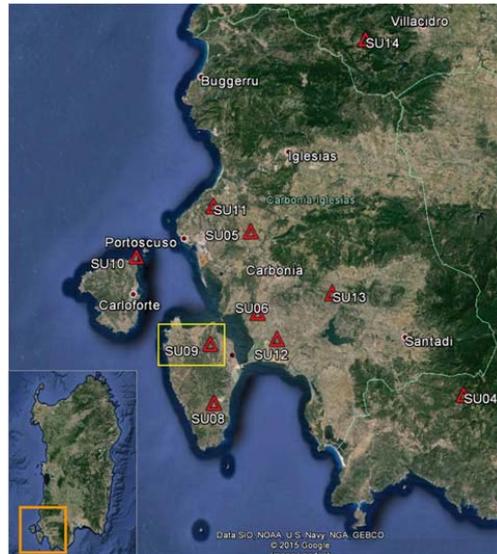
**Sensor:** Lennartz 3D/5s



**Digitizer:** Reftek 130\_1

# SU09

**Station:** SU09  
**Location:** Sa Scrocca –  
Sant’Antioco (CI)  
**Latitude:** N 39°04.925  
**Longitude:** E 8°25.266  
**Elevation:** 96 m. a.s.l.



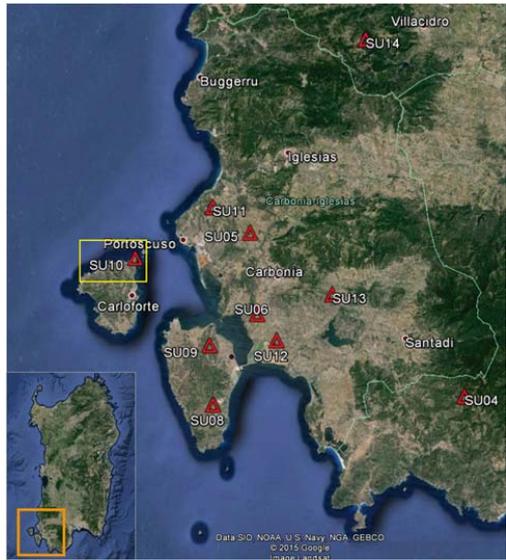
**Sensor:** Lennartz 3D/5s



**Digitizer:** Reftek 130\_1

# SU10

**Station:** SU10  
**Location:** Le Tonnare – San Pietro (CI)  
**Latitude:** N°39°11.0734  
**Longitude:** E°08°18.4389  
**Elevation:** 16 m a.s.l.



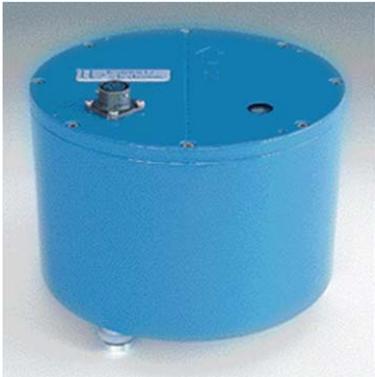
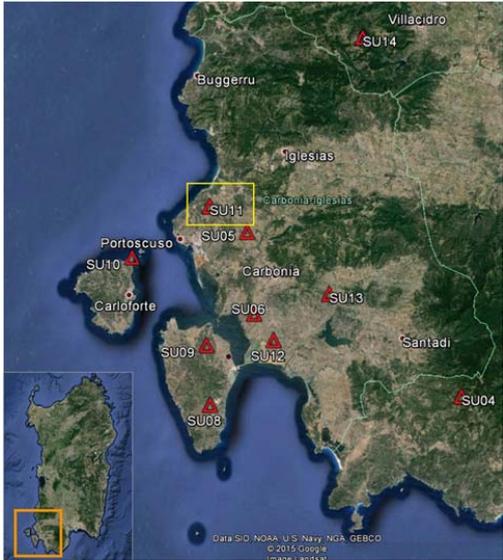
**Sensor:** Lennartz 3D/5s



**Digitizer:** Reftek 130\_1

# SU11

**Station:** SU11  
**Location:** Seruci (CI)  
**Latitude:** N39°14.7263  
**Longitude:** E8°25.4216  
**Elevation:** 150 m. a.s.l.



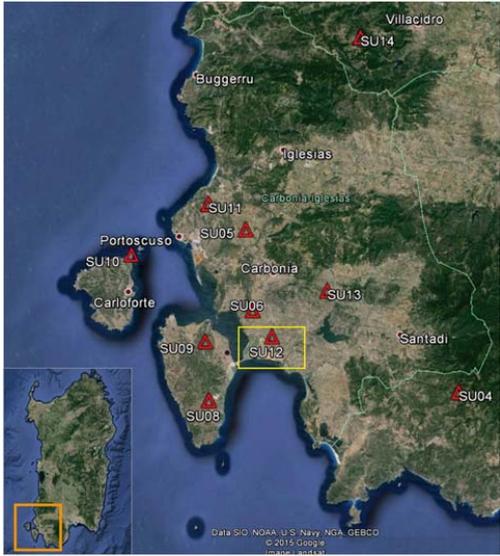
**Sensor:** Lennartz 3D/5s



**Digitizer:** Reftek 130\_1

# SU12

**Station:** SU12  
**Location:** Porto Botte (CI)  
**Latitude:** N39°05.3211  
**Longitude:** E8°31.3250  
**Elevation:** --

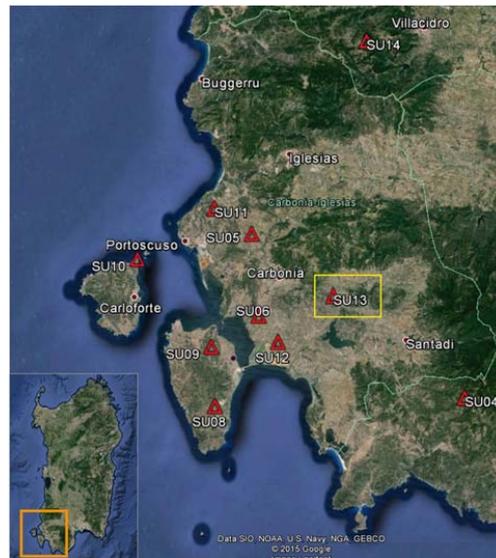


Sensor: Lennartz 3D/5s

Digitizer: Reftek 130\_1



**Station:** SU13  
**Location:** Perdaxius Is Atzoris (CI)  
**Latitude:** N39°08.6108  
**Longitude:** E8°36.3205  
**Elevation:** 170 m. a.s.l.

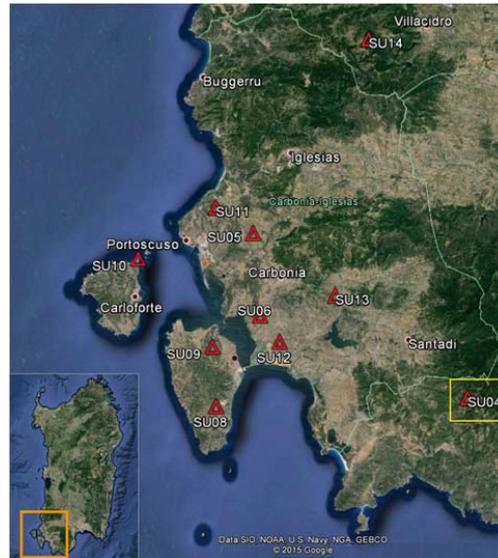


Sensor: Lennartz 3D/5s

Digitizer: Reftek 130\_1



**Station:** SU14  
**Location:** Perd 'e Pibera –  
Gonnosfanadiga (VS)  
**Latitude:** N39°26.6716 -  
**Longitude:** E8°39.1686  
**Elevation:** 965 m. a.s.l.



Sensor: Nanometrics Trillium compact 120 s.

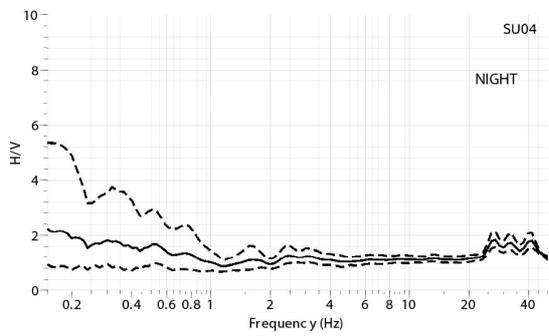
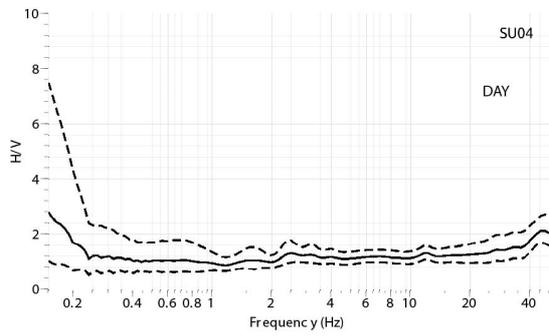


Digitizer: Reftek 130\_1

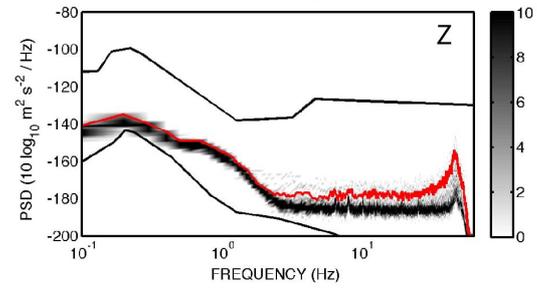
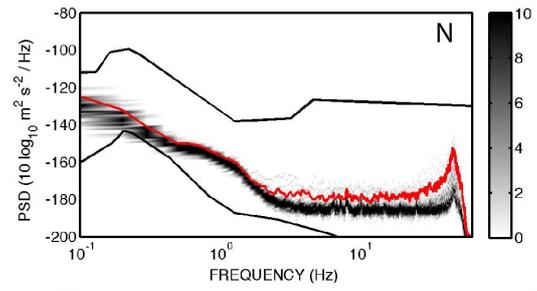
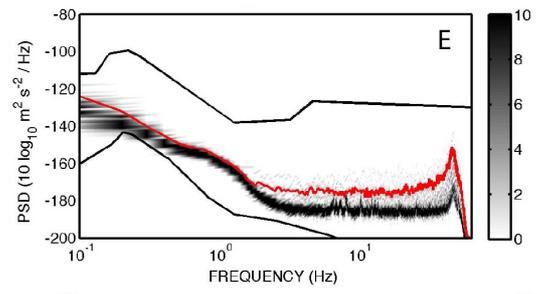
# Appendice B

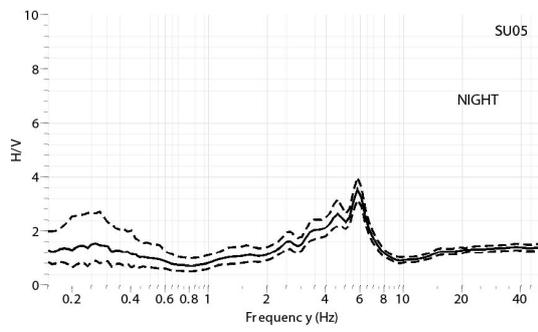
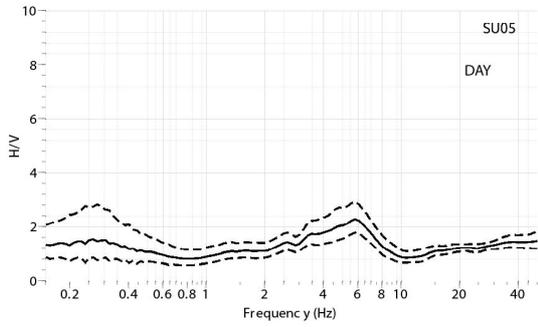
Elaborazioni delle PDF e  
delle H/V per ciascuna stazione



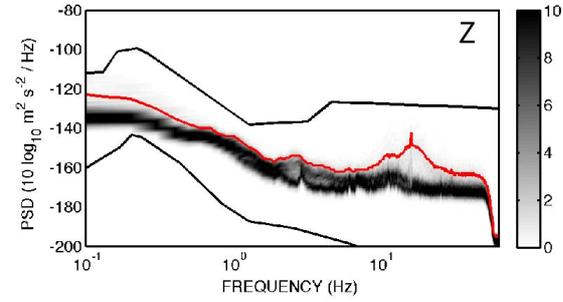
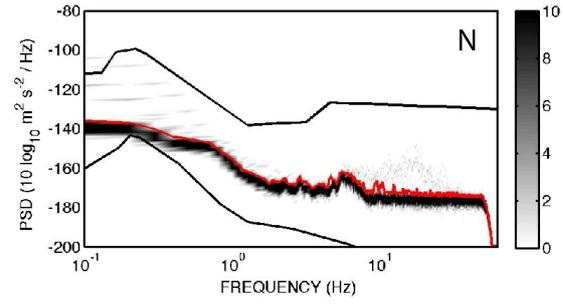
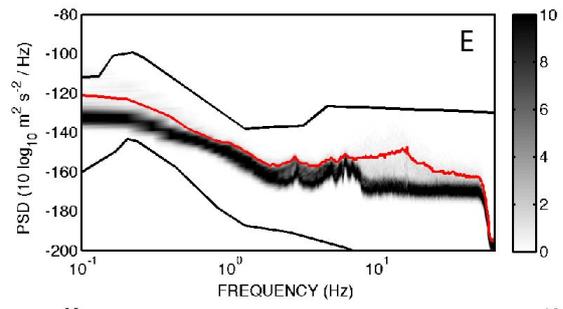


SU04

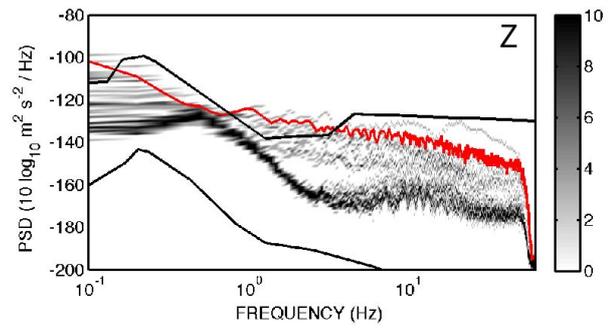
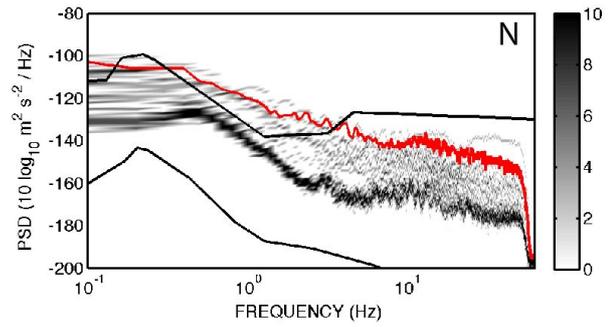
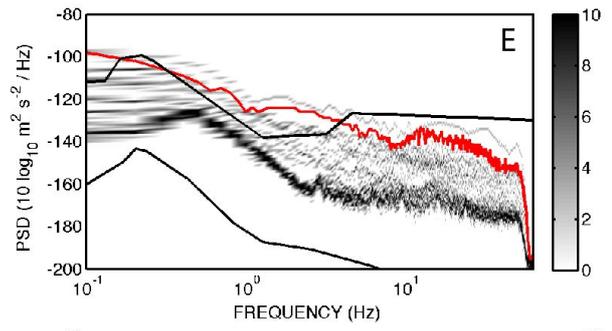
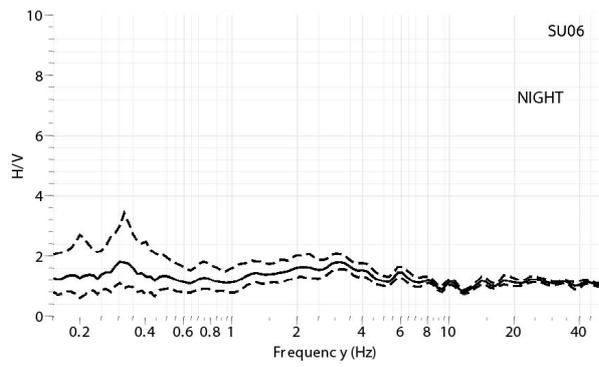
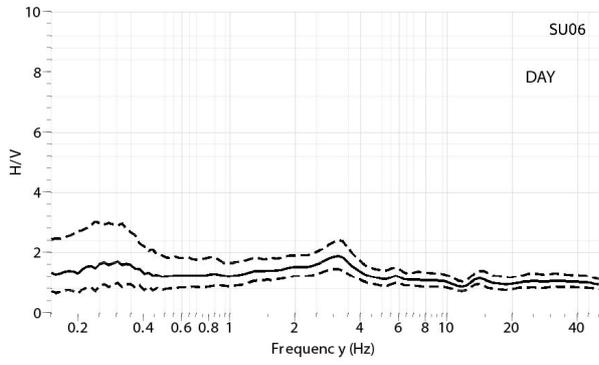




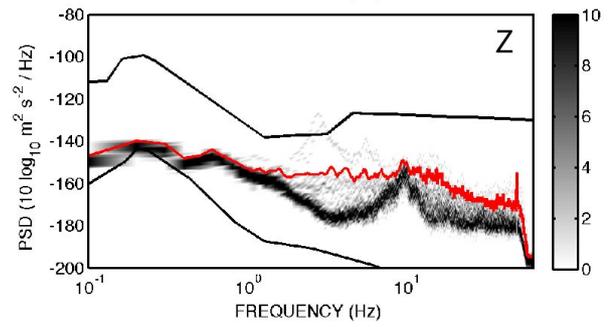
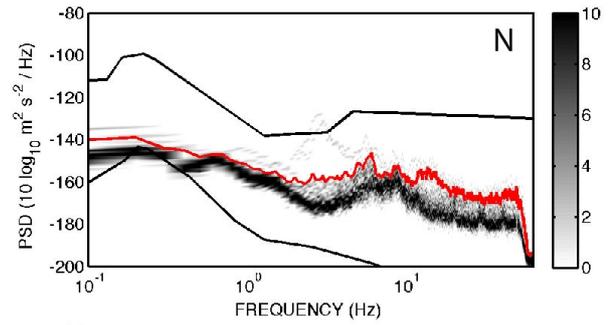
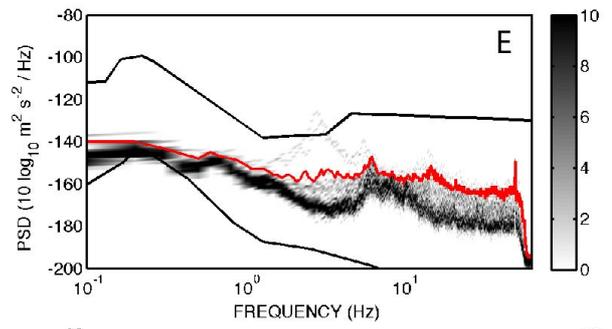
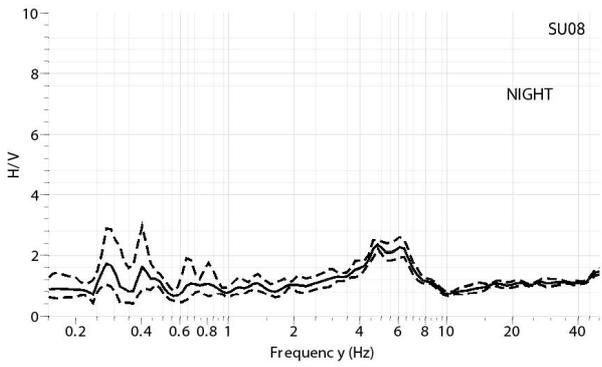
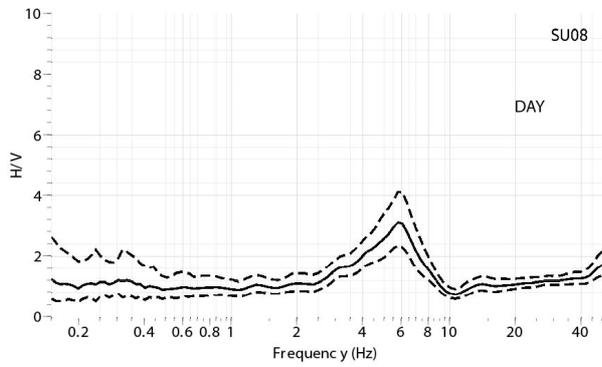
SU05



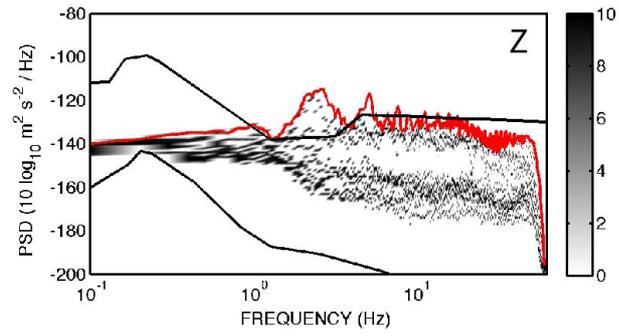
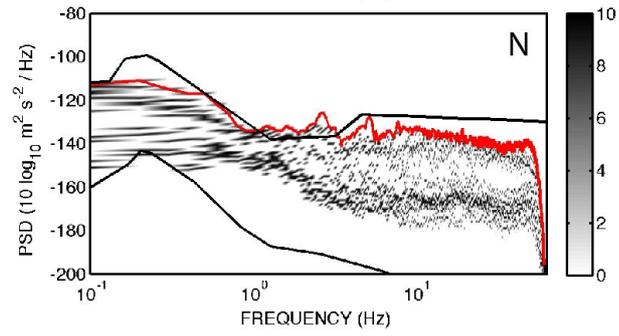
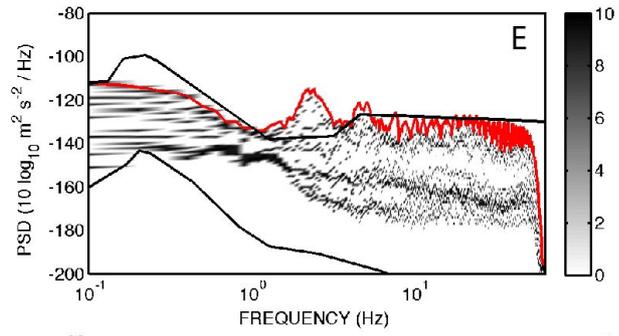
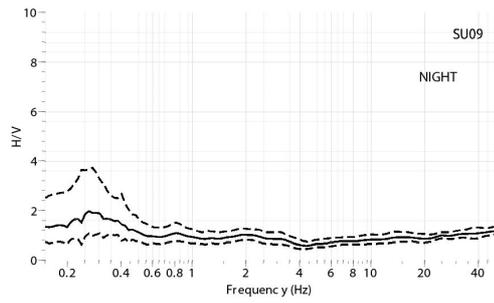
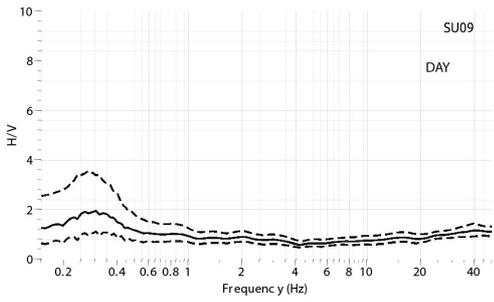
# SU06



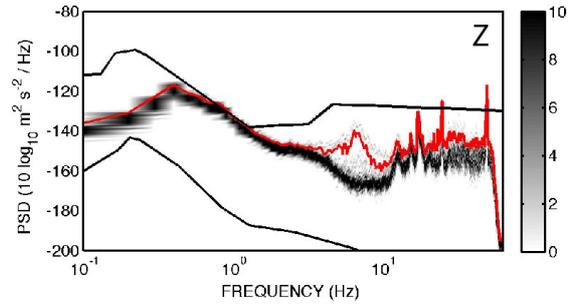
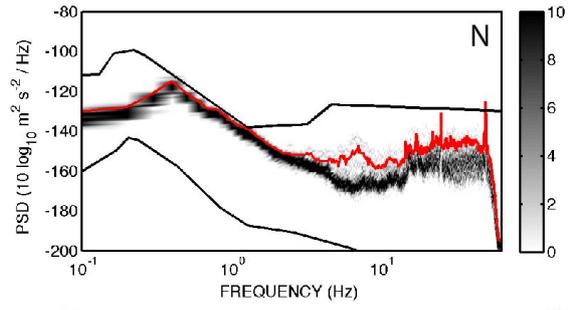
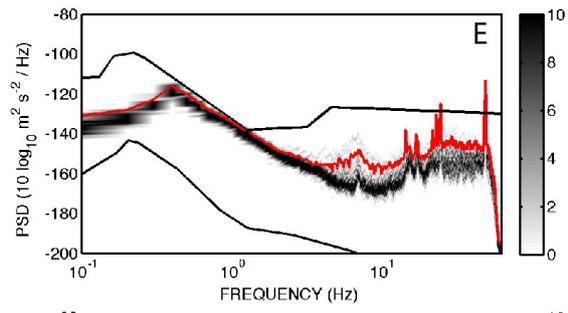
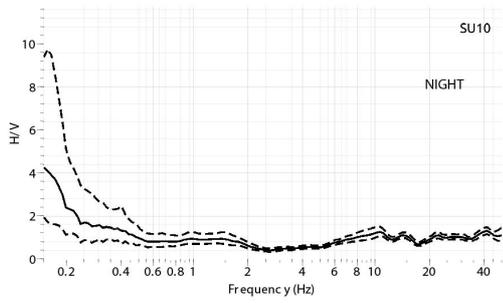
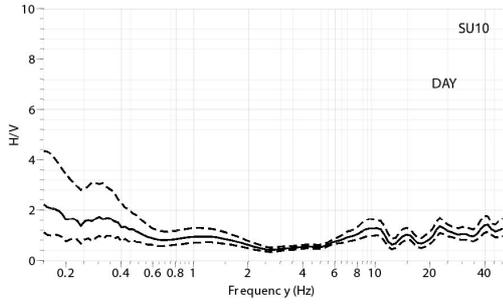
# SU08



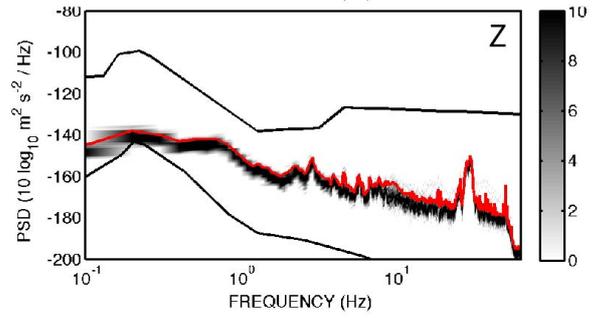
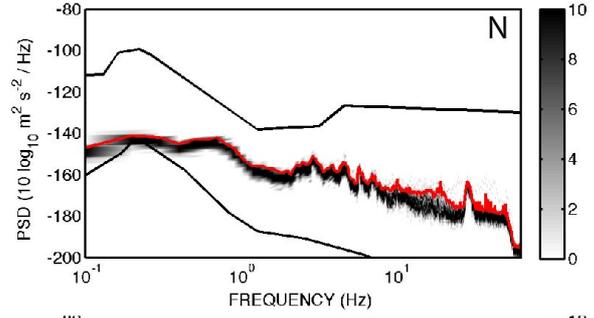
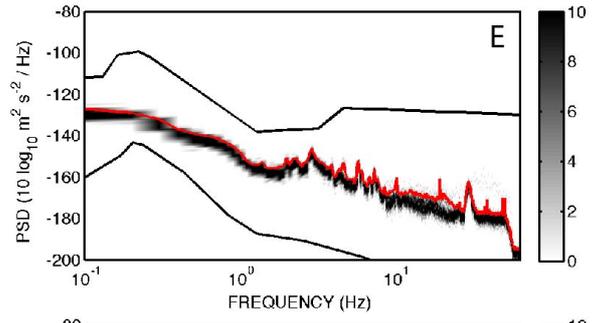
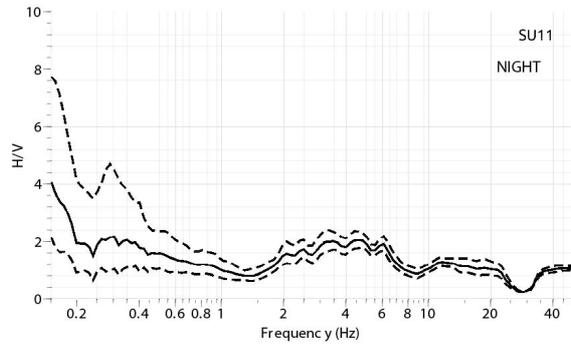
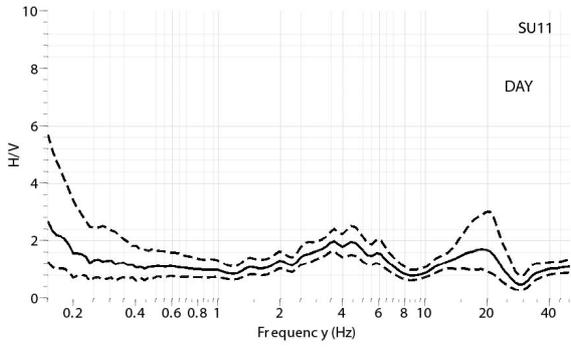
SU09



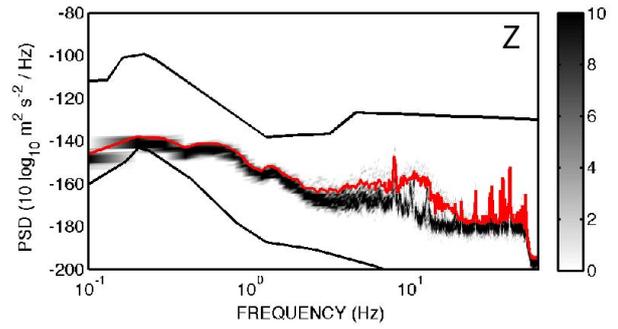
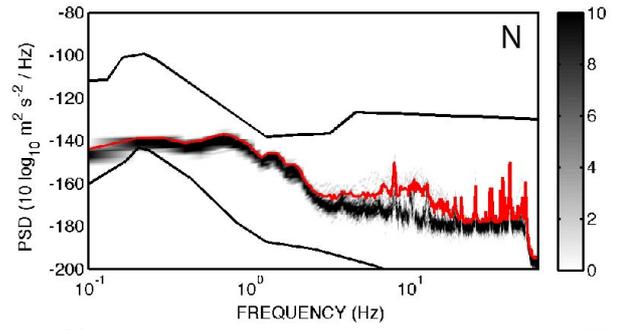
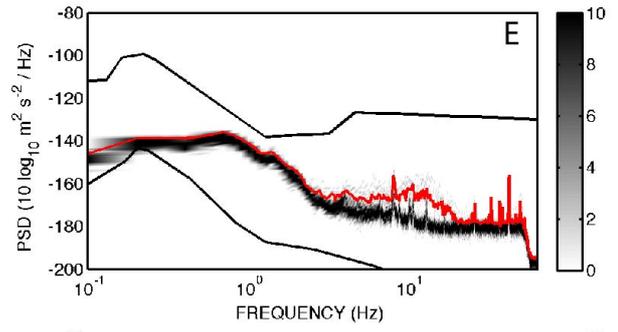
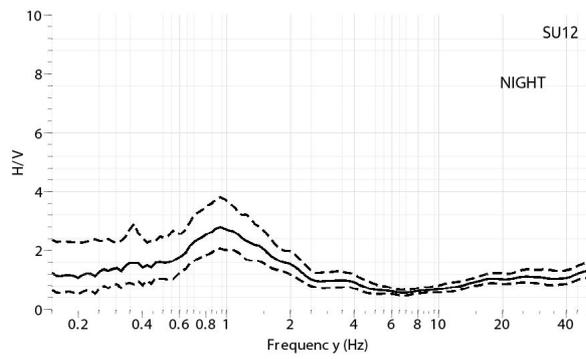
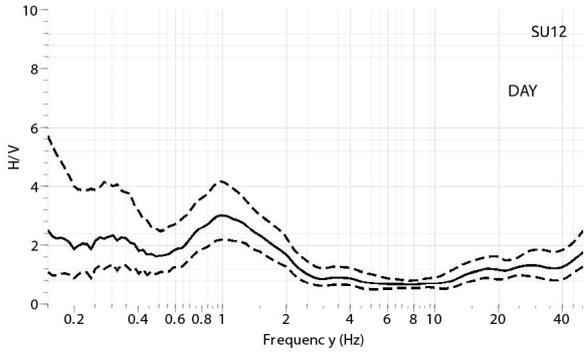
# SU10



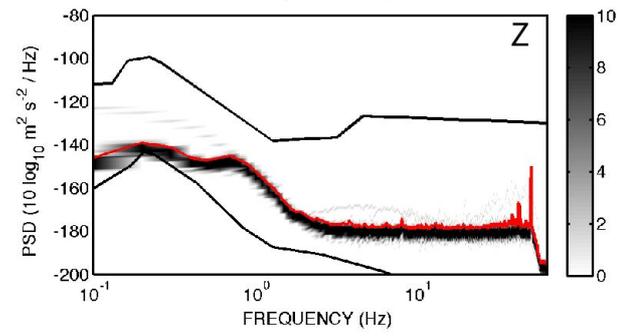
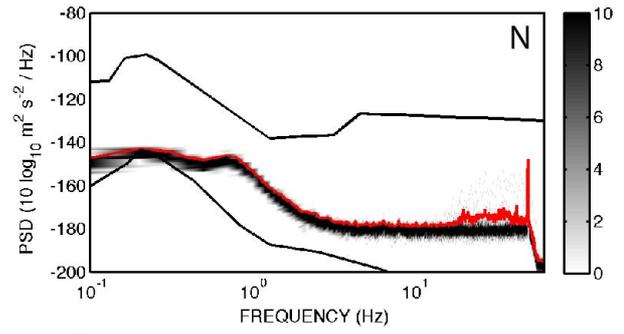
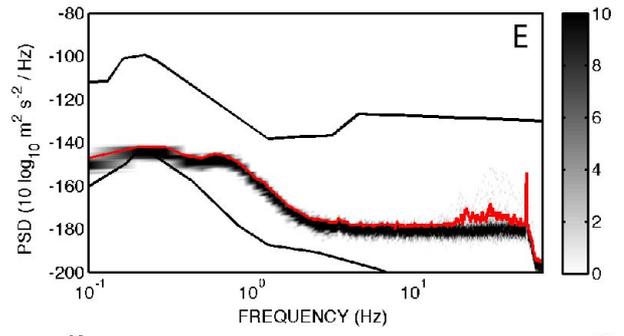
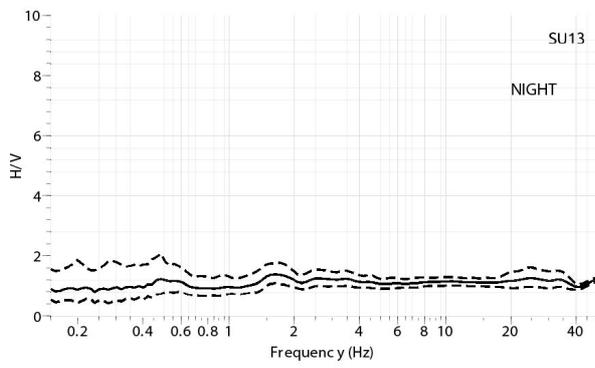
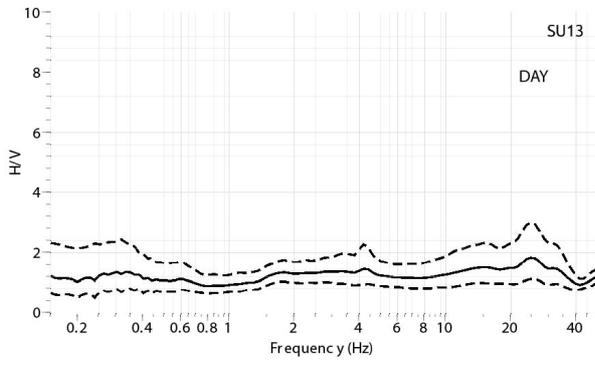
# SU11



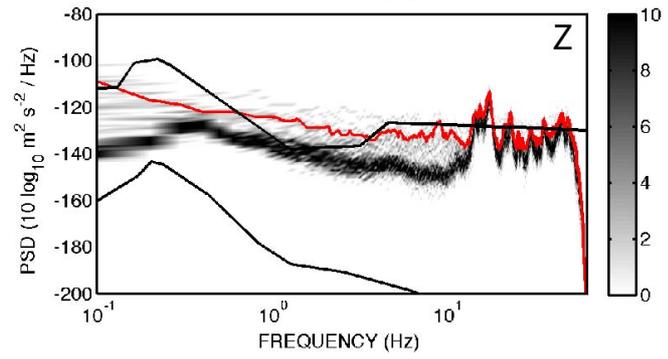
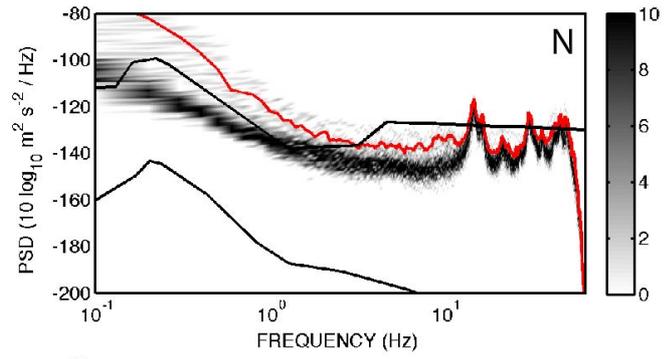
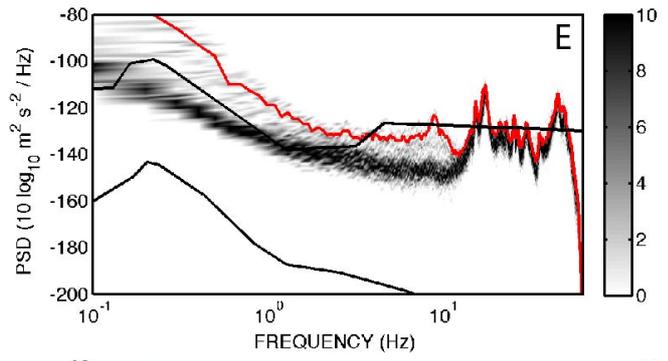
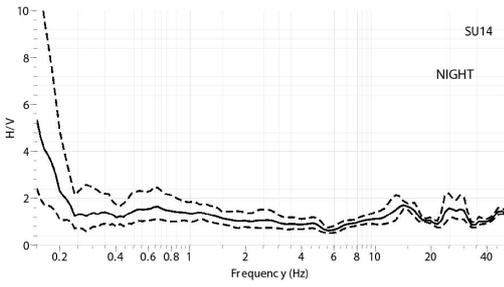
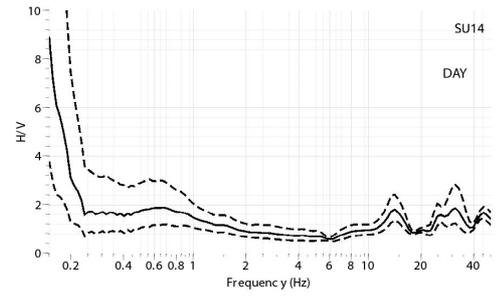
# SU12



# SU13



# SU14



# Appendice C

Tabella dei terremoti regionali e  
telesismici registrati  
durante l'esperimento



| <b>YYYY-MM-DDTHH:MM:SS.SSS</b>  | <b>LON</b>       | <b>LAT</b>      | <b>DEPTH</b>  | <b>Mw</b>  |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>2015-07-12T17:52:05.660Z</b> | <b>131,7544</b>  | <b>33,0334</b>  | <b>46,93</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-07-12T04:37:31.330Z</b> | <b>128,1867</b>  | <b>2,9916</b>   | <b>115,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-07-11T11:26:59.230Z</b> | <b>148,0251</b>  | <b>43,9006</b>  | <b>31,88</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-07-10T04:12:42.530Z</b> | <b>158,3960</b>  | <b>-9,3030</b>  | <b>12,00</b>  | <b>6,7</b> |
| <b>2015-07-09T18:32:51.220Z</b> | <b>141,4617</b>  | <b>40,3653</b>  | <b>81,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-07-09T13:25:54.550Z</b> | <b>-90,2494</b>  | <b>13,3015</b>  | <b>47,48</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-07-07T20:03:19.120Z</b> | <b>-177,1329</b> | <b>-22,9379</b> | <b>169,64</b> | <b>5,8</b> |
| <b>2015-07-07T16:08:03.640Z</b> | <b>-111,3022</b> | <b>-13,3864</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-07-07T07:01:42.740Z</b> | <b>-111,6323</b> | <b>-13,3290</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-07-07T06:21:02.230Z</b> | <b>-179,7416</b> | <b>-35,4391</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-07-07T05:35:14.530Z</b> | <b>-179,6186</b> | <b>-35,4259</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-07-07T05:10:28.240Z</b> | <b>147,9829</b>  | <b>43,9390</b>  | <b>49,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2015-07-06T12:24:08.560Z</b> | <b>-174,5001</b> | <b>-20,7139</b> | <b>44,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-07-06T03:50:57.870Z</b> | <b>-142,1098</b> | <b>-56,6001</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-07-</b>                 | <b>125,8907</b>  | <b>10,1691</b>  | <b>32,00</b>  | <b>6,1</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>03T06:43:21.540Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-07-03T03:16:35.580Z</b> | <b>95,0302</b>   | <b>11,4187</b>  | <b>9,03</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-07-03T01:07:47.290Z</b> | <b>78,1357</b>   | <b>37,4682</b>  | <b>20,00</b>  | <b>6,4</b> |
| <b>2015-07-01T19:35:22.900Z</b> | <b>162,5531</b>  | <b>-10,9929</b> | <b>21,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-07-01T14:30:21.720Z</b> | <b>159,6191</b>  | <b>-52,2048</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-06-30T03:39:29.410Z</b> | <b>151,5457</b>  | <b>-5,4513</b>  | <b>43,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-29T22:07:48.500Z</b> | <b>71,3004</b>   | <b>36,6802</b>  | <b>191,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-29T09:09:16.110Z</b> | <b>-74,2317</b>  | <b>-16,045</b>  | <b>28,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-06-27T15:34:04.010Z</b> | <b>34,6826</b>   | <b>29,0447</b>  | <b>22,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-25T18:45:57.450Z</b> | <b>-178,3241</b> | <b>-32,0722</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-24T22:32:21.000Z</b> | <b>-151,962</b>  | <b>61,6644</b>  | <b>114,20</b> | <b>5,7</b> |
| <b>2015-06-23T12:22:20.410Z</b> | <b>140,0686</b>  | <b>27,6475</b>  | <b>470,67</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-06-23T12:19:29.160Z</b> | <b>139,7745</b>  | <b>27,7070</b>  | <b>462,13</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-23T12:18:30.270Z</b> | <b>139,7254</b>  | <b>27,7375</b>  | <b>460,00</b> | <b>6,5</b> |
| <b>2015-06-23T08:59:55.770Z</b> | <b>-175,0399</b> | <b>-19,5686</b> | <b>138,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-21T21:28:16.270Z</b> | <b>-178,3276</b> | <b>-20,4307</b> | <b>562,61</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-20T23:39:09.510Z</b> | <b>-177,0845</b> | <b>-23,5295</b> | <b>151,00</b> | <b>5,9</b> |
| <b>2015-06-</b>                 | <b>-26,5027</b>  | <b>-59,6293</b> | <b>50,11</b>  | <b>5,7</b> |

|                                      |                  |                 |               |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>20T05:32:08.810Z</b>              |                  |                 |               |            |
| <b>2015-06-<br/>20T05:22:17.840Z</b> | <b>-73,7481</b>  | <b>-36,3656</b> | <b>4,58</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-<br/>20T02:10:07.100Z</b> | <b>-73,8120</b>  | <b>-36,3601</b> | <b>11,00</b>  | <b>6,4</b> |
| <b>2015-06-<br/>17T12:51:32.790Z</b> | <b>-17,1605</b>  | <b>-35,3639</b> | <b>10,00</b>  | <b>7,0</b> |
| <b>2015-06-<br/>16T06:17:01.180Z</b> | <b>-179,0024</b> | <b>-20,3944</b> | <b>656,00</b> | <b>5,9</b> |
| <b>2015-06-<br/>15T21:04:24.670Z</b> | <b>125,8447</b>  | <b>4,1537</b>   | <b>136,00</b> | <b>5,7</b> |
| <b>2015-06-<br/>15T17:40:53.930Z</b> | <b>125,2517</b>  | <b>-9,7420</b>  | <b>20,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-06-<br/>13T03:17:24.080Z</b> | <b>-176,1590</b> | <b>-24,5961</b> | <b>22,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-06-<br/>12T11:07:08.040Z</b> | <b>-173,0098</b> | <b>-15,6758</b> | <b>48,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-<br/>11T04:51:24.140Z</b> | <b>143,3457</b>  | <b>39,6080</b>  | <b>5,72</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-06-<br/>11T04:45:29.730Z</b> | <b>143,3310</b>  | <b>39,6720</b>  | <b>10,49</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-06-<br/>10T13:52:09.770Z</b> | <b>-68,4323</b>  | <b>-22,4000</b> | <b>124,00</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-<br/>10T08:33:03.780Z</b> | <b>143,3190</b>  | <b>39,6795</b>  | <b>30,96</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-06-<br/>09T00:16:44.560Z</b> | <b>-143,8281</b> | <b>-56,0320</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-06-<br/>08T06:01:08.300Z</b> | <b>142,0308</b>  | <b>41,5615</b>  | <b>42,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2015-06-<br/>05T14:54:00.970Z</b> | <b>78,1817</b>   | <b>-37,1708</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-06-<br/>04T23:15:43.910Z</b> | <b>116,5409</b>  | <b>5,9867</b>   | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-06-</b>                      | <b>-129,9582</b> | <b>44,4971</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>01T20:11:30.610Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-06-01T06:52:41.340Z</b> | <b>-129,8114</b> | <b>44,4584</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-30T18:49:07.340Z</b> | <b>142,9722</b>  | <b>30,7856</b>  | <b>6,05</b>   | <b>6,2</b> |
| <b>2015-05-30T17:18:35.040Z</b> | <b>-173,3817</b> | <b>-15,7216</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-05-30T11:23:02.110Z</b> | <b>140,4931</b>  | <b>27,8386</b>  | <b>664,00</b> | <b>7,8</b> |
| <b>2015-05-29T08:40:13.230Z</b> | <b>99,9237</b>   | <b>-47,3578</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-05-29T07:00:09.000Z</b> | <b>-156,4300</b> | <b>56,5940</b>  | <b>72,60</b>  | <b>6,7</b> |
| <b>2015-05-26T23:41:40.800Z</b> | <b>-25,2138</b>  | <b>-58,7355</b> | <b>35,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-26T16:42:33.040Z</b> | <b>135,7341</b>  | <b>-0,3277</b>  | <b>15,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-26T10:32:03.350Z</b> | <b>-68,5076</b>  | <b>-22,0570</b> | <b>124,00</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-05-24T21:06:41.140Z</b> | <b>-26,4546</b>  | <b>-59,6530</b> | <b>34,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-24T14:38:59.510Z</b> | <b>-175,9627</b> | <b>-19,3933</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-05-24T04:53:23.630Z</b> | <b>-14,1708</b>  | <b>-16,8550</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2015-05-23T19:28:17.380Z</b> | <b>152,5914</b>  | <b>-4,7846</b>  | <b>31,84</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-05-22T23:59:33.770Z</b> | <b>163,2154</b>  | <b>-11,1093</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,8</b> |
| <b>2015-05-22T21:45:19.480Z</b> | <b>163,6959</b>  | <b>-11,0559</b> | <b>11,19</b>  | <b>6,9</b> |
| <b>2015-05-21T19:32:57.730Z</b> | <b>160,3336</b>  | <b>-9,8042</b>  | <b>5,00</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-</b>                 | <b>164,1694</b>  | <b>-10,8759</b> | <b>11,00</b>  | <b>6,8</b> |

|                                      |                  |                 |               |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>20T22:48:53.420Z</b>              |                  |                 |               |            |
| <b>2015-05-<br/>20T00:30:54.700Z</b> | <b>-175,5247</b> | <b>-19,3021</b> | <b>203,00</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2015-05-<br/>19T15:25:21.080Z</b> | <b>-132,1618</b> | <b>-54,3312</b> | <b>7,20</b>   | <b>6,7</b> |
| <b>2015-05-<br/>19T13:54:56.470Z</b> | <b>168,5853</b>  | <b>-18,6153</b> | <b>50,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-<br/>18T17:04:53.650Z</b> | <b>154,4418</b>  | <b>-7,1480</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-<br/>18T04:02:46.580Z</b> | <b>80,3254</b>   | <b>-41,5553</b> | <b>9,00</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-<br/>17T08:52:37.120Z</b> | <b>165,8102</b>  | <b>-12,0807</b> | <b>9,00</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2015-05-<br/>16T11:34:09.980Z</b> | <b>86,0734</b>   | <b>27,5603</b>  | <b>7,00</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-05-<br/>15T20:26:56.870Z</b> | <b>102,2191</b>  | <b>-2,5420</b>  | <b>151,00</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2015-05-<br/>12T21:12:58.890Z</b> | <b>142,0317</b>  | <b>38,9056</b>  | <b>35,00</b>  | <b>6,8</b> |
| <b>2015-05-<br/>12T07:36:54.490Z</b> | <b>86,1617</b>   | <b>27,6250</b>  | <b>15,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2015-05-<br/>12T07:17:20.640Z</b> | <b>86,2177</b>   | <b>27,7141</b>  | <b>13,01</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-05-<br/>12T07:05:19.730Z</b> | <b>86,0655</b>   | <b>27,8087</b>  | <b>15,00</b>  | <b>7,3</b> |
| <b>2015-05-<br/>10T21:25:46.440Z</b> | <b>142,0157</b>  | <b>31,2373</b>  | <b>6,00</b>   | <b>6,0</b> |
| <b>2015-05-<br/>10T00:50:18.580Z</b> | <b>-94,0135</b>  | <b>14,8388</b>  | <b>9,00</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2015-05-<br/>08T07:52:06.140Z</b> | <b>149,8228</b>  | <b>-6,1204</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-05-<br/>08T03:12:21.520Z</b> | <b>97,9026</b>   | <b>1,5404</b>   | <b>36,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-</b>                      | <b>154,5567</b>  | <b>-7,2175</b>  | <b>10,00</b>  | <b>7,1</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>07T07:10:19.590Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-05-05T20:53:20.980Z</b> | <b>67,2078</b>   | <b>-15,3785</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-05-05T08:16:58.450Z</b> | <b>152,2351</b>  | <b>-5,5289</b>  | <b>45,61</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-05T01:58:16.620Z</b> | <b>152,1638</b>  | <b>-5,4716</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-05-05T01:53:59.830Z</b> | <b>152,0278</b>  | <b>-5,3494</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-05-05T01:44:06.380Z</b> | <b>151,8751</b>  | <b>-5,4624</b>  | <b>55,00</b>  | <b>7,5</b> |
| <b>2015-05-04T12:24:08.150Z</b> | <b>154,2683</b>  | <b>-61,4428</b> | <b>14,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-04T02:29:11.420Z</b> | <b>168,8833</b>  | <b>-44,5226</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-05-03T23:40:56.660Z</b> | <b>151,9265</b>  | <b>-5,5385</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-05-03T22:35:07.600Z</b> | <b>151,8552</b>  | <b>-5,5228</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-05-03T22:32:39.010Z</b> | <b>151,6757</b>  | <b>-5,6314</b>  | <b>24,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-05-02T16:50:42.990Z</b> | <b>140,2130</b>  | <b>31,5293</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-05-01T08:06:52.250Z</b> | <b>151,8715</b>  | <b>-5,4912</b>  | <b>35,00</b>  | <b>6</b>   |
| <b>2015-05-01T08:06:03.480Z</b> | <b>151,7773</b>  | <b>-5,2005</b>  | <b>44,00</b>  | <b>6,8</b> |
| <b>2015-04-30T10:45:02.930Z</b> | <b>151,7706</b>  | <b>-5,3750</b>  | <b>31,00</b>  | <b>6,7</b> |
| <b>2015-04-30T10:19:08.200Z</b> | <b>-26,9077</b>  | <b>-60,3933</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-04-28T18:56:53.310Z</b> | <b>-95,0355</b>  | <b>17,1089</b>  | <b>111,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-04-</b>                 | <b>-178,6329</b> | <b>-20,8865</b> | <b>581,00</b> | <b>6,1</b> |

|                                      |                  |                 |              |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|------------|
| <b>28T16:39:39.190Z</b>              |                  |                 |              |            |
| <b>2015-04-<br/>26T23:35:29.730Z</b> | <b>-79,8322</b>  | <b>-8,3237</b>  | <b>22,00</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-04-<br/>26T07:09:10.670Z</b> | <b>86,0173</b>   | <b>27,7711</b>  | <b>22,91</b> | <b>6,7</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T09:17:02.310Z</b> | <b>87,3173</b>   | <b>28,3902</b>  | <b>10,00</b> | <b>5,7</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T06:56:33.860Z</b> | <b>85,7505</b>   | <b>27,8822</b>  | <b>10,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T06:45:21.320Z</b> | <b>84,8216</b>   | <b>28,2244</b>  | <b>10,00</b> | <b>6,6</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T06:18:10.870Z</b> | <b>86,0213</b>   | <b>27,6857</b>  | <b>10,00</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T06:15:22.910Z</b> | <b>85,5398</b>   | <b>27,6285</b>  | <b>10,00</b> | <b>6,1</b> |
| <b>2015-04-<br/>25T06:11:25.950Z</b> | <b>84,7314</b>   | <b>28,2305</b>  | <b>8,22</b>  | <b>7,8</b> |
| <b>2015-04-<br/>24T13:56:15.180Z</b> | <b>-130,7714</b> | <b>51,6148</b>  | <b>8,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-04-<br/>24T03:36:42.400Z</b> | <b>173,0066</b>  | <b>-42,0602</b> | <b>48,00</b> | <b>6,1</b> |
| <b>2015-04-<br/>22T22:57:15.650Z</b> | <b>166,4320</b>  | <b>-12,0390</b> | <b>72,00</b> | <b>6,2</b> |
| <b>2015-04-<br/>20T12:00:00.070Z</b> | <b>122,4532</b>  | <b>24,0471</b>  | <b>29,00</b> | <b>6,1</b> |
| <b>2015-04-<br/>20T11:45:13.440Z</b> | <b>122,4530</b>  | <b>24,0851</b>  | <b>29,00</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2015-04-<br/>20T09:05:34.120Z</b> | <b>102,4776</b>  | <b>-5,6841</b>  | <b>27,00</b> | <b>5,7</b> |
| <b>2015-04-<br/>20T01:42:58.380Z</b> | <b>122,3158</b>  | <b>24,2026</b>  | <b>29,00</b> | <b>6,4</b> |
| <b>2015-04-<br/>17T15:52:51.480Z</b> | <b>-178,6005</b> | <b>-15,8815</b> | <b>10,00</b> | <b>6,5</b> |
| <b>2015-04-</b>                      | <b>26,8235</b>   | <b>35,1891</b>  | <b>20,00</b> | <b>6,0</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>16T18:07:43.610Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-04-14T08:13:55.330Z</b> | <b>-173,3499</b> | <b>-15,1965</b> | <b>8,00</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2015-04-11T05:00:42.480Z</b> | <b>126,6945</b>  | <b>2,1173</b>   | <b>50,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-04-10T16:23:04.080Z</b> | <b>65,8580</b>   | <b>-13,7935</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-04-07T00:46:21.830Z</b> | <b>-173,2247</b> | <b>-15,1676</b> | <b>30,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2015-04-05T20:51:39.730Z</b> | <b>152,7221</b>  | <b>-5,5476</b>  | <b>8,00</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-04-03T21:17:54.770Z</b> | <b>147,7519</b>  | <b>-6,2934</b>  | <b>30,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-04-03T12:32:38.670Z</b> | <b>-176,3463</b> | <b>-23,0158</b> | <b>59,21</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-04-02T04:10:10.000Z</b> | <b>-178,5831</b> | <b>-17,8607</b> | <b>560,00</b> | <b>5,9</b> |
| <b>2015-04-01T11:06:35.790Z</b> | <b>-172,8346</b> | <b>-16,0213</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-31T12:18:24.200Z</b> | <b>152,4900</b>  | <b>-4,8946</b>  | <b>39,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-03-31T12:15:21.840Z</b> | <b>152,4751</b>  | <b>-4,9150</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-03-31T12:10:40.540Z</b> | <b>162,4863</b>  | <b>-10,9590</b> | <b>26,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-30T18:02:10.790Z</b> | <b>-172,8635</b> | <b>-15,4261</b> | <b>9,64</b>   | <b>5,8</b> |
| <b>2015-03-30T10:34:53.060Z</b> | <b>78,0903</b>   | <b>-39,2859</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-03-30T08:48:25.340Z</b> | <b>-173,0293</b> | <b>-15,4994</b> | <b>11,00</b>  | <b>6,5</b> |
| <b>2015-03-30T08:18:01.340Z</b> | <b>-172,9409</b> | <b>-15,3920</b> | <b>14,54</b>  | <b>6,4</b> |
| <b>2015-03-</b>                 | <b>-173,0490</b> | <b>-15,4296</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>30T07:56:53.230Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-03-30T00:15:31.410Z</b> | <b>152,6038</b>  | <b>-5,2049</b>  | <b>42,05</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-03-29T23:48:31.010Z</b> | <b>152,5623</b>  | <b>-4,7294</b>  | <b>41,00</b>  | <b>7,5</b> |
| <b>2015-03-29T07:50:54.290Z</b> | <b>126,4846</b>  | <b>1,6535</b>   | <b>45,05</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-28T22:28:50.780Z</b> | <b>121,9895</b>  | <b>0,4002</b>   | <b>118,00</b> | <b>5,9</b> |
| <b>2015-03-28T19:16:33.120Z</b> | <b>176,7927</b>  | <b>-18,2822</b> | <b>8,00</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-28T16:36:53.850Z</b> | <b>-68,6175</b>  | <b>-22,2167</b> | <b>112,00</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-27T21:59:39.270Z</b> | <b>-77,5836</b>  | <b>-1,2012</b>  | <b>195,03</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-23T10:13:50.880Z</b> | <b>121,7500</b>  | <b>23,7235</b>  | <b>35,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-23T04:51:38.010Z</b> | <b>-69,1663</b>  | <b>-18,3534</b> | <b>130,00</b> | <b>6,4</b> |
| <b>2015-03-22T05:56:22.370Z</b> | <b>145,7186</b>  | <b>13,2251</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-20T15:42:52.380Z</b> | <b>154,8778</b>  | <b>-4,7852</b>  | <b>23,96</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-18T18:27:29.500Z</b> | <b>-73,5219</b>  | <b>-36,1167</b> | <b>13,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-03-17T22:12:28.940Z</b> | <b>126,5217</b>  | <b>1,6686</b>   | <b>44,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-03-17T20:16:19.080Z</b> | <b>-178,5653</b> | <b>-17,8236</b> | <b>555,93</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-16T03:00:05.950Z</b> | <b>152,0288</b>  | <b>-4,0737</b>  | <b>196,00</b> | <b>5,9</b> |
| <b>2015-03-15T23:17:16.910Z</b> | <b>122,3067</b>  | <b>-0,5409</b>  | <b>31,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2015-03-</b>                 | <b>146,4233</b>  | <b>18,7532</b>  | <b>46,00</b>  | <b>5,8</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>15T04:47:19.970Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2015-03-15T02:17:07.850Z</b> | <b>-176,3784</b> | <b>-22,2789</b> | <b>112,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-10T20:55:44.370Z</b> | <b>-72,9875</b>  | <b>6,7757</b>   | <b>155,00</b> | <b>6,2</b> |
| <b>2015-03-09T02:48:45.580Z</b> | <b>-82,6541</b>  | <b>6,5308</b>   | <b>11,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-03-07T22:18:57.500Z</b> | <b>151,7342</b>  | <b>-6,5331</b>  | <b>22,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-07T13:18:23.960Z</b> | <b>-173,2900</b> | <b>50,5075</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-03-06T08:22:18.960Z</b> | <b>80,6046</b>   | <b>-41,3157</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2015-03-03T10:37:30.050Z</b> | <b>98,7161</b>   | <b>-0,7789</b>  | <b>28,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2015-03-02T02:50:47.880Z</b> | <b>-150,6522</b> | <b>-59,561</b>  | <b>13,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-01T08:30:03.030Z</b> | <b>-90,9992</b>  | <b>13,4392</b>  | <b>20,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-03-01T03:32:33.780Z</b> | <b>124,4702</b>  | <b>0,0241</b>   | <b>62,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-02-27T16:24:50.560Z</b> | <b>145,8303</b>  | <b>16,9041</b>  | <b>20,09</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-02-27T13:45:05.370Z</b> | <b>122,5348</b>  | <b>-7,2968</b>  | <b>552,06</b> | <b>7,0</b> |
| <b>2015-02-25T07:01:00.930Z</b> | <b>141,8201</b>  | <b>31,0659</b>  | <b>9,00</b>   | <b>5,9</b> |
| <b>2015-02-25T01:31:41.500Z</b> | <b>119,8398</b>  | <b>6,0816</b>   | <b>9,00</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-02-24T02:28:54.090Z</b> | <b>143,1982</b>  | <b>39,6546</b>  | <b>20,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-02-22T14:23:12.720Z</b> | <b>-106,8480</b> | <b>18,6766</b>  | <b>5,00</b>   | <b>6,2</b> |
| <b>2015-02-</b>                 | <b>-76,5012</b>  | <b>2,7299</b>   | <b>149,00</b> | <b>5,5</b> |

|                                      |                  |                 |               |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>22T12:56:24.400Z</b>              |                  |                 |               |            |
| <b>2015-02-<br/>21T10:13:53.290Z</b> | <b>143,4861</b>  | <b>39,8185</b>  | <b>7,00</b>   | <b>6,0</b> |
| <b>2015-02-<br/>20T04:25:23.380Z</b> | <b>143,5871</b>  | <b>39,8244</b>  | <b>10,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-02-<br/>19T13:18:32.810Z</b> | <b>168,1483</b>  | <b>-16,4311</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,4</b> |
| <b>2015-02-<br/>19T10:24:03.570Z</b> | <b>159,3522</b>  | <b>-53,4419</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>18T09:32:26.770Z</b> | <b>164,1216</b>  | <b>-10,7598</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2015-02-<br/>18T01:16:17.570Z</b> | <b>-103,0536</b> | <b>8,2850</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>18T00:48:28.890Z</b> | <b>-103,1590</b> | <b>8,3227</b>   | <b>5,00</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>17T16:33:21.280Z</b> | <b>143,5829</b>  | <b>39,5696</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>17T04:46:38.940Z</b> | <b>141,8914</b>  | <b>40,1095</b>  | <b>47,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>16T23:06:28.270Z</b> | <b>142,8808</b>  | <b>39,8558</b>  | <b>23,00</b>  | <b>6,7</b> |
| <b>2015-02-<br/>16T22:00:53.590Z</b> | <b>-28,2591</b>  | <b>-55,5200</b> | <b>13,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-02-<br/>13T20:06:32.330Z</b> | <b>121,4270</b>  | <b>22,6374</b>  | <b>30,00</b>  | <b>6,2</b> |
| <b>2015-02-<br/>13T18:59:12.230Z</b> | <b>-31,9016</b>  | <b>52,6487</b>  | <b>16,68</b>  | <b>7,1</b> |
| <b>2015-02-<br/>12T15:50:59.880Z</b> | <b>-105,7405</b> | <b>19,3552</b>  | <b>41,67</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-<br/>11T21:29:24.580Z</b> | <b>-179,6010</b> | <b>-65,5984</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2015-02-<br/>11T18:57:22.460Z</b> | <b>-66,6880</b>  | <b>-23,1125</b> | <b>223,00</b> | <b>6,7</b> |
| <b>2015-02-</b>                      | <b>-66,7204</b>  | <b>-23,5605</b> | <b>202,49</b> | <b>5,5</b> |

|                                 |                                |                 |               |            |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>11T13:01:15.810Z</b>         |                                |                 |               |            |
| <b>2015-02-08T15:09:08.950Z</b> | <b>119,3699</b>                | <b>-2,4318</b>  | <b>37,28</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-02-05T04:40:51.480Z</b> | <b>-82,6217</b>                | <b>5,2220</b>   | <b>3,95</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-02-04T08:20:43.610Z</b> | <b>-175,8779</b>               | <b>-25,7381</b> | <b>19,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-03T07:16:53.890Z</b> | <b>-168,6035</b>               | <b>52,2224</b>  | <b>14,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-02-02T10:49:48.530Z</b> | <b>-67,1231</b>                | <b>-32,7183</b> | <b>172,00</b> | <b>6,3</b> |
| <b>2015-02-02T08:25:48.510Z</b> | <b>145,2141</b>                | <b>-1,5390</b>  | <b>14,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-02-01T20:02:20.730Z</b> | <b>-8,1198</b>                 | <b>-49,3181</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-02-01T13:34:02.980Z</b> | <b>170,2648</b>                | <b>-21,2735</b> | <b>7,64</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-02-01T11:41:46.490Z</b> | <b>166,7543</b>                | <b>-12,3801</b> | <b>176,66</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-31T12:29:30.620Z</b> | <b>147,1244</b>                | <b>15,2410</b>  | <b>5,00</b>   | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-30T17:57:56.440Z</b> | <b>170,1580</b>                | <b>-21,2452</b> | <b>7,08</b>   | <b>6,0</b> |
| <b>2015-01-29T03:49:35.190Z</b> | <b>-174,1710</b>               | <b>-19,2852</b> | <b>39,77</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-28T21:08:53.710Z</b> | <b>-</b><br><b>124,6066667</b> | <b>40,3178</b>  | <b>17,17</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-01-28T02:43:19.350Z</b> | <b>-178,3032</b>               | <b>-20,9665</b> | <b>484,12</b> | <b>6,2</b> |
| <b>2015-01-27T00:53:19.120Z</b> | <b>97,2402</b>                 | <b>1,3368</b>   | <b>12,58</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-01-26T17:44:52.680Z</b> | <b>-136,7703</b>               | <b>-54,6751</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-</b>                 | <b>168,5200</b>                | <b>-17,0309</b> | <b>219,96</b> | <b>6,8</b> |

|                                      |                  |                 |               |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>23T03:47:27.050Z</b>              |                  |                 |               |            |
| <b>2015-01-<br/>21T20:08:33.600Z</b> | <b>146,3279</b>  | <b>-5,6549</b>  | <b>49,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-01-<br/>20T06:59:52.020Z</b> | <b>-91,4588</b>  | <b>14,9801</b>  | <b>154,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>19T17:19:45.650Z</b> | <b>119,7571</b>  | <b>4,6079</b>   | <b>11,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>18T23:13:36.680Z</b> | <b>-105,7571</b> | <b>-35,4555</b> | <b>8,32</b>   | <b>5,7</b> |
| <b>2015-01-<br/>18T04:47:38.080Z</b> | <b>179,5780</b>  | <b>51,9238</b>  | <b>102,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>17T23:39:51.870Z</b> | <b>131,8634</b>  | <b>-5,7726</b>  | <b>56,76</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>17T18:41:42.770Z</b> | <b>-63,1461</b>  | <b>-22,237</b>  | <b>557,17</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-<br/>12T20:25:14.170Z</b> | <b>133,9223</b>  | <b>-5,5870</b>  | <b>20,91</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-<br/>12T07:57:27.070Z</b> | <b>-93,3808</b>  | <b>15,4767</b>  | <b>75,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>10T19:32:00.320Z</b> | <b>120,2456</b>  | <b>14,7709</b>  | <b>59,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2015-01-<br/>10T17:55:02.630Z</b> | <b>-68,5339</b>  | <b>-21,6328</b> | <b>108,78</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>10T02:05:46.270Z</b> | <b>68,3613</b>   | <b>-5,6550</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-<br/>08T14:56:30.710Z</b> | <b>161,3346</b>  | <b>-61,6118</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2015-01-<br/>07T05:07:07.510Z</b> | <b>-82,6576</b>  | <b>5,9045</b>   | <b>8,00</b>   | <b>6,5</b> |
| <b>2015-01-<br/>06T22:09:13.250Z</b> | <b>163,2446</b>  | <b>55,2049</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-<br/>05T17:48:42.490Z</b> | <b>171,2364</b>  | <b>-43,0546</b> | <b>8,06</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2015-01-</b>                      | <b>60,3653</b>   | <b>6,5739</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>02T08:21:55.900Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2014-12-31T09:26:22.450Z</b> | <b>120,6673</b>  | <b>13,7483</b>  | <b>110,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2014-12-31T01:37:33.930Z</b> | <b>144,0020</b>  | <b>-4,4378</b>  | <b>123,00</b> | <b>5,8</b> |
| <b>2014-12-30T21:17:23.920Z</b> | <b>-178,5639</b> | <b>-20,3263</b> | <b>599,28</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2014-12-29T17:41:49.470Z</b> | <b>-24,8509</b>  | <b>-56,6590</b> | <b>19,03</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-29T09:29:37.390Z</b> | <b>121,5213</b>  | <b>8,6341</b>   | <b>8,00</b>   | <b>6,1</b> |
| <b>2014-12-27T18:53:47.210Z</b> | <b>-179,4900</b> | <b>-17,9261</b> | <b>621,76</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2014-12-26T23:52:15.160Z</b> | <b>-82,3463</b>  | <b>6,5189</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-12-24T01:58:01.740Z</b> | <b>147,3360</b>  | <b>-56,3945</b> | <b>4,00</b>   | <b>5,9</b> |
| <b>2014-12-24T01:19:38.840Z</b> | <b>147,2567</b>  | <b>-56,3004</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-12-22T07:19:41.230Z</b> | <b>-146,0942</b> | <b>-54,1054</b> | <b>14,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2014-12-21T11:34:13.570Z</b> | <b>126,6483</b>  | <b>2,0892</b>   | <b>41,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2014-12-20T09:29:57.490Z</b> | <b>141,5534</b>  | <b>37,4017</b>  | <b>31,31</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-12-19T19:49:30.080Z</b> | <b>-61,8091</b>  | <b>16,1951</b>  | <b>118,07</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-18T20:10:53.410Z</b> | <b>-25,3698</b>  | <b>-56,6279</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-12-17T06:10:05.700Z</b> | <b>100,1432</b>  | <b>-3,8295</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-12-12T20:22:35.350Z</b> | <b>-176,4443</b> | <b>-18,9043</b> | <b>316,37</b> | <b>5,8</b> |
| <b>2014-12-</b>                 | <b>-25,4248</b>  | <b>-56,7511</b> | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |

|                                 |                 |                 |               |            |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>11T13:53:29.350Z</b>         |                 |                 |               |            |
| <b>2014-12-10T21:03:39.260Z</b> | <b>122,4503</b> | <b>25,5403</b>  | <b>256,00</b> | <b>6,1</b> |
| <b>2014-12-09T03:09:22.520Z</b> | <b>126,2320</b> | <b>1,5378</b>   | <b>40,71</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2014-12-08T09:52:04.220Z</b> | <b>158,0836</b> | <b>50,3161</b>  | <b>47,13</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-08T08:54:52.520Z</b> | <b>-82,6865</b> | <b>7,9401</b>   | <b>20,00</b>  | <b>6,6</b> |
| <b>2014-12-07T21:16:35.740Z</b> | <b>-91,4731</b> | <b>13,6717</b>  | <b>32,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2014-12-07T12:11:31.220Z</b> | <b>-91,3822</b> | <b>13,7465</b>  | <b>28,00</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-12-07T03:30:01.800Z</b> | <b>154,2587</b> | <b>-6,4606</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-07T01:22:02.180Z</b> | <b>154,4603</b> | <b>-6,5108</b>  | <b>23,00</b>  | <b>6,6</b> |
| <b>2014-12-06T22:05:10.730Z</b> | <b>130,4829</b> | <b>-6,1100</b>  | <b>116,00</b> | <b>6,0</b> |
| <b>2014-12-06T17:21:49.020Z</b> | <b>-82,7339</b> | <b>7,9824</b>   | <b>15,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2014-12-06T10:20:01.520Z</b> | <b>100,5330</b> | <b>23,3577</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-05T18:43:46.290Z</b> | <b>100,4736</b> | <b>23,3363</b>  | <b>11,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-12-03T00:27:04.430Z</b> | <b>122,4230</b> | <b>-2,9324</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-12-02T05:11:31.000Z</b> | <b>123,1261</b> | <b>6,1572</b>   | <b>614,00</b> | <b>6,6</b> |
| <b>2014-12-01T13:04:24.470Z</b> | <b>164,4453</b> | <b>-48,8526</b> | <b>21,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2014-11-29T19:40:10.610Z</b> | <b>127,0084</b> | <b>2,3835</b>   | <b>37,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2014-11-</b>                 | <b>61,3810</b>  | <b>5,7314</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,6</b> |

|                                      |                  |                 |               |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>29T13:05:08.540Z</b>              |                  |                 |               |            |
| <b>2014-11-<br/>26T14:49:49.610Z</b> | <b>126,4582</b>  | <b>1,8122</b>   | <b>30,39</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>26T14:33:43.640Z</b> | <b>126,5751</b>  | <b>1,9604</b>   | <b>39,00</b>  | <b>6,8</b> |
| <b>2014-11-<br/>25T15:19:08.050Z</b> | <b>101,7618</b>  | <b>30,1884</b>  | <b>9,00</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>24T21:02:19.460Z</b> | <b>154,9618</b>  | <b>-5,9626</b>  | <b>170,00</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>22T19:14:16.370Z</b> | <b>27,1505</b>   | <b>45,8977</b>  | <b>32,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>22T13:08:18.420Z</b> | <b>137,8875</b>  | <b>36,6408</b>  | <b>9,00</b>   | <b>6,2</b> |
| <b>2014-11-<br/>22T08:55:26.580Z</b> | <b>101,7374</b>  | <b>30,3398</b>  | <b>9,00</b>   | <b>5,9</b> |
| <b>2014-11-<br/>21T10:10:19.630Z</b> | <b>127,0562</b>  | <b>2,2999</b>   | <b>35,00</b>  | <b>6,5</b> |
| <b>2014-11-<br/>21T03:29:11.390Z</b> | <b>120,0724</b>  | <b>20,6545</b>  | <b>4,00</b>   | <b>5,8</b> |
| <b>2014-11-<br/>20T18:14:37.790Z</b> | <b>93,5148</b>   | <b>23,5081</b>  | <b>49,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>20T01:51:42.180Z</b> | <b>141,6082</b>  | <b>37,3226</b>  | <b>32,00</b>  | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>18T04:47:16.630Z</b> | <b>126,4751</b>  | <b>1,8693</b>   | <b>30,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2014-11-<br/>18T03:25:37.490Z</b> | <b>94,3590</b>   | <b>7,4840</b>   | <b>6,61</b>   | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-<br/>17T16:52:46.850Z</b> | <b>33,8037</b>   | <b>-46,3484</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,1</b> |
| <b>2014-11-<br/>17T11:27:06.980Z</b> | <b>-102,1971</b> | <b>-36,0008</b> | <b>19,08</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-<br/>17T01:05:57.680Z</b> | <b>155,1391</b>  | <b>-9,5484</b>  | <b>10,00</b>  | <b>5,8</b> |
| <b>2014-11-</b>                      | <b>179,6621</b>  | <b>-37,6478</b> | <b>22,00</b>  | <b>6,7</b> |

|                                 |                  |                 |               |            |
|---------------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|
| <b>16T22:33:20.450Z</b>         |                  |                 |               |            |
| <b>2014-11-15T09:47:57.850Z</b> | <b>126,5628</b>  | <b>1,7859</b>   | <b>35,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-15T03:08:04.590Z</b> | <b>123,8891</b>  | <b>-0,1448</b>  | <b>90,28</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-11-15T02:34:59.790Z</b> | <b>126,2983</b>  | <b>1,6728</b>   | <b>44,94</b>  | <b>5,9</b> |
| <b>2014-11-15T02:31:41.720Z</b> | <b>126,5217</b>  | <b>1,8929</b>   | <b>45,00</b>  | <b>7,1</b> |
| <b>2014-11-13T12:21:06.120Z</b> | <b>169,1149</b>  | <b>-18,4981</b> | <b>211,00</b> | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-13T10:24:18.270Z</b> | <b>173,0845</b>  | <b>-15,2155</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2014-11-12T11:16:46.510Z</b> | <b>-85,3828</b>  | <b>1,1343</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-10T21:38:00.830Z</b> | <b>-177,8549</b> | <b>-30,0426</b> | <b>29,00</b>  | <b>5,7</b> |
| <b>2014-11-10T11:38:59.000Z</b> | <b>-68,7250</b>  | <b>-21,6310</b> | <b>111,30</b> | <b>5,6</b> |
| <b>2014-11-10T10:04:21.150Z</b> | <b>171,4529</b>  | <b>-22,7730</b> | <b>7,00</b>   | <b>5,9</b> |
| <b>2014-11-07T03:33:55.280Z</b> | <b>148,2315</b>  | <b>-5,9873</b>  | <b>53,19</b>  | <b>6,6</b> |
| <b>2014-11-07T00:20:47.170Z</b> | <b>95,0654</b>   | <b>4,7800</b>   | <b>39,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-03T08:48:29.740Z</b> | <b>79,9602</b>   | <b>-41,7317</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,3</b> |
| <b>2014-11-03T08:23:53.650Z</b> | <b>-32,6801</b>  | <b>4,6657</b>   | <b>10,00</b>  | <b>5,5</b> |
| <b>2014-11-02T17:17:04.410Z</b> | <b>154,2778</b>  | <b>-61,2203</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |
| <b>2014-11-01T18:57:22.380Z</b> | <b>-177,7587</b> | <b>-19,6903</b> | <b>434,00</b> | <b>7,1</b> |
| <b>2014-11-</b>                 | <b>-111,2436</b> | <b>-31,8520</b> | <b>10,00</b>  | <b>6,0</b> |

|                                      |                  |                 |              |            |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|------------|
| <b>01T10:59:54.610Z</b>              |                  |                 |              |            |
| <b>2014-11-<br/>01T10:05:43.540Z</b> | <b>-111,1070</b> | <b>-31,9202</b> | <b>10,00</b> | <b>5,8</b> |



# Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

# Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

# Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2017 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

**<http://www.ingv.it>**



**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**