

Rapporti tecnici

INGV

**Aggiornamento tecnologico del
sistema di acquisizione degli
Osservatori sismologici permanenti
in Antartide presso basi italiane**

134



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DEL SISTEMA DI ACQUISIZIONE DEGLI OSSERVATORI SISMOLOGICI PERMANENTI IN ANTARTIDE PRESSO BASI ITALIANE

Diego Sorrentino, Eleonora A. Panetta, Lucio Badiali, Francesca Caprara, Pietro Ficeli,
Melissa Mendicino, Massimiliano Rossi, Manuela Sbarra, Francesco Zanolin

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti - Servizi Informatici e Reti)

134

Indice

Introduzione	5
1. Obiettivi.....	6
1.1. Progettazione.....	6
1.2. Risorse a disposizione	6
1.2.1. Mario Zucchelli Station.....	6
1.2.2. Concordia Base.....	6
2. Migrazione della tipologia di comunicazione.....	7
2.1. Mario Zucchelli Station.....	7
2.2. Concordia Base.....	8
3. Nuovi server di acquisizione.....	11
3.1. Migrazione della tipologia di comunicazione.....	11
3.2. Ridondanza dei dati.....	12
3.3. Produzione di sismogrammi in quasi real-time	12
3.4. Divulgazione delle informazioni	14

Introduzione

La prima stazione sismica italiana in Antartide denominata TNV è stata installata nel 1989 presso la base italiana di Baia Terranova (rinominata in seguito Mario Zucchelli Station, MZS , in ricordo del fondatore del progetto Italia in Antartide), per un funzionamento con presidio umano.

Successivamente, si è evoluta in una stazione telecontrollata autonoma, in grado di acquisire dati in continuo, anche durante il periodo invernale, e l'elevata importanza scientifica della stazione ha portato il Progetto Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) ad investire ulteriormente nel progetto installando un secondo osservatorio sismico permanente nella base italo-francese Concordia base (CCD, ConCorDia, chiamata anche Dome C), di recente costruzione.

Queste due stazioni contribuiscono con i loro dati alla copertura dell'Antartide, un continente tuttora assai poco studiato per difficoltà logistiche ed ambientali colmando una lacuna nella distribuzione globale di sismometri di alta qualità.

I principali obiettivi scientifici sono la prosecuzione della raccolta continua ed ininterrotta delle serie storiche dei dati sismici, propedeutica e finalizzata agli studi di sismicità locale, regionale e globale, agli studi di struttura della litosfera della placca antartica, agli studi sulla struttura elastica del mantello inferiore e del nucleo della terra, ed alla formulazione di modelli globali di struttura profonda della terra¹.

Tanto a Mario Zucchelli Station quanto a Concordia base, gli osservatori sismologici operano in maniera permanente, vale a dire nel corso dell'intero anno solare.

L'evoluzione del sistema di acquisizione, dalla sua prima installazione a oggi, è documentata nei vari Rapporti di Campagna² del PNRA².

A Mario Zucchelli Station , la strumentazione sismica si trova all'interno di un tunnel di 8 metri scavato nella roccia sul fianco di una collina e dista circa 900 metri dalla base. Diverse linee dati collegano il tunnel dei sismometri (noto come "Grotta Sismica") al PAT Strumentazione, dove i dati vengono registrati su computer. La "Grotta Sismica" è divisa in 3 locali: i sensori sismici sono ospitati nell'ultimo vano, mentre in quello precedente ci sono gli acquisitori. La suddivisione in 3 ambienti è stata effettuata perché in questo modo la grotta rimane isolata, mantenuta in condizioni costanti di pressione e temperatura e protetta dai rumori. La strumentazione si compone dei più avanzati sensori ed acquisitori Very Broad Band attualmente disponibili, a tre componenti (Streckeisen STS-1, Streckeisen STS-2 e Guralp GMT-3) collegati ad acquisitori a 24-bit Quanterra Q4126GD-4/E16 e Q680, tutti a sei canali, con una dinamica di circa 144 dB.. La digitalizzazione è fatta a 100, 20, 1, 0.1 campioni al secondo mentre la temporizzazione dei segnali, molto accurata, è fornita da ricevitori GPS.

Dal 2005 è operativa anche la stazione sismografica di Concordia base che, per via della sua posizione all'interno del continente e distante dal mare, rappresenta un importante vantaggio dal punto di vista sismologico, in quanto è un sito estremamente silenzioso. L'osservatorio sismologico di Concordia base è stato ottimizzato attraverso una serie di misure preliminari effettuate nel corso delle campagne estive condotte tra il 2001 ed il 2004. Attualmente, il sito di Concordia base è caratterizzato da due differenti sistemi di acquisizione, costituiti da due sensori sismici Streckeisen STS-2, collegati a due acquisitori Quanterra Q330 e Q4128, ospitati 12 metri sotto il livello campagna all'interno del ghiaccio³.

¹ <http://mzs.rm.ingv.it/>

² http://www.pnra.it/biblioteca/rapporti_campagna.htm

² Programma Nazionale di Ricerche in Antartide
<http://www.pnra.it>

³ <http://case.u-strasbg.fr/index-ccd.html>

1. Obiettivi

Le stazioni sismiche di acquisizione permanenti in Antartide, seppur correttamente funzionanti, richiedono annuali interventi di manutenzione degli apparati e aggiornamenti di tipo tecnologico. L'infrastruttura è tuttavia ormai datata [Romeo and Morelli, 1996]. Le modifiche apportate, e qui trattate, si sono rese necessarie per ottenere dai siti informazioni sempre corrette, senza interruzioni e più facilmente fruibili per l'utente finale oltre alla possibilità di manutenzione e controllo semplificata che la situazione polare richiede. La riprogettazione ha riguardato il sistema di trasmissione e acquisizione dati in entrambe le basi antartiche che sono state dunque finalmente normalizzate e armonizzate.

Per la realizzazione del progetto si è fatto uso della base di conoscenze e dell'esperienza dei Servizi Informatici e Reti dell'INGV di Roma

1.1. Progettazione

Al momento della riprogettazione si è deciso di seguire le seguenti specifiche:

- l'acquisizione deve essere migrata da linea seriale a comunicazione di tipo ethernet;
- il sistema di memorizzazione su nastro non è sufficientemente affidabile e necessita di un sistema ridondato di salvataggio dati;
- tale sistema ridondato di salvataggio dati deve prevedere un sistema interno di alta affidabilità;
- dalla base deve essere possibile controllare in quasi real-time lo stato dell'acquisizione.

Tutte le operazioni dovranno necessariamente essere svolte sugli osservatori permanenti presenti in entrambe le basi per ottenere un sistema omogeneo di semplice gestione.

1.2. Risorse a disposizione

Tra la XXII e la XXIV spedizione antartica⁴ è stata installata e configurata la strumentazione informatica come qui sotto presentato.

1.2.1. Mario Zucchelli Station

- riconfigurati due acquisitori Quanterra, ognuno connesso ad un sensore sismico, STS-1 e STS-2;
- riconfigurata una workstation SUN come sistema di acquisizione primario;
- installato un PC desktop Dell come sistema di acquisizione secondario;
- per la trasmissione dati si è continuato ad utilizzare la linea telefonica con modem HDSL⁵, utilizzato per connettere la grotta sismica con il PAT strumentazione.

1.2.2. Concordia Base

- riconfigurato un acquisitore Quanterra, connesso al sensore Trillim 240;
- riconfigurata una workstation SUN come sistema di acquisizione primario;
- installato un portatile IBM come sistema di acquisizione secondario;
- per la trasmissione dati si è sostituito il precedente canale wireless con una più veloce e stabile connessione *fiber channel*, utilizzata per connettere lo shelter sismico con la base.

Per armonizzare il sistema sono stati acquistati recentemente 4 server ECK-1000, a basso consumo, da installare e configurare a coppie in ciascuna base.

⁴ Rapporti di campagna delle spedizioni

http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA06-07.pdf

http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA07-08.pdf

http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA08-09.pdf

⁵ **HDSL** (acronimo inglese di *High data rate Digital Subscriber Line*) è la prima tecnologia della famiglia xDSL, nata 30 anni fa per potenziare la velocità delle connessioni Internet su tradizionale doppino telefonico (due fili di rame).

2. Migrazione della tipologia di comunicazione

Il sistema di acquisizione era preparato per inviare i dati sismici via linea seriale ad una e una sola macchina presente in base e direttamente cablata con l'acquisitore, rendendo il sistema chiuso solo a quella soluzione. Inoltre per poter effettuare lavori di manutenzione direttamente dalla base, senza quindi dover rimanere dentro la stazione sismica per tutto il tempo dell'operazione, era necessario scollegare dall'acquisitore il cavo seriale dalla porta di invio dati e ricablarlo sulla linea dedicata di amministrazione, mentre in base era necessario scollegare il cavo dal sistema di acquisizione remoto per ricablarlo all'ingresso del personal computer da cui si desiderava operare.

Per poter ovviare a queste problematiche è stato necessario un intervento sulla configurazione del sistema di acquisizione, rimuovendo la trasmissione dati via linea seriale e passando tutto il sistema via ethernet, indicando la coppia indirizzoIP:porta dei vari server in acquisizione.

Nel particolare, le modifiche applicate ai sistemi di acquisizione sono state:

2.1. Mario Zucchelli Station

Al file /h0/MSHEAR/CFG/STATIONS/FACTORY/ing/key dell'acquisitore Q4124 direttamente connesso allo sensore STS-1 sono state aggiunte le seguenti istruzioni:

```
$DEST_IP PRI;SEC
dss_port 36004
i1-net 192.107.99
i1-host 149
p1 35004
i2-net 192.107.99
i2-host 169
p2 37004
p3 39004
```

che indicano al sistema di utilizzare la trasmissione ethernet primaria e secondaria (una per ognuno dei due server di acquisizione), l'indirizzo-IP, nella forma `iX-net.iX-host` del server e la `pX` porta in ascolto per l'acquisizione. Contestualmente sono state rimosse le istruzioni:

```
$DEST_SX
u2 no
```

che indicano di non utilizzare la trasmissione seriale e comunicazioni con protocollo TCP, anziché il protocollo UDP, predefinito, per il server di acquisizione secondario (Figura 1).

Analogamente è stato modificato il file di configurazione sul Q4124 connesso al sensore STS-2, aggiungendo le istruzioni:

```
$DEST_IP PRI;SEC
dss_port 36004
i1-net 192.107.99
i1-host 169
p1 35004
i2-net 192.107.99
i2-host 149
p2 37004
p3 39004
```

e rimuovendo:

```
$DEST_SX
u1 no
```

Da notare l'inversione dei due server in acquisizione per avere due sistemi separati, con acquisizioni indipendenti ma al tempo stesso ridondati alla fonte.

2.2. Concordia Base

Sul Q4124 attivo nella base italo-francese di Concordia sono state apportate le medesime modifiche adeguando l'indirizzamento alla rete esistente:

```
$DEST_IP PRI;SEC  
dss_port 36004  
i1-net 10.10.9  
i1-host 1  
p1 35004  
i2-net 10.10.9  
i2-host 4  
p2 37004  
p3 39004
```

e rimuovendo:

```
$DEST_SX  
u2 no
```

Il nuovo schema di connessione è mostrato in Figura 2.

Convertendo il sistema di trasmissione dati si è automaticamente eliminato il problema della blindatura della connessione, attivando un sistema remoto e ridondato di memorizzazione dati.

La connessione via ethernet inoltre consente la manutenzione ordinaria del sistema da remoto, mentre per operazioni straordinarie è stato possibile reimpiegare il collegamento seriale appena dismesso.

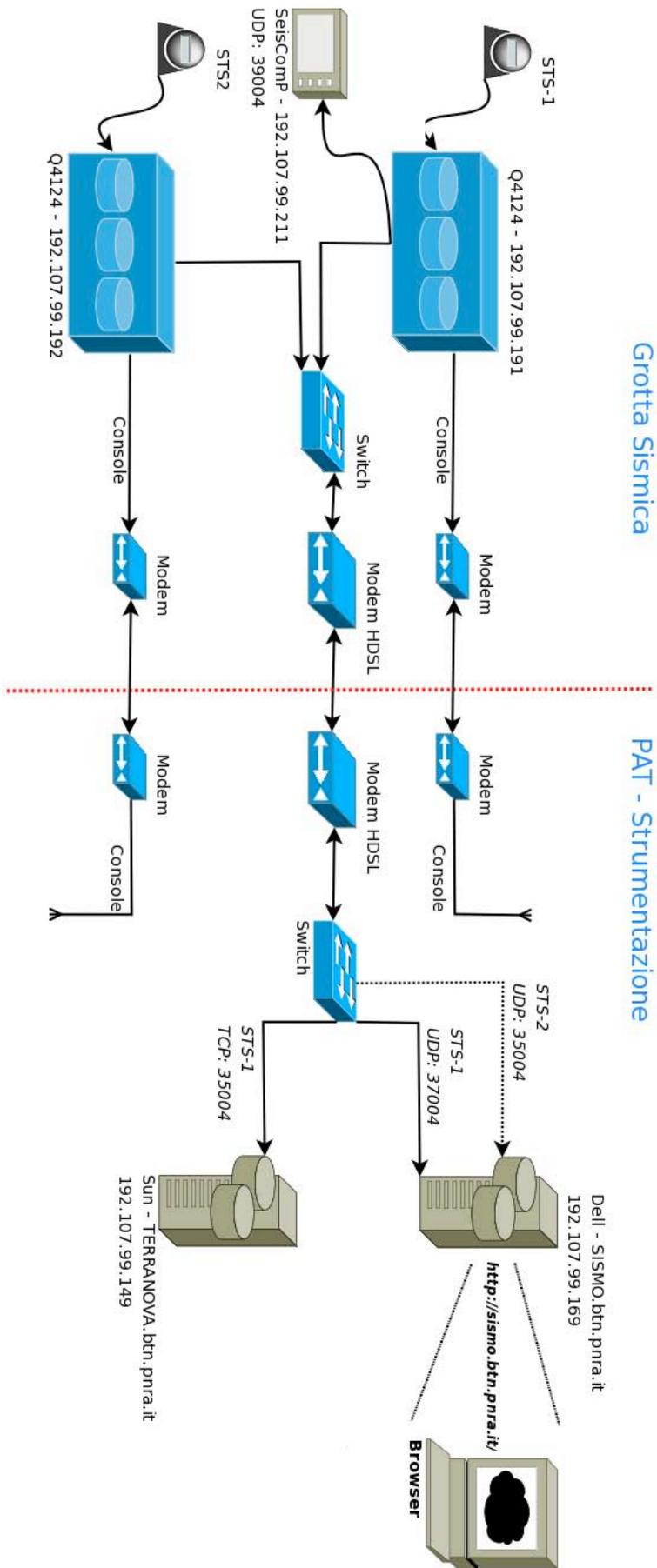


Figura 1. Nuovo schema di comunicazione tra la stazione sismica e PAT Strumentazione a Mario Zucchelli Station.

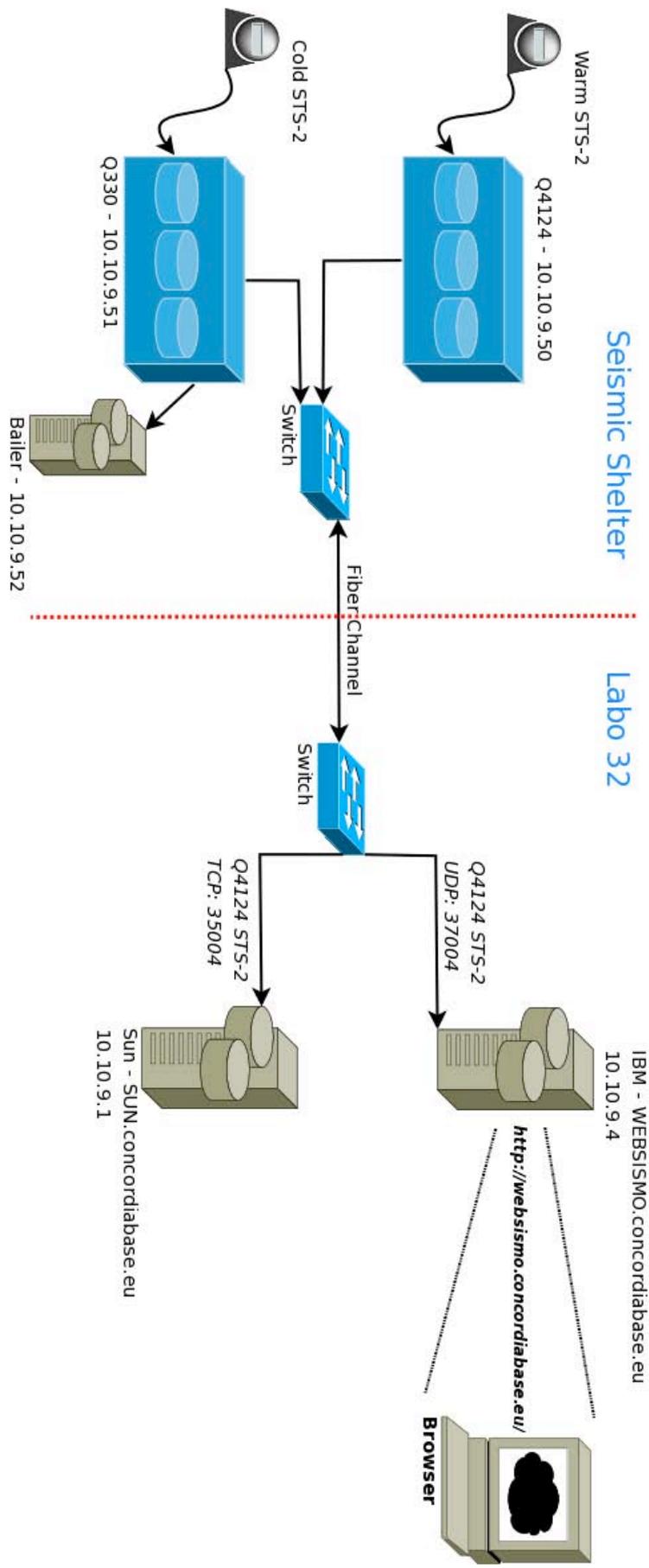


Figura 2. Nuovo schema di comunicazione tra lo shelter sismico e Concordia base.

3. Nuovi server di acquisizione

In entrambe le basi sono state riutilizzate le macchine del gruppo già presenti, cambiando la loro destinazione originale.

È stato aggiunto in entrambe le basi un server per la ridondanza, un PC Dell a MZS e un portatile IBM a Concordia.

I due nuovi server sono stati reinizializzati installando GNU/Linux Slackware⁶, una tra le più solide distribuzioni attualmente presenti, e l'ultima versione del software di acquisizione SeisComP⁷, comprensiva di tutti i moduli presenti.

Nella base Concordia si è provveduto ad installare un piccolo sistema di acquisizione in un ambiente fisicamente separato dall'intera infrastruttura di rete (Figura 3) e protetto da UPS.



Figura 3. Sistema di acquisizione a Concordia base.

3.1. Migrazione della tipologia di comunicazione

Con la nuova tipologia di trasmissione è stato necessario riconfigurare le workstation SUN per accettare dati via ethernet.

Dal file `/home/datalog/comserv/config/etc/TNV/station.ini` sono state rimosse le istruzioni seguenti, per l'attivazione e il controllo della linea seriale:

```
port=/dev/ttya
baud=9600
parity=no
```

⁶ <http://www.slackware.com>

⁷ <http://geofon.gfz-potsdam.de/geofon/seiscomp/>

È stata successivamente abilitata la ricezione di dati via ethernet di tipo UDP dall'acquisitore Quanterra:

```
ipport=35004
udpaddr=192.107.99.191
```

Il programma di acquisizione SeisComp presente sulla macchina è molto datato e alcune nuove funzionalità non possono essere attivate, tra cui la ricezione dati con protocollo TCP.

I nuovi server che, ovviamente, non risentono di questa problematica sono stati configurati per ricevere i dati attraverso comunicazione via TCP/IP.

3.2. Ridondanza dei dati

Entrambi i server attivati nelle due basi sono stati configurati per ricevere i dati da tutti i sistemi di acquisizione presenti, così da disporre di un backup online ridondato, con dati ricevuti direttamente dalla fonte.

È possibile scaricarsi i dati, già suddivisi per data ed in formato mini-seed via SSH⁸ dalla directory:
/home/sysop/archive/2008/MN/TNV/

```
BHZ.D/      BHE.D/      BHZ.E/      BHN.D/
HHN.D/      HHZ.D/      HHE.D/      HHZ.E/
UFC.D/      UF1.D/      UF2.D/
UMV.D/      UMW.D/      UMU.D/
VHN.D/      VHZ.D/      VHE.D/
LHE.D/      LHZ.E/
UCQ.D/      UCD.D/
LHN.D/      LHZ.D/
ACE.T/
LOG.L/
UK2.D/
```

Dal nome della directory è possibile risalire alla tipologia dei dati ivi contenuti.

3.3. Produzione di sismogrammi in quasi real-time

Sugli ultimi server attivati, con il SeisComp aggiornato all'ultima versione, è stata attivata la funzione che permette la creazione giornaliera del sismogramma a tre componenti della stazione in formato GIF⁹.

L'immagine generata segue le specifiche imposte nel file /home/sysop/config/sqlplot.ini

```
[gif]

traces = 48
tracelen = 30

scroll_step = 48
complete_pages = yes
coloured_traces = yes

desc1 = "TerranovaBay"
```

⁸ SSH (Secure SHell, shell sicura) è un protocollo che permette di stabilire una sessione remota cifrata ad interfaccia a linea di comando con un altro host

⁹ Il GIF (Graphics Interchange Format) è un formato per immagini di tipo bitmap molto utilizzato nel World Wide Web, sia per immagini fisse che per le animazioni

```
desc2 = "Sensore STS-2"  
channel BHZ filter=WWSSSP mag=50000  
plot tek file="|/home/sysop/bin/slqplot2tek2gif * TNV"
```

e nel file /home/sysop/config/rc_TNV

```
STATION='TNV'  
NET='MN'  
DESC='TerranovaBay'  
SRCADDR='127.0.0.1'  
SRCPORT='18000'  
PLOT_SIZE='4096x2048'  
PLOT_KEEP='15'  
DATA_KEEP='1000'
```

Dopo aver controllato la correttezza del dato, tale funzione è stata modificata per realizzare l'immagine ogni 10 minuti per dare la rappresentazione dell'informazione in quasi real-time.

Il primo sismogramma realizzato in ogni base è riportato in Figura 4, per Mario Zucchelli Station, e Figura 5, per Concordia base.

TerranovaBay

Applied filter: WWSSN-SP

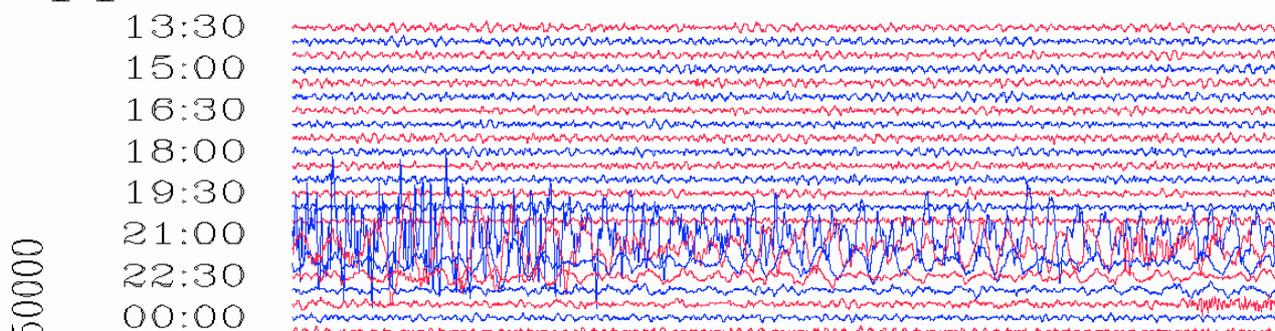


Figura 4. Estratto del primo sismogramma realizzato a Mario Zucchelli Station.



Figura 5. Primo sismogramma realizzato a Concordia base.

3.4. Divulgazione delle informazioni

In entrambe le basi è stato realizzato un sito web divulgativo che mostra l'attività del gruppo, il lavoro realizzato, lo schema a blocchi del nuovo sistema di acquisizione e i sismogrammi in quasi real-time, comprensivi di storico da "navigare".

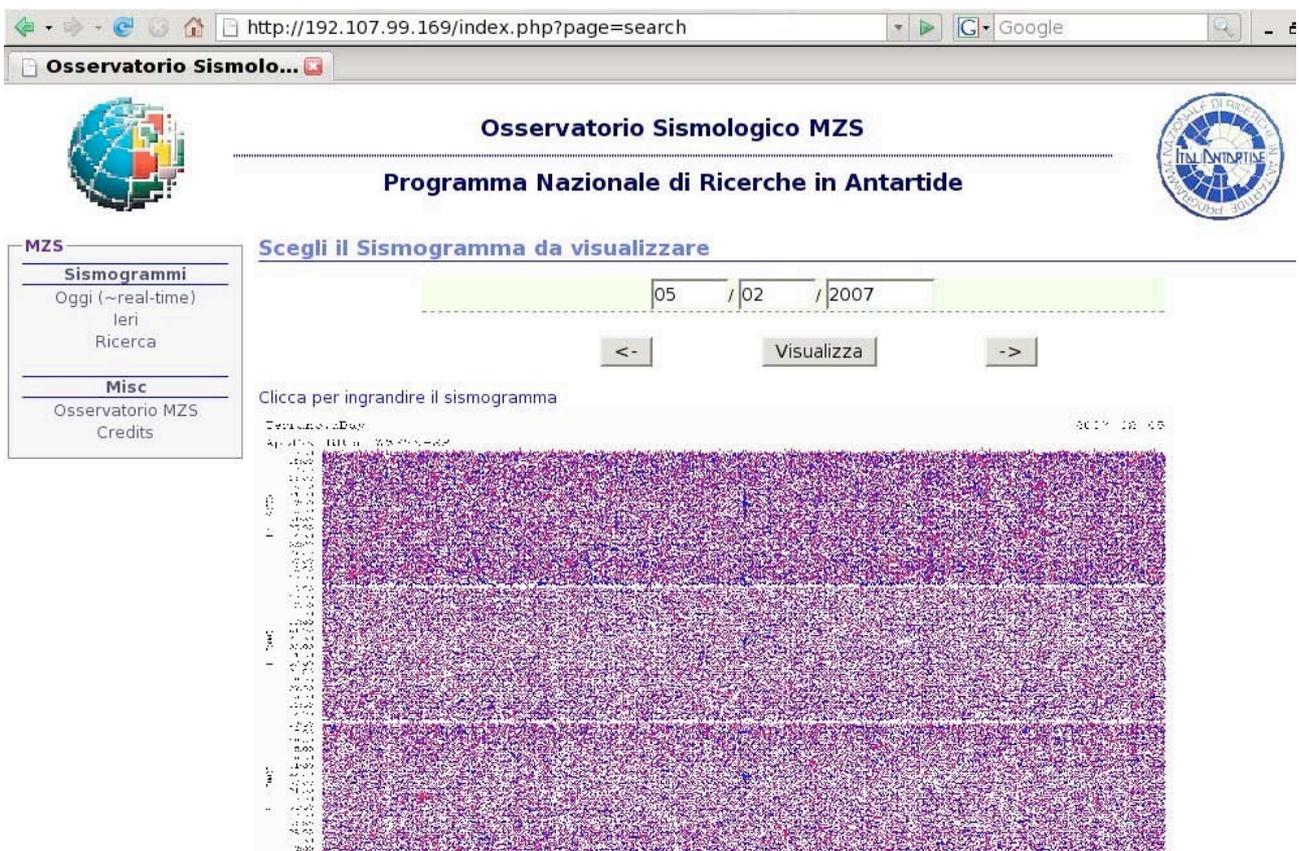


Figura 6. Sito web a Mario Zucchelli Station.

Il sito web realizzato a Mario Zucchelli Station (Figura 6) è raggiungibile dall'interno della base all'indirizzo <http://sismo.btn.pnra.it/> ed è situato nel PC Dell al percorso: /home/diego/mzs/. Analogamente a Concordia base è stato realizzato un sito simile (Figura 7), ma in lingua inglese, raggiungibile dall'interno della base all'indirizzo <http://websismo.concordiabase.eu/> ed è situato sul portatile IBM al percorso: /home/diego/ccd/.

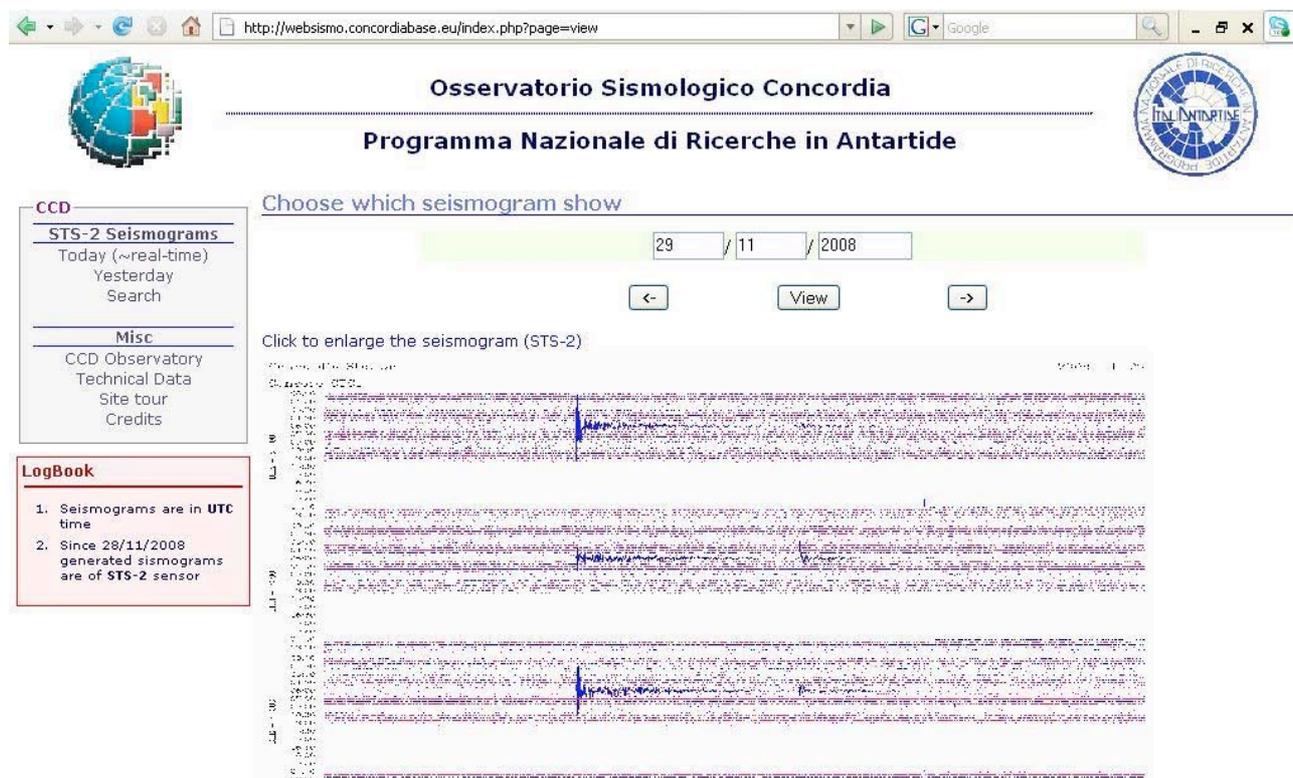


Figura 7. Sito web a Concordia base.

Entrambi i siti sono stati realizzati durante la permanenza in base utilizzando la combinazione LAP (Linux+Apache+PHP), e le seguenti tecnologie:

- HTML, per l'impaginazione;
- CSS, per l'aspetto grafico;
- PHP, per la dinamicità;
- Javascript, per i checks direttamente sul client.

La directory dei sismogrammi `seismograms-STS2` punta a `/home/sysop/plotfiles/`

I mirror di entrambi i siti sulla BigInternet, aggiornati annualmente con i nuovi sismogrammi, sono raggiungibili agli indirizzi:

<http://mzs.rm.ingv.it/> per il mirror di MZS,

<http://ccd.rm.ingv.it/> per il mirror di CCD.

Entrambi i mirror sono ospitati all'interno della WebFarm¹⁰ dell'INGV, gestita dal SIR¹¹.

¹⁰ http://sirconcept.rm.ingv.it/?page_id=193

¹¹ <http://sirconcept.rm.ingv.it/>

Bibliografia

Osservatorio Sismologico MZS, Antartide. (<http://mzs.rm.ingv.it/>).

Concordia Seismology. (<http://case.u-strasbg.fr/index-ccd.html>).

Rapporto sulla campagna antartica Estate australe 2006-2007 (2007). Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, XXI Spedizione. http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA06-07.pdf

Rapporto sulla campagna antartica Estate australe 2007-2008 (2008). Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, XXII Spedizione. http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA07-08.pdf

Rapporto sulla campagna antartica Estate australe 2008-2009 (2009). Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, XXII Spedizione. http://www.pnra.it/biblioteca/docs/rapporti_campagna/CA08-09.pdf

Romeo G. and Morelli A. (1996). The very broadband seismographic station at Terra Nova Bay. Italian geophysical observatories in Antarctica. Bologna, Italy: Editrice Compositori,, pp. 37-50.

The Slackware Linux Project. <http://www.slackware.com/>

What is SeisComP? <http://geofon.gfz-potsdam.de/geofon/seiscomp/>

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 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