

Rapporti tecnici INGV

**La rete GPS permanente di pronto
intervento: l'esperienza del terremoto
de L'Aquila del 6 aprile 2009**

162



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (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

LA RETE GPS PERMANENTE DI PRONTO INTERVENTO: L'ESPERIENZA DEL TERREMOTO DE L'AQUILA DEL 6 APRILE 2009

Antonino Memmolo, Ciriaco D'Ambrosio, Felice Minichiello, Vincenzo Cardinale,
Elisabetta D'Anastasio, Antonio Avallone, Luigi Falco, Nicola D'Agostino, Giovanni De Luca,
Fabio Criscuoli, Angelo Castagnozzi, Franco Migliari, Luigi Zarrilli, Luigi Abruzzese, Gianpaolo Cecere

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Centro Nazionale Terremoti)

162

Indice

Introduzione.....	5
1. La Rete GPS permanente in area epicentrale: situazione pre-terremoto	5
2. La rete GPS permanente e l'azione di pronto intervento.....	6
2.1 Caratteristiche della monumentazione e fasi di installazione	9
2.2 Lavori post emergenza	12
2.2.1 Stabilizzazione dei siti.....	12
2.2.2 Regolarizzazione dei permessi	16
2.2.3 Ottimizzazione della trasmissione dati.....	16
3. Prime analisi dei dati GPS delle 5 stazioni permanenti: risultati preliminari	18
4. Prototipo per una futura Rete GPS permanente di Pronto Intervento	19
5. Considerazioni finali.....	21
Ringraziamenti	21
Bibliografia.....	21
Allegato 1	23

Introduzione

Il 6 aprile 2009, alle ore 01:32 UTC, un terremoto di $M_w=6.3$ (<http://www.ingv.it>) ha colpito la zona de L'Aquila, causando numerosi decessi e danni ingenti. Il personale del Centro Nazionale Terremoti dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, a poche ore dal terremoto, è prontamente intervenuto per installare una rete mobile a supporto della rete sismica preesistente in area epicentrale, per studiare con dettaglio l'evoluzione della sismicità post-terremoto [Chiarabba et al., 2009]. La rete GPS installata si integra con le reti discontinue effettuate sulla rete dell'INGV CAGeoNet [Anzidei et al., 2009] e sui capisaldi della rete IGM95 [Cheloni et al., 2010].

In seguito ad un terremoto di magnitudo moderata come quello avvenuto il 6 aprile 2009 a L'Aquila è possibile misurare, utilizzando tecniche di geodesia spaziale quali il GPS, sia lo spostamento cosismico (statico e dinamico), dovuto al movimento sul piano di faglia che avviene durante il terremoto, che movimenti postsismici che avvengono in seguito al terremoto per fenomeni di afterslip o di riassetto del mezzo all'interno del quale è avvenuta la rottura cosismica. La velocità degli spostamenti postsismici varia in funzione del tempo trascorso dall'evento sismico, ed i movimenti maggiori generalmente si osservano nei primi giorni successivi all'evento. È quindi di fondamentale importanza, nel caso non siano presenti stazioni GPS permanenti con un'adeguata spaziatura, una rapida creazione di un caposaldo GPS permanente e un'altrettanta rapida installazione di strumentazione GPS in area epicentrale.

In questo lavoro viene presentata l'attività del personale del Servizio Tecnologico Osservatorio di Grottaminarda nel periodo immediatamente successivo all'evento del 6 aprile, in cui sono state installate 5 stazioni GPS permanenti in area epicentrale.

1. La Rete GPS permanente in area epicentrale: situazione pre-terremoto

Il territorio nazionale è coperto da una serie di reti GPS permanenti, sviluppate per scopi prevalentemente topografici e civili, e dalla Rete Integrata Nazionale GPS (RING, <http://ring.gm.ingv.it>) dell'INGV, creata con finalità prettamente scientifiche [Selvaggi et al., 2006; Avallone et al., 2010].

In figura 1 sono mostrate le stazioni GPS permanenti dell'INGV presenti in area epicentrale prima dell'evento sismico del 6 aprile (INGP, MTTO, VVLO, LNSS e CERT), in parte esistenti già dal 2000 [Anzidei et al., 2004] e poi divenute parte della rete RING [Avallone et al., 2010], la rete GNSS della Regione Abruzzo (AQRA, CDRA, MTRA, OCRA, OTRA, OVRA, TER1, VCRA, <http://www.regione.abruzzo.it/xcartografia/>), la rete Smartnet Italpos (AQUN, MAGL, RIET, TERA, <http://smartnet.leicageosystems.it>), la Rete GPS del Laboratorio di Topografia dell'Università degli Studi di Perugia (ITTE, <http://labtopo.ing.unipg.it/labotopo/index.php>). Sono inoltre presenti nell'area abruzzese alcune stazioni gestite dall'Ufficio Sismico del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), ed una stazione GPS permanente (AQUI) appartenente alle reti europea EUREF (<http://www.epncb.oma.be/>).

Come si può evincere dalla figura 1 le stazioni GPS permanenti presenti nel settore aquilano hanno un'interdistanza troppo elevata (maggiore di 10 km) per consentire una risoluzione spaziale adeguata del campo di spostamento co- e postsismico per la dimensione delle faglie appenniniche. Per un evento di magnitudo moderata quale è stato quello de l'aquilano, la spaziatura ideale delle stazioni GPS nell'area appenninica dovrebbe infatti essere pari o inferiore ai 5 km come indicato dalle dimensioni delle strutture sismogenetiche [Boncio et al., 2004; Roberts e Michetti, 2004; Galli et al., 2008; Anzidei et al., 2008a; Anzidei et al., 2008b e riferimenti in esso inclusi] e confermato dalle mappe degli spostamenti cosismici rilevati dalle reti continue e discontinue per il terremoto del 6 aprile [Anzidei et al., 2009; Cheloni et al., 2010].

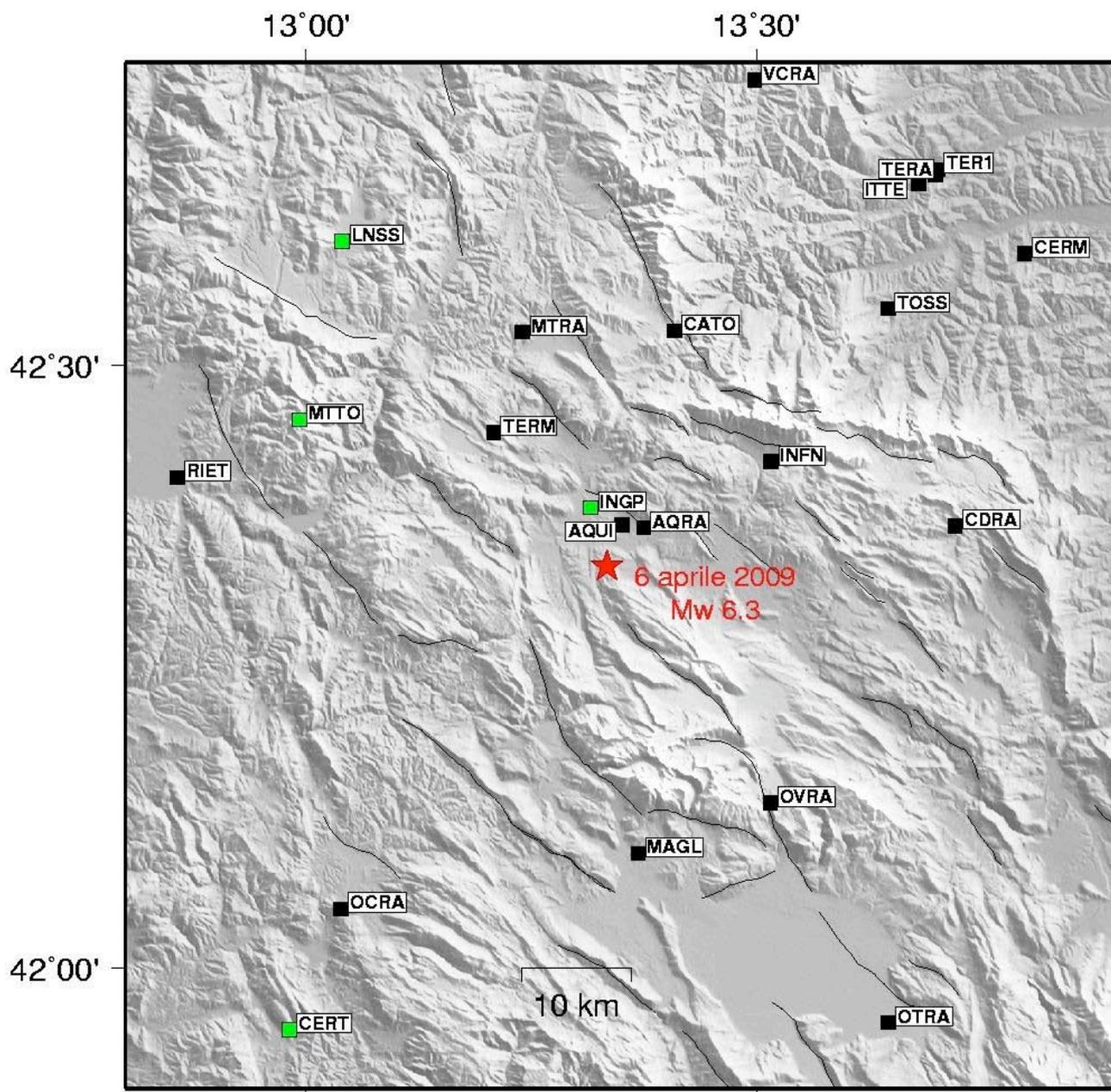


Figura 1. Mappa delle stazioni GPS permanenti presenti in area epicentrale prima della scossa di Mw 6.3 del 6 aprile 2009. In verde sono rappresentate le stazioni appartenenti alla rete RING, in le stazioni appartenenti ad altre reti (si veda il testo per maggiori dettagli). La stella rossa indica l'epicentro della scossa del 6 aprile [Chiarabba et al., 2009]. Sono inoltre riportate le principali faglie attive presenti nell'area [da Galli et al., 2008; Boncio et al., 2004; Roberts e Michetti, 2004].

2. La rete GPS permanente e l'azione di pronto intervento

L'insufficiente spaziatura delle stazioni GPS permanenti esistenti nel settore aquilano ha implicato la necessità di una rapida installazione di nuove stazioni GPS che rispondessero agli standard di qualità elevati con i quali si è sviluppata la RING (stabilità della monumentazione nel tempo, strumentazione GPS di qualità). Il monumento che ormai, ove possibile, viene utilizzato come standard per le stazioni GPS permanenti della RING è il tripode superficiale tipo short-drilled-braced [D'Ambrosio, 2007; Minichiello et al., 2010]. La possibilità di realizzare un monumento di questo tipo in poche ore lo rende ideale per un'installazione rapida di una stazione GPS permanente in fase di emergenza.

A poche ore di distanza dall'evento sismico del 6 aprile si è quindi attivata una squadra per la ricerca dei siti idonei all'installazione di stazioni GPS permanenti in area epicentrale. Durante questa fase è stato necessario individuare siti che fossero in posizioni idonee allo studio dei movimenti postsismici, ma che avessero al contempo un'ottima visibilità (orizzonte libero da ostacoli che possano causare interferenze al segnale GPS) [Anzidei e Esposito, 2003], che avessero un substrato roccioso affiorante in modo da permettere una rapida costruzione dei tripodi superficiali [D'Ambrosio, 2007] e la stabilità nel lungo termine del monumento stesso. Fortunatamente il territorio abruzzese è caratterizzato in gran parte da un substrato roccioso affiorante di tipo calcareo, ideale per l'installazione di un tripode superficiale del tipo short-drilled-braced [D'Ambrosio, 2007; Minichiello et al., 2010].

Nelle prime ore immediatamente successive al terremoto, si è attivata una squadra di pronto intervento del Servizio Tecnologico dell'Osservatorio di Grottaminarda che si è occupata di assemblare velocemente tutta la strumentazione necessaria all'installazione delle stazioni GPS. Sulla base delle informazioni esistenti sulla localizzazione della sorgente sismica, la prima fase di ricerca siti è stata incentrata nell'area più prossima all'epicentro. La faglia è stata individuata poi come quella di Paganica [Emergeo Working Group 2009; Falcucci et al., 2009] circa 48 ore dopo l'evento. I primi siti individuati sono stati quindi cercati in modo tale da aumentare la densità spaziale nelle aree "*near-field*", ovvero più prossime all'epicentro del terremoto, scegliendo un sito nell'area di Roio Piano (ROPI) ed uno vicino all'abitato di Collebrincioni (CONI) (figura 2 e tabella 1). Una volta nota la sorgente dell'evento del 6 aprile, è stato poi individuato un sito a nord dell'abitato di San Gregorio in modo da aumentare la densità spaziale anche nel settore SE della faglia di Paganica. Nei giorni successivi, coadiuvati da personale del DPC-Ufficio Sismico e dell'ISPRA, sono stati individuati due ulteriori siti che permettessero di monitorare i movimenti postsismici anche nel "*far-field*", scegliendo un sito nell'abitato di Capestrano (CAPE) ed uno in quello di Leofreni (LEOF) (figura 2 e tabella 1). A partire dal 7 aprile 2009, e fino al 17 dello stesso mese, sono state quindi installate 5 nuove stazioni GPS permanenti nei settori limitrofi all'epicentro della scossa principale della sequenza dell'aquilano, come mostrato in figura 2.

Nella tabella 1 sono elencate sigle e località delle stazioni GPS, le coordinate, le date di installazione, il tipo di monumentazione adottata e l'ente gestore della strumentazione GPS. Come si può notare dalla tabella, la tempistica è stata molto rapida, nonostante le difficoltà logistiche e tecniche dovute alla situazione di emergenza ed ai tempi ridotti, richiesti da un'installazione più tempestiva possibile.

Nome del sito	Data di installazione	Tipo di monumento	Gestore della stazione
ROPI (Roio Piano)	07 aprile 2009	Tripode superficiale	RING – INGV
CONI (Collebrincioni)	08 aprile 2009	Tripode superficiale	RING – INGV
SGRE (San Gregorio)	15 aprile 2009	Tripode superficiale	RING – INGV
CAPE (Capestrano)	16 aprile 2009	Tripode superficiale	Ufficio SISM – DPC
LEOF (Leofreni)	17 aprile 2009	Asta su casotto di cemento	ISPRA

Tabella 1. Stazioni GPS permanenti installate in area epicentrale in seguito all'evento del 6 aprile 2009.

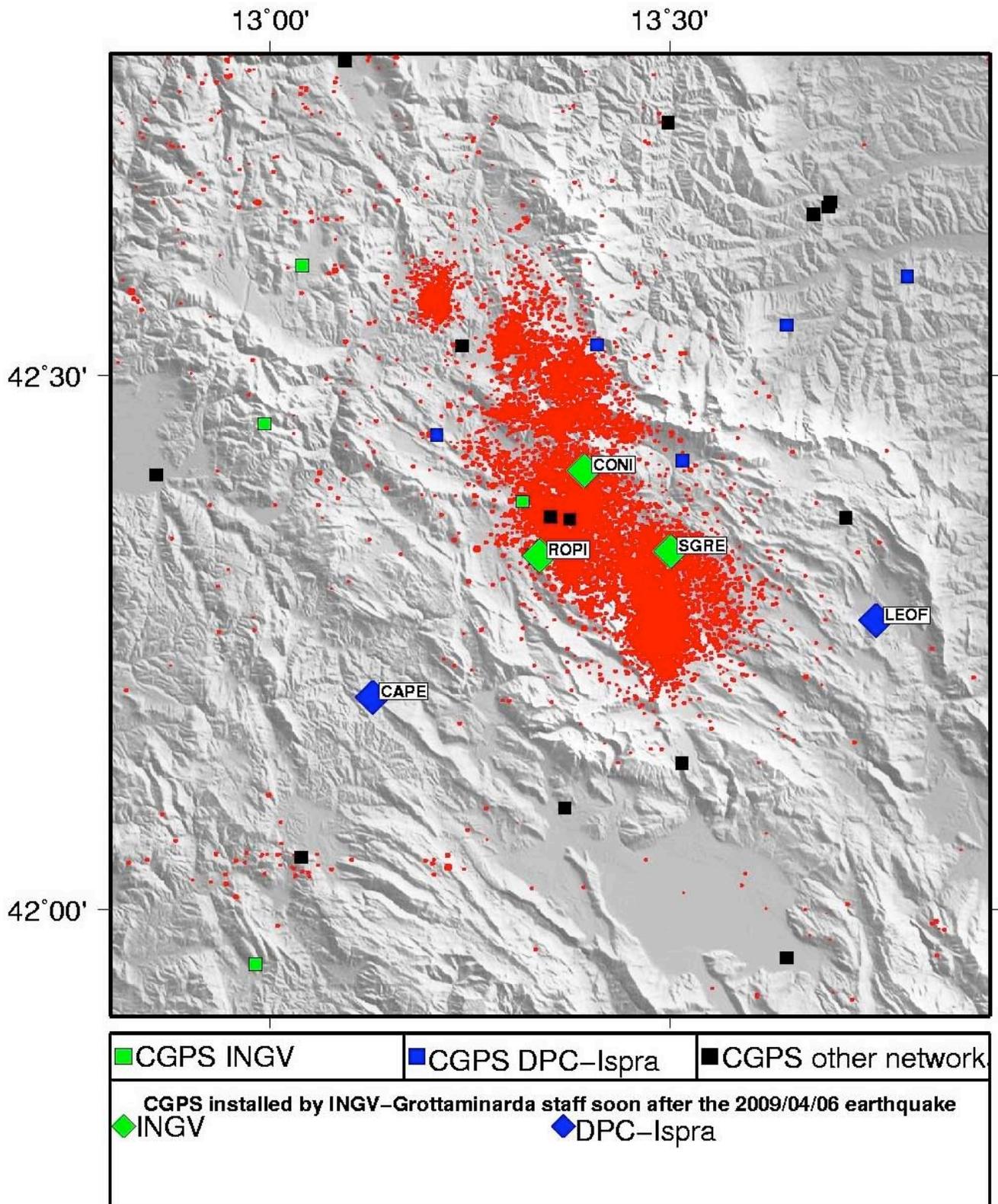


Figura 2. Mappa delle stazioni GPS permanenti installate in area epicentrale in seguito alla scossa del 6 aprile e loro sigle. In figura è anche mostrata la sequenza sismica dell'aquilano aggiornata al 20 luglio 2009 (fonte: <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>).

2.1 Caratteristiche della monumentazione e fasi di installazione

Il tripode superficiale denominato “short-drilled-braced” è stato progettato inizialmente per il Southern California Integrated GPS Network (SCIGN) (http://www.scign.org/arch/sdb_monument.htm, http://facility.unavco.org/project_support/permanent/monumentation/sdbm.html) e fornisce elevati standard qualitativi per reti geodetiche scientifiche. Si tratta di una monumentazione a basso impatto (se paragonata ad altri tipi di monumentazione quali pilastrini in cemento armato) che è stata migliorata negli anni grazie alle esperienze acquisite dal personale del ST-Osservatorio di Grottaminarda [D’Ambrosio, 2007; Minichiello et al., 2010] (figura 3).

La grande stabilità di questo monumento è dovuta principalmente al fatto che il punto di forza ,ovvero il raccordo tra le 4 aste del tripode, è posto praticamente in corrispondenza del riferimento geodetico, ovvero il centrino GPS. Questo tipo di installazione è inoltre ideale per siti difficilmente accessibili, dal momento che tutte le attrezzature necessarie sono di facile trasporto. È bene notare che per la realizzazione di questo monumento è necessaria la presenza di roccia compatta affiorante [Minichiello et al., 2010]. Oltre al suo elevato standard di qualità, questo tipo di monumento è stato scelto perché i suoi tempi di realizzazione sono relativamente rapidi (generalmente un giorno lavorativo).



Figura 3. Monumento short-drilled-braced installato sulla stazione di San Gregorio (SGRE) il 7 aprile 2009.

Per la prima volta è stato utilizzato il nuovo adattatore tripode descritto in Minichiello et al. [2010], che, rispetto alla precedente versione [D'Ambrosio, 2007] permette di ottimizzare la realizzazione del monumento short-drilled-braced. Tale adattatore, utilizzato come raccordo tra l'asta centrale e le tre aste oblique, è stato ideato in modo tale da potervi avvitare sia il mount SCIGN (http://facility.unavco.org/project_support/permanent/equipment/mounts/scignmount.html) che le aste, consentendo un notevole incremento nella rapidità di realizzazione del tripode.

I 4 siti di ROPI, CONI, SGRE e CAPE sono stati monumentati con questo tripode superficiale mentre, nel caso di LEOF, in cui era presente nel sito individuato un casotto in cemento armato, il monumento GPS è stato realizzato con un'asta singola in acciaio dal diametro di 40 mm direttamente sul tetto del casotto (tabella 1, allegato 1).

La realizzazione di un monumento GPS tipo short-drilled-braced consiste, in linea generale, nel praticare quattro fori, di cui uno in verticale e tre obliqui, inclinati di 35° rispetto alla verticale e di 120° rispetto all'azimut. La profondità dei fori dipende dal tipo di substrato, e può variare dai 120 ai 150 cm. In figura 4 sono mostrate alcune fasi della realizzazione dei monumenti GPS in area epicentrale.

La realizzazione dei monumenti short-drilled-braced ha previsto le seguenti fasi [Minichiello et al., 2010]:

- scelta del punto idoneo all'interno del sito individuato, corrispondente ad un affioramento roccioso massivo;
- prove di ricezione segnale GPS. Infatti, in fase di emergenza, si verifica principalmente la ricezione ottimale del segnale GPS con prove di breve durata, diversamente da quanto avviene per installazioni permanenti, e si controllano i parametri indicati dal controllo di qualità eseguito con il software teqc (<http://facility.unavco.org/software/teqc/teqc.html>);
- realizzazione del primo foro per l'alloggiamento dell'asta centrale: in questa fase è particolarmente importante la verifica continua della verticalità del foro. Una volta terminato il foro si inserisce l'asta centrale, a cui viene poi avvitato l'adattatore tripode;
- realizzazione dei fori obliqui, inclinati di 35° rispetto all'asta verticale e disposti a 120° sull'azimut; in questa fase si procede più volte a tragaardare con l'asta l'angolo e la direzione esatta del foro. Questa fase e la precedente richiedono un'estrema precisione, dal momento che il tripode può essere ultimato solo qualora tutte le aste combacino perfettamente con l'adattatore tripode;
- fissaggio e ancoraggio al suolo del tripode, utilizzando resine bi-componenti o cementi a presa rapida;
- assemblaggio, messa in bolla e orientamento del mount SCIGN;
- saldatura del mount SCIGN all'adattatore tripode;
- installazione dell'antenna GPS, del cavo antenna e del radome;
- installazione della strumentazione GPS;
- avvio dell'acquisizione.

A seguito della realizzazione di più di 40 monumenti tipo short-drilled-braced [Minichiello et al., 2010], l'installazione di un tripode short-drilled-braced avviene ormai con notevole dimestichezza, rapidità e precisione. I monumenti costruiti a seguito dell'evento del 6 aprile sono stati infatti realizzati nell'arco di 3-4 ore, a seconda del numero di operatori (da 2 a 3) e del tipo di substrato affiorante. Grazie alle attrezzature di piccolo ingombro e a mezzi adeguati si è riusciti a raggiungere siti poco accessibili ma di estremo interesse scientifico e a realizzare con estrema rapidità monumenti GPS permanenti a poche ore dall'evento sismico.



Figura 4. Alcuni momenti della realizzazione dei monumenti GPS in area epicentrale.

Per le stazioni GPS permanenti, sia in conformità con gli apparati utilizzati da tempo per la RING che per la qualità del dato risultante, sono stati scelti ricevitori e antenne GPS prodotti dalla Leica Geosystems S.p.A. In particolare sono stati utilizzati:

- antenne Chokering Dorne-Margolin modello LEICA AT504 GG: antenna a doppia frequenza (L1+L2) per ricevitori GNSS, conforme alle specifiche IGS (International GNSS Service) tipo T per antenne GPS. Permette di acquisire satelliti delle costellazioni GPS e Glonass, possiede caratteristiche tecniche in grado di mitigare il più possibile multipath sul segnale e di mantenere nel tempo un'elevata stabilità del centro di fase;
- ricevitori LEICA modello LEICA GRX1200GGPRO e LEICA GRX1200+: ricevitori a doppia frequenza (L1+L2), caratterizzati da 14 canali per L1 + 14 canali per L2 per costellazione GPS e 12 canali per L1 + 12 canali per L2 per costellazione Glonass;
- memorie dati esterne modello Compact flash San-Disk Ultra III con capacità di 4 GB;
- pannelli fotovoltaici Helios H1540;
- centralina Morningstar 30A;
- Accumulatori;
- Cassette stagne IP66;
- Router UR5.

Nell'allegato 1 sono riportate le informazioni principali riguardanti le 5 stazioni GPS installate comprensive di foto e di logfile (file delle informazioni tecniche).

2.2 Lavori post emergenza

Nei mesi successivi all'evento del 6 aprile, una volta passata la prima fase di emergenza, si è proceduto ad ottimizzare i 3 siti appartenenti alla RING, realizzando un palo per pannelli solari, una cassetta per l'alloggiamento del ricevitore e del modem GPRS/UMTS, e recinzioni sia per il monumento che per il palo. Sia i pannelli solari che le recinzioni sono state installate ad un'altezza tale da non superare l'angolo di cut-off dell'antenna GPS, in modo da minimizzare eventuali multipath e disturbi sul segnale GPS.

Nei seguenti paragrafi vengono illustrate in dettaglio le varie fasi di ottimizzazione e la nuova struttura utilizzata per i pannelli fotovoltaici e l'alloggiamento della strumentazione.

2.2.1 Stabilizzazione dei siti

Una volta terminata la prima fase di emergenza il personale dell'Osservatorio di Grottaminarda, coadiuvato da una ditta esterna, ha eseguito i lavori di adeguamento per la stabilizzazione e l'ottimizzazione dei siti appartenenti alla rete RING (CONI, ROPI e SGRE).

Per garantire il funzionamento della stazione geodetica in ogni condizione climatica è stato installato presso il sito un pannello fotovoltaico da 140 Wp in silicio monocristallino (figura 5A). Il modello H1540 della Helios technology è uno dei moduli a più alta densità di potenza disponibile sul mercato con un significativo aumento della corrente erogata; particolarmente adatto all'applicazione con impianto a batterie, è utilizzato in tutte le situazioni in cui non si dispone di rete elettrica nelle immediate vicinanze. È inoltre stato progettato per operare nelle più difficili condizioni climatiche con una vita media di oltre 30 anni.

Per il sostegno dello stesso, è stato progettato un sistema telescopico di aste in acciaio (figura 5B) ed il montaggio si articola nelle seguenti fasi:

- Dopo aver praticato un foro verticale, tale da garantire la stabilità alla struttura, tagliare l'asta "A" a seconda della profondità del foro, ed inserirla nello stesso;
- Misurare la parte emergente, e tagliare conseguentemente l'asta "B", infilandola sulla barra "piantata" nel terreno (figura 5C) e ruotare la sommità del palo in modo da orientare la struttura a 180° N per la successiva installazione del pannello solare;
- Saldare l'estremità inferiore sull'asta sottostante ed applicare il collare "C" avvitandolo a fondo (figura 5D). Un' eventuale ulteriore saldatura sullo stesso è auspicabile, in modo da eliminare la possibilità che in seguito a micro oscillazioni i bulloni possano allentarsi;
- Applicare, tramite una rivettatrice, i due supporti "D" al pannello solare e successivamente fissare quest'ultimo, orientandolo a 180° N, all'estremità del tubo B. Avendo il supporto un'inclinazione di 45°, assicuriamo al modulo fotovoltaico un'esposizione ottimale per tutta la durata dell'anno.
- Dopo aver bloccato una cravatta a circa 10 cm dal gomito dell'asta B, applicare i cavi d'acciaio che, opportunamente tesi, fino a formare degli angoli di 120°, verranno fissati a tasselli chimici ancorati su roccia affiorante (figura 5E);
- Applicare la piastra "E" al palo, ed avvitare la cassetta "F" su di essa. La suddetta tipologia di monumentazione, proprio per i criteri di scelta del sito, viene effettuata in posti isolati in montagna, a quote relativamente alte e possibilmente scarsamente abitate. Pertanto, l'intero apparato può essere esposto a problemi di diversa natura.
- Per scoraggiare eventuali malintenzionati e prevenire il sabotaggio dell'impianto, in particolar modo il possibile furto del modulo fotovoltaico, sono state praticate delle saldature sulle estremità del telaio (in prossimità delle giunture sul palo B) su cui poggia il pannello solare (figura 5F);
- A causa delle avverse condizioni climatiche che caratterizzano le zone montuose, con possibilità di neve per prolungati periodi di tempo, è stato opportuno elevare il modulo, in modo da permettere alla stessa di scivolare al suolo (figura 5G). Ciò è stato reso possibile grazie all'utilizzo del sistema di aste telescopiche (figura 5H), sopra citato;
- Particolare attenzione è stata rivolta agli effetti dati da possibili multipath che l'antenna geodetica può subire. Ciò è dovuto alla presenza del pannello fotovoltaico nelle vicinanze. Per ridurre al minimo tali effetti il modulo è stato posizionato ad una distanza di 7 - 8 metri (figura 5I) dal monumento, avendo l'accortezza di far risultare l'altezza dell'apparato inferiore ad un piano immaginario passante per la base del radome;
- Data la presenza di animali di media e grossa taglia, il sito, per questioni di sicurezza, è stato protetto tramite una recinzione. Quest'ultima è stata realizzata con tramezze d'abete (trattate con impermeabilizzanti al fine di resistere alle intemperie), ed ha una dimensione in pianta pari a circa 150 x 150 cm ed un'altezza di circa 120 cm. In tal modo, si è posta l'area in sicurezza e per di più con una struttura a basso impatto ambientale (figura 5J). All'interno della recinzione è stata

applicata una rete elettrosaldata rivestita in PVC con maglia discretamente stretta, per evitare l'accesso ad animali di piccola taglia;

- Al fine di fornire indicazioni, è stato affisso un cartello recante le motivazioni e gli scopi dell'installazione ed i contatti utili per qualsiasi richiesta di informazione.

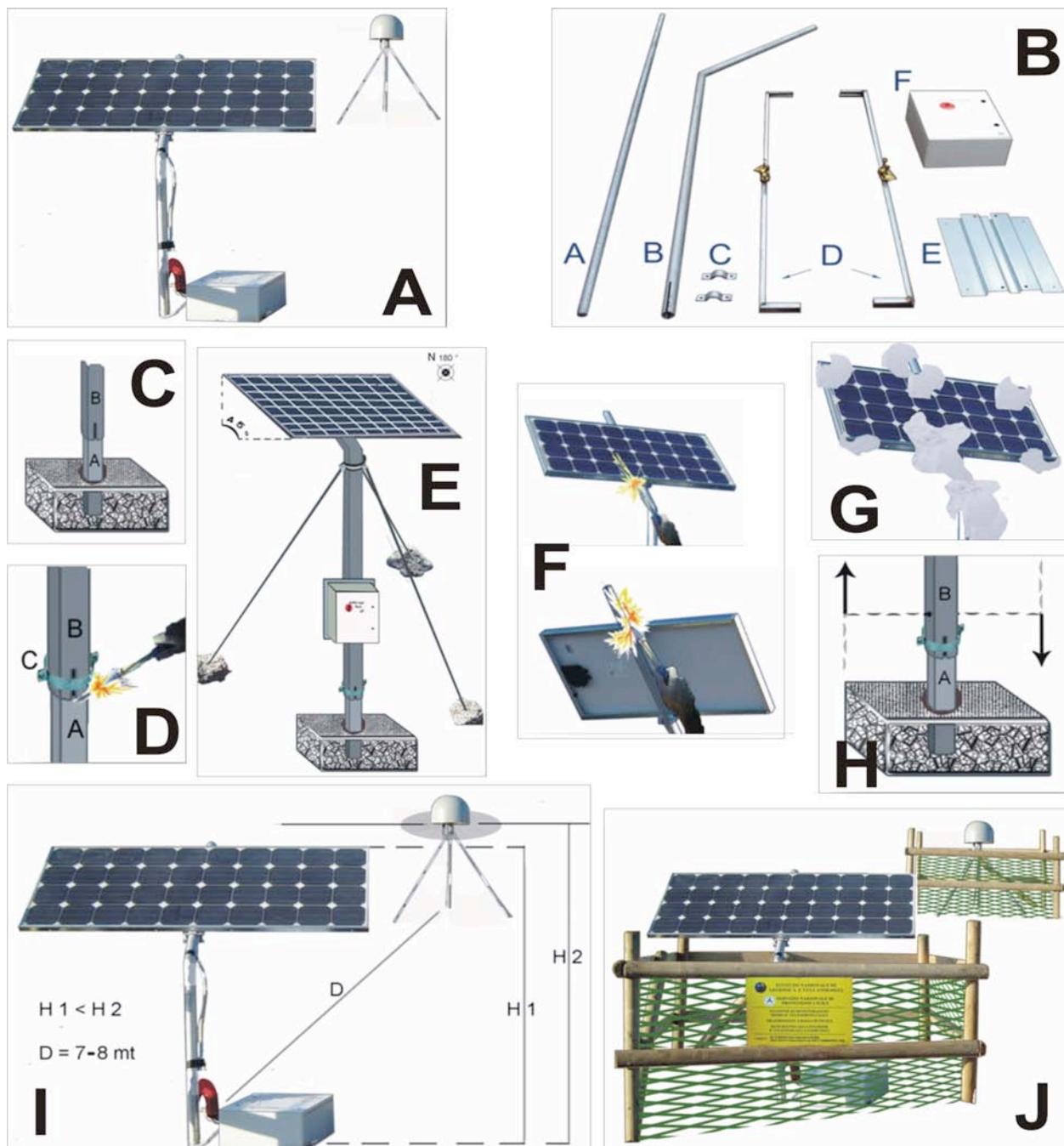


Figura 5. Componenti installati per l'ottimizzazione dei siti GPS permanenti. Per i dettagli si rimanda al testo.

Per l'alloggiamento del ricevitore si è deciso di adottare una cassetta a tenuta stagna "dimensioni" (figura 6) nella quale sono installate le seguenti componenti:

- Regolatore di carica, per il corretto controllo di carica e scarica delle batterie;
- Accumulatore, per garantire una corretta funzionalità durante la notte e per diversi giorni con condizioni meteo avverse;
- Morsettiera di alimentazione, per i dispositivi presenti sulla stazione (Ricevitore GPS, Modem UMTS/GPRS).

Ognuno dei dispositivi collegati all'alimentazione è dotato di una protezione da sovracorrenti tramite dei fusibili appropriati. Per il corretto dimensionamento del sistema di alimentazione è necessario conoscere l'effettivo consumo di ogni singolo apparato che verrà installato.

Stime di laboratorio mostrano i seguenti consumi per ogni componente:

- | | |
|---|----------|
| • Modem UMTS/GPRS | 3,5/5,5W |
| • Acquisitore GPS Leica GPS1200+ | 4,6W |
| • Regolatore di carica SunSaver10 (autoconsumo) | 0,1W |

In base ai dati esposti, considerando che il modem funziona in GPRS e che l'acquisitore GPS Leica GPS1200/GPS1200+ è in acquisizione senza il controller (con conseguente riduzione della potenza a circa 3W) è possibile dedurre che la stazione di acquisizione dati GPS avrà un consumo massimo di circa 6,6 W.

I moduli fotovoltaici utilizzati saranno del tipo monocristallino:

- | | |
|----------------------------------|--------------|
| • Corrente corto circuito (Isc) | 8,65A |
| • Corrente di picco (Im) | 7,9A |
| • Max syst volt | 750V |
| • NOCT (Esti 503) | 43°C |
| • Potenza max (Pm) | 140W |
| • Tensione circuito aperto (Voc) | 23V |
| • Tensione max (Vm) | 17,73V |
| • Tipo | HELIOS H1540 |
| • Efficienza | 11,9% |

Gli accumulatori più adatti per l'uso in impianti fotovoltaici stand-alone devono avere le seguenti caratteristiche:

- elevata efficienza;
- lunga durata;
- buona resistenza alle escursioni termiche;
- bassa manutenzione;
- basso livello di autscarica.

La scelta ricade su batterie piombo acido del tipo regolate da valvola con elettrolito immobilizzato in forma gelatinosa. Sono stati utilizzati questi tipi di accumulatori al fine di ridurre il rischio di fuoriuscita di elettrolita e quindi il rischio di corrosione ed inalazione da parte dell'operatore.

In base ai consumi sopra citati viene indicato il dimensionamento dell'impianto (negli esempi di seguito si tiene conto dei dati climatici del centro Italia, quindi spostandosi da nord a sud il dimensionamento della stazione potrebbe variare ed è quindi opportuno rivalutare questo dato).

Le stazioni del tipo "in isola" hanno come unica fonte di energia il sole (fonte aleatoria); in questo caso bisogna cercare il giusto equilibrio tra giorni di autonomia della stazione, spazi disponibili per l'alloggiamento degli accumulatori, quantità di moduli fotovoltaici ed accumulatori da installare. In media, supponendo un'autonomia della stazione di circa 2 giorni in assenza totale di sole sarà necessario installare degli accumulatori con capacità di carica pari a circa 64 Ah.

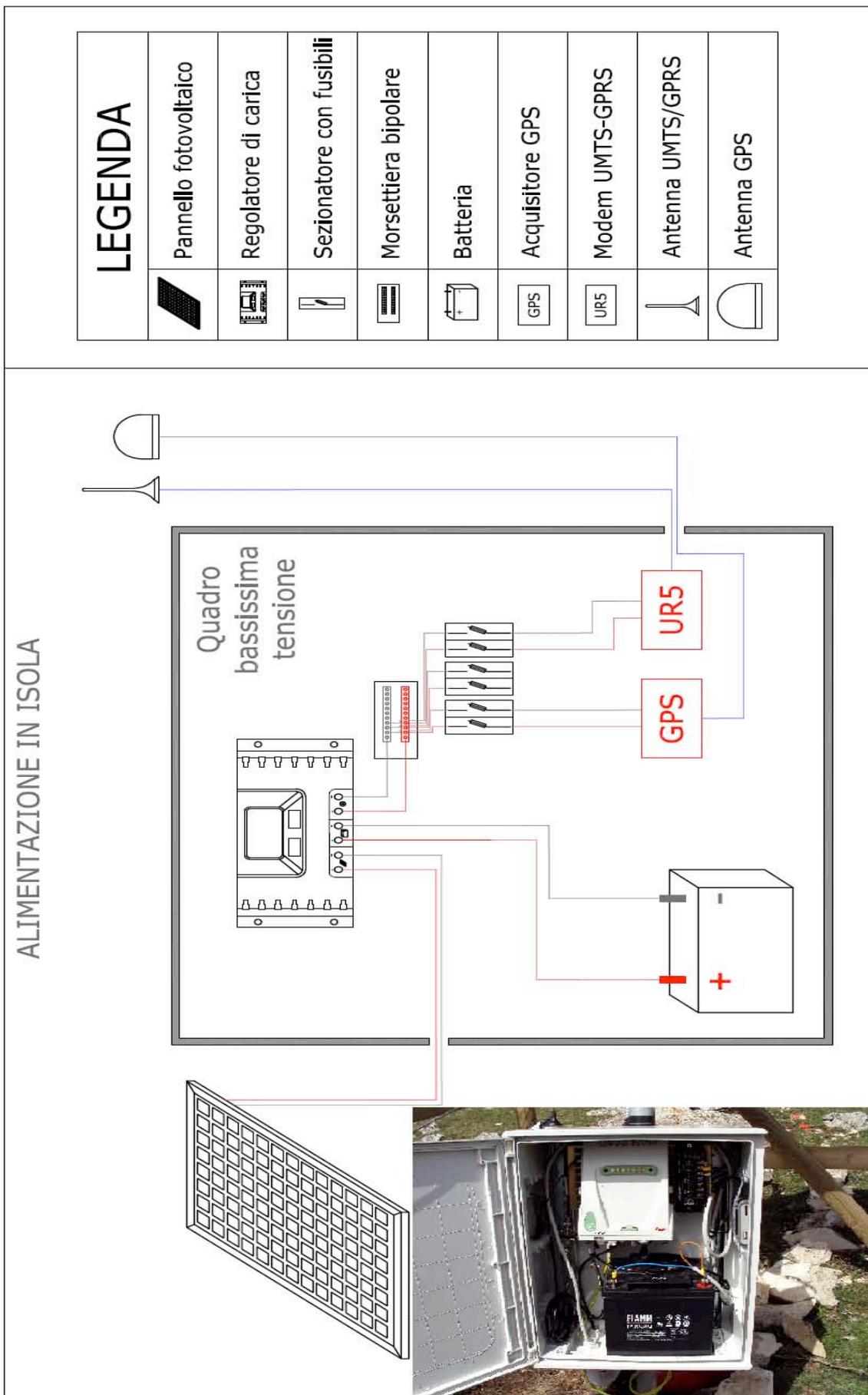


Figura 6. Particolare della cassetta utilizzata per alloggiare la strumentazione. Un esempio di stazione completa è mostrato in figura 7.



Figura 7. Stazione GPS permanente di San Gregorio (SGRE) a seguito dell’ottimizzazione del sito.

2.2.2 Regolarizzazione dei permessi

Parallelamente all’attività di miglioramento delle stazioni della rete mobile telemetrata e delle stazioni GPS permanenti è stata avviata la procedura finalizzata ad ottenere i permessi relativi all’occupazione del suolo, necessari per regolarizzare lo status amministrativo-burocratico delle stazioni installate in emergenza.

Questa attività può essere così schematizzata:

- Fase 1 (bibliografico-cartografica): individuazione dei punti di installazione su mappa con l’ausilio delle coordinate geografiche e definizione dei comuni interessati;
- Fase 2 (sopralluoghi tecnici preliminari): sopralluoghi presso i siti e gli uffici tecnici per la definizione delle particelle interessate dalle installazioni e relative proprietà (pubblico o privato);
- Fase 3 (relazioni tecniche): stesura delle richieste di permessi di uso del suolo indirizzate ai proprietari (pubblici e/o privati) dei terreni su cui sono state ubicate le stazioni con allegate le relazioni tecniche mirate a chiarire le caratteristiche delle stazioni installate (tipologia di installazione, strutture e strumentazioni);
- Fase 4 (sopralluoghi tecnici finali): deposito delle richieste presso gli uffici protocollo dei comuni interessati nel caso di terreni di proprietà pubblica o presso i privati in caso di proprietà private.

In seguito tutto il materiale relativo alle singole pratiche è stato consegnato all’ufficio infrastrutture, con sede all’INGV di Roma, il cui compito è stato quello di recepire le risposte relative alle richieste inoltrate.

2.2.3 Ottimizzazione della trasmissione dati

Come precedentemente accennato, le 5 stazioni GPS permanenti sono state monumentate, installate e attivate (con acquisizione in locale) nell’arco di 3-4 ore. Sulle 3 stazioni appartenenti alla RING è stata impostata sia l’acquisizione “classica” del dato GPS a 30 secondi che un ringbuffer con campionamento a 20 Hz, in modo da permettere la registrazione dell’intera deformazione cosismica (sia statica che dinamica) in caso di ulteriore evento sismico e studi di rumore nel dato GPS ad alta frequenza [e.g. Larson et al., 2003]. Presso gli altri due siti (DPC e ISPRA), più lontani dalla zona epicentrale, è stata impostata l’acquisizione a 30 secondi.

Per la gestione del collegamento dati con la Sede Irpinia dell'INGV delle stazioni di CONI, ROPI e SGRE si è fatto uso della tecnologia GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA, come descritto da Falco [2008].

I siti GPS, installati in emergenza, sono collocati fuori dai centri urbani, in aree non servite dalla rete elettrica ed in assenza di connettività (Internet, RUPA, CDN). In questi casi il sistema di trasmissione GPRS è l'unico in grado di garantire, in tempi rapidi, il controllo da remoto della strumentazione installata.

Per rispondere agli obiettivi su citati sono stati impiegati come dispositivi di accesso alle reti GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA i router UR5 descritti da Falco [2008] per le loro seguenti caratteristiche:

- temperatura di esercizio compresa tra -20° e $+55^{\circ}$ (ideale per i siti che d'estate raggiungono alte temperature d'esercizio e d'inverno possono scendere vari gradi al di sotto dello zero);
- alimentazione con una tensione di ingresso variabile tra 10 e 30 Vcc (anche in questo caso risulta ideale per installazioni con pannelli solari e batterie);
- bassi consumi elettrici;
- firmware implementato mediante kernel linux versione 2.6.17 di cui è nota la robustezza, la stabilità e la sicurezza.

Configurato l'apparato in sede, l'installazione e l'attivazione della trasmissione dati presso il sito GPS è molto semplice: il router va collegato alla porta seriale o ethernet del ricevitore GPS (a seconda del terminale in uso) ed una volta alimentato comincerà dopo pochi secondi a trasmettere dati.

La parte acquisizione dati, localizzata presso la sede Irpinia dell'INGV viene gestita tramite un software fornito dalla Leica Geosystems S.p.A. in grado di stabilire una connessione IP con il sito remoto secondo lo schema riportato di seguito. I dati vengono infatti attualmente gestiti utilizzando il modulo "Local Site Server" del software SpiderNet (figura 8), che permette di scaricare quotidianamente i file binari a 30 secondi delle stazioni GPS remote. I file binari vengono trasformati in rinex e mandati sui server di gestione e distribuzione dati della RING (*gpsgiving* e *bancadati*) e sono attualmente disponibili alla comunità scientifica dell'ente.

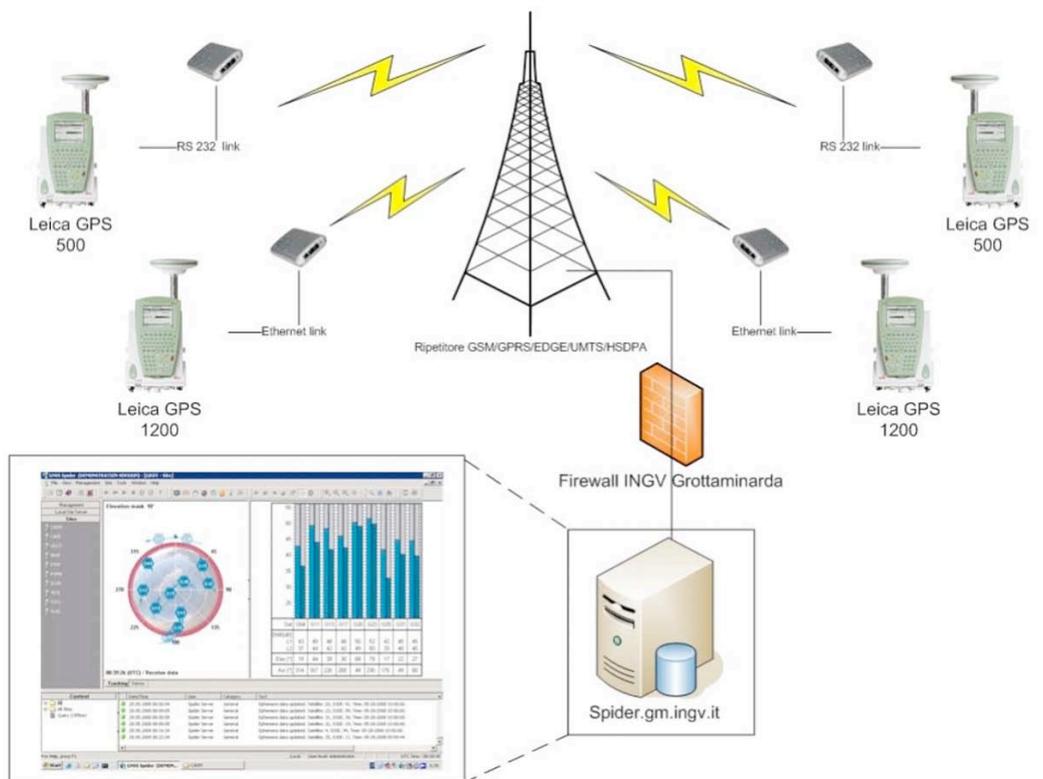


Figura 8. Struttura di trasmissione e acquisizione [Falco, 2008] valida anche per i dati delle stazioni CONI, ROPI e SGRE, a seguito dell'ottimizzazione dell'acquisizione. Le stazioni di LEOF e CAPE vengono invece gestite dal personale dell'ISPRA e del DPC-Ufficio Sismico, rispettivamente, attraverso lo scarico quotidiano dei dati rinex a 30 secondi via GSM/GPRS.

3. Prime analisi dei dati GPS delle 5 stazioni permanenti: risultati preliminari

Come osservato in numerosi casi in letteratura, il segnale postsismico ha un andamento che decade nel tempo e la costante di decadimento è determinabile attraverso l'analisi di misure geodetiche [e.g. Langbein et al., 2006; Savage et al., 2005]. Il decadimento prevede che il segnale postsismico sia più forte nel periodo (ore) immediatamente successivo al terremoto, e vada attenuandosi nel tempo seguendo delle leggi di tipo esponenziale o logaritmico [Langbein et al., 2006]. In linea di massima alcuni dei fattori che influenzano la costante di decadimento dipendono dalla magnitudo del terremoto, dalla posizione del punto geodetico rispetto alla sorgente sismogenetica, e dalle caratteristiche geologiche dell'area [Savage et al., 2005]. Nella figura 9 sono mostrate le serie temporali ricavate dall'analisi dei dati GPS a 30 secondi delle 5 stazioni geodetiche installate successivamente al terremoto, elaborate con il software Gipsy-Oasis GOA II [Lichten and Borders, 1987].

Per i dettagli sul processamento dei dati GPS si rimanda a Cheloni et al., [2010]. Come si può evincere dalla figura 9, il segnale postsismico più evidente è osservato sulle stazioni di CONI, ROPI e SGRE, installate nei giorni immediatamente successivi al terremoto e in area epicentrale (tabella 1). In particolare, osservando sia il grafico di CONI che quello di ROPI (le prime due stazioni installate), si può notare come il primo periodo, specialmente sulla componente N-S, mostri un forte gradiente di spostamento dovuto a fenomeni di afterslip sul piano di faglia [Cheloni et al., 2010]. I movimenti postsismici proseguono poi nel tempo, diminuendo gradualmente di intensità. Ulteriori analisi sui movimenti postsismici nell'area sono illustrati in Cheloni et al., [2010]. Questa evidenza di segnale post-sismico sarebbe stata completamente persa se non si fosse realizzata una densificazione di questo tipo in area epicentrale.

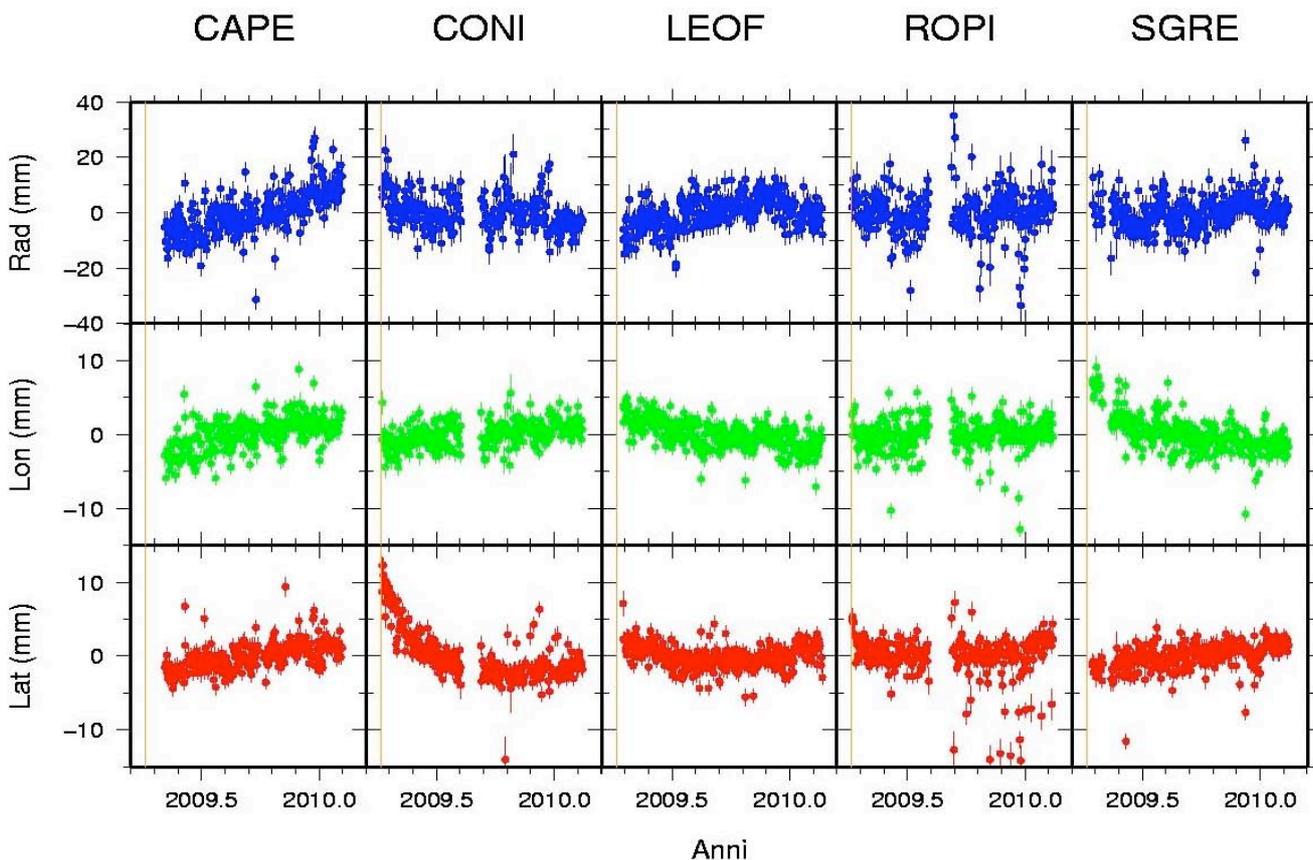


Figura 9. Serie temporali delle 5 stazioni installate. Per ogni stazione è mostrata la componente N-S (Lat), E-W (Lon) e verticale (Rad). La barra arancione indica il 6 aprile 2009.

4. Prototipo per una futura Rete GPS permanente di Pronto Intervento

In questo capitolo si propone la creazione di una rete GPS permanente di Pronto Intervento, basata sull'uso del tripode superficiale e sulla trasmissione dei dati in telemetria in real-time. Per rendere più veloce la fase di preparazione ed installazione della strumentazione GPS, è stato realizzato un prototipo di Rete GPS permanente di Pronto Intervento. Tale progetto prevede che tutti i componenti della stazione GPS siano racchiusi in un unico collo, ad eccezione delle aste in acciaio e dell'attrezzatura per la realizzazione dei fori. La prospettiva è quella di avere già pronto, in caso di futura emergenza, il materiale necessario, analogamente a quanto avviene per la Rete Mobile Telemetrata.

Il prototipo è costituito da (figura 10):

- una cassa in PVC (lunghezza 76.84 cm, profondità 76.84 cm, altezza 73.00 cm);
- 2 pannelli fotovoltaici monocristallini da 40 W pieghevoli;
- 1 batteria da 40 Ah;
- 1 centralina solare da 10 A;
- 1 ricevitore GPS;
- 1 antenna GPS;
- 2 cavi antenna GPS (1 da 10 m ed 1 da 30 m, da utilizzare a seconda del sito);
- 1 mount SCIGN;
- 1 adattatore tripode;
- 1 modulo di trasmissione dati (ad es. wi-fi, GPRS/UMTS, GSM);
- 4 aste in acciaio inox AISI 304 (lunghezza 3 m, diametro 25 mm).

La cassa in PVC è, come già detto, in grado di contenere tutti i componenti del prototipo, ad eccezione delle aste in acciaio. Sul fondo della cassa sono posizionati: la batteria, la centralina, il ricevitore GPS ed il modulo di trasmissione dati, già connettorizzati verso l'esterno, in modo che l'operatore non debba eseguire in campagna la cablaggio dei cavi. Sui due ripiani sovrastanti sono posizionati i 2 pannelli pieghevoli, l'antenna GPS, il mount SCIGN, l'adattatore tripode ed i cavi antenna. L'intera strumentazione sarà quindi composta da soli 2 colli, ovvero la cassa e le aste in acciaio, già predisposti e pronti ad essere portati in campagna.

Gli operatori che effettueranno l'installazione, una volta realizzato il monumento, dovranno compiere pochi passaggi per l'attivazione della stazione GPS, ovvero posizionare la cassa ed i pannelli fotovoltaici e collegare il cavo antenna e il cavo di alimentazione (figura 11).



SCHEMA STRUTTURA " CASE "



Figura 10. Prototipo GPS permanente di pronto intervento (sopra e pagina precedente).



Figura 11. Simulazione di installazione di una futura stazione GPS permanente di pronto intervento.

5. Considerazioni finali

Come visto nei paragrafi precedenti, la rapida installazione delle stazioni GPS permanenti (in particolare CONI e ROPI) ha permesso di misurare le prime fasi di deformazione post-sismica e di aumentarne la risoluzione spaziale in area epicentrale. La conformazione della rete GPS permanente precedente al terremoto non avrebbe infatti permesso una tale risoluzione. La velocità nella realizzazione dei monumenti è stata possibile principalmente grazie alla dedizione del personale coinvolto. La rapida installazione è stata inoltre facilitata dal tipo di substrato affiorante in questo settore dell'Appennino Centrale; diverso sarebbe stato in settori con litologia affiorante meno coerente o in zone più boschive, che avrebbe causato maggiori problemi nella fase di ricerca siti. In caso di futuri eventi sismici sarebbe però auspicabile l'acquisto di una trivella idraulica (trasportabile con mezzi furgonati), in modo da rendere più veloce e meno faticosa la fase di realizzazione dei fori. In questo modo potrebbe infatti venire realizzato un numero maggiore di monumenti durante la prima fase di emergenza sismica, adoperando la trivella idraulica per i siti più accessibili, e riservando l'utilizzo del martello demolitore solamente per siti non raggiungibili con mezzi furgonati.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va a Roberta Giuliani (DPC), Maurizio Mattone (DPC), Stefano Calcaterra (Ispra) e Piera Gambino (Ispra) per aver coadiuvato le fasi di realizzazione di due dei cinque siti GPS descritti in questo rapporto tecnico. La fase di ottimizzazione è stata svolta all'interno del work package 4.1 "*Toward a permanent Seismic and GPS network to monitor segments adjacent to Paganica fault*" del progetto DPC S5 "*High-resolution multi-disciplinary monitoring of active fault test-site areas in Italy*", inserito nella Convenzione INGV-DPC 2007-2009. Si ringraziano Vincenzo Flammia, Rocco Cogliano e Stefania Pucillo per l'aiuto dato nelle prime fasi dell'emergenza. Si ringraziano inoltre Luciano Mondiali e Cinzia Melorio per l'aiuto dato nella fase di regolarizzazione dei permessi. Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza il supporto del Direttore del Centro Nazionale Terremoti Giulio Selvaggi.

Bibliografia

- Anzidei M., Galvani A., Esposito A., Pesci A., Cristofolletti P., Del Mese S., Massicci A., Baldi P., Loddo F. (2008a). La rete geodetica GPS dell'Appennino centrale CA – GeoNet. Quaderni di Geofisica n.54.
- Anzidei M., Baldi P., Serpelloni E. (2008b). The coseismic ground deformations of the 1997 Umbria-Marche earthquakes: a lesson for the development of new GPS networks. *Annals of Geophysics*, vol. 51, n. 2/3.
- Anzidei M., Boshi E., Cannelli V., Devoti R., Esposito A., Galvani A., Melini D., Pietrantonio G., Riguzzi F., Sepe V., Serpelloni E. (2009). Coseismic deformation of the destructive April 6, 2009 L'Aquila earthquake (central Italy) from GPS data. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 36, L17307, doi 10.1029/2009GL039145.
- Anzidei M., Casula G., Galvani A., Riguzzi F., Pietrantonio G., Massicci A., Del Mese S., Loddo F., Pesci A., Esposito A. (2004). Le prime stazioni GPS permanenti INGV-CNT per il monitoraggio delle deformazioni crostali dell'area italiana. Quaderni di Geofisica n. 39.
- Anzidei M., Esposito A. (2003). Linee guida per la identificazione di siti idonei alla realizzazione di stazioni GPS permanenti e non permanenti. Rapporti Tecnici INGV, n. 18.
- Avallone A, Selvaggi G., D'Anastasio E., D'Agostino N., Pietrantonio G., Riguzzi F., Serpelloni E., Anzidei M., Casula G., Cecere G., D'Ambrosio C., De Martino P., Devoti R., Falco L., Mattia M., Rossi M., Tammaro U., Zarrilli L. (2010). The RING network: improvement of a GPS velocity field in Central Mediterranean. *Annals of Geophysics*, 2/53
- Boncio, P., Lavecchia G., Pace B. (2004). Defining a model of 3D seismogenic sources for Seismic Hazard Assessment applications: the case of central Apennines (Italy). *J. Seismol.*, 8, 407–425.

Cheloni D., D'Agostino N., D'Anastasio E., Avallone A., Mantenuto S., Giuliani R., Mattone M., Calcaterra S., Gambino P., Dominici D., Radicioni F., Fastellini G. (2010). Coseismic and initial postseismic slip of the 2009 Mw 6.3 L'Aquila earthquake, Italy, from GPS measurements. *Geoph. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04584.x

Chiarabba C., A. Amato, M. Anselmi, P. Baccheschi, I. Bianchi, M. Cattaneo, G. Cecere, L. Chiaraluce, M.G. Ciaccio, P. De Gori, G. De Luca, M. Di Bona, R. Di Stefano, L. Faenza, A. Govoni, L. Improta, F.P. Lucente, A. Marchetti, L. Margheriti, F. Mele, A. Nichelini, G. Monachesi, M. Moretti, M. Pastori, N. Piana Agostinetti, D. Piccinini, P. Rosselli, D. Seccia, L. Valoroso (2009). The 2009 L'Aquila (central Italy) Mw 6.3 earthquake: Main shock and aftershocks. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 36, L18308, doi: 10.1029/2009GL039627.

D'Ambrosio C. (2007). Variante costruttiva applicata a monumenti del tipo "Short-Drill-Braced", per stazioni GPS permanenti. *Rapporti Tecnici INGV*, n. 46, 20 pp.

Emergeo Working Group (2009). Evidence for surface rupture associated with the Mw 6.3 L'Aquila earthquake sequence of April 2009 (central Italy). *Terra Nova*, 22, 43–51, 2010, doi:10.1111/j.1365-3121.2009.00915.x.

Falco L. (2008). Implementazione e gestione di una rete di monitoraggio GPS e sismica mediante tecnologie GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA. *Rapporti Tecnici INGV*, n. 69, 21 pp.

Falcucci, E., Gori, S., Peronace, E., Fubelli, G., Moro, M., Saroli, M., Giaccio, B., Messina, P., Naso, G., Scardia, G., Sposato, A., Voltaggio, M., Galli, P., Galadini, F. (2009). The Paganica Fault and Surface Coseismic Ruptures Caused by the 6 April 2009 Earthquake (L'Aquila, Central Italy). *Seism. Res. Lett.*, 80(6), doi:10.1785/gssrl.80.6.940

Galli, P., F. Galadini, D. Pantosti (2008). Twenty years of paleoseismology in Italy. *Earth Sci. Rev.*, 88(1–2), 89–117, doi:10.1016/j.earscirev.2008.01.001.

Langbein J., J.R. Murray, H.A. Snyder (2006). Coseismic and Initial Postseismic Deformation from the 2004 Parkfield, California, Earthquake, Observed by Global Positioning System, Electronic Distance Meter, Creepmeters, and Borehole Strainmeters. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 96, 4B, pp. S304-S320, doi: 10.1785/0120050823

Larson, K., P. Bodin, J. Gomberg (2003). Using 1 Hz GPS Data to Measure Deformations Caused by the Denali Fault Earthquake. *Science*, 300, 1421-1424

Lichten, S., J. Borders (1987). Strategies for High-Precision Global Positioning System Orbit Determination. *J. Geophys. Res.*, 92, 12,751-12,762

Minichiello F., A. Memmolo, C. D'Ambrosio (2010). 4EVO: sviluppi del tripode short-drilled-braced dell'INGV per le Reti GPS permanenti, *Rapporti Tecnici INGV*, n. 149.

Roberts, G., A.M. Michetti (2004). Spatial and temporal variations in growth rate along active normal fault systems: an example from The Lazio Abruzzo Apennines, central Italy. *J. Struct. Geol.*, 26, 339–376, doi:10.1016/S0191-8141(03)00103-2

Savage, J. C., J. L. Svarc, S.B. Yu (2005). Postseismic relaxation and transient creep. *J. Geophys. Res.*, 110, B11402, doi:10.1029/2005JB003687

Selvaggi G., Mattia M., Avallone A., D'Agostino N., Anzidei M., Cantarero M., Cardinale V., Castagnozzi A., Casula G., Cecere G., Cogliano R., Criscuoli F., D'Ambrosio C., D'Anastasio E., DE Martino P., DEL Mese S., Devoti R., Falco L., Galvani A., Giovani L., Hunstad I., Massucci A., Minichiello F., Memmolo A., Migliari F., Moschillo R., Obrizzo F., Pietrantonio G., Pignone M., Pulvirenti M., Rossi M., Riguzzi F., Serpelloni E., Tammaro U., Zarrilli L. (2006). La Rete Integrata Nazionale GPS (RING) dell'INGV: un'infrastruttura aperta per la ricerca scientifica. X Conferenza ASITA, Bolzano, Atti Vol. II, 1749-1754.

allegato 1

**foto e logfile delle 5 stazioni
GPS permanenti installate
in area epicentrale**

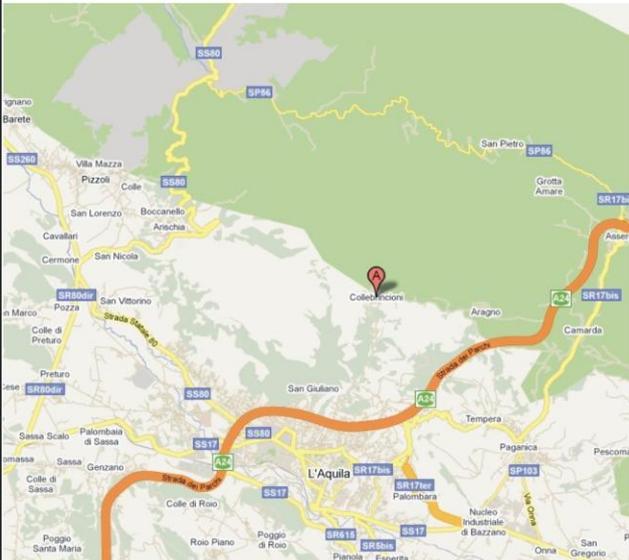
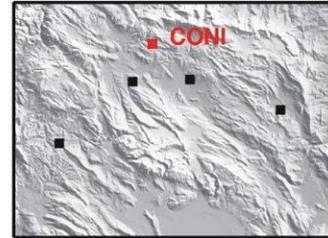
Nome stazione

Collebrincioni (CONI)

Coordinate 42°24'42.2712" N 13°23'35.5345" E

Monumento tripode superficiale

Ente INGV



CONI Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igsch.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Elisabetta D'Anastasio
Date Prepared : 2009-04-28T00:00Z
Report Type : DYNAMIC
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Collebrincioni
Four Character ID : CONI
Monument Inscription : NONE
IERS DOMES Number : (A9)
CDP Number : NONE
Monument Description : Wyatt/Agnew drilled-braced
Height of the Monument : 1.30
Monument Foundation : steel rods
Foundation Depth : 1.50
Marker Description : Top of center support screw on SCIGN D3
Date installed : 2009-04-08T00:00Z
Geologic Characteristic : bedrock
Bedrock type : sedimentary
Additional Information : installed after Mw 6.3 L'Aquila earthquake of 2009/04/06

2. Site Location Information

City or Town : Collebrincioni
State or Province : Abruzzo
Country : Italy
Tectonic Plate : Nubia-Eurasia plate boundary
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4588897.4448
Y coordinate (m) : 1092654.4042
Z coordinate (m) : 4280317.1589
Latitude (N is +) : +422442.2712
Longitude (E is +) : +0132335.5345
Elevation (m, ellips.) : 1239.095
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200+
Satellite System : GPS
Serial Number : 495199
Firmware Version : 7.02
Elevation Cutoff Setting : 10
Date installed : 2009-04-08T00:00Z
Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
Temperature Stabiliz. : 20° C +- 5°C
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504GG SCIT
Serial Number : 200135
Antenna Reference Point : BPA

Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0083
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N : 0
Antenna Radome Type : SCIT
Radome Serial Number : 1014
Antenna Cable Type :
Antenna Cable Length : 10 m
Date installed : 2009-04-08T00:00Z
Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
Additional Information : mount s.n. 0277

4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : (vendor & type number)
Antenna Cable Length : (m)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy : (hPa)
Aspiration : (UNASPIRATION/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer :
Serial Number :
Distance to Antenna : (m)
Height Diff to Ant : (m)
Calibration date : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

```

Agency                               : Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio di
Grottaminarda
Preferred Abbreviation                 : INGV
Mailing Address                       : via Castello Aquino 13, 83035 Grottaminarda (AV)
Primary Contact
Contact Name                         : Antonio Avallone
Telephone (primary)                   : ++39-0825-421925
Telephone (secondary)                 :
Fax                                   : ++39-0825-421937
E-mail                                : avallone@gm.ingv.it
Secondary Contact
Contact Name                         : Giulio Selvaggi
Telephone (primary)                   : ++39-06-51860410
Telephone (secondary)                 :
Fax                                   : ++39-06-51860541
E-mail                                : selvaggi@ingv.it
Additional Information                 :

```

12. Responsible Agency (if different from 11.)

```

Agency                               :
Preferred Abbreviation                 :
Mailing Address                       :
Primary Contact
Contact Name                         :
Telephone (primary)                   :
Telephone (secondary)                 :
Fax                                   :
E-mail                                :
Secondary Contact
Contact Name                         :
Telephone (primary)                   :
Telephone (secondary)                 :
Fax                                   :
E-mail                                :
Additional Information                 :

```

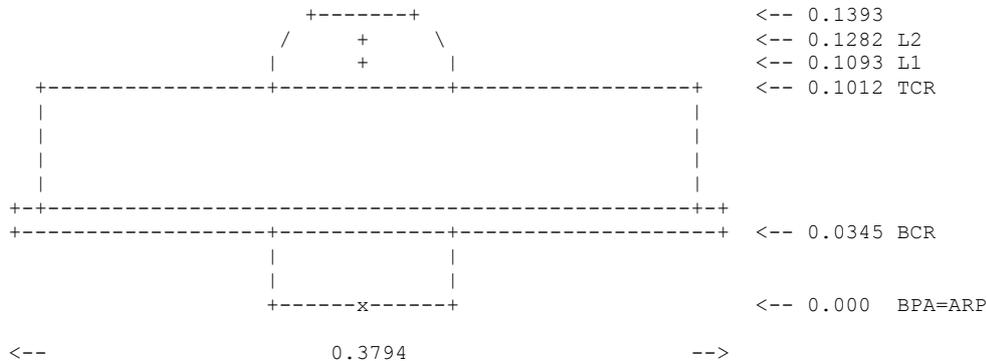
13. More Information

```

Primary Data Center                   :
Secondary Data Center                 :
URL for More Information              :
Hardcopy on File
Site Map                             : (Y or URL)
Site Diagram                         : (Y or URL)
Horizon Mask                         : (Y or URL)
Monument Description                 :
Site Pictures                         :
Additional Information                 : (multiple lines)
Antenna Graphics with Dimensions

```

LEIAT504 L1/L2 DORNE MARGOLIN ANTENNA WITH CHOKE-RING



```

ARP: Antenna Reference Point
L1 : L1 Phase Center           L2 : L2 Phase Center
TCR: Top of Choking           BCR: Bottom of Choking
TGP: Top of Ground Plane     BGP: Bottom of Ground Plane
TPA: Top of Preamplifier     BPA: Bottom of Preamplifier
TOP: Top of Pole

```

All dimensions are in meters.

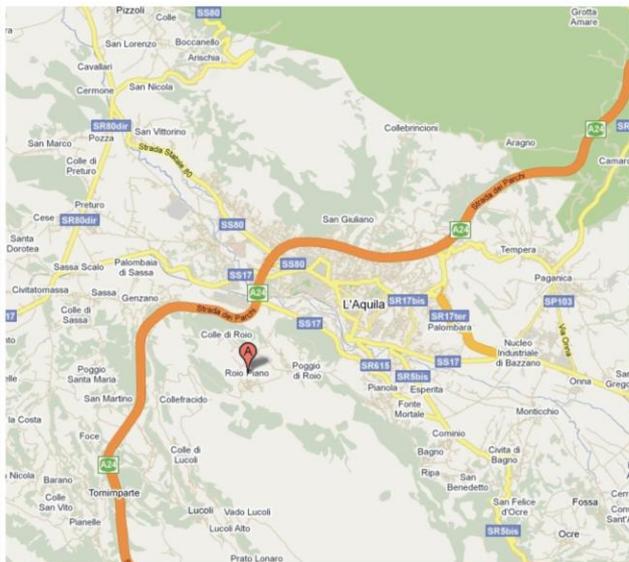
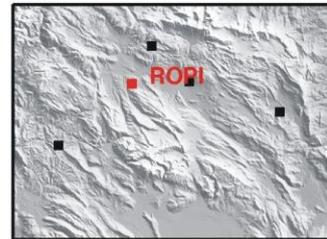
Nome stazione

Roio Piano (ROPI)

Coordinate 42°19'55.2010" N 13°20'14.0779" E

Monumento tripode superficiale

Ente INGV



ROPI Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Elisabetta D'Anastasio
Date Prepared : 2009-04-28T00:00Z
Report Type : DYNAMIC
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Roio Piano
Four Character ID : ROPI
Monument Inscription : NONE
IERS DOMES Number : (A9)
CDP Number : NONE
Monument Description : Wyatt/Agnew drilled-braced
Height of the Monument : 1.30
Monument Foundation : steel rods
Foundation Depth : 1.50
Marker Description : Top of center support screw on SCIGN D3
Date installed : 2009-04-07T00:00Z
Geologic Characteristic : bedrock
Bedrock type : sedimentary
Additional Information : installed after Mw 6.3 L'Aquila earthquake of 2009/04/06

2. Site Location Information

City or Town : Roio Piano
State or Province : Abruzzo
Country : Italy
Tectonic Plate : Nubia-Eurasia plate boundary
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4595594.3213
Y coordinate (m) : 1089507.1425
Z coordinate (m) : 4273605.4115
Latitude (N is +) : +421955.2010
Longitude (E is +) : +0132014.0779
Elevation (m, ellips.) : 991.868
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 355521
Firmware Version : 5.60
Elevation Cutoff Setting : 10
Date installed : 2009-04-07T00:00Z
Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
Temperature Stabiliz. : 20° C +- 5°C
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504GG SCIT

Serial Number : 200153
 Antenna Reference Point : BPA
 Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0083
 Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
 Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
 Alignment from True N : 0
 Antenna Radome Type : SCIT
 Radome Serial Number : 0974
 Antenna Cable Type :
 Antenna Cable Length : 10 m
 Date installed : 2009-04-07T00:00Z
 Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
 Additional Information :

4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
 Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
 Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
 Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
 Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
 Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
 Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
 Radome Serial Number :
 Antenna Cable Type : (vendor & type number)
 Antenna Cable Length : (m)
 Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
 Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
 Additional Information : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.x Humidity Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Aspiration : (UNASPIRATION/NATURAL/FAN/etc)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Distance to Antenna : (m)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

```

Agency                               : Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio di
Grottaminarda
Preferred Abbreviation                 : INGV
Mailing Address                       : via Castello Aquino 13, 83035 Grottaminarda (AV)
Primary Contact
Contact Name                          : Antonio Avallone
Telephone (primary)                   : ++39-0825-421925
Telephone (secondary)                 :
Fax                                    : ++39-0825-421937
E-mail                                 : avallone@gm.ingv.it
Secondary Contact
Contact Name                          : Giulio Selvaggi
Telephone (primary)                   : ++39-06-51860410
Telephone (secondary)                 :
Fax                                    : ++39-06-51860541
E-mail                                 : selvaggi@ingv.it
Additional Information                 :

```

12. Responsible Agency (if different from 11.)

```

Agency                               :
Preferred Abbreviation                 :
Mailing Address                       :
Primary Contact
Contact Name                          :
Telephone (primary)                   :
Telephone (secondary)                 :
Fax                                    :
E-mail                                 :
Secondary Contact
Contact Name                          :
Telephone (primary)                   :
Telephone (secondary)                 :
Fax                                    :
E-mail                                 :
Additional Information                 :

```

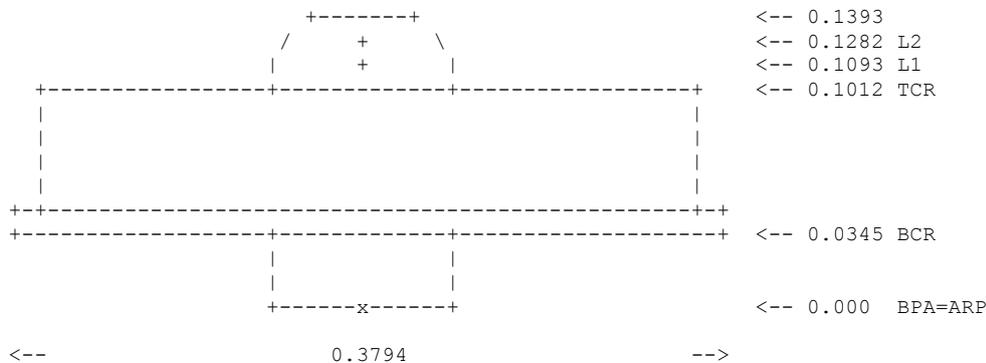
13. More Information

```

Primary Data Center                   :
Secondary Data Center                  :
URL for More Information               :
Hardcopy on File
Site Map                              : (Y or URL)
Site Diagram                          : (Y or URL)
Horizon Mask                          : (Y or URL)
Monument Description                  :
Site Pictures                          :
Additional Information                 : (multiple lines)
Antenna Graphics with Dimensions

```

LEIAT504 L1/L2 DORNE MARGOLIN ANTENNA WITH CHOKE-RING



```

ARP: Antenna Reference Point
L1 : L1 Phase Center
L2 : L2 Phase Center
TCR: Top of Choking
BCR: Bottom of Choking
TGP: Top of Ground Plane
BGP: Bottom of Ground Plane
TPA: Top of Preamplifier
BPA: Bottom of Preamplifier
TOP: Top of Pole

```

All dimensions are in meters.

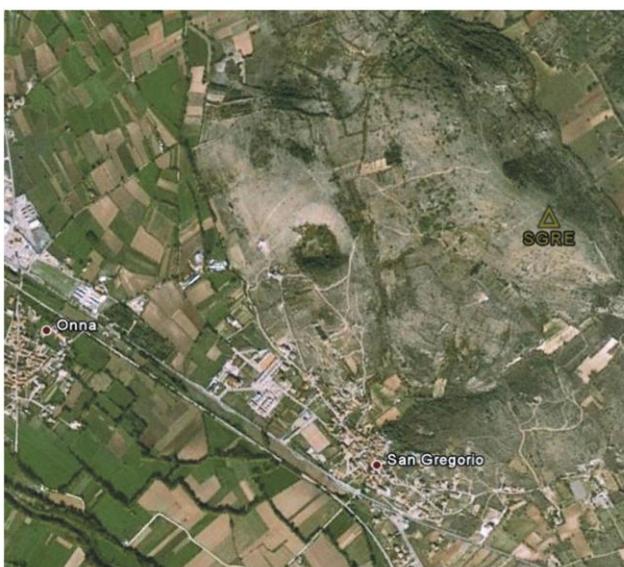
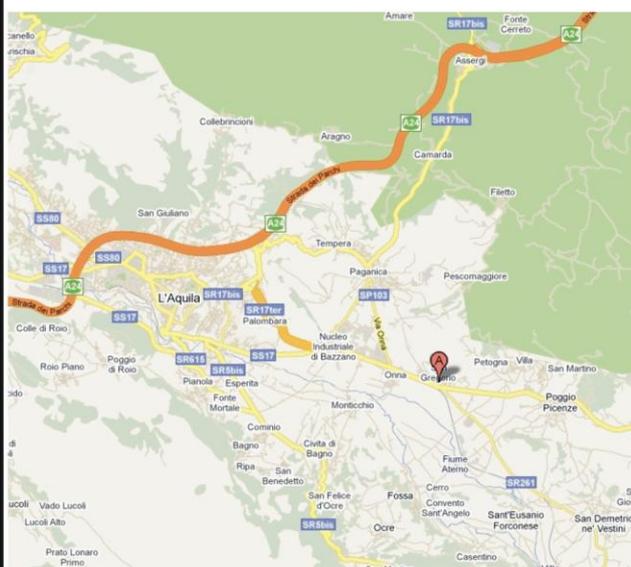
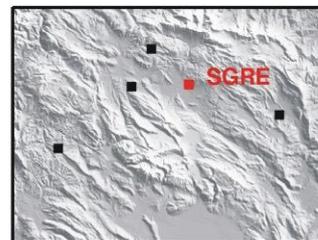
Nome stazione

San Gregorio (SGRE)

Coordinate 42°20'10.3534" N 13°30'03.7871" E

Monumento tripode superficiale

Ente INGV



SGRE Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igsch.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Elisabetta D'Anastasio
Date Prepared : 2009-05-04T00:00Z
Report Type : DYNAMIC
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : San Gregorio
Four Character ID : SGRE
Monument Inscription : NONE
IERS DOMES Number : (A9)
CDP Number : NONE
Monument Description : Wyatt/Agnew drilled-braced
Height of the Monument : 1.30
Monument Foundation : steel rods
Foundation Depth : 1.50
Marker Description : Top of center support screw on SCIGN D3
Date installed : 2009-04-15T00:00Z
Geologic Characteristic : bedrock
Bedrock type : sedimentary
Additional Information : installed after Mw 6.3 L'Aquila earthquake of 2009/04/06

2. Site Location Information

City or Town : San Gregorio
State or Province : Abruzzo
Country : Italy
Tectonic Plate : Nubia-Eurasia plate boundary
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4592022.5852
Y coordinate (m) : 1102536.2553
Z coordinate (m) : 4273827.5347
Latitude (N is +) : +422010.3534
Longitude (E is +) : +0133003.7871
Elevation (m, ellips.) : 808.421
Additional Information :

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 455291
Firmware Version : 3.00
Elevation Cutoff Setting : 10
Date installed : 2009-04-15T00:00Z
Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
Temperature Stabiliz. : 20° C +- 5°C
Additional Information :

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A5)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504GG SCIT
Serial Number : 200132

Antenna Reference Point : BPA
 Marker->ARP Up Ecc. (m) : 000.0083
 Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
 Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
 Alignment from True N : 0
 Antenna Radome Type : SCIT
 Radome Serial Number : 2357
 Antenna Cable Type :
 Antenna Cable Length : 10 m
 Date installed : 2009-04-15T00:00Z
 Date removed : CCYY-MM-DDThh:mmZ
 Additional Information :

4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
 Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
 Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
 Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
 Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
 Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
 Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
 Radome Serial Number :
 Antenna Cable Type : (vendor & type number)
 Antenna Cable Length : (m)
 Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
 Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
 Additional Information : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.x Humidity Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Data Sampling Interval : (sec)
 Accuracy : (hPa)
 Aspiration : (UNASPIRATION/NATURAL/FAN/etc)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
 Manufacturer :
 Serial Number :
 Distance to Antenna : (m)
 Height Diff to Ant : (m)
 Calibration date : (CCYY-MM-DD)
 Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Notes : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

```

Agency : Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Osservatorio di
Grottaminarda
Preferred Abbreviation : INGV
Mailing Address : via Castello Aquino 13, 83035 Grottaminarda (AV)
Primary Contact
Contact Name : Antonio Avallone
Telephone (primary) : ++39-0825-421925
Telephone (secondary) :
Fax : ++39-0825-421937
E-mail : avallone@gm.ingv.it
Secondary Contact
Contact Name : Giulio Selvaggi
Telephone (primary) : ++39-06-51860410
Telephone (secondary) :
Fax : ++39-06-51860541
E-mail : selvaggi@ingv.it
Additional Information :

```

12. Responsible Agency (if different from 11.)

```

Agency :
Preferred Abbreviation :
Mailing Address :
Primary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Secondary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Additional Information :

```

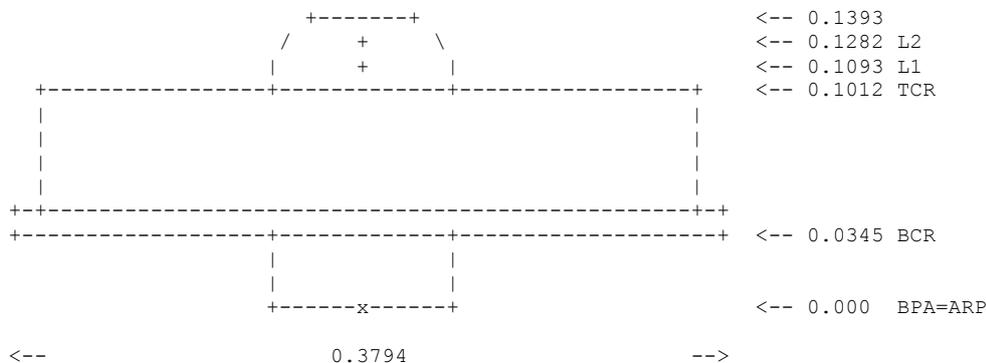
13. More Information

```

Primary Data Center :
Secondary Data Center :
URL for More Information :
Hardcopy on File
Site Map : (Y or URL)
Site Diagram : (Y or URL)
Horizon Mask : (Y or URL)
Monument Description :
Site Pictures :
Additional Information : (multiple lines)
Antenna Graphics with Dimensions

```

LEIAT504 L1/L2 DORNE MARGOLIN ANTENNA WITH CHOKE-RING



```

ARP: Antenna Reference Point
L1 : L1 Phase Center
TCR: Top of Chokering
TGP: Top of Ground Plane
TPA: Top of Preamplifier
TOP: Top of Pole
L2 : L2 Phase Center
BCR: Bottom of Chokering
BGP: Bottom of Ground Plane
BPA: Bottom of Preamplifier

```

All dimensions are in meters.

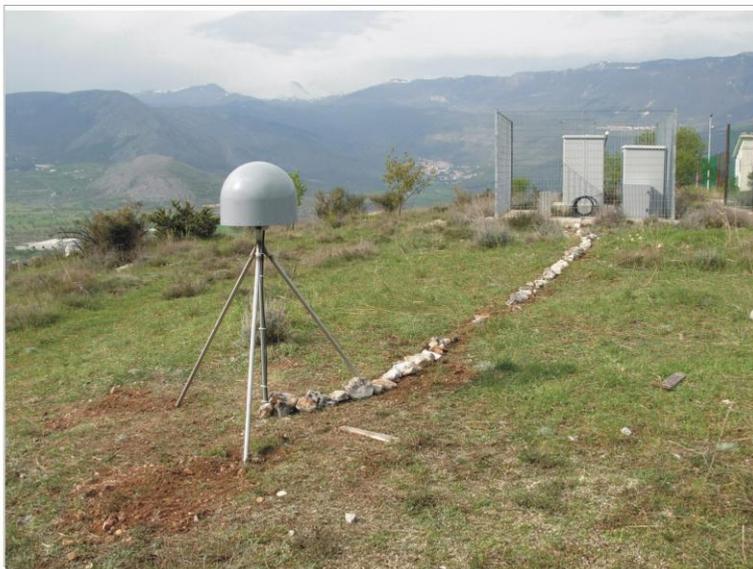
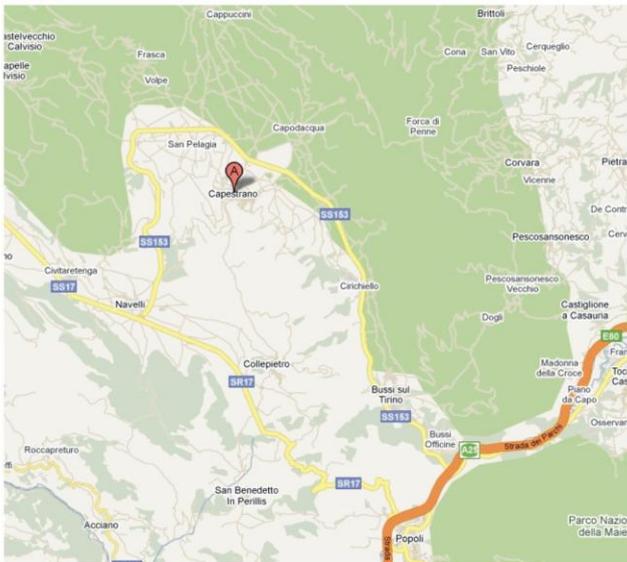
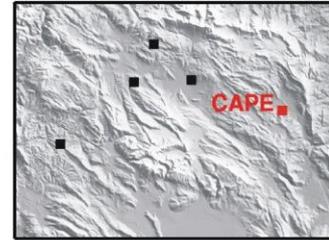
Nome stazione

Capestrano (CAPE)

Coordinate 42°16'17.71466" N 13°45'29.84399" E

Monumento tripode superficiale

Ente DPC



CAPE.log
CAPE Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igscb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Roberta Giuliani
Date Prepared : 2009-04-20T08:00Z
Report Type : UPDATE
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Capestrano campi sportivi
Four Character ID : CAPE
Monument Inscription : NONE
IERS DOMES Number : (A9)
CDP Number : NONE
Monument Description : DRILLED BRACED
Height of the Monument : 1.20 m
Monument Foundation : STEEL RODS
Foundation Depth : 1.20 m
Marker Description : Top of center support screw on SCIGN D3
Date Installed : 2009-04-16T14.00
Geologic Characteristic : BEDROCK
Bedrock Type : SEDIMENTARY
Additional Information :

2. Site Location Information

City or Town : Capestrano
State or Province : Abruzzo
Country : Italy
Tectonic Plate : Eurasia
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4591560.2018
Y coordinate (m) : 1124251.2074
Z coordinate (m) : 4268368.6750
Latitude (N is +) : +421617.71466
Longitude (E is +) : +0134529.84399
Elevation (m,ellips.) : 586.4108
Additional Information : (multiple lines)

3. GNSS Receiver Information

3.1 Receiver Type : LEICA GX1220
Satellite System : GPS
Serial Number : 464914
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A20, but note the first A5 is used in SINEX)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

4.1 Antenna Type : LEIAT504 SCIT
Serial Number : 103468
Antenna Reference Point : BPA

```

Marker->ARP Up Ecc. (m) : 0.0083
Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
Marker->ARP East Ecc(m) : 000.0000
Alignment from True N : 0.0
Antenna Radome Type : SCIT
Radome Serial Number : 2272
Antenna Cable Type :
Antenna Cable Length : 10 m
Date Installed : 2009-04-16T14.00
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

4.x Antenna Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Serial Number : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
Marker->ARP East Ecc(m) : (F8.4)
Alignment from True N : (deg; + is clockwise/east)
Antenna Radome Type : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
Radome Serial Number :
Antenna Cable Type : (vendor & type number)
Antenna Cable Length : (m)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

5. Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name :
Tied Marker Usage : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
Tied Marker CDP Number : (A4)
Tied Marker DOMES Number : (A9)
Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
  dx (m) : (m)
  dy (m) : (m)
  dz (m) : (m)
Accuracy (mm) : (mm)
Survey method : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
Date Measured : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Additional Information : (multiple lines)

6. Frequency Standard

6.1 Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

6.x Standard Type : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
Input Frequency : (if external)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

7. Collocation Information

7.1 Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

7.x Instrumentation Type : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
Status : (PERMANENT/MOBILE)
Effective Dates : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes : (multiple lines)

8. Meteorological Instrumentation

8.1.1 Humidity Sensor Model :
Manufacturer :
Serial Number :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h) : (% rel h)
Aspiration : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant : (m)

```

```

Calibration date      : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h)   : (% rel h)
Aspiration           : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.2.1 Pressure Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy             : (hPa)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy             : (hPa)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.3.1 Temp. Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy             : (deg C)
Aspiration           : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy             : (deg C)
Aspiration           : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.4.1 Water Vapor Radiometer :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Distance to Antenna   : (m)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer         :
Serial Number        :
Distance to Antenna   : (m)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.5.1 Other Instrumentation : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

```

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.1 Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
 Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Rischio Sismico
 Preferred Abbreviation : DPC-SISM
 Mailing Address : Via Vitorchiano, 4 , 00189 Rome, Italy
 Primary Contact
 Contact Name : Roberta Giuliani
 Telephone (primary) : ++39-06-68204106
 Telephone (secondary) :
 Fax :
 E-mail : roberta.giuliani@protezionecivile.it

Secondary Contact
 Contact Name : Maurizio Mattone
 Telephone (primary) : ++39-06-68204719
 Telephone (secondary) :
 Fax :
 E-mail : maurizio.mattone@protezionecivile.it

Additional Information : (multiple lines)

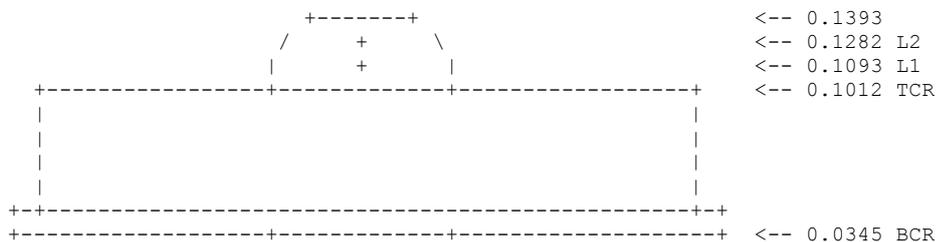
12. Responsible Agency (if different from 11.)

Agency : (multiple lines)
 Preferred Abbreviation : (A10)
 Mailing Address : (multiple lines)
 Primary Contact
 Contact Name :
 Telephone (primary) :
 Telephone (secondary) :
 Fax :
 E-mail :
 Secondary Contact
 Contact Name :
 Telephone (primary) :
 Telephone (secondary) :
 Fax :
 E-mail :
 Additional Information : (multiple lines)

13. More Information

Primary Data Center :
 Secondary Data Center :
 URL for More Information :
 Hardcopy on File
 Site Map : (Y or URL)
 Site Diagram : (Y or URL)
 Horizon Mask : (Y or URL)
 Monument Description : (Y or URL)
 Site Pictures : (Y or URL)
 Additional Information : (multiple lines)
 Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504 L1/L2 DORNE MARGOLIN ANTENNA WITH CHOKE-RING



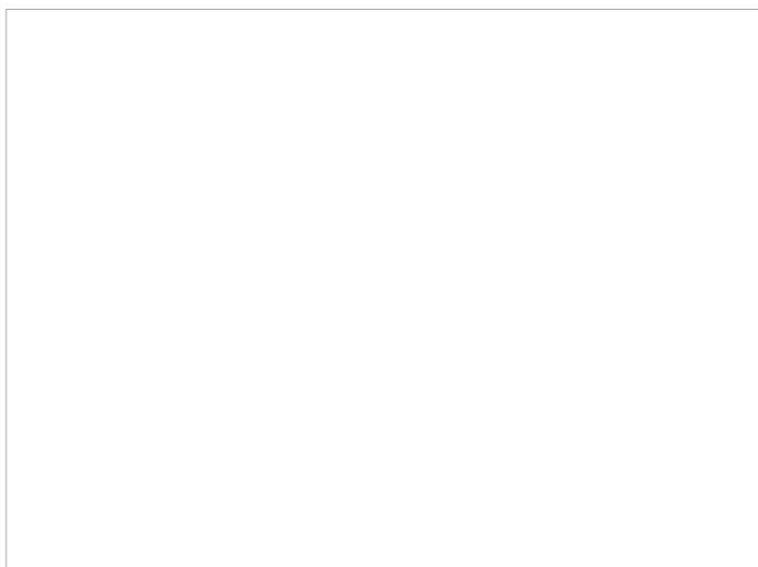
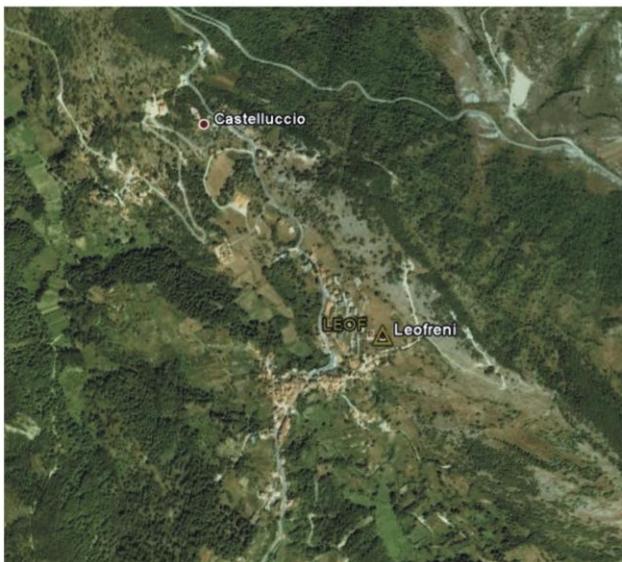
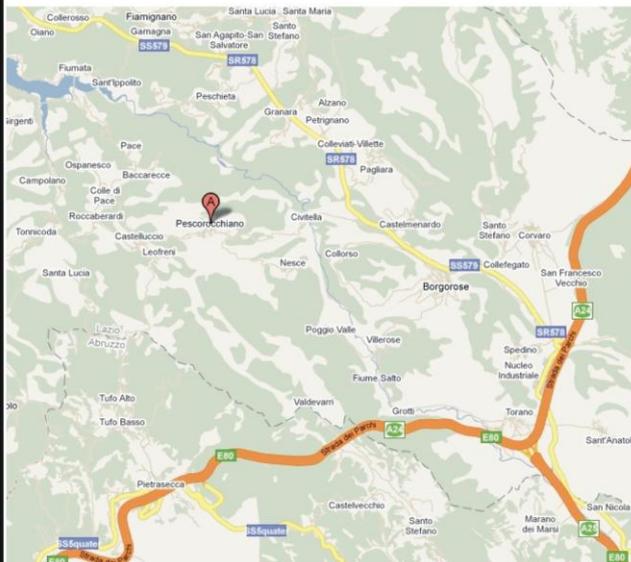
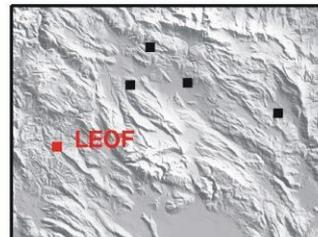
Nome stazione

Leofreni (LEOF)

Coordinate 42°11'59.1640" N 13°07'42.3308" E

Monumento asta su casotto in cemento armato

Ente ISPRA



LEOF.log
LEOF Site Information Form (site log)
International GPS Service
See Instructions at:
ftp://igsb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/sitelog_instr.txt

0. Form

Prepared by (full name) : Stefano Calcaterra
Date Prepared : 2009-04-20T00:00
Report Type : STATIC
If Update:
Previous Site Log :
Modified/Added Sections :

1. Site Identification of the GNSS Monument

Site Name : Leofreni
Four Character ID : LEOF
Monument Inscription : NONE
IERS DOMES Number : (A9)
CDP Number : NONE
Monument Description : steel rod
Height of the Monument : 0.50 m
Monument Foundation : concrete roof
Foundation Depth : 1.00 m
Marker Description : Top of center support screw on SCIGN D3
Date Installed : 2009-04-17T00.00
Geologic Characteristic : BEDROCK
Bedrock Type : SEDIMENTARY
Additional Information :

2. Site Location Information

City or Town : Leofreni
State or Province : Abruzzo
Country : Italy
Tectonic Plate : Eurasia
Approximate Position (ITRF)
X coordinate (m) : 4609226.0380
Y coordinate (m) : 1075011.3090
Z coordinate (m) : 4262798.5257
Latitude (N is +) : +421159.1640
Longitude (E is +) : +0130742.3308
Elevation (m,ellips.) : 1087.928
Additional Information : (multiple lines)

3. GNSS Receiver Information

- 3.1 Receiver Type : LEICA GRX1200PRO
Satellite System : GPS
Serial Number : 462278
Firmware Version : 4.10/2.125
Elevation Cutoff Setting : 10
Date Installed : 2009-04-17
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : 20 +- 5°C
Additional Information : (multiple lines)
- 3.x Receiver Type : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
Satellite System : (GPS/GLONASS/GPS+GLONASS)
Serial Number : (A20, but note the first A5 is used in SINEX)
Firmware Version : (A11)
Elevation Cutoff Setting : (deg)
Date Installed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Date Removed : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
Temperature Stabiliz. : (none or tolerance in degrees C)
Additional Information : (multiple lines)

4. GNSS Antenna Information

```

4.1 Antenna Type           : LEIAT504           LEIS
    Serial Number          :
    Antenna Reference Point : BPA
    Marker->ARP Up Ecc. (m) : 0.0000
    Marker->ARP North Ecc(m) : 000.0000
    Marker->ARP East Ecc(m)  : 000.0000
    Alignment from True N   : 0.0
    Antenna Radome Type     : LEIS
    Radome Serial Number    :
    Antenna Cable Type      :
    Antenna Cable Length    : 10 m
    Date Installed          : 2009-04-17
    Date Removed            : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
    Additional Information   : (multiple lines)

4.x Antenna Type           : (A20, from rcvr_ant.tab; see instructions)
    Serial Number          : (A*, but note the first A5 is used in SINEX)
    Antenna Reference Point : (BPA/BCR/XXX from "antenna.gra"; see instr.)
    Marker->ARP Up Ecc. (m) : (F8.4)
    Marker->ARP North Ecc(m) : (F8.4)
    Marker->ARP East Ecc(m)  : (F8.4)
    Alignment from True N   : (deg; + is clockwise/east)
    Antenna Radome Type     : (A4 from rcvr_ant.tab; see instructions)
    Radome Serial Number    :
    Antenna Cable Type      : (vendor & type number)
    Antenna Cable Length    : (m)
    Date Installed          : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
    Date Removed            : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
    Additional Information   : (multiple lines)

5.   Surveyed Local Ties

5.x Tied Marker Name       :
    Tied Marker Usage      : (SLR/VLBI/LOCAL CONTROL/FOOTPRINT/etc)
    Tied Marker CDP Number  : (A4)
    Tied Marker DOMES Number : (A9)
    Differential Components from GNSS Marker to the tied monument (ITRS)
      dx (m)                : (m)
      dy (m)                : (m)
      dz (m)                : (m)
    Accuracy (mm)          : (mm)
    Survey method          : (GPS CAMPAIGN/TRILATERATION/TRIANGULATION/etc)
    Date Measured          : (CCYY-MM-DDThh:mmZ)
    Additional Information   : (multiple lines)

6.   Frequency Standard

6.1 Standard Type         : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
    Input Frequency        : (if external)
    Effective Dates        : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
    Notes                   : (multiple lines)

6.x Standard Type         : (INTERNAL or EXTERNAL H-MASER/CESIUM/etc)
    Input Frequency        : (if external)
    Effective Dates        : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
    Notes                   : (multiple lines)

7.   Collocation Information

7.1 Instrumentation Type   : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
    Status                  : (PERMANENT/MOBILE)
    Effective Dates        : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
    Notes                   : (multiple lines)

7.x Instrumentation Type   : (GPS/GLONASS/DORIS/PRARE/SLR/VLBI/TIME/etc)
    Status                  : (PERMANENT/MOBILE)
    Effective Dates        : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
    Notes                   : (multiple lines)

8.   Meteorological Instrumentation

8.1.1 Humidity Sensor Model :
    Manufacturer           :
    Serial Number          :

```

```

Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h)    : (% rel h)
Aspiration            : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date     : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates      : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes                : (multiple lines)

8.1.x Humidity Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy (% rel h)  : (% rel h)
Aspiration          : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant  : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.2.1 Pressure Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy            : (hPa)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.2.x Pressure Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy            : (hPa)
Height Diff to Ant   : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.3.1 Temp. Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy            : (deg C)
Aspiration          : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant  : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.3.x Temp. Sensor Model :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Data Sampling Interval : (sec)
Accuracy            : (deg C)
Aspiration          : (UNASPIRATED/NATURAL/FAN/etc)
Height Diff to Ant  : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.4.1 Water Vapor Radiometer :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Distance to Antenna  : (m)
Height Diff to Ant  : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

8.4.x Water Vapor Radiometer :
Manufacturer         :
Serial Number       :
Distance to Antenna  : (m)
Height Diff to Ant  : (m)
Calibration date    : (CCYY-MM-DD)
Effective Dates     : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Notes               : (multiple lines)

```

8.5.1 Other Instrumentation : (multiple lines)

8.5.x Other Instrumentation : (multiple lines)

10. Local Episodic Effects Possibly Affecting Data Quality

10.1 Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

10.x Date : (CCYY-MM-DD/CCYY-MM-DD)
Event : (TREE CLEARING/CONSTRUCTION/etc)

11. On-Site, Point of Contact Agency Information

Agency : Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Preferred Abbreviation : ISPRA
Mailing Address : Via Curtatone, 3 , 00185, Rome, Italy
Primary Contact
Contact Name : Stefano Calcaterra
Telephone (primary) : ++39-06-50074594
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail : stefano.calcaterra@isprambiente.it
Secondary Contact
Contact Name : Piera Gambino
Telephone (primary) : ++39-06-50074594
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail : piera.gambino@isprambiente.it
Additional Information : (multiple lines)

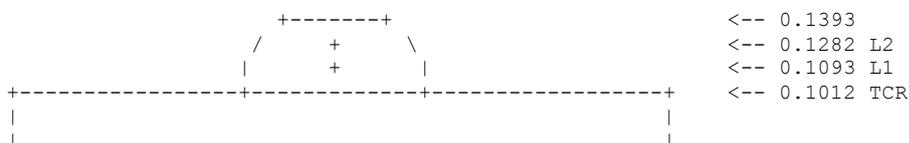
12. Responsible Agency (if different from 11.)

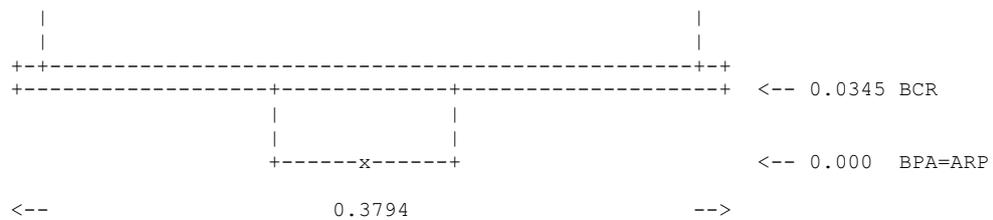
Agency : (multiple lines)
Preferred Abbreviation : (A10)
Mailing Address : (multiple lines)
Primary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Secondary Contact
Contact Name :
Telephone (primary) :
Telephone (secondary) :
Fax :
E-mail :
Additional Information : (multiple lines)

13. More Information

Primary Data Center :
Secondary Data Center :
URL for More Information :
Hardcopy on File
Site Map : (Y or URL)
Site Diagram : (Y or URL)
Horizon Mask : (Y or URL)
Monument Description : (Y or URL)
Site Pictures : (Y or URL)
Additional Information : (multiple lines)
Antenna Graphics with Dimensions

LEIAT504 L1/L2 DORNE MARGOLIN ANTENNA WITH CHOKE-RING





ARP: Antenna Reference Point
 L1 : L1 Phase Center
 TCR: Top of Choking
 TGP: Top of Ground Plane
 TPA: Top of Preamplifier
 TOP: Top of Pole
 L2 : L2 Phase Center
 BCR: Bottom of Choking
 BGP: Bottom of Ground Plane
 BPA: Bottom of Preamplifier

All dimensions are in meters.

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