

LA STAZIONE GEODETICO-GEOFISICA IPOGEA DEL BUS DE LA GENZIANA (1000VTV) - PIAN CANSIGLIO – NORD EST ITALIA

C. Braitenberg⁽¹⁾, B. Grillo^(1,2), I. Nagy⁽¹⁾, S. Zidarich⁽¹⁾, A. Piccin⁽³⁾

(1) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi Trieste

(2) Commissione Grotte "E. Boegan", Società Alpina delle Giulie, C. A. I., Trieste

(3) Corpo Forestale dello Stato, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Ufficio Territoriale per la Biodiversità, Vittorio Veneto (Treviso)

Nel novembre del 2005 ha preso vita la stazione geodetica-geofisico ipogea situata nel Bus de la Genziana nella parte veneta dell'Altipiano del Cansiglio, localizzazione strategica per questo tipo di studi nell'Italia del Nord-Est. La stazione ha lo scopo di monitorare con continuità l'inclinazione del terreno. Attualmente è dotata di una coppia di clinometri.

Vengono presentati e descritti i risultati dei primi due anni di registrazione da dicembre 2005 a settembre 2007: il Bus de la Genziana (1000VTV) è una Riserva Naturale Ipogea del Cansiglio (Veneto Orientale) secondo il D.M. del 12 luglio 1987 e si presta molto bene quale laboratorio di studio sotterraneo. E' gestita dal Corpo Forestale dello Stato nella figura di Alberto Piccin, grazie alla cui collaborazione è stato possibile realizzare questo progetto.

La localizzazione di questa cavità (Fig. 1), situata in Pian Cansiglio nel comune di Fregona (Treviso), completa verso Ovest la rete di stazioni clinometriche dell'Italia del Nord-Orientale già esistenti, costituita dalla stazione della Grotta Gigante (TS) e della Grotta Nuova di Villanova (UD) (e.g. Braitenberg e Zadro, 2006; Braitenberg et al., 2005; 2007; Park et al., 2005; Pinato Gabrieli et al., 2006). La cavità inoltre si trova in zona sismica, che è stata colpita nel 1936 da un forte terremoto con ipocentro sotto il Cansiglio e da allora è sismicamente caratterizzata da relativa calma.

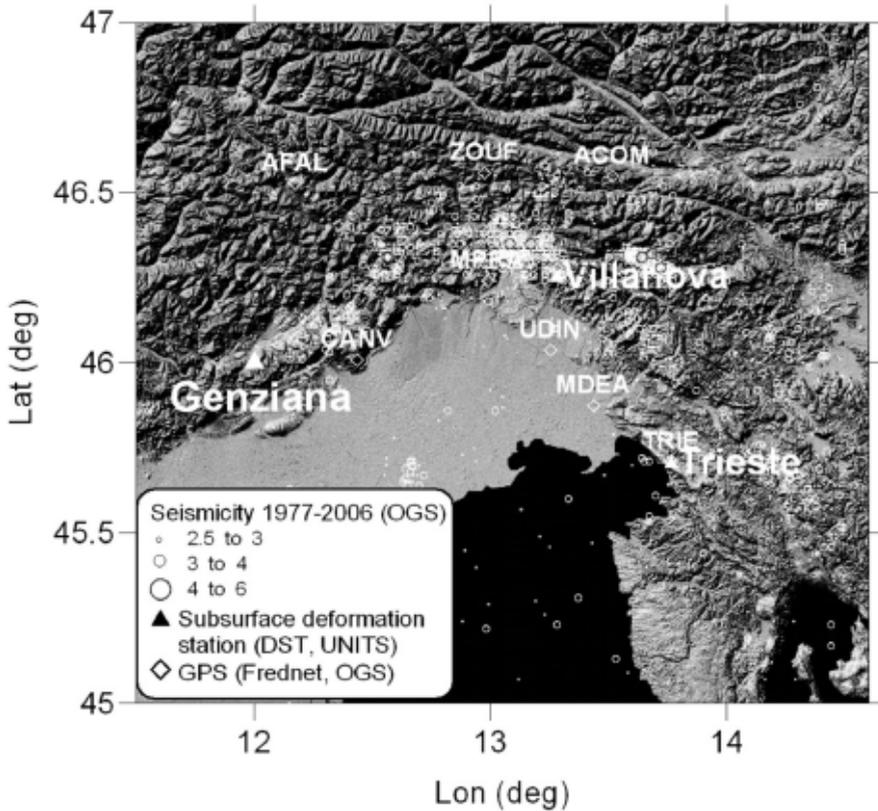


Fig. 1 – La figura illustra la posizione delle tre stazioni clinometriche gestite dal DST, Università di Trieste (Grotta Gigante, Villanova e Bus de la Genziana). La figura riporta anche le stazioni GPS della rete FREDNET (Battaglia et al., 2004) e la sismicità recente (OGS, 2007).

I dati vanno ad integrarsi, oltre che con gli altri studi geodetici di Grotta Gigante (TS) e Grotta Nuova di Villanova (UD), anche con quelli di altri Enti, quali la rete GPS FREDNET dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale e le linee di livellazione dell'Istituto Geografico Militare.

Seguono le osservazioni relative al primo anno di misurazioni con le principali caratteristiche.

La strumentazione installata nella stazione del Bus de la Genziana misura la variazione dell'inclinazione del suolo con un campionamento ogni ora. Per poter apprezzare i movimenti del suolo è necessaria una strumentazione di alta risoluzione, come quella presente in grotta. La strumentazione amplifica i movimenti e permette così di rappresentare anche spostamenti piccolissimi. Il suolo è in continuo movimento per una serie di cause: a) movimenti lenti tettonici; b) movimenti indotti da fattori ambientali quali termici e acque sotterranee; c) movimenti bruschi tettonici; d) maree terrestri

Il movimento lento registrato è la somma del movimento tettonico, creato dallo scontro della placca Adria e la placca Eurasiatica, e l'effetto annuale di temperatura. Avendo a disposizione attualmente solo quasi due anni di dati, il segnale termico si confonde con il segnale tettonico.

Normalmente il ciclo annuale delle altre due stazioni, Grotta Gigante (TS) e Grotta Nuova di Villanova (UD), compie una traccia ad ellisse. In questo caso non è ancora evidente, ma si sta accennando un semiellisse con asse in direzione NNW-SSE, con inclinazione verso SE in inverno ed

inclinazione verso NW in estate. Si prevede quindi che nel tempo il ciclo annuale sarà completato con un'ellisse.

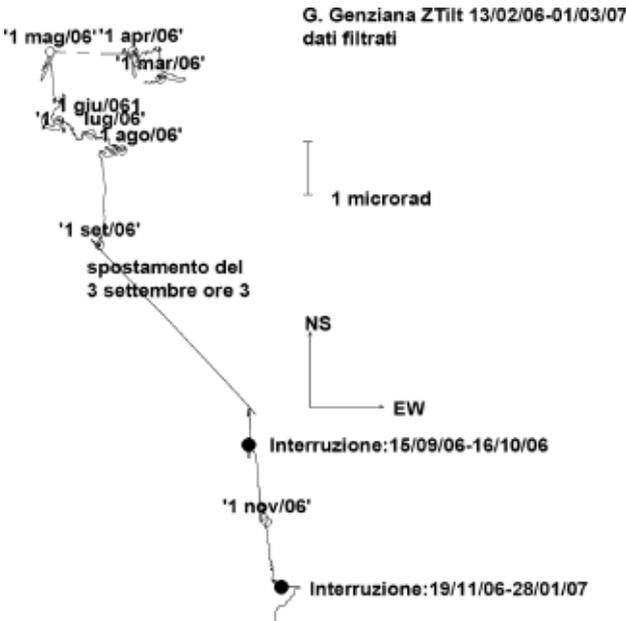
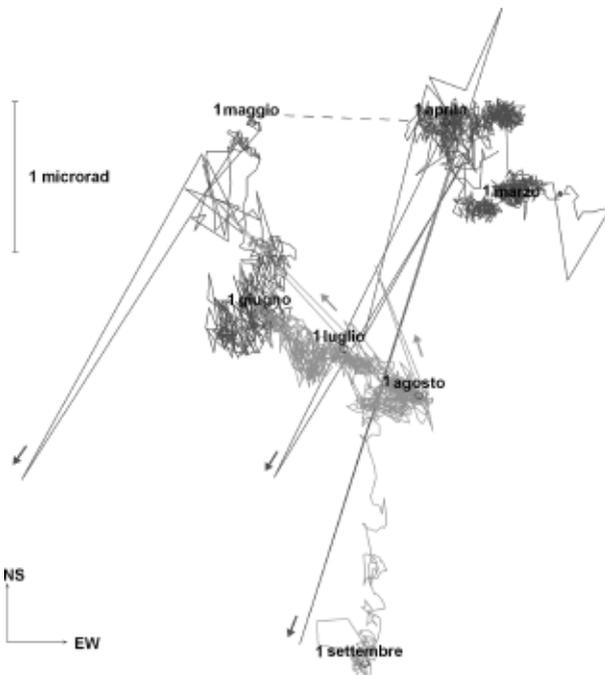


Fig. 2 – Andamento dell'inclinazione. Viene accennato il ciclo annuale fra marzo ed agosto 2006: esso descrive quasi un'ellisse con asse in direzione NNO-SSE, con inclinazione verso SE in inverno ed inclinazione verso NO in estate. La stazione inizia a derivare verso sud dal 3 settembre 2006, a seguito della dislocazione osservata con inclinazione verso SE. I dati sono stati ridotti da un campionamento orario ad un campionamento giornaliero previo filtraggio.

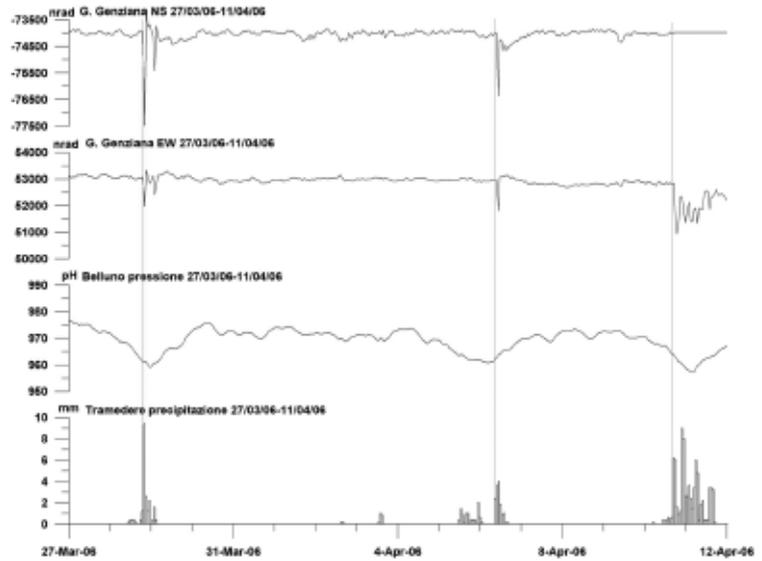
Il 3 settembre 2006 la stazione ha subito un movimento improvviso (durata minore di 1 ora) verso SE, preceduto da un movimento accelerato nei 14 giorni precedenti. Questo segnale è attribuibile ad un movimento tettonico, che è avvenuto asismicamente. E' da escludere che tale movimento sia un artefatto strumentale, in quanto è stato osservato con due strumenti indipendenti.



Sono molto evidenti le inclinazioni causate dal run-off sotterraneo di acque piovane. La direzione dell'inclinazione subisce una variazione legata alle stagioni: da dicembre a maggio è orientata SW, mentre da maggio a settembre è orientata NW.

Fig 3 - Inclinazioni causate da run-off di acque sotto suolo: sono evidenti i movimenti ad "andata e ritorno" segnati con frecce colorate in rosso e blu.

Fig. 4 - Viene evidenziata la correlazione dei segnali impulsivi con la piovosità, dove sono rappresentate le inclinazioni verso Nord ed Est (in nrad), la pressione atmosferica (in hP) e la piovosità (in mm/ora). I dati meteorologici sono disponibili fino a dicembre del 2006. I segnali correlati con la maggiore piovosità sono evidenziati in verde. Si veda anche le figure 9a, b, c.



Uno dei segnali di deformazione noti teoricamente è quello della deformazione della grotta causata dalle maree terrestri. Le maree terrestri sono utili a stabilire il corretto funzionamento continuo dell'accoppiamento degli strumenti con il terreno, in quanto il segnale può essere calcolato teoricamente e poi confrontato con le osservazioni. Il segnale di marea può anche essere utilizzato per osservare possibili variazioni delle proprietà elastiche della crosta, in quanto in tal caso il segnale osservato a confronto con quello di modello subisce variazioni temporali di ampiezza. Si può notare come le osservazioni delineano bene il segnale predetto, dimostrando così che la stazione della Genziana è adatta al rilevamento delle deformazioni del suolo.

Si rivela che il segnale in direzione N-S è amplificato rispetto al segnale teorico. Questo indica un effetto di sito locale che porta ad una distorsione del segnale, amplificando maggiormente la componente N-S. In studi successivi si dovrà scoprire se tale amplificazione sia dovuta alla conformazione della grotta, oppure ad una non omogeneità delle strutture tettoniche, che influenza le proprietà meccaniche della roccia.

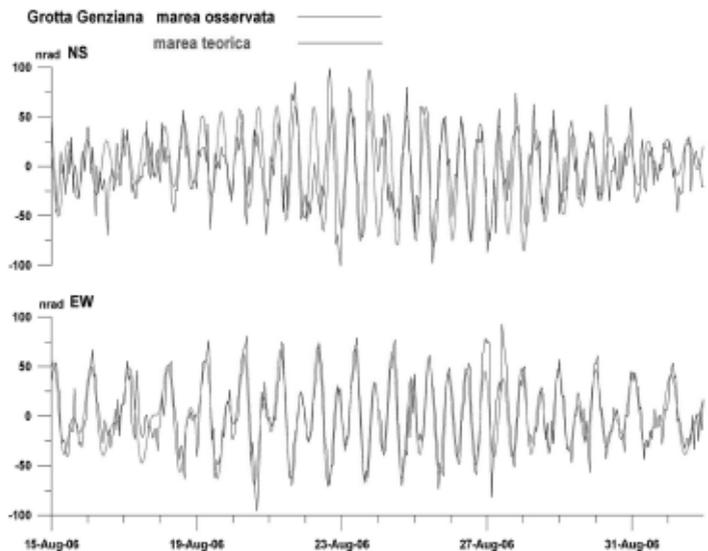


Fig. 5 - Confronto della marea teorica con quella osservata: le osservazioni delineano bene il segnale predetto, dimostrando che la stazione della Genziana è adatta al rilevamento delle deformazioni del suolo. Rispetto ad un modello isotropo, la componente NS della marea teorica è stata amplificata di un fattore 1.8.

La stazione clinometrica del Bus de la Genziana ha un buon accoppiamento con il terreno, evidenziato da un buon segnale di marea osservato. Il 3 settembre 2006 si è osservato un movimento brusco verso Sud, avvenuto asismicamente, che potrebbe essere dovuto ad un assestamento asismico. Il flusso di acque sotterranee comporta una deflessione rilevabile dalla stazione della durata di qualche ora. Ci si auspica di mantenere la stazione in vita per almeno altri due anni allo scopo di determinare le direzioni di inclinazioni tettoniche. Una miglioria strumentale importante, che aumenterebbe l'affidabilità e le potenzialità della stazione, consisterebbe in un collegamento remoto della trasmissione dei dati e nell'alimentazione a pannello solare fotovoltaico.

Ringraziamenti. Il lavoro è stato svolto con il contributo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e del Dipartimento per la Protezione Civile. Si ringraziano Alberto Casagrande per l'impegno costante e la preziosa collaborazione, le persone che hanno contribuito attivamente al lavoro di posizionamento della stazione in grotta il 15 ottobre 2005 (Gabriele Zanin, Denis Zanette, Alberto Gattel, Sergio Masut, Davide Gasparotto, Carlo Urbanet), Sergio Zidarich per l'assistenza tecnica, l'A.R.P.A. Veneto, Centro Meteorologico di Teolo per la concessione dei dati meteorologici, ed il Centro Ricerche Sismologiche, OGS di Udine, per i dati sismologici.

Bibliografia

- Battaglia M., M. H. Murray, E. Serpelloni, R. Bürgmann, 2004 - The Adriatic region: An independent microplate within the Africa-Eurasia collision zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L09605, doi: 10.1029/2004GL019723.
- Braitenberg C., Grillo B., Nagy I., Zidarich S., Piccin A., 2007 - La stazione geodetica - geofisica ipogea del Bus de la Genziana (1000VTV) - Pian Cansiglio, Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", Società Alpina della Giulie CAI, Trieste, Italia, Vol. 41:105-120.
- Braitenberg C., Nagy I., Grillo B., 2005 - Alcune informazioni sulla stazione geofisica ipogea della Grotta Gigante (Carso Triestino). *Progressione* 52, Attività e riflessioni della Commissione grotte "E. Boegan", Supplemento semestrale ad "Atti e Memorie" - Anno XXVIII, n.1-2, genn.-dic. 2005, 60-69.
- Braitenberg C., Romeo G., Taccetti Q., Nagy I., 2005 - The very-broad-band long-base tiltmeters of Grotta Gigante (Trieste, Italy): secular term tilting and the great Sumatra-Andaman Islands earthquake of December 26, 2004, *J. of Geodynamics*, 41, 164-174.
- Braitenberg C., Zadro M., 2006 - Amplitude ratios of the free oscillations generated by the Sumatra-Andaman Islands 2004 and the Chile 1960 earthquakes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, No. 1A, pp. S6-S17, January 2007, doi: 10.1785/0120050624.
- OGS, 2007 - Bollettino sismico del Centro di Ricerche Sismologiche, Istituto nazionale di Oceanografia e geofisica Sperimentale, <http://www.crs.inogs.it/>
- Park J., Song T. A., Tromp J., Okal E., Stein S., Roult G., Clevede E., Laske G., Kanamori H., Davis P., Berger J., Braitenberg C., Van Camp M., Lei X., Sun H., Xu H., Rosat S., 2005 - Earth's free oscillations excited by the 26 december 2004 Sumatra-Andaman earthquake, *Science*, 308, 1139-1144.
- Pinato Gabrieli C., Braitenberg C., Nagy I., Zuliani D., 2006 - Tilting and horizontal movement at and across the northern border of the Adria plate, Edts. Gil A.J. e Sansò F., *Geodetic Deformation Monitoring: From Geophysical to Engineering Roles*, 306 pp., Springer Verlag, 129-137. ISBN-10: 3-540-38595-9. (IAG Symposium Jaén, Spain, March 7-19, 2005).