



Il sistema di monitoraggio della grotta del Farneto (BO)

MARTA CRISTIANI¹, CLAUDIO DALMONTE¹,
JO DE WAELE¹, MONICA GHIROTTI¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Alma Mater
– Università di Bologna, Via Zamboni 67, 40127 Bologna

Abstract

Farneto is the most famous cave of the Regional Natural Park of “Gessi Bolognesi e Calanchi dell’Abbadessa”. The cave, discovered in 1871 and explored in the early years of the XXth century, after decennia of abandonment, was closed to the public in the early 90s because of mass movements that had obstructed the entrance. After important stabilisation works the cave was reopened to the public in October 2008. In order to evaluate the stability conditions of the areas open to visitors, the Department of Earth and Environmental Sciences of Bologna University is managing data (on an hourly basis) measured by a monitoring system composed of six extension meters and two clinometers placed in those areas having the most critical situations. Together with these instruments (that measure opening and closure of rock discontinuities or rotation of potentially unstable blocks) also three monitoring devices for temperature and relative humidity have been put in place. From the data analysis of three years of monitoring it is clear that the small movements are independent from rainfall and relative air humidity, while some of the changes are inversely correlated to temperature variations, with cycles of thermal contraction and dilatation. However, despite this cyclic behavior, the recorded deformations appear to be progressively increasing over the three years.

Keywords

Gypsum, Cave, Geotechnics, Deformations, Environmental Monitoring

Riassunto

La grotta del Farneto è la più famosa cavità del Parco Naturale Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell’Abbadessa. La grotta, scoperta nel 1871 ed esplorata nei primi del Novecento, dopo decenni di abbandono fu chiusa al pubblico agli inizi degli anni ‘90 a seguito di frane che ne avevano ostruito l’ingresso. Dopo importanti lavori di consolidamento, la grotta è stata riaperta al pubblico nell’ottobre 2008. Al fine di valutare le condizioni di stabilità delle aree aperte ai visitatori, il Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali dell’Università di Bologna gestisce i dati (a frequenza oraria) provenienti da un sistema di monitoraggio costituito da 6 estensimetri e due clinometri installati in corrispondenza delle situazioni di maggiore criticità. A supporto di tali dati (aperture/chiusure di discontinuità in roccia o rotazioni di blocchi potenzialmente instabili) sono state installate tre centraline per l’acquisizione della temperatura dell’aria e dell’umidità relativa. Dall’analisi dei dati di tre anni di monitoraggio, si osserva come i movimenti risultino indipendenti dalle precipitazioni e dall’umidità relativa, mentre si riconoscono comportamenti deformativi correlabili inversamente alla temperatura dell’aria, con cicli di dilatazione/contrazione termica delle discontinuità a cui si sovrappone un effetto di isteresi per cui, nell’arco dell’anno, è rilevabile una progressiva e non recuperabile deformazione.

Parole Chiave

Gesso, grotta, geotecnica, deformazioni, monitoraggio ambientale

Introduzione

Tra le oltre 150 grotte censite nell'area del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa, la Grotta del Farneto (o dell'Osteriola) è senza dubbio una delle più note ed importanti, benché non sia la più estesa e sviluppata. La grotta fu scoperta verso la fine dell'estate del 1871 da Francesco Orsoni, insieme ad un contadino della zona, Filippo Dorelli (FANTINI & BADINI, 1972; RIVALTA, 1995). Il sito, che comprende sia la grotta sia un vicino sottoroccia, ha una grande importanza archeologica, con il ritrovamento dall'Orsoni prima, da Fantini dopo, di numerosi reperti ed ossa risalenti a l'età del Bronzo (3300-1200 a.C.) (BERMOND MONTANARI & RADMILLI, 1954; FANTINI, 1959; BERTOLANI, 1965; FACCHINI, 1972; FANTINI & BADINI, 1972; SCARANI, 1972; MINARINI, 2008; NENZIONI, 2008). Per molti decenni la grotta fu visitata in modo incontrollato da speleologi, ma anche da curiosi e semplici escursionisti, causando un progressivo degrado dell'ambiente sotterraneo e dei suoi importanti depositi. Inoltre la cava di gesso adiacente la grotta, aperta dalla fine dell'800 e chiusa soltanto verso la metà degli anni '70, ha progressivamente danneggiato l'area archeologica, causando anche il crollo dell'ingresso storico (GRIMANDI & PALUMBO, 1997; GRIMANDI, 2008). È soprattutto grazie agli speleologi che la grotta e l'area circostante sono state salvaguardate a partire dagli anni '70. Il VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna fu in parte dedicato alla Grotta del Farneto ed è stato forse grazie a questo importante evento che l'opinione pubblica ha iniziato a capire l'importanza di intervenire, onde evitare di perdere un luogo così importante per la storia dell'area Bolognese. Ma è solo dopo il crollo dell'ingresso storico e la chiusura delle cave nella prima metà del '70 che si inizia seriamente a parlare di un progetto di salvaguardia e valorizzazione della grotta e dell'intera area dei gessi bolognesi (CENCINI & FORTI, 1982). Un processo che poi ha portato alla nascita del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa.

Malgrado il fatto che l'area fu acquisita in parte dal Comune di San Lazzaro di Savena ed in parte dalla Provincia di Bologna, rispettivamente nel 1974 e nel 1978, e fu sottoposta a ripetuti interventi di consolidamento, peraltro contestati dagli speleologi, nel 1991 si verificò un altro grande crollo che distrusse, questa volta irrimediabilmente, il maestoso ingresso storico del Farneto (GRIMANDI, 2008). Soltanto nel 2004 furono avviate indagini geognostiche per verificare se la grotta potesse essere riaperta senza causare ulteriori crolli, e nel 2008 finalmente furono avviati i lavori di sistemazione che hanno portato, verso la fine dello stesso anno, all'apertura del Farneto al pubblico (MONTAGNI et al., 2008) (Figura 1).

Nell'ambito di questo progetto di riapertura sono stati effettuati due tipi di monitoraggio. Da fine Marzo 2006

sono state installate tre stazioni per il monitoraggio della temperatura in grotta, ed una all'esterno della grotta (DALMONTE et al., 2010). È stata inoltre messa in opera una rete di monitoraggio in grado di rilevare gli spostamenti direzionali ed angolari di alcuni blocchi tra l'ingresso della grotta e la prima sala. In questo lavoro si analizzeranno i dati di questi monitoraggi.

La grotta del Farneto

Geologia e idrogeologia

La grotta del Farneto si apre nei gessi Messiniani affioranti tra i torrenti Zena e Idice, in comune di San Lazzaro di Savena, in riva destra dello Zena. Il maestoso portale d'ingresso, ora crollato, si apriva a circa 115 m s.l.m., mentre l'ingresso attuale si trova a 130 m s.l.m.



Fig. 1 Ingresso attuale della grotta del Farneto con la scala a chiocciola. Si notano bene lavori di consolidamento dell'area d'ingresso (reti paramassi)

I banchi di gesso in cui si sviluppa la grotta appartengono alla Formazione Gessoso-Solfifera (Messiniano inf.). Gli strati nella zona del Farneto hanno una direzione di $125-145^{\circ}$ e sono inclinati di circa 60° con immersione verso Nord-Est. Come in tutta la serie evaporitica Messiniana, i gessi sono intercalati da interstrati marnosi-dolomitici di spessore variabile tra qualche centimetro a qualche metro. Alla base di questa sequenza evaporitica affiorano marne argillose e siltose della Formazione di Termina (Serravalliano sup.-Messiniano inf.). Verso l'alto i gessi sono a contatto con le argille ed argille marnose della Formazione dei Colombacci (Messiniano sup.) (DEMARIA, 2008). Dal punto di vista idrologico, l'area carsica tra Zena ed Idice può essere suddivisa in quattro sistemi carsici indipendenti, separati tra loro da elementi strutturali e/o potenti interstrati marnoso-argillosi. La Grotta del Farneto e la sua risorgente (Fontanazzo o Fontanino) costituiscono la parte terminale di un sistema carsico che inizia nella valle cieca di Ronzano (CASALI, 1973). Gli altri sistemi sono costituiti da Dolina di Gaibola-Grotta Novella, che termina nell'Idice, e Dolina dell'Inferno-Coralupi-Grotta Pelagalli (o Nuova) poche decine di metri a Nord del Farneto e Dolina dell'Inferno inferiore-Grotta Cioni-Risorgente Ca' Masetti ancora più a Nord (CASALI, 1973; DEMARIA, 2008).

Descrizione sintetica della grotta e speleogenesi

La grotta è stata esplorata numerose volte, ed esistono diversi rilievi. Francesco Orsoni la esplorò probabilmente quasi per intero, ma non lasciò disegni e documenti scritti. Il primo rilievo, solo di una parte del ramo superiore della cavità, fu pubblicato da Fantini nel suo libro sulle grotte Bolognesi (FANTINI, 1934). Pochi anni dopo (1936) ne fu realizzato uno con il tacheometro dal Gruppo Speleologico Bolognese (PALUMBO, 1997), rappresentante sempre le parti più accessibili della cavità. Un simile rilievo di precisione fu anche eseguito dall'Unione Speleologica Bolognese nel 1971. Nel 1962 il Gruppo Speleologico Emiliano pubblica un rilievo completo della parte superiore ed inferiore (attiva) della grotta, per uno sviluppo complessivo di 870 metri. Nell'ambito del Catasto delle Grotte, finalmente, il GSB/USB effettua un nuovo e completo rilievo tra il 1997 e 1998, portando la grotta a 1014 m di sviluppo per un dislivello totale di $44 (+2/-42)$ m (PALUMBO, 1997).

La morfologia generale della grotta è dominata dai crolli, in particolare negli ambienti superiori, e da morfologie da scorrimento idrico nella parte inferiore. In alcuni ambienti, come nel torrente attivo, sono ben visibili anche

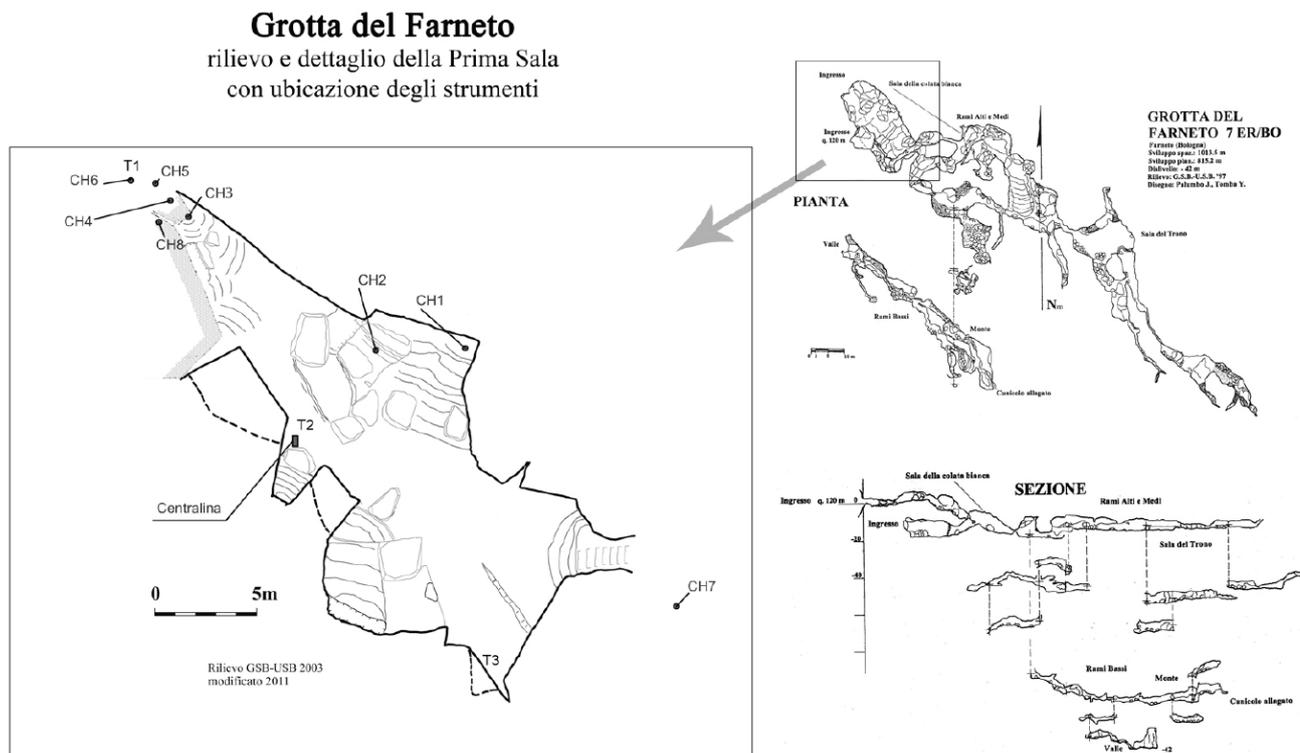


Fig. 2 Rilievo della Grotta del Farneto (PALUMBO, 1997), con dettaglio della prima sala (a sinistra) e l'ubicazione di tutti i sensori (CH estensimetri e inclinometri, T temperatura)

i canali di volta, la cui genesi è legata all'erosione antigravitativa (PASINI, 2009). L'andamento generale della grotta segue la stratificazione, mentre alcuni tratti sono impostati lungo fratture con direzione N-S. Per una descrizione dettagliata della cavità si consiglia di consultare diversi articoli pubblicati in quest'ultimo mezzo secolo (SCAGLIONI, 1963; GRUPPO SPELEOLOGICO EMILIANO, 1966; BADINI, 1967; BADINI & BARDELLA, 1971; BERTOLANI & ROSSI, 1972; PALUMBO, 1997).

La grotta è chiaramente stata creata dalle acque sotterranee che, come hanno confermato le colorazioni, collegano gli inghiottitoi della valle cieca di Ronzano e la risorgente del Fontanino. Il torrente ipogeo è ancora visibile in vari segmenti del ramo inferiore, benché difficile da seguire per esiguità dei cunicoli o abbondante presenza di fango (GRUPPO SPELEOLOGICO EMILIANO, 1966; BADINI & BARDELLA, 1971; BERTOLANI & ROSSI, 1972; CENCINI, 1972; DEMARIA, 2008). La presenza di sedimenti clastici e delle classiche morfologie antigravitative testimoniano tuttavia un alternarsi di periodi di erosione e di deposizione, riflettendo cambiamenti climatici o ambientali. Il graduale sollevamento dell'Appennino e il conseguente approfondimento del Torrente Zena hanno comunque progressivamente costretto il torrente ipogeo a scavarsi un nuovo percorso, con l'abbandono del vecchio. Quest'ultimo, soggetto a crolli e distacchi, si allarga e si modifica per processi graviclastici, cui si aggiunge poi l'adattamento da parte dei primi frequentatori.

Materiali e metodi

Il sistema di acquisizione dati è costituito da 8 sensori collegati ad una unità di acquisizione dati multicanale, modello GST-CAD/16 (Gestecno). Quest'ultima è fornita di 8 ingressi analogici, con una risoluzione di 16 bit ed un'accuratezza <0.02% FS, ed è alloggiata in un armadietto di alluminio a tenuta stagna IP67. I sensori utilizzati sono 6 trasduttori di posizione a filo (estensimetri) e 2 clinometri.

Gli estensimetri GST-TPF (Gestecno), di tipo potenziometrico, hanno una risoluzione al centesimo di mm, e sono dotati di buona resistenza ad acqua e polvere (classe di protezione IP65). I clinometri GST-CLM/30 (Gestecno) garantiscono una risoluzione di 0,001°, accuratezza totale di 0,02°, ed hanno una classe di protezione IP67.

Per l'ubicazione dei sensori, tutti ubicati nella prima sala della grotta, si rimanda alla Figura 2.

La stazione CH1 è costituita da un estensimetro posizionato in prossimità del soffitto; oggetto del monitoraggio è un blocco di gesso avente dimensioni di 2 x 1,5 x 1,7 m circa, per un volume di circa 5 mc. Questo blocco risulta essere incastrato tra altri blocchi di gesso e poggia su ma-

teriale gessoso sbriciolato di colore grigio con spessore da 20 a 60 cm, senza umidità (Figura 3a).

La stazione CH2 (Figura 3a) è costituita da un estensimetro posizionato tra due blocchi di gesso aventi dimensioni di 3 x 1,5 x 0,8 m circa, per un volume di 3,6 mc circa (quello superiore), e circa 2,3 x 2,2 x 0,8 m circa (spessore variabile da 40 a 120 cm), per un volume di circa 4 mc (quello inferiore). Il blocco inferiore è incastrato tra altri blocchi di gesso e poggia su materiale sciolto umido di colore marrone con spessore di almeno 20 cm; il blocco superiore è incastrato tra blocchi di gesso, e poggia in parte su materiale sciolto avente spessore 40/50 cm e in parte su un conglomerato di 20 cm.

Le stazioni CH3 (Figura 3b) e CH4 (Figura 3c) sono costituite da due estensimetri posizionati trasversalmente ad una discontinuità in roccia avente direzione tra 100° e 120° ed un'inclinazione di circa 20° N ed una lunghezza visibile di circa 9 m; le due stazioni registrano il movimento rispettivamente dal lato interno ed esterno della volta di ingresso della grotta.

La stazione CH5 è costituita da un estensimetro posizionato lungo la scala metallica di accesso alla grotta; oggetto del monitoraggio è un cuneo di roccia aggettante avente dimensioni trasversali di 5 x 2,8 m circa, ed un'apertura di circa 20 cm che va a chiudersi internamente dopo 60 cm.

La stazione CH6 è costituita da un estensimetro posizionato lungo la scala di accesso; oggetto del monitoraggio è un insieme di tre blocchi di gesso aventi volumi rispettivamente di 9, 0,5 e 13 mc partendo dal basso. I blocchi appoggiano gli uni sugli altri, ed al contatto il gesso si presenta estremamente fratturato.

La stazione CH7 (Figura 3d) è costituita da un clinometro; oggetto del monitoraggio è un blocco di gesso avente dimensioni di circa 1,20 x 0,9 x 2,5 m, per un volume di circa 2,7 mc. Questo blocco risulta essere adagiato sul pavimento in roccia (gesso) ma poggia su materiale sciolto di colore grigio e marrone con spessore di 6-7 cm (Figura 3e).

La stazione CH8 è costituita da un clinometro posizionato sulla parete che sovrasta la scala metallica; oggetto del monitoraggio è un cuneo di roccia lievemente aggettante avente dimensioni trasversali di 2 x 2 m circa, e nella parte inferiore poggia su una breccia di gesso umida avente spessore di circa 10 cm.

Il monitoraggio della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria in grotta si basa su tre stazioni interne (T1, T2 e T3): dal 26 marzo 2006 al 15 settembre 2008 e dal 30 marzo al 3 giugno 2009 con sensori Hobo Pro series, dal 4 giugno ad oggi da sensori Hobo Pro v2 (Onset). Questi sensori hanno un'accuratezza di 0,2°C e circa 3% UR. La temperatura media dell'aria e le precipitazioni sono state acquisite dalla Stazione di Settefonti, 6 km a SE dal Farneto (ARPA, www.arpa.emr.it).



Fig. 3 a CH1 Ch2



Fig. 3 b CH3



Fig. 3 c CH4



Fig. 3 d CH7



Fig. 3 e CH7

Fig. 3 Strumenti di monitoraggio:

- a) estensimetri CH1 (a destra in alto) e CH2 (tra i due massi a sx della persona);
- b) estensimetro sopra l'ingresso, lato interno CH3;
- c) estensimetro sopra l'ingresso, lato esterno CH4;
- d) inclinometro CH7 montato su un grosso lastrone in bilico;
- e) lo stesso masso monitorato dalla stazione CH7 visto dal basso: si nota il sentiero poco sotto

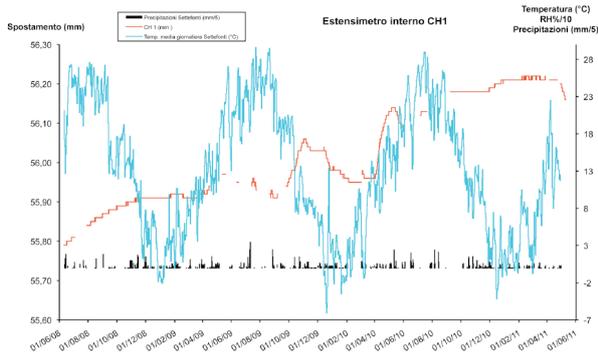


Fig. 4 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH1

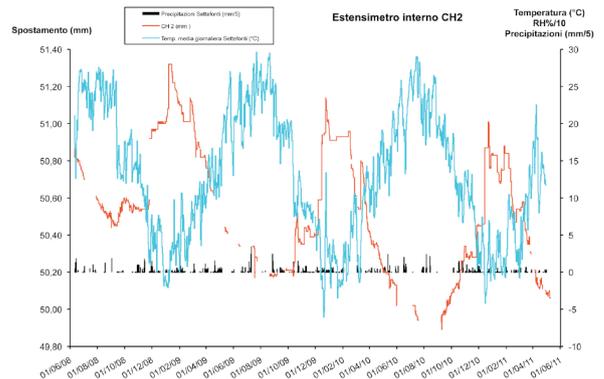


Fig. 5 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH2

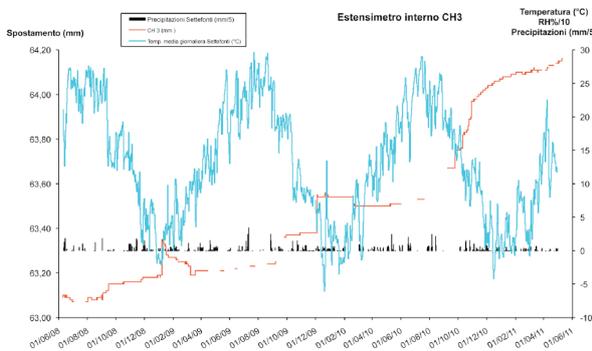


Fig. 6 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH3

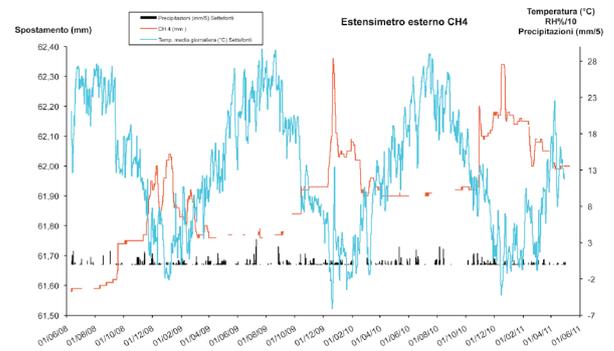


Fig. 7 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH4

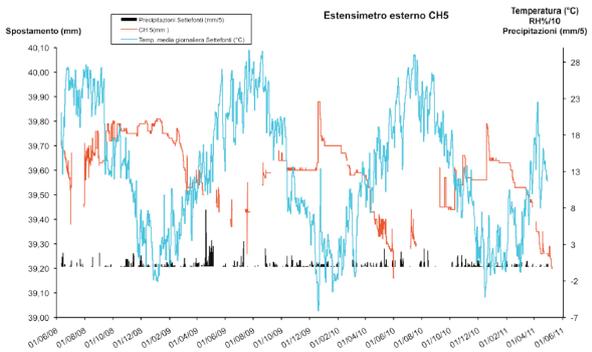


Fig. 8 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH5

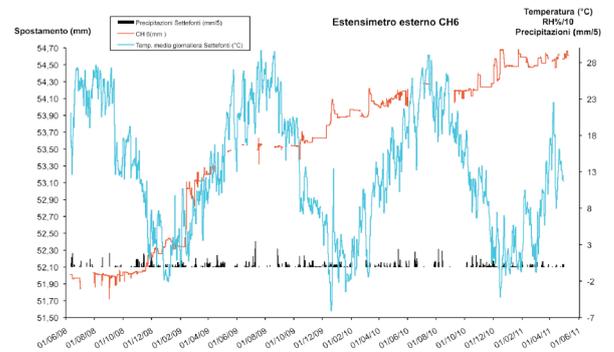


Fig. 9 Spostamento, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'estensimetro CH6

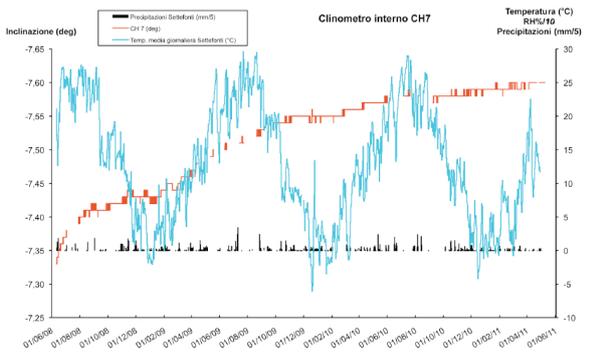


Fig. 10 Inclinazione, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'inclinometro CH7

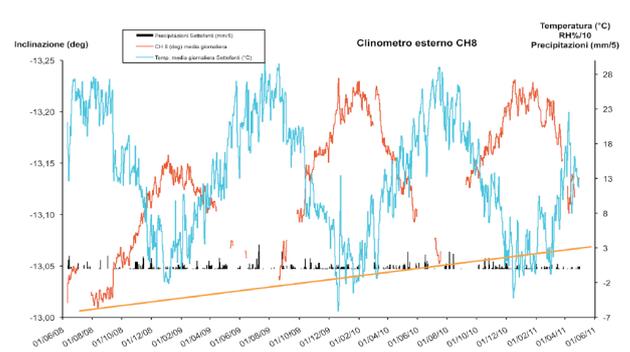


Fig. 11 Inclinazione, temperatura dell'aria e precipitazioni dell'inclinometro CH8



Discussione dei risultati

L'andamento delle temperature nella prima sala mostra che essa funge da trappola per il freddo, con andamento simile, anche se leggermente ritardata, rispetto alle variazioni di temperatura esterna. In particolare la temperatura interna scende rapidamente con il raffreddarsi dell'ambiente esterno, mentre si riscalda molto più lentamente, probabilmente per diffusione (DALMONTE et al., 2010).

Dall'analisi dei dati di umidità relativa, di precipitazioni, e di spostamenti registrati dagli strumenti, si nota come questi ultimi risultino indipendenti dalle precipitazioni e dalla umidità relativa dell'aria (Figure 4-11). Inoltre, dai dati estensimetrici e clinometrici, possiamo distinguere due principali comportamenti: uno oscillatorio, correlato inversamente con la temperatura (CH2,4,5,8), e uno completamente indipendente dalla temperatura (CH1,3,6, 7).

Lo strumento CH1 ha registrato un'apertura di 0,42 mm in 32 mesi di monitoraggio, corrispondente ad un abbassamento del blocco di pari entità (Figura 4). Un movimento verso il basso minore, di 2,50 mm/32 mesi, è stato registrato per il blocco dello strumento CH6 (Figura 9). Questi due massi risultano essere in continuo abbassamento, con piccole oscillazioni che non sono correlabili con l'andamento della temperatura dell'aria. Un simile comportamento si nota nell'estensimetro CH3, che ha registrato un abbassamento della volta di 0,97 mm sui 32 mesi di monitoraggio (Figura 6). L'estensimetro CH2 mostra una chiara correlazione inversa con la temperatura dell'aria esterna, con oscillazioni che registrano spostamenti anche di qualche mm. Tuttavia gli spostamenti si annullano quasi completamente su base annua (Figura 5). Lo strumento CH4 mostra un comportamento analogo, anche se, complessivamente, indica un abbassamento della volta di 0,60 mm sui 32 mesi di monitoraggio (Figura 7). Monitorando la stessa frattura dell'estensimetro CH2, questi due strumenti mostrano chiaramente un lento abbassamento della volta della grotta, comunque inferiore ai 0,4 mm/anno. Anche lo strumento CH5, che tiene sotto controllo un blocco sopra l'ingresso della grotta, mostra andamento oscillatorio, inverso rispetto alla temperatura, con un delta di 0,70 mm (Figura 8). Le misure sembrano mostrare un lento scivolamento del blocco di 0,10 mm/anno.

L'inclinometro CH7 ha registrato un progressivo aumento dell'inclinazione raggiungendo 0,25° (rotazione verso il basso) alla fine dei 32 mesi (Figura 10).

Le variazioni non sono correlabili né con le piogge né con la temperatura dell'aria. Il clinometro CH8, invece, mostra una chiara anticorrelazione con la temperatura, mostrando un delta di 0,2° nell'arco dei 32 mesi di monitoraggio (Figura 11). La tendenza di diminuzione dei valori minimi (estivi) (linea arancione in Figura 11) sembrano

indicare uno scivolamento (rotazione) del blocco verso il basso di 0,03°/anno.

Lo spostamento repentino registrato negli estensimetri CH2, CH3 e CH4 all'inizio di Dicembre 2010 ha fatto decidere di chiudere l'accesso alla grotta dal 8 Dicembre 2010 al 28 Marzo 2011. Gli spostamenti, benché sensibili, non destano particolare preoccupazione, almeno per il momento.

Conclusioni

Il monitoraggio della Grotta del Farneto, iniziato nell'estate del 2008, consente di trarre le prime conclusioni sull'assetto statico dell'ingresso e della prima sala dopo 32 mesi di misure.

Tutte le deformazioni registrate sembrano essere completamente indipendenti sia dalle precipitazioni, sia dal grado di umidità nell'aria. Molti dei movimenti registrati mostrano una relazione inversa con la temperatura, con chiusure delle fratture durante i periodi caldi ed aperture durante quelli freddi. Questi movimenti oscillatori sono probabilmente da mettere in relazione con le deformazioni termiche della roccia gessosa. In altri casi le deformazioni hanno una tendenza all'aumento, mostrando chiaramente processi gravitativi in atto. Questi spostamenti, tuttavia, sono di piccole entità (molto inferiori al mm/anno) e non destano, almeno per ora, particolare preoccupazione. In ogni caso alcuni spostamenti più repentini sono stati osservati, e il programma di monitoraggio ha proprio lo scopo di individuare tali movimenti. In un caso si è anche provveduto alla chiusura temporanea della grotta, decisione poi rientrata dopo aver constatato l'arresto del movimento gravitativo.

Ringraziamenti

Questo studio è stato finanziato dal Parco Naturale Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa in quanto rientra nelle attività istituzionali ed è finalizzato a garantire la sicurezza dei visitatori.

BIBLIOGRAFIA

- BADINI G. 1967 – Le Grotte Bolognesi. Edizione Divulgative di Rassegna Speleologica Italiana, Como, 143 p.
- BERMOND MONTANARI G. & RADMILLI A.M. 1954 – Recenti scavi nella Grotta del Farneto. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, N.S. IX, 64, 137-169.
- BERTOLANI M. 1965 – Manufatto litico preistorico ritrovato nei livelli inferiori della Grotta del Farneto (Bologna). *Speleologia Emiliana*, 2, 73-75.
- BERTOLANI M. & ROSSI A. 1972 – Osservazioni sui processi di formazione e di sviluppo della Grotta del Farneto (Bologna). *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro in Savena-Bologna, 9-10 Ottobre 1971*, *Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X*, 127-136.
- CASALI R. 1972 – Idrologia ipogea della zona compresa fra i torrenti Zena ed Idice in località Farneto (S. Lazzaro in Savena Bologna). *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro in Savena-Bologna, 9-10 Ottobre 1971*, *Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X*, 148-152.
- CENCINI C. 1972 – La grotta del Farneto (Bologna). *Natura e Montagna, Serie III, Anni XII, 1*, 5-15.
- CENCINI C. & FORTI P. 1982 – La turistizzazione della Grotta del Farneto ed il suo ruolo nella salvaguardia e valorizzazione dei "Gessi Bolognesi". *Le Grotte d'Italia*, IV(10), 125-133.
- DALMONTE C., FORTI P., CASAGRANDE E., LEMBO N. & MONDINI T. 2010 – I risultati del monitoraggio ambientale nella Grotta del Farneto. *Sottoterra*, 130, 60-74.
- DEMARIA D. 2000 – Il carsismo nell'area del Farneto. In: AA. VV., *La Grotta del Farneto una storia di persone e di natura. Parco Regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa – Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, Grafiche Zanini, Anzola dell'Emilia*, 74-91.
- FACCHINI F. 1972 – I reperti osteologici della stazione del Farneto e il loro interesse antropologico. *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro di Savena e Bologna, 9-10 Ottobre 1971*, *Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X*, 117-126.
- FANTINI L. 1934 – *Le Grotte Bolognesi*. Officine Grafiche Combattenti, Bologna, 71 p.
- FANTINI L. 1959 – Note di preistoria Bolognese. La grotta del Farneto, Il "Sottoroccia" nei pressi della Grotta del Farneto. Rinvenimenti sporadici nei dintorni della grotta. *Strenna Storica Bolognese, Anno IX*, 121-140.
- FANTINI L. & BADINI G. 1972 – Francesco Orsoni e la Grotta del Farneto. *Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro di Savena e Bologna, 9-10 Ottobre 1971*, *Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X*, 73-108.
- GRIMANDI P. 2008 – La distruzione dell'ingresso storico della Grotta del Farneto. In: AA. VV., *La Grotta del Farneto una storia di persone e di natura. Parco Regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa – Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, Grafiche Zanini, Anzola dell'Emilia*, 19-25.
- GRIMANDI P. & PALUMBO J. 1997 – La Grotta del Farneto 7/Er/BO. *Sottoterra*, 105, 30-33.



GRUPPO SPELEOLOGICO EMILIANO (CAI, Modena) 1966 – *Le cavità naturali dell'Emilia-Romagna. Parte II. Le Grotte del territorio gessoso tra i torrenti Zena e Olmatello (Provincia di Bologna)*. Rassegna Speleologica Italiana, 18(1-2), 23-59.

MINARINI L. 2008 – *L'età del Bronzo alla Grotta del Farneto*. In: AA. VV., *La Grotta del Farneto una storia di persone e di natura*. Parco Regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa – Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, Grafiche Zanini, Anzola dell'Emilia, 50-58.

MONTAGNI L., ANGELINI E. & ZANNA A. 2008 – *La riapertura al pubblico della Grotta del Farneto*. In: AA. VV., *La Grotta del Farneto una storia di persone e di natura*. Parco Regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa – Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, Grafiche Zanini, Anzola dell'Emilia, 9-17.

NENZIONI G. 2008 – *Il Sottoroccia del Farneto*. In: AA. VV., *La Grotta del Farneto una storia di persone e di natura*. Parco Regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa – Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, Grafiche Zanini, Anzola dell'Emilia, 39-49.

PALUMBO J. 1997 – *La Grotta del Farneto. Descrizione della cavità*. Sottoterra, 105, 34-38.

PASINI G. 2008 – *A terminological matter: paragenesis, antigravitational erosion or antigravitational erosion?* International Journal of Speleology, 38(2), 129-138.

RIVALTA G. 1995 – *Francesco Orsoni 1849-1906*. In: ALTARA E., DEMARIA D., GRIMANDI P. & MINARINI G. (eds), *Atti del convegno "Precursori e pionieri della speleologia in Emilia-Romagna"*. Speleologia Emiliana, s. IV, Anno XXI, 6, 1-160.

SCARANI R. 1972 – *La documentazione archeologica del Farneto nel quadro della preistoria regionale e Padana*. Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di Studi sulla Grotta del Farneto, S. Lazzaro di Savena e Bologna, 9-10 Ottobre 1971, Rassegna Speleologica Italiana, Memoria X, 109-116.

SCAGLIONI A. 1963 – *La Grotta del Farneto (prov. di Bologna): morfologia e genesi*. Atti del IX Congresso Nazionale di Speleologia, Rassegna Speleologica Italiana, Memoria VII(2), 87-93.