

ALMA MATER STUDIORUM A.D. 1088
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea Magistrale in Geologia e Territorio

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali

Tesi di Laurea Magistrale

Geomorfologia del giacimento di orso delle
caverne nella grotta di Govjestica, Valle di
Prača, Bosnia-Ercegovina

Candidato:
Lorenzo Crescentini

Relatore:
Prof. Jo De Waele

Sessione Marzo 2016

Anno Accademico 2014-2015

Indice

Riassunto

1. Introduzione
2. *Ursus spelaeus*
3. Area di studio
 - 3.1 Inquadramento geografico e geologico
 - 3.2 Le grotte
 - 3.3 Giacimento di orso delle caverne
4. Materiali e metodi
 - 4.1 Rilevamento geomorfologico
 - 4.2 Datazioni U/Th
 - 4.3 Procedura per la datazione U/Th
5. Risultati
 - 5.1 Osservazioni morfologiche
 - 5.2 Età dei reperti ossei
6. Discussione e conclusioni

Bibliografia

Riassunto

Nel 2011 il Gruppo Speleologico di Bologna (GSB-USB) ha individuato, nelle sale fossili meridionali della grotta di Govjestica (Valle di Prača, Bosnia) un giacimento a vertebrati comprendente esemplari di *Ursus spelaeus*, *Capra ibex*, *Cricetulus migratorius* e *Microtus* sp.

In base all'età dei resti di *Ursus spelaeus* (60 ka), ricavata tramite datazioni U/Th, effettuate nei laboratori dell'azienda U-Series Srl utilizzando alcuni campioni di ossa, dente e concrezione carbonatica che copre le ossa, e sulla base della disposizione dei resti ossei, si è ipotizzata l'esistenza nel passato di un collegamento tra Govjestica e l'adiacente grotta Banja Stjena.

La chiusura del passaggio è avvenuta in modo repentino con un crollo che ha impedito agli ultimi esemplari di *Ursus* di uscire una volta svegliatisi dal letargo. In seguito il passaggio è stato coperto da concrezioni fino a non essere più visibile. Questo spiega la quantità relativamente modesta (una dozzina di crani contro le migliaia di scheletri in grotte simili) di esemplari di orso rinvenuti: Govjestica, e in particolare la sala meridionale battezzata Sala delle Ossa, è stata utilizzata dagli orsi per poche centinaia di anni prima di divenire inagibile. Inoltre, l'ingresso della grotta di Banja Stjena si trovava probabilmente alla quota del fiume Prača, che negli ultimi 60 ka ha scavato il suo thalweg di circa 20 metri.

1. Introduzione

La scoperta delle sale meridionali della grotta di Govjestica da parte del Gruppo Speleologico di Bologna (GSB-USB) nel 2011 ha portato alla luce un giacimento a vertebrati. Tale giacimento comprende una dozzina di individui di *Ursus spelaeus*, tra cui tre esemplari probabilmente appartenenti alla medesima famiglia. Sono anche visibili le tane degli orsi e i segni del passaggio dell'acqua che ha rimaneggiato parte dei resti.

Essendo le sale in questione attualmente isolate e difficilmente raggiungibili dall'esterno si è resa necessaria una ricostruzione degli eventi geomorfologici che hanno interessato Govjestica e la vicina grotta Banja Stjena, per capire quale fosse l'ingresso originale e quando questo sia stato sigillato.

Per tale scopo si è risaliti all'età delle ossa tramite il metodo di datazione assoluta dell'Uranio-Torio e si sono fatti rilevamenti in grotta e all'esterno per individuare il punto di collegamento tra le due grotte e ricostruire la topografia del luogo al tempo in cui gli orsi si rifugiavano dentro le grotte Govjestica e Banja Stjena.

2. *Ursus spelaeus*

All'interno di Govjestica è stato rinvenuto un ricco giacimento fossilifero comprendente, tra gli altri, numerosi esemplari di *Ursus spelaeus* (Figura 1). È uso frequente riferirsi all'*Ursus spelaeus* con il nome di orso delle caverne, specie estinta diffusa nel Pleistocene eurasiatico. Il nome della specie deriva dal fatto che la maggior parte degli esemplari siano stati ritrovati all'interno di grotte. Ciò suggerisce che l'orso delle caverne scegliesse prevalentemente questo tipo di ambiente per il letargo, e usasse la grotta anche per portare alla luce i piccoli e proteggerli da eventuali predatori, a differenza dell'orso bruno odierno.



Fig. 1: Scheletro di *Ursus spelaeus*, Museo G. Capellini, Bologna

La tassonomia di *Ursus spelaeus* è tuttora in fase di discussione, e il termine *U. spelaeus* viene spesso usato *sensu lato* per comprendere le due cronospecie *U. spelaeus* e *U. deningeri*. Si parla di cronospecie in corrispondenza di una continuità evolutiva che non dia origine a divergenza evolutiva. L'evoluzione è costante e vengono posti limiti arbitrari per separare una specie dalla successiva. La definizione di cronospecie implica quindi che non coesistano antenato e specie derivata. Per contro, Mazza e Rustioni (1994) e Grandal-d'Anglade e Lopez-Gonzalez (2004) affermano che non ci sono elementi distintivi sufficienti per parlare di due specie differenti, raggruppando quindi *U. deningeri* e *U. spelaeus* sotto la specie unica *U. spelaeus*.

Gli esemplari più recenti di *Ursus spelaeus* risalgono a 24 mila anni fa (Rochedane, Francia – Siena, Italia) (Bocherens et al., 2014, Martini et al., 2014). Per l'*U. deningeri*, invece, i dati

raccolti sembrerebbero indicarne ritrovamenti di età superiore al milione di anni. Il passaggio graduale da *deningeri* e *spelaeus* sarebbe avvenuto durante l'Eemiano (125 mila anni fa).

Per *Ursus deningeri* i dati raccolti indicano ritrovamenti di età superiore al milione di anni.

La distribuzione dell'orso delle caverne è illustrata nella Figura 2.

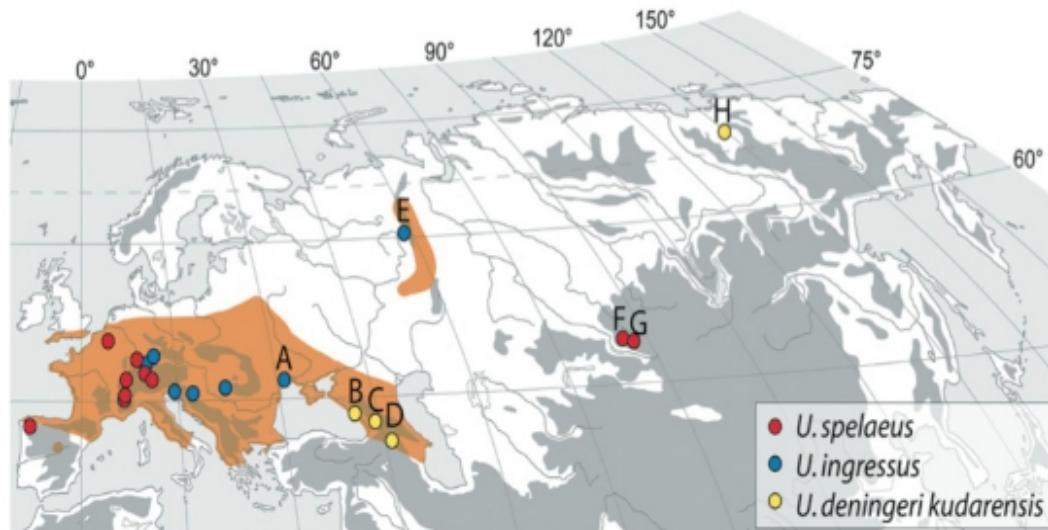


Fig. 2: Distribuzione dell'orso delle caverne (Knap et al, 2009). *Ursus ingressus* è un aplogruppo sufficientemente distante da *spelaeus* per essere stata definito come specie a sé stante (Rabeder et al, 2004).

3. Area di studio

3.1 Inquadramento geografico e geologico

La valle di Prača, che prende il nome dall'omonimo fiume che l'attraversa, è situata circa 30 km a sud-est di Sarajevo, nell'altopiano di Romanja (Figura 3).



Fig. 3: Cartina della Bosnia-Erzegovina con indicata la zona della valle di Prača.

La catena montuosa delle Alpi Dinariche, che attraversa la Bosnia-Erzegovina, è costituita prevalentemente da rocce calcaree di origine mesozoica. La valle di Prača è quindi un ambiente carsico caratterizzato dalla presenza di dolomie e calcari e presenta numerose cavità naturali.

3.2 Le spedizioni speleologiche in Bosnia

L'esplorazione del complesso di grotte della Valle di Prača da parte del gruppo GSB-USB si è articolata in cinque spedizioni, per un totale di cinque anni, culminate con il “Progetto Prača Valley 2014” (Appendice 1), spedizione multidisciplinare e internazionale che ha coinvolto, oltre agli speleologi del GSB-USB e del CKS (Centar za Krš i Speleologiju, associazione speleologica di Sarajevo) gruppi di ricerca che si sono dedicati a indagini di tipo geochimico, botanico, speleobiologico. Si è dunque deciso di mettere in piedi una missione di dimensioni notevoli al fine di studiare in dettaglio i diversi aspetti scientifici della grotta.

L'Università di Bologna ha operato in più campi, compiendo indagini paleontologiche, geomorfologiche e paleoclimatiche. Un gruppo di lavoro coordinato dal Dott. Federico Fanti si è dedicato a studi tassonomici e tafonomici sui resti a vertebrati, un altro, coordinato dal Prof. Jo De Waele, si è occupato di analisi geologiche, geomorfologiche e paleoclimatiche.

L'Ing. Massimo Esposito e la U-series Srl si è occupata della datazione radiometrica dei campioni di orso delle caverne, dei sedimenti e degli speleotemi prelevati, nonché dei rilevamenti dei livelli di radon all'interno della grotta.

Ancora, sono state compiute indagini speleobiologiche su Chiroteri e Artropodi, con campionamenti e analisi effettuate sul campo dalla Dott.ssa Serena Magagnoli con la collaborazione di GSB-USB e CKS.

È stato infine realizzato uno studio botanico realizzato dell'Associazione La Nottola con l'obiettivo di esaminare la vegetazione odierna presente nei pressi della grotta e nell'area circostante, curato dalla Dott.ssa Chiara Lelli, naturalista, e dal Dott. Roberto Calzolari, biologo.

Altro obiettivo della spedizione era sviluppare nelle realtà locali un interesse per il mondo speleologico e le relative attività, così da indirizzarle verso un atteggiamento di preservazione dell'ecosistema naturale. Non è, infatti, insolito che in queste regioni le grotte e gli inghiottitoi naturali diventino discariche a cielo aperto, cosa che, oltre a impedirne l'accesso e lo studio, provoca un danno ambientale tale da rendere necessarie operazioni di bonifica.

Nel corso delle prime missioni all'interno della grotta sono state scoperte due sale ricche in vertebrati fossili (Figure 4 e 5), battezzate rispettivamente Sala delle Ossa e Ramo dei Superstiti. La presenza di diversi crani ben conservati ha consentito un'attribuzione preliminare a *Ursus spelaeus*, mentre nella spedizione 2014 analisi approfondite sul campo hanno permesso, oltre a confermare la presenza di *U. spelaeus*, di identificare esemplari di *Capra ibex* e di micromammiferi quali *Cricetulus migratorius* e *Microtus* sp. (Cattarin, 2014).



Fig. 4: Mandibola di *U. spelaeus* con canino e un molare, Sala delle Ossa.



Fig. 5: Cranio e ossa di *U. spelaeus*, Sala delle Ossa. Fotografia di Riccardo Cerisara.

3.2 Le grotte

La grotta su cui si sono concentrati gli sforzi del GSB-USB è quella di Govjestica (Figura 6), all'interno della quale è stato trovato il giacimento fossilifero oggetto di questa tesi.

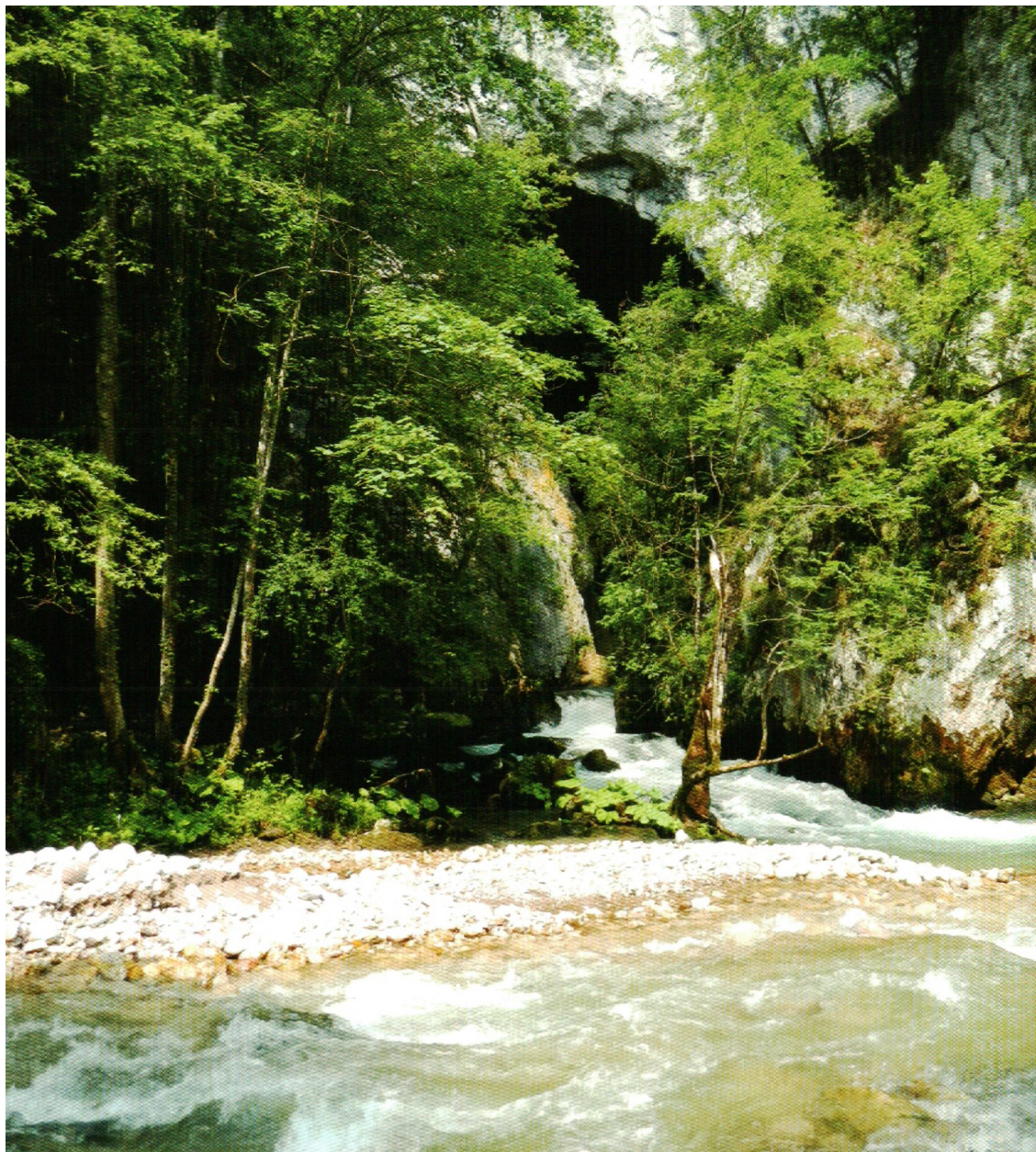


Fig. 6: Ingresso della grotta Govjestica (Sottoterra n. 139).

Govjestica, con il suo sviluppo complessivo di oltre 10 km e un dislivello di 138 m (dati GSB-USB), ha raggiunto negli ultimi anni di esplorazione il primato di grotta più lunga della Bosnia-Erzegovina.

Presenta uno sviluppo prevalentemente in direzione NW-SE e sono individuabili tanto rami fossili, ovvero ambienti in cui non c'è più passaggio d'acqua, quanto rami attivi e tuttora interessati da piene.

A est del grande ingresso di Govjestica, si trova una seconda apertura, raggiungibile senza troppa difficoltà risalendo il versante, di origine artificiale, che sostituisce quella originale sigillata dalle concrezioni e conduce a una grotta di dimensioni minori chiamata Banja Stjena (Figure 7 e 8).

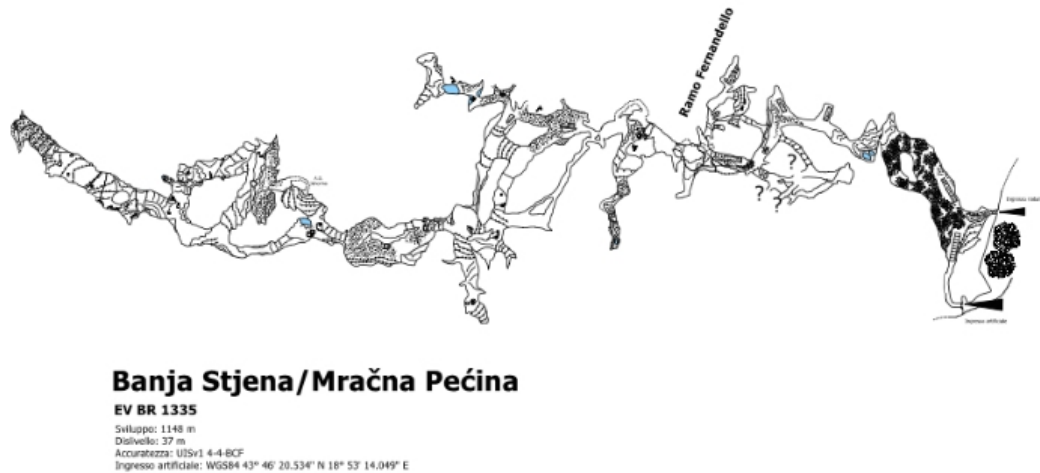


Fig. 7: Pianta della grotta Banja Stjena (GSB-USB).

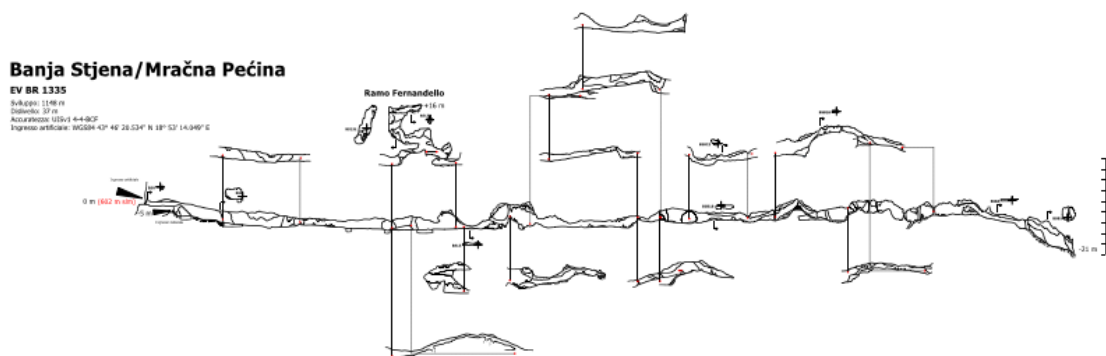


Fig. 8: Sezione della grotta Banja Stjena (GSB-USB).

A differenza di Govjestica, Banja Stjena è nota da diversi decenni ed è stata ampiamente esplorata, tanto da presentare segni evidenti di intervento umano quali una grata di ferro in

corrispondenza dell'ingresso e una scala a gradini scavata nella roccia per scendere al livello inferiore.

Pur non essendo stati trovati in letteratura dati precisi sui ritrovamenti di Banja Stjena, anche questa conteneva campioni di orso delle caverne. All'interno della grotta sono individuabili grosse trincee artificiali riconducibili a un'operazione di recupero di campioni.

Secondo i rilievi del GSB-USB, nei loro punti più vicini le grotte di Banja Stjena e Govjestica si trovano a pochi metri di distanza (Figura 9).

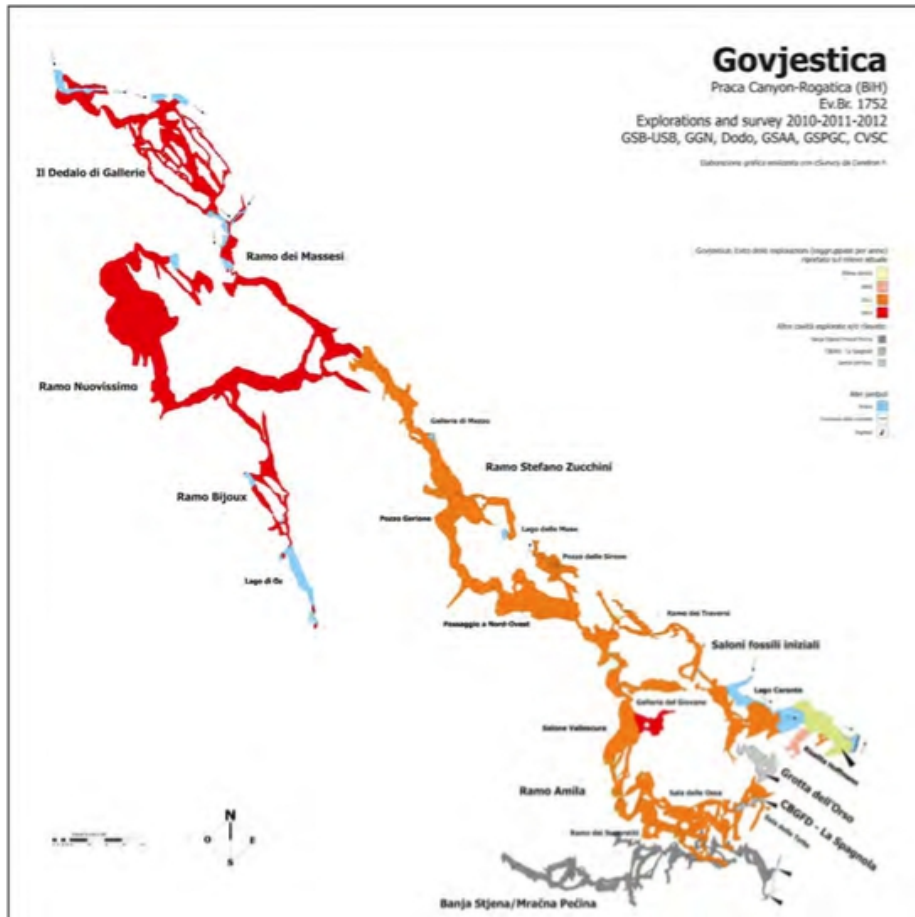


Fig. 9: Rilevamento semplificato delle grotte Govjestica e Banja Stjena. In basso a destra si nota la vicinanza tra Banja Stjena (in grigio) e il Ramo dei Superstiti (Milanolo et al, 2013).

3.3 Giacimento di orso delle caverne

I taxa individuati nella Sala delle Ossa e nel Ramo dei Superstiti appartengono a *Ursus spelaeus*, *Capra ibex*, *Cricetulus migratorius* e *Microtus* sp. (Cattarin, 2014). La presenza di *U. spelaeus* è documentata nel registro fossilifero dell'area balcanica (Kurtén, 1968), così come *C. migratorius* e il genere *Microtus* (Corbet, 2012) e *C. ibex* (Stuiver, 1977).

Per fare lo studio paleontologico, lavoro sul quale lo studio geomorfologico e di datazione di questa tesi si è basato, si è operato suddividendo la Sala delle Ossa e il Ramo dei Superstiti in quattro aree, indicate come Area 1-4 (Figura 10) (Cattarin, 2014).

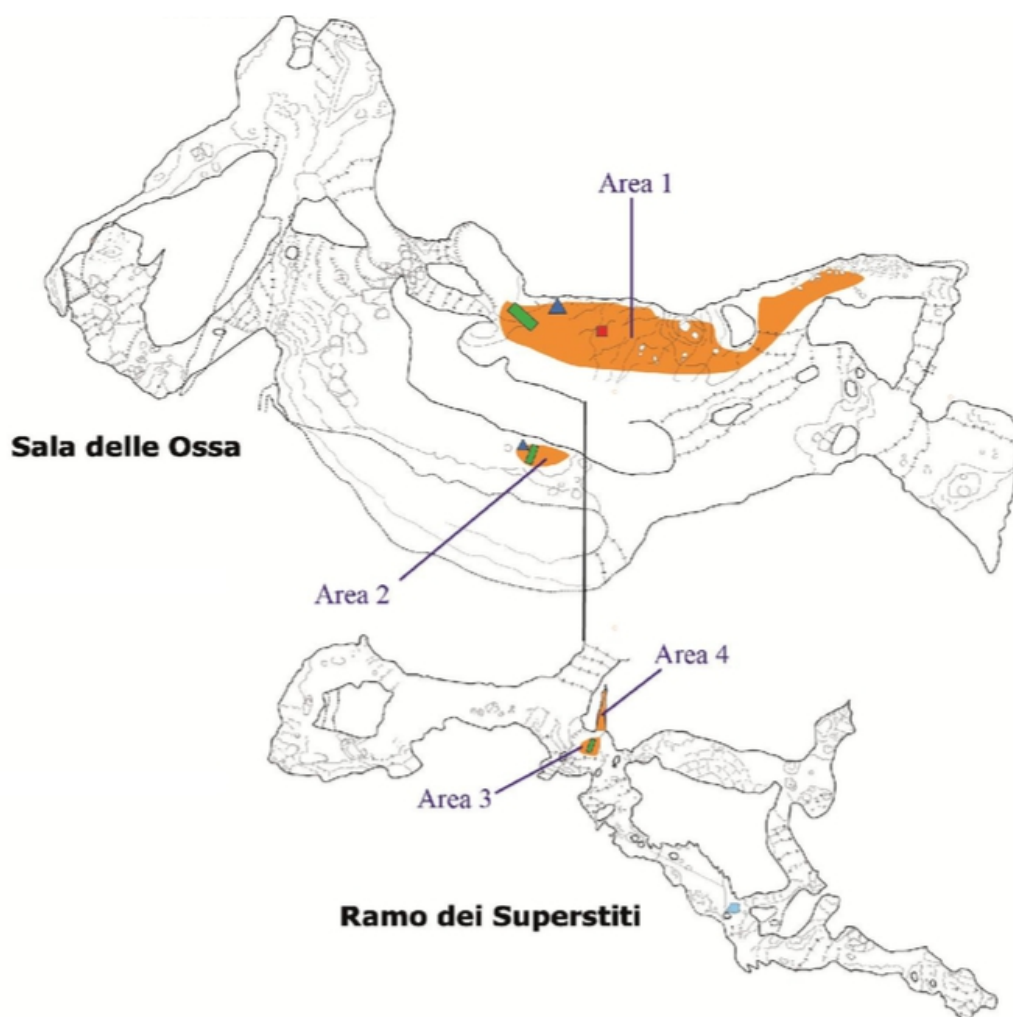


Fig. 10: Posizione delle aree di ricerca all'interno della grotta (Cattarin, 2014).

L'Area 1 è situata nel livello topograficamente inferiore della Sala delle Ossa, vi si riscontra un'elevata densità di elementi ossei sia in sedimento sciolto che debolmente concrezionati. Lo stato di preservazioni è mediamente discreto, per quanto i resti si presentino completamente disarticolati. In quest'area sono stati identificati resti di orso delle caverne e in particolare un cranio, due mandibole, una scapola, una porzione di bacino, vertebre, un femore destro e due omeri.

In quest'area sono visibili tane di orso ben conservate (Figura 11) che rivelano il punto esatto in cui gli animali dormivano.

Tramite la realizzazione di una trincea esplorativa sono emersi altri elementi ossei quali vertebre, falangi e frammenti vari in sedimento massivo e non stratificato.



Fig. 11: Tana di *Ursus spelaeus*, Area 1. Fotografia di Riccardo Cerisara.

L'Area 2 è quella più prossima al passaggio da cui la spedizione ha raggiunto la Sala delle Ossa, ed è quindi il primo che è stato scoperto. Si sono individuati gli scheletri disarticolati di tre distinti individui di *Ursus spelaeus* (Figure 12, 13 e 14).

Tenendo conto della posizione ravvicinata dei crani, dello stato di conservazione simile e delle abitudini territoriali dell'*Ursus spelaeus* (una grotta veniva occupata da un individuo o una famiglia per volta) si può dedurre che i tre scheletri appartenessero a un'unica famiglia.



Fig. 12: Crani dei due esemplari adulti di *U. spelaeus*. Fotografia di Riccardo Cerisara.



Fig. 13: Cranio del cucciolo di *U. spelaeus*. Fotografia di Riccardo Cerisara.



Fig. 14: Cranio del cucciolo, più vicino.

Il fatto che i resti, che non appaiono trasportati o rimaneggiati, siano stati ritrovati relativamente lontani dalle tane suggerisce che i tre orsi siano usciti dal letargo e non siano stati in grado di trovare l'uscita, il che porta a ipotizzare un crollo repentino che abbia isolato la Sala delle Ossa e di cui si parlerà in seguito. Tra gli elementi identificati è possibile elencare anche due femori, due mandibole di cui una parziale, una tibia, un frammento di bacino, vertebre e costole. Vista la presenza dei tre scheletri disarticolati si è pensato di effettuare una trincea adiacente alla zona di mappatura, ottenendo risultati simili a quelli del primo scavo (Cattarin, 2014).

Nell'Area 3 le ossa lunghe appaiono fortemente orientate (Allegato 2), a testimoniare la presenza di un flusso d'acqua di competenza non indifferente. Sono state rinvenute varie vertebre tra cui un atlante, alcune costole, una mandibola, un femore destro, un perone, una tibia, un omero e resti di micromammiferi. Alcuni campioni risultano debolmente concrezionati, altri molto di più. Tra i resti di micromammiferi si è trovato uno scheletro disarticolato con cranio completo di mandibole, frammenti di bacino, un femore, un omero, una tibia, una vertebra.

Anche se nell'Area 4 il lavoro di mappatura è stato impedito dalle difficoltà logistiche, visto che si è nei pressi di un inghiottitoio, le osservazioni relative a quest'area risultano altrettanto rilevanti: così come nell'Area 3 anche qui gli esemplari si presentano fortemente orientati (Figura 15), permettendo di ricostruire con precisione il percorso dell'acqua.



Fig. 15: Affioramento orientato nel Ramo dei Superstiti che testimonia la presenza di un flusso d'acqua.

4. Materiali e metodi

4.1 Rilevamento geomorfologico

Il lavoro di questo studio è stato svolto sul rilievo topografico elaborato dagli speleologi del GSB-USB (Figura 16) compiuto tramite rilievo in esterno in quanto la topografia del luogo impedisce l'utilizzo di misurazioni satellitari. L'utilizzo della poligonale esterna ha infatti consentito un rilievo con una precisione dieci volte maggiore di quella che si sarebbe ottenuta utilizzando il GPS.

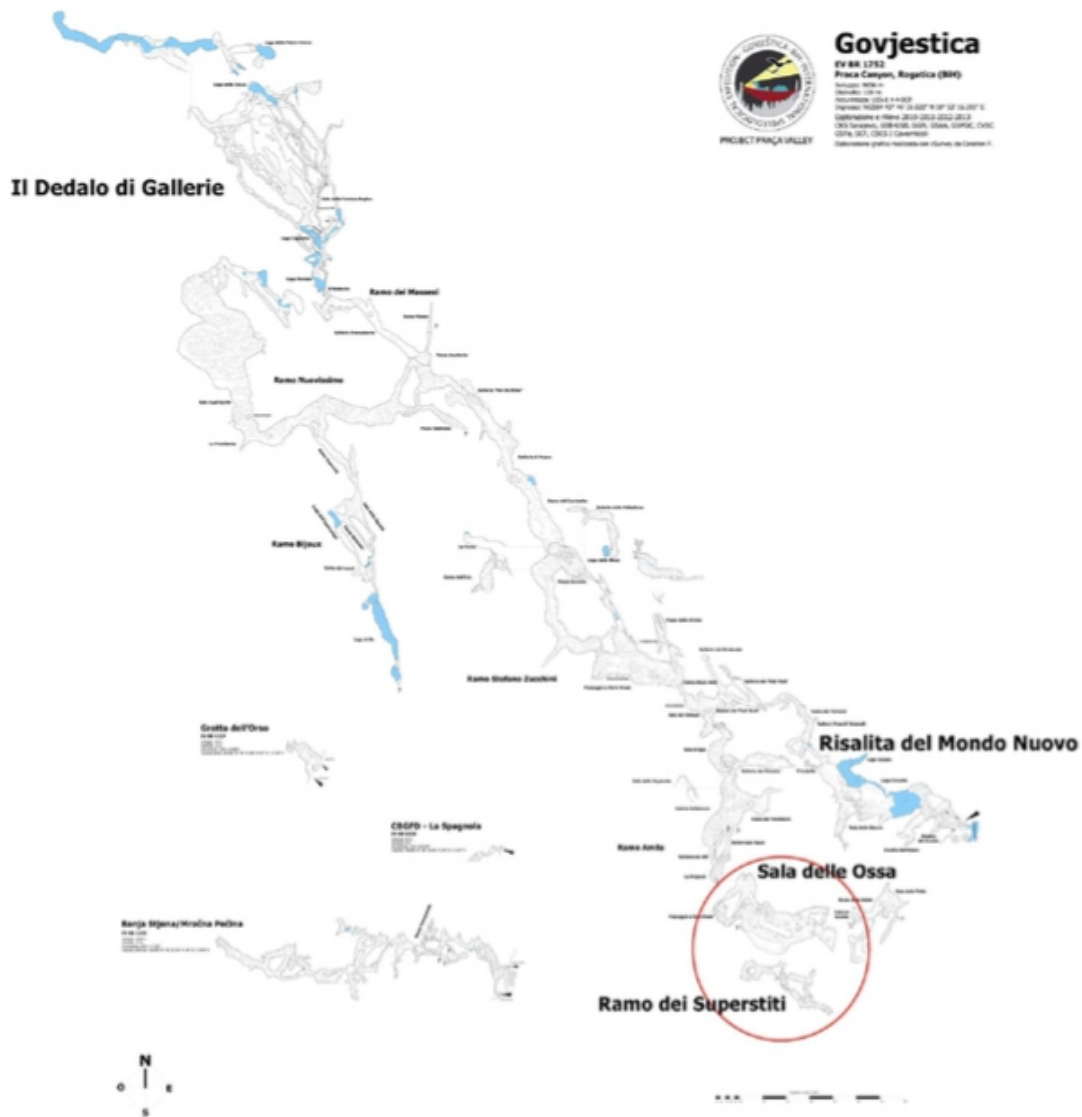


Fig. 16: Rilievo della grotta Govjestica con evidenziati la Sala delle Ossa e il Ramo dei Superstiti (GSB-USB).

All'interno della Sala delle Ossa e del Ramo dei Superstiti si sono osservati e annotati i segni di scorrimento idrico, l'orientamento delle ossa lunghe e delle gallerie e il concrezionamento.

Si è poi cercato di individuare il punto di collegamento tra Govjestica e Banja Stjena.

4.2 Datazioni U/Th

Per la datazione del giacimento fossilifero è stata applicata la tecnica di datazione assoluta $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, comunemente detta dell'Uranio-Torio, applicata per la prima volta negli anni cinquanta e utilizzabile per vari tipi di materiale. Il metodo si basa sul decadimento degli isotopi radioattivi della catena dell' ^{238}U , mostrata in Figura 17.

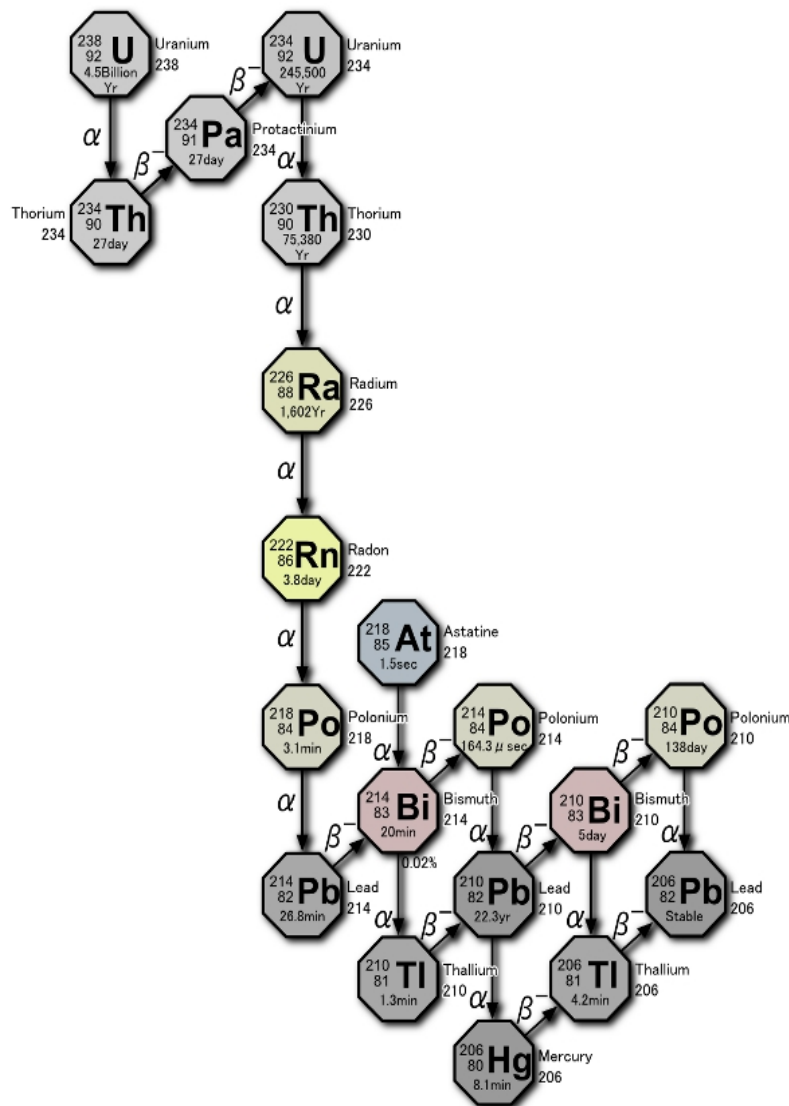


Fig. 17: Catena dell'uranio (en.wikibooks.org).

L'intervallo di applicabilità del metodo dipende dalla tecnica di misura utilizzata. In spettrometria alfa il limite inferiore si situa verso i 3000 anni a causa della scarsa quantità di ^{230}Th formatasi, mentre il limite superiore si trova verso i 350000 anni perché il ^{230}Th è

ormai vicino all'equilibrio secolare. In spettrometria di massa, notevolmente più precisa, è possibile estendere i margini e arrivare a circa 100 mila anni e 500 mila anni, rispettivamente (www.u-series.com).

Nelle che contano già qualche milione di anni di età tutti i discendenti dell'uranio, presente sin dal momento della formazione della Terra, sono all'equilibrio con il capostipite (equilibrio secolare), a patto che non ci siano state alterazioni del sistema. Tuttavia la solubilità dell'uranio e l'insolubilità del torio in acqua possono creare una rottura dell'equilibrio al livello del ^{230}Th . Si osserva quindi che tutte le acque naturali contengono entrambi gli isotopi dell'uranio (^{238}U , con tempo di dimezzamento di $4,49 \times 10^9$ e ^{234}U con tempo di dimezzamento di $2,4810^5$ anni) ma non ^{230}Th , con tempo di dimezzamento di $7,52 \times 10^4$ anni.

Alcune matrici che vengono prodotte direttamente dai composti disciolti in acqua, per esempio i coralli e le concrezioni di carbonato o di gesso delle grotte, non contengono al momento della loro formazione il ^{230}Th mentre l'uranio è presente con tutti i suoi isotopi.

Dal momento della formazione del materiale il ^{230}Th comincia ad accumularsi secondo la legge del decadimento radioattivo raggiungendo la condizioni di equilibrio secolare dopo circa 500 mila anni, tempo oltre il quale il metodo non è più applicabile. Grazie ai brevi tempi di dimezzamento del ^{234}Th (24,1 giorni) e del ^{234}Pa (1,18 minuti), questi isotopi sono sempre in condizioni di equilibrio secolare e possono quindi essere trascurati ai fini della datazione. La misura dei rapporti di attività $^{234}\text{Th}/^{234}\text{U}$ e $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ permettono quindi di ricavare il tempo passato dalla formazione del campione, a condizione che il sistema sia stato chiuso, cioè non vi siano scambi con l'ambiente esterno, e che all'inizio non vi fosse ^{230}Th . Nel caso dei coralli e delle concrezioni di carbonato o di gesso delle grotte entrambe le ipotesi sono generalmente verificate se i campioni non sono contaminati da altri materiali, per esempio argilla. In una grotta la crescita delle concrezioni dipende da diversi fattori, il principale dei quali è un lento flusso d'acqua in un ambiente aperto all'aria. Se la crescita si arresta, per la cessazione del flusso o al contrario per un suo aumento troppo importante, la continuità dei cristalli è compromessa e uno strato di sedimento detritico, come sabbia o argilla, si accumula spesso sul precipitato, rendendo più difficile la datazione assoluta.

Nel caso di ossa e denti entrambe le ipotesi di sistema chiuso e di assenza iniziale di ^{230}Th sono più difficili da verificare. L'osso è infatti una struttura complessa organico-minerale che comprende cristalli di idrossiapatite e fibre di collagene mantenuti insieme da un cemento amorfo. Dopo la morte dell'animale si creano delle condizioni ossidoriduttive all'interno dell'osso, particolarmente alla sua superficie, dove la degradazione biologica è certamente più intensa.

L'uranio è disponibile sotto forma di complessi dello ione uranile presente nelle acque di percolazione ed entra nell'osso attraverso vie di interconnessione quali il canale aversiano. La decomposizione della materia organica nell'osso durante le prime fasi della fossilizzazione può facilmente produrre localmente un microambiente riduttore. L'osso, se è a contatto con l'acqua di percolazione durante questa fase può facilmente accumulare grandi quantità di uranio, che passa dallo stato esavalente allo stato tetravalente insolubile. Il comportamento esatto dell'uranio a questo punto non è conosciuto, ma recenti esperimenti di fossilizzazione simulata indicano che esiste una partizione dell'uranio fra la fase organica e inorganica dell'osso. Dei processi differenti possono avere luogo:

- 1) Attraverso uno stadio di adsorbimento l'uranio può essere incorporato direttamente nella struttura dell'apatite, sostituendosi agli ioni Ca; infatti, lo ione U^{4++} ha raggio ionico ($r=0,97 \text{ \AA}$) simile a quello del Ca^{++} ($r=0,99 \text{ \AA}$) e si sostituisce agli ioni calcio dell'idrossiapatite.
- 2) Può esserci la formazione di legami ionici fra la materia organica e l'uranio, in quanto è stato mostrato che nell'osso la quantità di uranio presente è in correlazione con la quantità di materia organica inizialmente presente e quindi quanta meno materia organica c'è, tanto più è rapida l'incorporazione dell'uranio e tanto meno uranio è presente.
- 3) Può avvenire un processo in due fasi in cui l'uranio è momentaneamente legato alla materia organica attraverso dei legami ionici prima di raggiungere una posizione finale nel reticolo cristallino dell'apatite con la quale la materia organica è strettamente legata.

È possibile che i microorganismi abbiano un ruolo importante nella prima fase dell'incorporazione dell'uranio, in quanto sono state identificate alcune reazioni di trasferimento elettronico da essi catalizzate. Tuttavia generalmente si ritiene che il maggiore fattore che determina i livelli di concentrazione dell'uranio attualmente presente nelle ossa fossili sia l'ambiente di deposizione. Se l'ambiente è rimasto sempre riduttore, l'incorporazione dell'uranio potrebbe essere avvenuta con continuità e avere dato luogo quindi ad alti livelli di concentrazione; se invece l'ambiente si trova in condizioni più ossidanti la concentrazione di uranio dovrebbe essere più bassa.

Avendo in mente le difficoltà sopra riportate, per la datazione del giacimento fossilifero della Sala delle Ossa di Govjestica sono stati analizzati tramite spettrometria alfa una mandibola attribuita a *Ursus spelaeus* e un campione di accrescimento calcareo poco distante dall'esemplare e sicuramente coevo o più giovane (Figure 18 e 19).



Figura 18: Accrescimento calcareo rinvenuto poco distante dai resti ossei.



Fig. 19: Foro di campionamento alla base dello speleotema.

Della mandibola, ricoperta da un sottile strato di carbonato, sono stati analizzati separatamente l'osso (Figura 20), lo smalto (Figura 21) e la dentina (Figura 22) di un dente canino.



Fig. 20: Mandibola con dente canino. Nel riquadro, porzione ossea.

È da evidenziare che i tre tessuti sopra richiamati hanno caratteristiche molto diverse tra loro, con osso e dentina normalmente più soggette a scambi con l'esterno e quindi spesso sistemi aperti relativamente all'uranio, mentre lo smalto è generalmente un sistema più chiuso rispetto alla dentina e all'osso e tuttavia non considerabile come sistema chiuso a priori (Crescentini et al., 2014).



Fig. 21: Mandibola con dente canino. Nel riquadro, smalto.



Fig. 22: Dente estratto dalla mandibola e aperto. Nel riquadro, dentina.

4.3 Procedura per la datazione U/th

Viene qui descritta la procedura seguita per le analisi in laboratorio dei reperti prelevati dai giacimenti ossiferi di Govjestica.

Il campione viene messo in muffola ad una temperatura di 700° per tutta la notte, quindi si estrae dalla muffola e inizia la procedura di dissoluzione.

Il campione è collocato nel becher e sciolto in HNO₃ 14M. Durante lo scioglimento viene aggiunto il tracciante U²³² Z in quantità di 1 ml e attività totale di 0,036 Bq.

Il campione è messo a scaldare, nel mentre si aggiunge H₂O₂ per distruggere la materia organica rimasta. Si utilizzano 5 ml di H₂O₂ ogni 20 ml di HNO₃

Si aggiunge 1 ml di Fe Carrier per aiutare la precipitazione di ossido di uranio.

Raffreddato il campione si aggiunge NH₃ fino a raggiungere pH pari a 9-10.

Si vedono formarsi cristalli di uranio.

Una volta portato il campione a pH 9-10 viene travasato in provetta e collocato in centrifuga a 3000 giri per 10 minuti.

Separata la fase solida da quella liquida, si elimina la fase liquida e il precipitato viene lavato con H₂O ultrapura (UP), mettendo di nuovo il tutto in centrifuga. La fase di risciacquo con H₂O UP viene fatta tre volte.

Si aggiunge alla fase solida del campione una dose di HCl 12M tale che il volume di HCl sia doppio di quello della fase solida.

Il campione è di nuovo sciolto, si passa all'estrazione del Fe tramite disolpropilene.

Vengono ottenute due fasi, si elimina l'etere. Il processo si ripete finché il Fe non è completamente estratto e l'etere è trasparente.

Il campione è messo su piastra e portato a essiccazione, quindi recuperato con HCl 9M.

(Si prepara la resina per l'uranio con 30 ml di HCl 9M).

Il campione è messo in resina e il becher viene lavato con HCl 9M. Si aggiungono 100 ml HCl 9M

alla colonna. Tutto il ricavato viene messo da parte per l'estrazione del torio.

A questo punto viene nuovamente aggiunto HCl 0,5M, il ricavato viene messo da parte per la determinazione dell'uranio.

Portato a secco l'uranio e effettuati 3 lavaggi con 1ml di HNO₃ 14M e 1 ml di H₂O₂ viene recuperato con la soluzione di elettrodeposizione.

Si prepara la cella e il dischetto d'acciaio (lavato con 1 ml di HNO₃ e poi H₂O). Viene accesa corrente per 1 h e 30 minuti a 1 A.

Il becher contenente torio è messo su piastra e portato a essiccazione, quindi recuperato con HNO₃ 8M.

(Si prepara la resina per il torio con HNO₃ 8M e il campione viene caricato in resina).

Il campione è messo in resina e il becher viene lavato con HNO_3 8M. Si aggiungono 100 ml HNO_3 8M alla colonna. A questo punto, viene cambiato il becher e la resina viene caricata con HNO_3 0.1M per l'eluizione del torio. Il becher viene messo poi su piastra per portare a secco il torio che dopo 3 lavaggi con 1ml di HNO_3 14 M e 1 ml di H_2O_2 , viene recuperato con la soluzione di elettrodeposizione.

Si prepara la cella e il dischetto d'acciaio (lavato con 1 ml di HNO_3 e poi H_2O). Viene accesa corrente per 1 h e 30 minuti a 1 A.

Terminata l'elettrodeposizione, la soluzione viene scartata e i due dischetti sono posti in misura.

5. Risultati

5.1 Osservazioni morfologiche

Poiché, come detto, i rilievi del GSB-USB indicano nei loro punti più vicini le grotte di Banja Stjena e Govjestica si trovano a pochi metri di distanza, si può desumere che le due grotte fossero collegate tra loro e che gli orsi raggiungessero Govjestica passando per il passaggio che la collegava a Banja Stjena, a sua volta facilmente raggiungibile dall'esterno.

Nell'ipotetico punto di contatto è stata rilevata, all'interno della Sala delle Ossa di Govjestica, una zona fortemente concrezionata che potrebbe avere coperto un passaggio precedentemente crollato. Il crollo in questione può essere spiegato con l'azione di flussi d'acqua, il cui passaggio è testimoniato dai giacimenti ossiferi fortemente orientati sia nel livello inferiore della Sala delle Ossa che nel Ramo dei Superstiti, e non è da escludere che in alcuni periodi l'acqua possa tutt'ora raggiungere queste sale dall'esterno.

La presenza di questo ingresso spiegherebbe la presenza di *Ursus spelaeus* all'interno delle sale meridionali di Govjestica, visto che a ovest il passaggio tramite il quale la spedizione ha raggiunto la Sala delle Ossa è stretto e verticale, affrontabile solo tramite risalita su corda, oltrepassato il quale è necessario passare su un terrazzo che declina verso una voragine. È pertanto evidente che questo fosse il limite dell'area occupata dal *Ursus spelaeus*; a riprova di ciò gli ultimi resti ossei si trovano alcuni metri prima della voragine.

Particolarmente interessanti per la ricostruzione geomorfologica di queste sale sono i tre crani individuati nei pressi dell'Area 2. Si tratta di due adulti e un cucciolo, rinvenuti in uno spazio ravvicinato. Non essendoci nel ramo inferiore tracce di rimaneggiamento si deduce che i tre animali siano morti vicini tra loro e probabilmente nello stesso di breve tempo (ricordando che l'orso delle caverne era un animale molto territoriale, quindi una grotta non è abitata da più di una famiglia per volta), il che si può spiegare immaginando che durante il letargo il collegamento tra Govjestica e Banja Stjena sia crollato e i tre orsi siano rimasti intrappolati all'interno della Sala delle Ossa.

Un'altra ipotesi che si può avanzare riguarda un possibile collegamento, ora scomparso, tra il ramo nord-orientale della Sala delle Ossa e il Ramo dei Superstiti: entrambi mostrano segni di scorrimento d'acqua (Figure 23 e 24) e un collegamento tra i due sembrerebbe una spiegazione più probabile della presenza di due differenti corsi d'acqua.

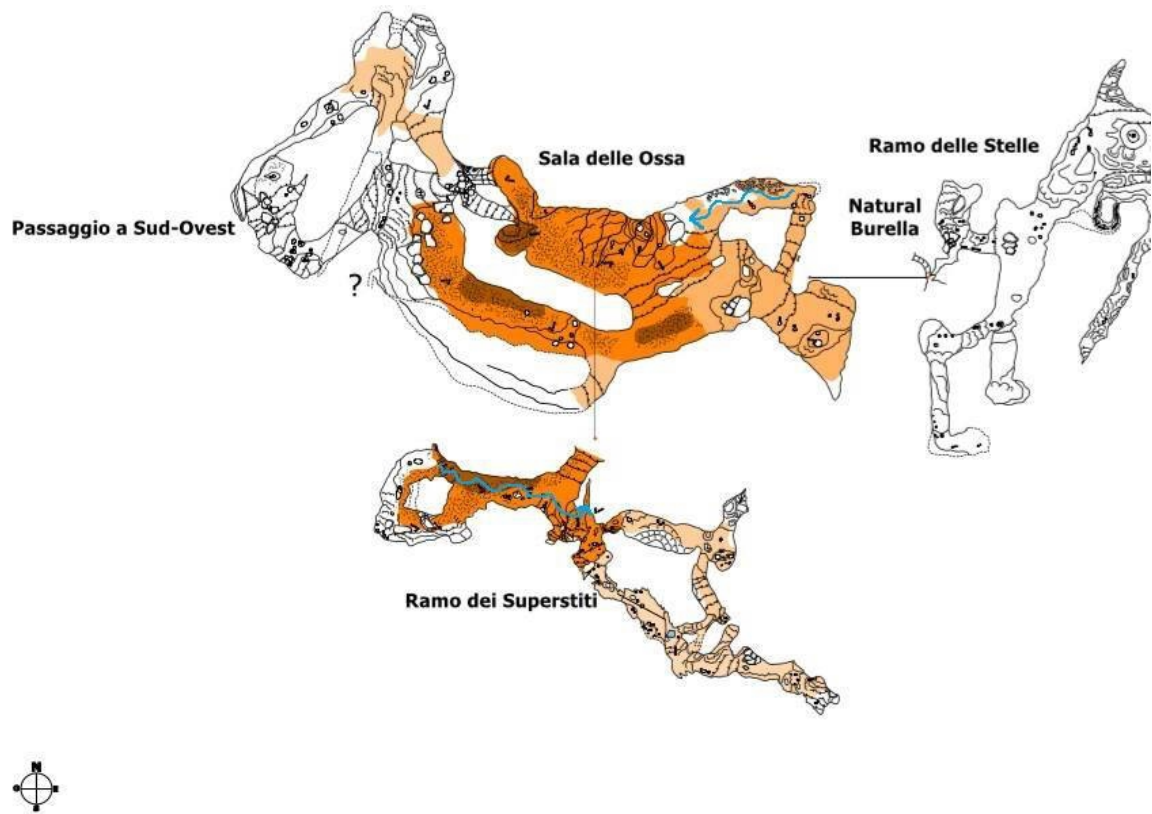


Fig. 23: Sala delle Ossa e Ramo dei Superstiti con evidenziato il percorso dell'acqua.

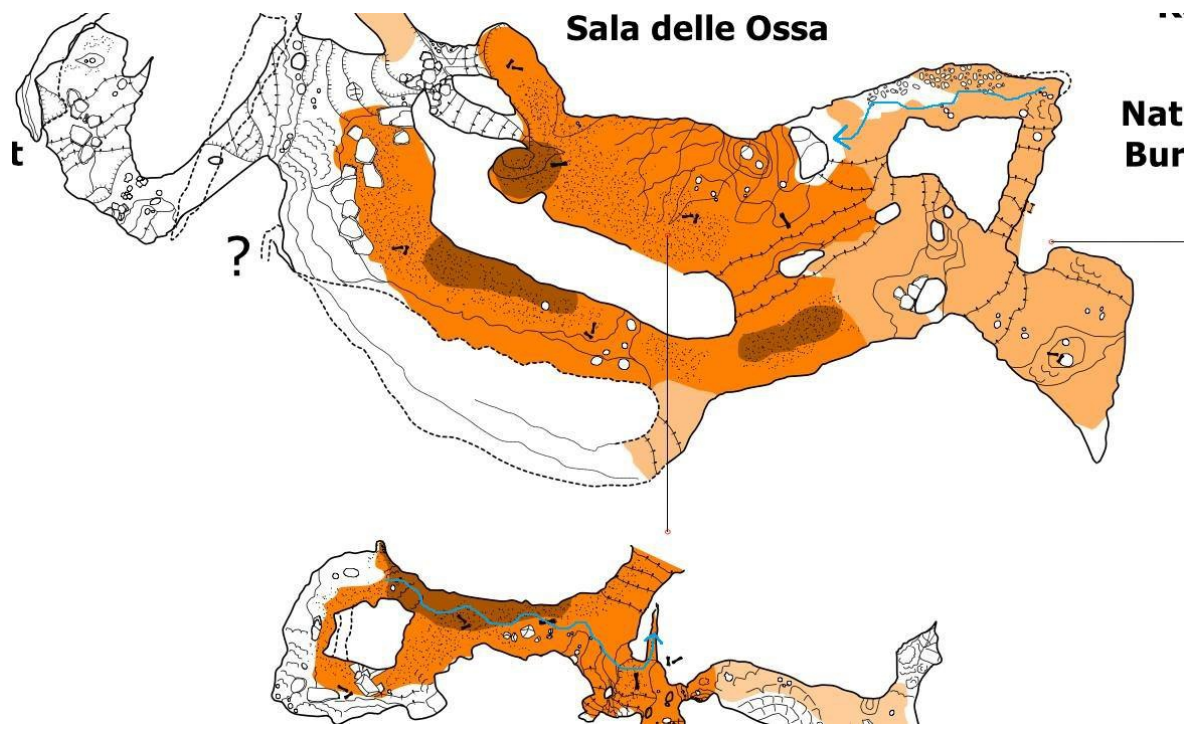


Fig. 24: Sala delle Ossa e Ramo dei Superstiti con evidenziato il percorso dell'acqua, ingrandimento.

5.2 Età dei reperti ossei

I risultati ottenuti sono stati riportati in Tabella 1. Poiché il campione di concrezione non presenta tracce di ^{232}Th , isotopo primordiale indice di contaminazione detritica, la datazione della concrezione può ritenersi affidabile, per cui il giacimento fossilifero ha un'età superiore a 64000 ± 9000 anni. I risultati dati dai campioni di smalto e osso sembrano confermare, nell'ipotesi del sistema chiuso, tale età. L'età apparente della dentina è invece molto più giovane e non compatibile con le età degli altri campioni. Come sopra riportato, è noto che la dentina è il campione tipicamente meno affidabile tra quelli analizzati.

	^{238}U	$^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Età (k anni)
Osso	$3,13 \pm 0,13$	$1,73 \pm 0,06$	$0,47 \pm 0,02$	$65,6 \pm 1,6$
Smalto	$2,64 \pm 0,14$	$1,70 \pm 0,08$	$0,45 \pm 0,03$	62 ± 4
Dentina	$1,38 \pm 0,13$	$1,88 \pm 0,19$	$0,14 \pm 0,02$	17 ± 3
Concrezione	$0,287 \pm 0,018$	$1,61 \pm 0,12$	$0,46 \pm 0,05$	64 ± 9

Tabella 1: risultati delle analisi sui campioni svolte in laboratorio.

6. Discussione e conclusioni

Sulla base delle età radiometriche delle ossa, dei denti e della concrezione che copriva i resti degli orsi si può affermare che Govjestica fu frequentata da *Ursus spelaeus* nel pieno del suo sviluppo. La popolazione degli orsi delle caverne, infatti, era molto abbondante così come quella dell'orso bruno, che invece non amava frequentare le grotte.

Per spiegare la presenza di orsi delle caverne nella Sala delle Ossa e nel Ramo dei Superstiti, attualmente raggiungibili solo dai rami settentrionali di Govjestica che presentano passaggi non percorribili da animali, si è ipotizzato un collegamento con l'adiacente grotta Banja Stjena, a sua volta contenente reperti di *Ursus spelaeus*, il cui ingresso originale era facilmente raggiungibile dall'esterno.

La chiusura improvvisa di questo collegamento, probabilmente per effetto di una frana dovuta all'effetto delle correnti d'acqua di cui si è trovata traccia, avrebbe isolato le sale meridionali di Govjestica. La relativa scarsità di esemplari di *Ursus* (una dozzina di crani rilevati contro le migliaia di scheletri rinvenute in affioramenti simili) si spiega dunque con il fatto che la Sala delle Ossa e il Ramo dei Superstiti siano state utilizzate per poche migliaia di anni prima di diventare irraggiungibili, all'incirca 60 mila anni fa.

L'ingresso attuale di Banja Stjena è artificiale, essendo quello originale crollato. Data la quantità di esemplari rinvenuti al suo interno, probabilmente maggiore di quella di Govjestica ma di certo lontana da quella delle grotte abitualmente frequentate da *Ursus spelaeus*, è probabile che questo crollo sia di poco successivo a quello del collegamento con la Sala delle Ossa: dopo la chiusura di Govjestica gli orsi hanno continuato per un certo tempo a utilizzare Banja Stjena, dopodiché anche questo ingresso si è chiuso.

Intorno a 80 mila anni fa iniziò un progressivo raffreddamento della temperatura globale (Figura 25) che ebbe come risultato, oltre un abbassamento della temperatura media di circa 4 gradi in corrispondenza dell'ultimo picco glaciale, un clima caratterizzato da forti escursioni termiche. Erano quindi favoriti fenomeni di crioclastismo e in ciò si può individuare la causa della chiusura dell'ingresso di Banja Stjena.

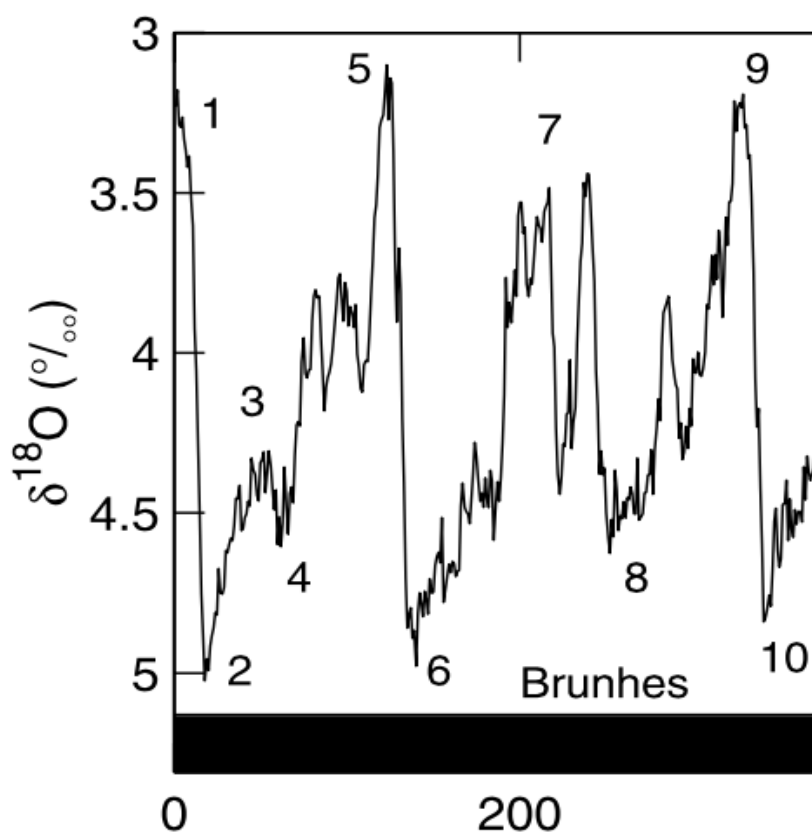


Figura 25: Fase finale della curva SPECMAP. In ascissa è riportato il tempo (ka) e in ordinata l'abbondanza isotopica dell'isotopo ^{18}O rispetto a ^{16}O . L'andamento della curva che esprime il rapporto è direttamente proporzionale alla temperatura, poiché un clima caldo favorisce l'evaporazione di ^{16}O , più leggero (Lisiecki L., Raymo M., 2005).

Un'altra considerazione riguarda la quota dell'ingresso di Banja Stjena, attualmente situato a 15-20 m dal letto del fiume Prača. È plausibile che 60 mila anni fa il fiume si trovasse a una quota superiore e che l'ingresso si aprisse a livello della riva, il che lo avrebbe reso facilmente raggiungibile dagli orsi.

Questo significa che il fiume ha scavato una ventina di metri in circa 60 mila anni, il che corrisponde a un tasso di erosione di circa 0,3 metri ogni mille anni.

Il declino dell'orso delle caverne cominciò circa 10 mila anni dopo, a partire da 50 mila anni fa, per giungere all'estinzione ancora prima del culmine dell'ultima era glaciale. È sorprendente pensare che i resti di orso siano potuti arrivare fino ai nostri giorni in uno stato di conservazione così fresco.

Bibliografia

AA. VV., 2013. Sottoterra - Rivista di speleologia del GSB-USB - n° 137

Bocherens H., Bridault A., Drucker D. G., Hofreiter M., Munzel S. C., Stiller M., van der Plitch J., 2014 *The last of its kind? Radiocarbon, ancient DNA and stable isotope evidence from a late cave bear (Ursus spelaeus ROSENMÜLLER, 1794) from Rochedane (France)* Quaternary International Volumes 339–340, p 179–188

Cattarin S., 2014 *Indagine tassonomica e ricostruzione della paleofauna della grotta di Govjestica (Bosnia)*

Cerisara R., 2014 *Analisi tafonomica dei depositi fossiliferi della grotta di Govjestica, Bosnia*

Corbet G., Ovenden D., 2012 *Guida ai mammiferi d'Europa* Franco Muzzio editore; 288 pp

Crescentini L., De Waele J., Esposito M., 2014 *Datazione radiometrica del giacimento fossilifero di Govjestica* Sottoterra - Rivista di speleologia del GSB-USB - n° 139 p 71-74

Grandal-d'Anglade A., Lopez-Gonzalez F., 2004 *A study of the evolution of the Pleistocene Cave bear by morphometric analysis of the lower carnassial* Oryctos, Vol. 5 p 83-94

Knap M., Rohland N., Weinstock J., Baryshnikov G., Sher A., Nagel D., Rabeder G., Pinhasi G., Schmidt H., Hofreiter M., 2009 *First DNA sequences from Asian cave bear fossils reveal deep divergences and complex phylogeographic patterns* Molecular ecology 18(6), p 1225-1238

Kurtén B., 1968 *Pleistocene Mammals of Europe* Aldine Transaction; 330 pg

Lisiecki L., Raymo M., 2005 *A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic D18O records* Paleoclimatology, vol. 20, PA 1003, 17 pg

Martini I., Coltorti M., Mazza P., Rustioni M., Sanderlli F., 2014 *The latest Ursus spelaeus in Italy, a new contribution to the extinction chronology of the cave bear* Quaternary Research Volume 81, Issue 1, p 117–124

Mazza P, Rustioni M, 1994 *On the phylogeny of Eurasian bears* Palaeontographica/A: Abteilung A, Paläozoologie, Stratigraphie Volume 230, p 1-38

Milanolo S., Preti N., Cella G., 2013 *Gojstica cave – Praca Canyon, BIH Atti del congresso Man and Karst 2012*

Rabeder G., Hofreiter M., Withalm G., 2004 *The Systematic Position of the Cave Bear from Potočka zijalka (Slovenia)* Mitt. Komm. Quartärforsch. Osterr. Akad Wiss., 13 p197–200

Stuiver M., Ogden III J.G., Rouse I., Porter S.C., 1977 *Radiocarbon* The American Journal of Science 19(3), p 355-501.

Allegato 1



ENTE DI GESTIONE PER I PARCHI E LA BIODIVERSITÀ EMILIA ORIENTALE



Con il patrocinio del



COMUNE DI BOLOGNA



Progetto "Prača Valley"

2010 2011 2012 2013 **2014** Luglio 5-13

aggiornato al 08 Giugno 2014

PROMOSSO E ORGANIZZATO DA

GSB-USB - Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese (Italia)
La Nottola APS-ASD - Associazione di Promozione Sociale e Sportiva Dilettantistica (Italia)
CKS - Centar za Krš i Speleologiju (Sarajevo, Bosnia Erzegovina)

CON IL PATROCINIO DI

Fondation Petzl (France)

Comune di Bologna (Italy)

SSI - Società Speleologica Italiana (Italy)

Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale (Italy)

PARTNERS

Università di Bologna (Italy)

GSAA - Gruppo Speleologico Archeologico Apuano (Massa Carrara, Italy)

U-Series (Bologna, Italy)

CVSC - Corpo Volontario del Soccorso Civile (Bologna, Italy)

Museo Geologico Giovanni Capellini (Bologna, Italy)

Speleološko Društvo Panir (Banja Luka, Bosnia Erzegovina)

GGN - Gruppo Grotte Novara (Italy)

Luoghi e premesse

La spedizione di quest'anno coinvolge l'area dell'altopiano della Romanija, in particolare il canyon sul fiume Prača, situato a 30 km ad est di Sarajevo.

Tra Giugno 2010 e Agosto 2013, con la partecipazione di altri gruppi speleologici italiani e bosniaci e con la piena partecipazione delle autorità locali, il GSB-USB ha esplorato e documentato la grotta Govjestica che con 9682 metri di sviluppo è diventata la grotta più lunga della Bosnia-Herzegovina. Nelle enormi sale e grandi gallerie, sono stati trovati rari esempi di concrezioni e cristallizzazioni, oltre che rinvenute ossa di Ursus Spelaeus, l'orso delle caverne estinto circa 20 mila anni fa.

Motivazioni dell'organizzazione

Vengono messe in campo alte professionalità con il coinvolgimento di importanti enti e realtà Italiane, insieme riuniti nel progetto "Prača Valley" con l'ambizioso proposito di dare un valore sociale ai risultati delle esplorazioni speleologiche in Bosnia effettuate tra il 2007 ed il 2013, rendendoli di concreta utilità per le popolazioni che ci hanno accolto e aiutato.

Dato l'alto interesse scientifico e mediatico che ha riscosso l'esplorazione della grotta Govjestica, abbiamo ritenuto necessario dare priorità alla ricerca scientifica, alla formazione e alle visite guidate in grotta. Il nostro intento è in questo modo di mantenere alto l'interesse per questo sito naturale e allo stesso tempo trovare fondi per concretizzare anche gli altri importanti aspetti del progetto complessivo. Crediamo che la sinergia tra tutte le componenti del progetto costituisca un valore aggiunto in termini di sostenibilità e rilevanza dell'area interessata.

Vision

Gli obiettivi del progetto "Prača Valley" sono: il miglioramento dello stile di vita delle popolazioni rurali mediante la diffusione di attività speleologiche e di montagna, preservare e proteggere l'ecosistema naturale, ridurre la povertà, sostenere la cooperazione e l'integrazione.

Mission

L'intento è di promuovere la cultura della protezione dell'ambiente, anche mediante il coinvolgimento di soggetti locali, sia pubblici che privati, e supportare interazioni e connessioni tra le diverse entità territoriali e con gli organismi europei.

Codici etici di riferimento

Il progetto "Prača Valley" vuole essere un'importante opportunità per la crescita sociale e culturale nel massimo rispetto delle persone e dei luoghi coinvolti. Il progetto si attiene a importanti codici di comportamento:

- La Carta di Casola sulle Spedizioni all'Estero (Charta Casolae Valsenii) [\[link\]](#)
- Codice UIS dell'Etica dell'Esplorazione in Paesi Stranieri [\[link\]](#)

Beneficiari del progetto

I beneficiari sono rappresentati da tutti i soggetti e gli attori del territorio, comprese le istituzioni pubbliche e private, coinvolti a vario titolo nelle tematiche che saranno affrontate nell'ambito del progetto. In particolare le comunità delle località Prača, Rogatica e Gorazde, ma anche la popolazione rurale e le associazioni con cui si è già avuto modo di collaborare e tutte quelle che si avrà la possibilità di coinvolgere nel progetto.

Attività del progetto

Attività principali:

- studi scientifici
 - mappatura del campo paleontologico e analisi delle ossa dei vertebrati
 - indagini geologiche, paleoclimatiche e palinologiche
 - datazione di ossa, sedimenti e speleotemi e ricostruzione dell'ambiente del passato
 - prosecuzione delle indagini speleo – biologiche (chiroteri e artropodi)
- formazione
- visite guidate per gruppi interessati alle grotte Govjestica e Mračna Pecina
- documentazione video e fotografica

Attività complementari:

- attività esplorative
- ricerca botanica all'ingresso della grotta
- laboratorio artistico nella prima parte della grotta (danza e suoni)

Attività di follow-up:

- libro sulla grotta Govjestica

Sviluppo delle attività del progetto

Mappatura del campo paleontologico e analisi delle ossa dei vertebrati (*Ursus Spelaeus* e micromammiferi)

Attività coordinata dall'Italia dal paleontologo Dott. Federico Fanti dell'Università di Bologna (Museo Paleontologico Giovanni Capellini di Bologna) e con la collaborazione del Prof. Benedetto Sala dell'Università di Ferrara.

Due studenti di paleontologia provvederanno alla preparazione del materiale e all'indagine sul campo, mediante il posizionamento di un campo base all'interno alla "Sala delle Ossa", presso cui permarranno all'incirca per quattro giorni consecutivi. Sono previste attività di campionamento e indagini fotogrammetriche col coinvolgimento di studenti locali interessati.

Prima della partenza, gli studenti di paleontologia terranno un'incontro per condividere coi partecipanti alla spedizione gli obiettivi dei loro studi.

Indagini geologiche, paleoclimatiche e palinologiche

A cura del geologo Prof. Jo De Waele dell'Università di Bologna.

Osservazioni, indagini e campionamenti saranno realizzati dal Prof. De Waele insieme ai suoi dottorandi nell'ambito delle loro tesi di dottorato.

È in programma un meeting con i membri della spedizione per condividere gli obiettivi delle loro indagini.

Uno studente locale è invitato a partecipare in questi studi.

Per quanto riguarda la palinologia, saranno prelevati dei campioni, che verranno analizzati dall'Università di Firenze (Dott.ssa Adele Bertini).

Datazione di ossa, sedimenti e speleotemi e ricostruzione dell'ambiente del passato

A cura di U-Series, Ing. Massimo Esposito.

L'Università di Bologna gli affiancherà uno studente per la misurazione e la datazione dei campionamenti di ossa. U-Series collaborerà nelle indagini paleoclimatiche insieme ai laboratori di Francia e Australia.

È inoltre prevista la misurazione dei livelli di Radon all'interno della grotta.

Indagini speleobiologiche (chiroteri e artropodi)

Campionamenti e analisi sul campo verranno effettuate dalla Dott.ssa Serena Magagnoli, con la collaborazione di GSB-USB e CKS. Studenti locali sono invitati a partecipare in questi studi.

Attrezzatura e formazione

Il GSB-USB garantisce la fornitura del materiale speleologico per gli studenti, al fine di arrivare nella "Sala delle Ossa", il rifornimento di acqua e cibo e l'attrezzatura necessaria alla mappatura e al trasporto dei campioni, così come il coordinamento del campo sotterraneo con due speleologi. È previsto un corso di formazione per gli studenti a Bologna, al fine di insegnare le tecniche di ascesa e discesa su corda.

Visite guidate per gruppi interessati nelle grotte di Govjestica e Mracna Pecina

Secondo necessità, si provvederanno a fornire visite guidate nelle prime parti della grotta per la popolazione locale, i media e le autorità. Verrà garantita la partecipazione di speleologi locali alle attività del campo.

Documentazione video e fotografica

La documentazione video e fotografica sarà prodotta da Francesco Grazioli, con la collaborazione del GSB-USB.

Attività esplorative

È prevista una programmazione in loco delle attività esplorative, che verrà effettuata in base alle risorse umane non impegnate nelle attività principali del progetto.

Saranno oggetto delle attività esplorative alcune aree dell'altopiano della Romanja, oltre che l'interno della grotta Govjestica.

Verranno effettuate immersioni esplorative nel "Lago Isolato" ed eventualmente nel "Lago delle Muse".

Inoltre, nella grotta Govjestica verrà effettuata la segnatura dei percorsi interni, al fine di preservare le aree vergini vicino alla "Galleria dei Piedi Nudi" e nella "Galleria delle Ossa".

Ricerche botaniche all'ingresso della grotta

A cura dell'Associazione La Nottola (Dott.ssa Chiara Lelli, naturalista, e Dott. Roberto Calzolari, biologo).

Analisi della flora e della vegetazione della zona prossima al sistema carsico. Lo studio botanico che si intende condurre si pone come primo obiettivo la caratterizzazione fisionomica degli ambienti vegetazionali prossimi alla zona di risorgiva. Inoltre, si intende condurre un'indagine floristica di dettaglio in siti particolari, individuati nella prima fase di analisi, con lo scopo di riconoscere e descrivere le peculiarità botaniche. I dati ottenuti dalle analisi floristiche e vegetazionali potranno permettere lo svolgimento di successivi studi comparativi con altri sistemi ambientali ecologicamente paragonabili.

Laboratorio artistico (danza e suoni)

A cura di Silvia Bruni e Gabriella Presutto, con la collaborazione della Prof.ssa Manuela Candini dell'Accademia delle Belle Arti di Bologna.

Un percorso di ricerca in un ambiente inusuale per la danza. Esplorando i suoni si lavorerà con il corpo e il movimento. L'intento è di tracciare una mappa sonora degli spazi, ascoltare e danzare in relazione agli stessi all'interno della grotta.

Libro sulla grotta Govjestica

Sulla base dei risultati della ricerche di quest'anno e delle esplorazioni degli anni precedenti verrà realizzato, a cura di GSB-USB, GGN e CKS, un libro relativo alla grotta Govjestica, che verrà successivamente tradotto in italiano, inglese e bosniaco.

Disseminazione dei risultati

- relazione preliminare alle autorità locali
- realizzazione di documentari sulla spedizione
- preparazione di tesi di laurea presso l'Università di Bologna
- mostre fotografiche
- diffusione sui social networks
- interviste televisive
- pubblicazione di articoli in riviste internazionali di settore
- poster e brochure
- partecipazione in fiere e congressi
- presentazione e distribuzione del libro sulla grotta Govjestica

DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DISPONIBILE

Codici Etici di riferimento
Risultati della spedizione 2013
Breve descrizione delle attività scientifiche UNIBO
Curriculum vitae dei principali studiosi coinvolti

CONTATTI

www.gsb-usb.it - info@gsb-usb.it
www.nottola.org - la@nottola.org



Progetto "Prača Valley" 2014

Bosnia Herzegovina, 5-13 Luglio 2014



Comunicato stampa di fine spedizione

E' appena terminato il campo speleologico internazionale organizzato in Bosnia Herzegovina per il progetto Prača Valley 2014.

La grotta oggetto delle maggiori attenzioni è stata Govjestica, nel comune di Rogatica, 40 km Est da Sarajevo, che dallo scorso anno, grazie alle varie esplorazioni degli storici gruppi italiani e bosniaci, è diventata la più estesa della Bosnia. La spedizione di quest'anno è stata principalmente scientifica in quanto il coinvolgimento dell'Università di Bologna (Unibo) ha permesso di studiare, mediante l'allestimento di un campo interno della durata di 4 giorni consecutivi, le ossa di mammiferi presenti all'interno della grotta e scoperte dagli speleo bolognesi già nel 2011, in particolare quelle di *Ursus Spelaeus*, l'orso delle caverne estinto circa 20 mila anni fa.

Lo studio è stato effettuato sul campo da 2 studenti di paleontologia (Riccardo Cersisara e Stefano Cattarin), sotto la direzione del prof. Federico Fanti di Unibo, formati e istruiti sulle necessarie tecniche speleologiche dagli speleo bolognesi con un iter formativo iniziato diversi mesi prima.

Sono inoltre stati prelevati campioni di concrezioni a cura di un team di dottorandi (Andrea Columbu e Veronica Chiarini) sotto la direzione del prof. Jo De Waele di Unibo, anch'esso presente in spedizione, per un complesso studio paleoclimatico sia in Govjestica che in altre cavità della zona. Sono stati infine prelevati campioni di sedimenti per lo studio dei pollini.

La presenza in spedizione dell'Ing. Massimo Esposito della U-Series di Bologna, con l'aiuto dello studente Lorenzo Crescentini, ha poi permesso di campionare ossa e carbonati per effettuare delle datazioni radiometriche in laboratorio, oltre a fare alcune misurazioni sul livello di radon, il gas naturale terrestre, in alcuni punti della grotta.

L'approccio multidisciplinare della spedizione ha poi permesso di effettuare studi sulla vegetazione all'ingresso della cavità, di condurre alcune sperimentazioni di carattere artistico quali la registrazione di danze in armonia con i luoghi, registrazioni dei suoni della grotta, installazioni temporanee in particolari ambienti della cavità.

L'esito di questi studi, unitamente all'elaborazione dei dati raccolti negli anni scorsi sulla fauna cavernicola (chiroteri e invertebrati) saranno pubblicati appena possibile su riviste specializzate e comunicate alle autorità locali.

Ovviamente non sono mancate le esplorazioni speleologiche in senso stretto con alcune squadre che si sono alternate nel proseguire difficili risalite in artificiale dentro Govjestica, per accertare possibili prosecuzioni. Sono stati pertanto scoperti alcune centinaia di metri di nuovi cunicoli, portando la grotta a poco meno di 10 km di lunghezza (dati in via di elaborazione).

Uno speleosubacqueo ha poi condotto impegnative immersioni nella prima parte di Govjestica, con il fiume che era purtroppo in condizioni di elevata portata, allo scopo di pianificare future immersioni a carattere esplorativo.

Grande soddisfazione ha dato l'esplorazione di alcune risorgenti sull'altopiano della Romanja, circa 1,5 km di nuove gallerie topografate, che lasciano intravedere possibili nuovi e interessanti obiettivi per i prossimi anni.

Una squadra video-fotografica ha ripreso le fasi salienti della spedizione con l'intento di realizzare un documentario.

Infine, durante un' escursione effettuata in zona, è stato ritrovato un oggetto di probabile interesse archeologico. All'Istituto per la Protezione dei Beni Culturali, Patrimonio Storico e Naturale della Repubblica Serba di Bosnia è stato messo a disposizione tale oggetto unitamente ad una dettagliata relazione del ritrovamento.

A "Prača Valley 2014" hanno partecipato circa 50 speleologi provenienti dai gruppi di Bologna (GSB-USB, e CVSC), Novara (GGN), Sarajevo (CKS) e Banja Luka (Ponir), oltre all'associazione La Nottola APS-ASD di Bologna.

Un particolare ringraziamento alle autorità locali di Sarajevo, Banja Luka, Rogatica e Prača per l'appoggio dato alla spedizione e agli enti patrocinanti del progetto: il Comune di Bologna, l'Ambasciata Italiana di Sarajevo, l'Ente di Gestione per i parchi e la biodiversità dell'Emilia Orientale, la Società Speleologica Italiana, la Fondazione Petzl.

Bologna 21.07.2014

I promotori della spedizione

GSB-USB - Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese (Italia)
La Nottola APS-ASD - Associazione di Promozione Sociale e Sportiva Dilettantistica (Italia)
CKS - Centar za Krš i Speleologiju (Sarajevo, Bosnia Erzegovina)

Informazioni e contatti:

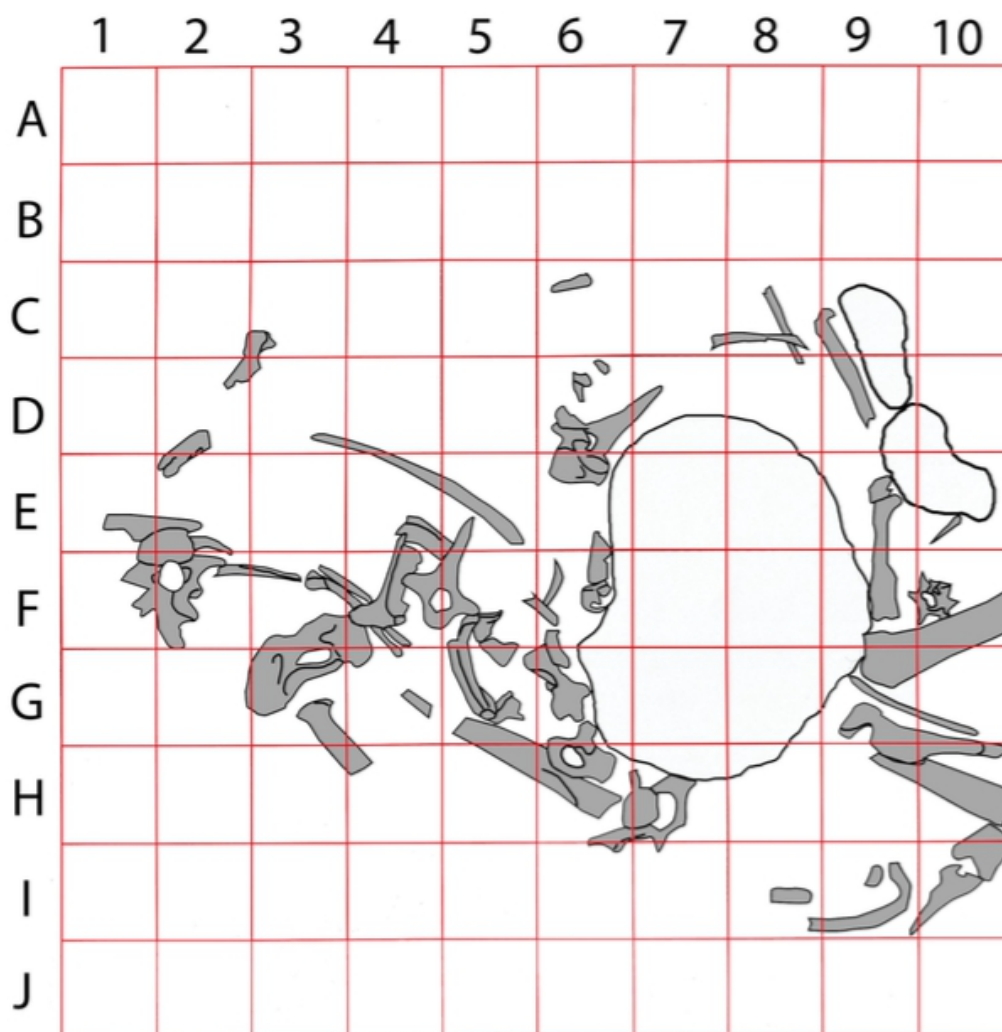
info@gsb-usb.it - la@nottola.org - info@centarzakrs.ba

Con il patrocinio di:

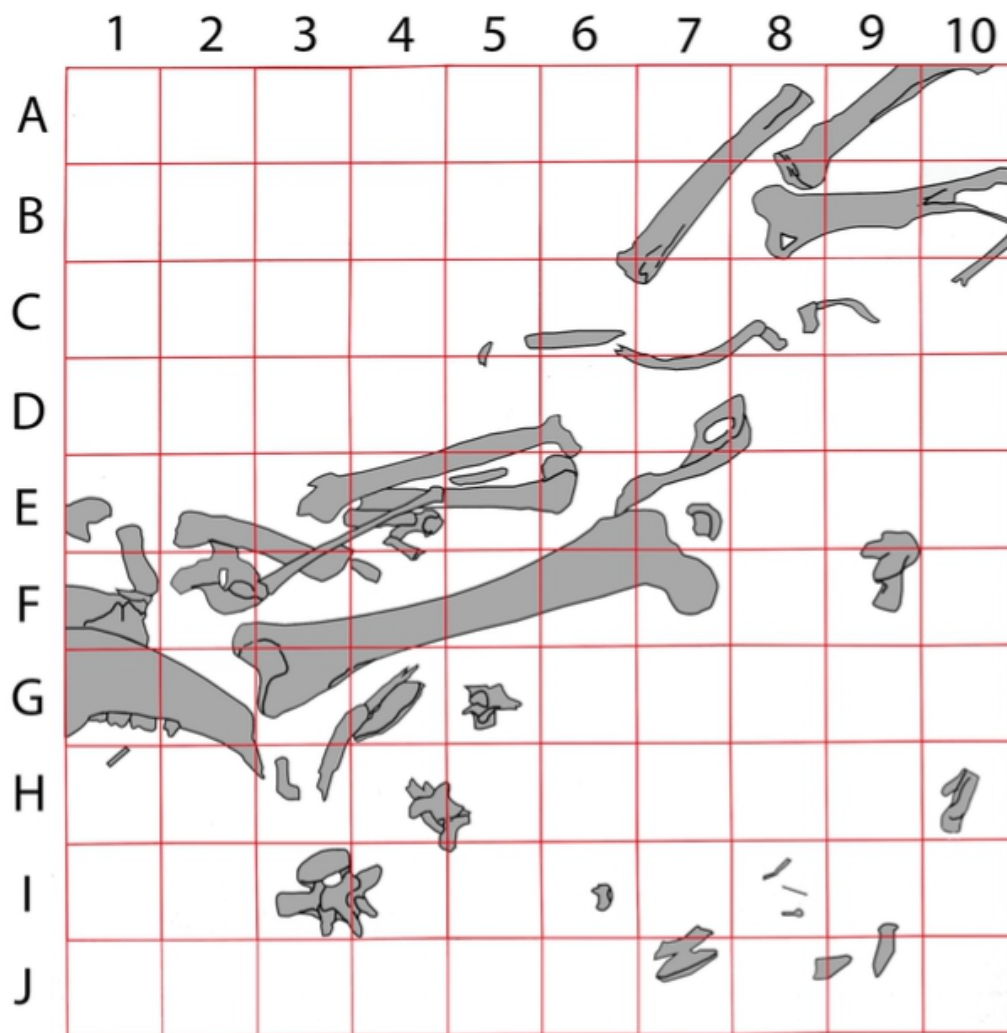


2

Allegato 2



Area 3, foglio di mappatura n. 1 (Cerisara, 2014).



Area 3, foglio di mappatura n. 2 (Cerisara, 2014). Si osserva facilmente l'orientamento SW-NE delle ossa lunghe.