

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna
e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

GSB-USB Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese

Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale - Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa

Comune di San Lazzaro di Savena - Museo della Preistoria "Luigi Donini"



GEOPALEONTOLOGIA DEI GESSI BOLOGNESI

Nuovi dati sui depositi carsici del Pleistocene Superiore

a cura di

Gabriele Nenzioni e Fiamma Lenzi

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II vol. XXXII - 2018



Soprintendenza Archeologia, Belle Arti
e Paesaggio per la città metropolitana di
Bologna e le province di Modena, Reggio
Emilia e Ferrara



Federazione Speleologica Regionale
dell'Emilia-Romagna



GSB-USB
Gruppo Speleologico Bolognese
Unione Speleologica Bolognese



Ente di Gestione per
i Parchi e la Biodiversità
Emilia Orientale



“Progetto finanziato con il contributo della Legge Regionale 9/2006 “Norme per la conservazione e valorizzazione della geodiversità dell’Emilia-Romagna e delle attività ad essa collegate”.

In copertina:

Museo della Preistoria “Luigi Donini”: ricostruzione scheletrica di *Bison priscus* (foto F. Grazioli)

Il presente volume contiene le relazioni di argomento paleontologico presentate durante il convegno “La frequentazione delle grotte dell’Emilia-Romagna tra archeologia, storia, speleologia” (Brisighella, 6-7 ottobre 2017) promosso da Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara e da Federazione Speleologica Regionale dell’Emilia-Romagna.

ISBN: 978-88-943271-1-3



Finito di stampare
nel mese di settembre 2018

La responsabilità di quanto affermato nei testi è dei singoli autori.

Tutti i diritti d’autore, di traduzione, elaborazione o riproduzione sotto qualsiasi forma, intera o parziale, sono riservati a:

Società Speleologica Italiana

Via Zamboni, 67 - 40126 Bologna (BO).

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna
e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara
Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna
GSB-USB Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese
Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale - Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa
Comune di San Lazzaro di Savena - Museo della Preistoria "Luigi Donini"

GEOPALEONTOLOGIA DEI GESSI BOLOGNESI

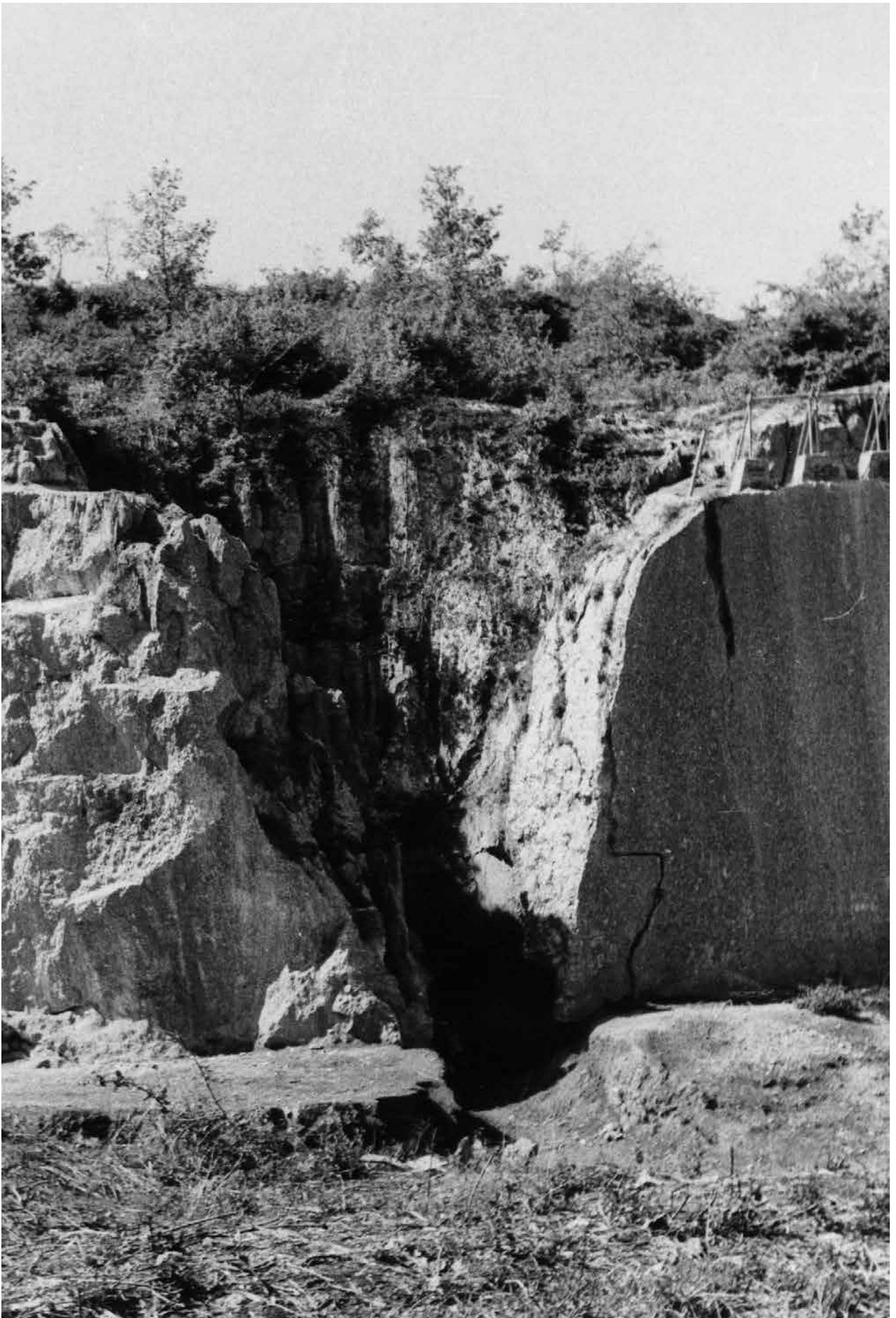
Nuovi dati sui depositi carsici del Pleistocene Superiore

a cura di
Gabriele Nenzioni e Fiamma Lenzi

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II vol. 32
2018

Indice

<i>Presentazioni di</i> C. Ambrosini, M. Ercolani, N. Preti, S. Ceccoli, G. Nenzioni	pag. 7
L. Pisani, M. Antonellini, J. De Waele <i>Struttura e carsismo dei Gessi Bolognesi</i>	pag. 15
A. Columbu, V. Chiarini, I.M. D'Angeli, J. De Waele <i>Il carsismo nei Gessi Bolognesi: età ed evoluzione</i>	pag. 35
G. Nenzioni <i>Gessi Bolognesi e documenti preistorici: una storia secolare (1861-2018)</i>	pag. 43
M. Marchesini, S. Marvelli, E. Rizzoli <i>Indagini palinologiche nei Gessi Bolognesi (San Lazzaro di Savena - BO)</i>	pag. 75
A. Massarenti, M. Breda, G. Nenzioni <i>La fauna della zona dei Gessi Bolognesi nel Pleistocene Superiore</i>	pag. 91
C. Busi <i>La scoperta del paleoinghiottitoio della ex "Cava a Filo" (S. Lazzaro di Savena - Bologna)</i>	pag. 125
P. Paronuzzi, C. Berto, E. Ghezzi, U. Thun Hohenstein, A. Massarenti, P. Reggiani <i>Nota preliminare sulla sequenza UMG di ex Cava a Filo (Croara, BO): gli aspetti stratigrafico-sedimentari, paleontologici e antropici alla luce delle ultime indagini (2006-2016)</i>	pag. 131
P. Paronuzzi, M. Breda, E. Ghezzi, P. Reggiani <i>La fauna tardo-pleistocenica a macromammiferi del sito di ex Cava a Filo (indagini 2006-2011): tassonomia e quadro cronologico-paleoambientale</i>	pag. 145
D. Palumbo, M.M. Ciucani, M. Galaverni, P. Serventi, G. Ravegnini, S. Angelini, R. Caniglia, G. Gruppioni, E. Cilli <i>Il lupo che venne dal freddo: i reperti di ex Cava a Filo rivelano l'antica origine del lupo italiano (Canis lupus italicus, Altobello 1921) attraverso lo studio del DNA antico</i>	pag. 171
F. Lenzi <i>Conservazione e valorizzazione del patrimonio paleontologico dell'area dei Gessi Bolognesi</i>	pag. 183
L. Castagna, N. Preti <i>Il cranio della Grotta Loubens</i>	pag. 197



Presentazioni

Meno di un anno è trascorso dal convegno tenutosi a Brisighella nell'ottobre 2017, incentrato sul tema della frequentazione antropica delle grotte in Emilia-Romagna, frutto di una proficua collaborazione tra vari Enti, in primo luogo la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna e le Soprintendenze Archeologia, belle arti e paesaggio con sedi a Bologna, Ravenna e Parma, che ha permesso tra l'altro di pervenire in tempi molto rapidi alla pubblicazione dei relativi atti. Gli obiettivi primari di tale convegno erano da un lato raccogliere in un'unica pubblicazione quanto noto sulle cavità di interesse antropico della Regione, dall'altro presentare nuove scoperte e risultati di studi recenti su complessi più o meno conosciuti, ma raramente oggetto di indagini sistematiche o pubblicazioni esaustive. In quest'ottica erano state presentate anche tre relazioni incentrate sul deposito dell'ex Cava a Filo, non inserite però nell'edizione definitiva degli atti del convegno. L'importanza e la mole dei dati presentati, infatti, nonché la peculiarità dell'argomento trattato, legato ad aspetti più propriamente geo-paleontologici, si sono rivelati tali da indurre la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna a prevedere una pubblicazione tematica, dedicata esclusivamente a questo importantissimo contesto.

È stato così possibile presentare in modo organico i risultati degli scavi e delle ricerche che da anni il Museo della Preistoria "Luigi Donini", concessionario di scavo dal 2003, porta avanti su questo deposito paleontologico, in passato minacciato dalle attività estrattive e ora inserito all'interno del Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa.

Un risultato di grande importanza che arriva a dieci anni di distanza da un precedente progetto congiunto di valorizzazione dei siti archeologici presenti nel Parco che ha permesso di realizzare interventi sul territorio in forma coordinata e al contempo su solide basi scientifiche, finalizzati ad incentivare le occasioni di conoscenza e di visita delle notevolissime peculiarità storiche e ambientali presenti nel Parco.

Cristina Ambrosini
*Soprintendente Archeologia, belle arti e paesaggio
per la città metropolitana di Bologna
e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara*

Dopo la pubblicazione degli atti del convegno sulle cavità di interesse antropico che si è svolto a Brisighella (RA) nel mese di settembre 2017, esce, a pochi mesi di distanza, un secondo volume che accoglie i contributi di argomento paleontologico.

Questi interventi si sono svolti quasi in appendice al convegno stesso, tuttavia l'importanza dell'argomento e l'assenza di una pubblicazione che sintetizzasse quanto fino ad ora scoperto nei depositi carsici del Pleistocene Superiore ubicati nei Gessi bolognesi hanno consigliato la realizzazione di un volume autonomo.

Negli ultimi anni le pubblicazioni editate dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna si susseguono a ritmi sostenuti e compendiano ricerche e studi comunque centrati sulle aree carsiche regionali che, pur rappresentando meno dell'1% del territorio regionale, sanno offrire spunti e interessi di gran respiro.

È il caso di questo volume, realizzato, su base assolutamente volontaria, da speleologi nonché da studiosi che, pur non appartenendo al mondo della speleologia, hanno tuttavia operato e operano in ambienti ubicati nei pressi delle aree carsiche regionali e sempre in stretta collaborazione con gli stessi speleologi.

Giusto e legittimo quindi che la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna promuova questa pubblicazione, inaugurando così una nuova proficua collaborazione con il Museo della Preistoria "Luigi Donini" di San Lazzaro di Savena.

Aggiungo che il Convegno brisighellese non ha esaurito le potenzialità, fornendo, anche per il prossimo futuro, nuovi spunti per promuovere studi in cavità di interesse antropico nei Gessi dell'Emilia-Romagna.

Sono infatti in corso ricerche di carattere paleontologico dedicati alla Tana della Mussina, cavità naturale nei Gessi messiniani del Preappennino reggiano che saranno successivamente compendiate in una pubblicazione che mi auguro possa uscire in occasione delle celebrazioni per i 200 anni della nascita di Gaetano Chierici, in programma a Reggio Emilia nel settembre del prossimo anno. E ancora: è da poco iniziata una revisione dei reperti ossei rinvenuti nei pressi della Grotta del Farneto, nei Gessi bolognesi, che, grazie a nuove datazioni, è destinata a far luce sulle frequentazioni protostoriche di questa importante cavità. Anche in questo caso, al termine dei lavori, è prevista la messa in stampa di una pubblicazione.

In sostanza, penso che questo volume, così come gli altri che lo hanno preceduto e i prossimi già in progetto, sia la chiara testimonianza che la stretta sinergia con studiosi, istituzioni regionali, parchi, musei e università funziona al meglio.

Nuovi e impegnativi progetti attendono nei prossimi anni la comunità speleologica regionale; tra i tanti, voglio qui citare la proposta, avanzata della nostra Federazione, di inserimento delle aree carsiche gessose regionali nella *World Heritage List* dell'UNESCO che, se giungerà a buon fine, costituirà il degno suggello delle tante energie spese per lo studio, la salvaguardia e la difesa degli ambienti carsici dell'Emilia-Romagna.

Massimo Ercolani

*Presidente della Federazione Speleologica
Regionale dell'Emilia-Romagna*

A causa delle innumerevoli peculiarità delle ricerche che conducono, gli speleologi sono da sempre impegnati nello studio di tutto ciò che incontrano nel sottosuolo. Li sorregge la convinzione, non sempre assoluta, ma sostanzialmente corretta, che nessuno potrà occuparsi di quanto è celato nelle grotte e negli abissi se non analizzando i dati e i campioni da loro stessi riportati in superficie.

Geologia, mineralogia, archeologia, biospeleologia e quant'altro ha a che fare con l'ambiente grotta, sono solo alcuni esempi delle discipline scientifiche che gli speleologi toccano con mano esplorando una grotta.

Oltre alle lezioni di tecnica, fondamentali per poter apprendere le nozioni atte ad un'efficace e sicura progressione in ambienti spesso 'al limite', nei corsi annuali della nostra Scuola di Speleologia insegniamo agli allievi la curiosità e l'attenzione, a porsi domande su qualsiasi cosa si incontri di particolare, sia essa una morfologia carsica oppure uno strano insetto, una traccia o un osso. Li sproniamo a produrre relazioni dettagliate dopo ogni uscita, a eseguire schemi e rilievi topografici, fotografie e video, a documentare quindi nel più accurato dei modi tutto ciò che vedono in grotta, a beneficio di quanti potranno giovarsene con più specifiche competenze, spesso a molti anni di distanza.

L'oggetto e i contributi presenti in questa pubblicazione costituiscono un ottimo esempio di interazione fra speleologi e specialisti "esterni": archeologi, geologi, paleontologi, rappresentanti di Enti ed Istituzioni che possono meglio di noi, in alcuni casi insieme a noi, studiare, approfondire, valorizzare le nostre scoperte.

È il caso del deposito contenuto nei sedimenti del Paleoringhiottitoio della Cava Filo, più noto "ex Cava a Filo", ove il Gruppo Speleologico Bolognese fin dal 1960 ha preservato dalla completa distruzione, causata dalle attività estrattive, le preziose, antichissime faune vissute nel nostro territorio. È ancora il caso del cranio umano risalente a 5450 anni dal presente recuperato nel 2017 dal GSB-USB all'interno della grotta Marcel Loubens, inglobato fra i sedimenti di un alto camino, raggiungibile unicamente attraverso ambienti strettissimi e selettivi per gli stessi speleologi. È, infine, il caso degli studi geologici e strutturali in corso nelle doline sovrastanti il Farneto, ove i nostri più giovani speleologi stanno esplorando un sistema carsico finora del tutto ignoto, attualmente superiore ai 3 km di sviluppo, che sta svelando l'esistenza di uno schema di drenaggio idrico sotterraneo tale da sovvertire le conoscenze acquisite in questo campo da oltre un secolo.

L'impegno di Enti ed Istituzioni nell'incentivare la divulgazione degli studi e delle ricerche nei territori carsici della nostra regione rende merito a quanto operato, per quota parte, dagli speleologi del GSB e USB dall'ormai lontano 1932, attività in gran parte ignote al grande pubblico.

Per questo rivolgiamo un sentito ringraziamento a Gabriele Nenzioni, direttore del Museo della Preistoria "Luigi Donini" di S. Lazzaro di Savena (BO), alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, alla nostra Federazione Speleologica Regionale ed all'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità dell'Emilia Orientale, con i quali stiamo condividendo campagne di ricerca e di studio, non solo nell'area bolognese.

Nevio Preti

*Segretario Generale del Gruppo Speleologico Bolognese
e dell'Unione Speleologica Bolognese*

Mi congratulo con gli Autori e i Curatori di questa bella pubblicazione dedicata al deposito paleontologico della ex Cava a Filo e alle recenti rilevanti scoperte legate a questo luogo e, più in generale, al Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa. Il quadro paleo-ambientale della zona della Croara che viene emergendo grazie alle ricerche in corso (paleontologiche, archeologiche, paleobotaniche, paleogenetiche) fa assumere al sito un'importanza nazionale, forse addirittura europea.

L'Ente Parco acquistò l'area indagata negli anni '90, per consentire sia la tutela di siti vulnerabili che l'eventuale ripresa degli studi, come effettivamente si sta verificando grazie allo sforzo encomiabile delle diverse amministrazioni preposte e di Gabriele Nenzioni, direttore del Museo "Luigi Donini" *in primis*. All'acquisto seguì la creazione di aree attrezzate e di un'apposita segnaletica dedicate al tema paleontologico, materiali che oggi meritano di essere certamente aggiornati dopo anni di onorato servizio.

Un'Area protetta come la nostra nasce per conservare la biodiversità, ossia quella ricchezza di specie viventi troppo spesso minacciate cui dobbiamo il funzionamento dei sistemi ecologici ai quali siamo tutti - volenti o nolenti - collegati. Il Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa nasce in particolare a tutela della geodiversità tipica degli affioramenti carsici gessosi. Questa zona, del tutto straordinaria per le ragioni che bene illustrano i diversi contributi di questa monografia, racchiude un patrimonio ambientale di enorme interesse, capace ancora oggi di suscitare la curiosità e l'entusiasmo di visitatori, studenti e degli stessi esperti.

L'ex Cava a Filo asportò lastre di gesso fino a metà degli anni '80, qualche anno prima della effettiva istituzione del Parco naturale. In oltre trent'anni le ferite dovute all'estrazione appaiono mascherate dallo sviluppo della vegetazione. Questo luogo si trova ora nel cuore del Parco e, oltre al sito paleontologico, ospita habitat di importanza europea ed è ambiente di vita di specie animali protette dall'Unione Europea, dai pipistrelli al lupo.

Gli impressionanti scheletri dei grandi mammiferi dell'Ultimo Glaciale che oggi emergono uno dopo l'altro dagli scavi evocano stupefacenti paesaggi naturali preistorici; pollini e piccoli mammiferi raccontano nel dettaglio l'evoluzione del clima; le piccole ma significative tracce degli strumenti dell'uomo ci testimoniano la discreta presenza di antiche comunità in perfetto equilibrio con l'ecosistema delle colline bolognesi.

Questo sito è una straordinaria "macchina del tempo" per la ricerca paleoecologica e per la biodiversità che ci consente di arretrare di 24 mila anni per un arco di oltre diecimila anni: in questo balzo temporale, riflettendo su faune glaciali estinte, antichi ambienti, uomini ingegnosi, possiamo e dobbiamo trovare un ulteriore impulso e forza per il nostro agire quotidiano.

È per questo che credo che l'intera area, una volta completata la prima fase di elaborazione dei dati, debba essere luogo di uno specifico progetto a tema archeologico e paleontologico per arricchire e connotare il Parco naturale in tal senso.

Sandro Ceccoli

*Presidente dell'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale -
Parco regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa*

Nel mese di settembre del 2006, a quasi cinquant'anni dalle indagini iniziali, venivano ripresi gli scavi nel deposito paleontologico storicamente denominato "Cava a Filo". Inserite in un più ampio progetto dedicato ai siti archeologici presenti nel Parco dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa, le ricerche furono stimulate da un condiviso interesse verso il recupero e la valorizzazione di un deposito unico in ambito regionale come fonte di conoscenza sugli aspetti paleoambientali delle fasi finali dell'Ultimo Glaciale.

Gli Enti che vi erano impegnati a diverso livello e impegno istituzionale - Soprintendenza Archeologica dell'Emilia Romagna, Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa, Dipartimento di Geologia dell'Università di Ferrara, Museo "Luigi Donini" in qualità di titolare dello scavo - nel dare l'avvio alle nuove prospezioni non avevano certezze sugli esiti.

Il tempo trascorso e l'improvvisa distruzione delle morfologie carsiche fossilifere della serie superiore del deposito, ripercorsa puntualmente in questo volume da Claudio Busi, non lasciavano presagire nulla di buono. Lo stesso Benedetto Sala, allora direttore dei nuovi scavi e promotore di importanti revisioni tassonomiche delle associazioni faunistiche sin lì recuperate, manifestava dubbi e perplessità. Al di sopra di ogni razionale ragionamento, l'entusiasmo e l'incoraggiamento di Lucia Montagni, direttrice del Parco e promotrice del progetto di valorizzazione del sito cofinanziato da diversi Enti del governo territoriale.

A testimonianza di un deplorabile stato di degrado, la parte residuale del giacimento appariva all'*équipe* di scavo completamente costipata di detriti, residui industriali di cava e altri inquinanti frettolosamente messi in posto negli anni '70 del secolo scorso per pareggiare e livellare il nuovo piano estrattivo.

Le prime faticosissime campagne di scavo hanno lentamente avuto ragione di questa situazione. Sono emerse, prima a piccoli brani poi in estensione, le morfologie carsiche ancora ricche di testimonianze poste alla base della serie stratigrafica.

A questa prima, ma fondamentale fase di ricerca si sovrappone esattamente un decennio dopo, siamo nel 2017, l'opportunità di presentare i dati emersi dallo scavo. L'occasione è offerta dall'allora Soprintendenza Archeologia dell'Emilia-Romagna che, su proposta e congiuntamente con la Federazione Speleologica Regionale, promuove un convegno da tenersi a Brisighella incentrato sulla frequentazione umana delle grotte, i cui Atti sono recentemente apparsi nella collana DEA.

In quel consesso tre relazioni incentrate sul quadro crono-stratigrafico e faunistico dell'ex Cava a Filo, fanno emergere il ruolo centrale che il giacimento riveste per la conoscenza delle dinamiche evolutive paleoambientali dell'area padano-orientale durante l'Ultimo Massimo Glaciale e il Tardoglaciale.

Oltre ad accogliere nella veste originale i contributi convegnistici, il presente volume è arricchito da una serie di interventi, messi a punto appositamente per questa circostanza, che focalizzano, inquadrano e contestualizzano il deposito dell'ex Cava a Filo nella più ampia cornice delle ricerche multidisciplinari condotte negli ultimi anni sul quadrante dei Gessi Bolognesi a oriente della città.

Ci sia consentito citare in questa sede, ringraziandoli, Istituti ed Enti che hanno aderito e favorito, ciascuno a seconda delle proprie competenze, questo lavoro: la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, l'Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, i Dipartimenti di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali dell'Università di Bologna e il Dipartimento di Studi Umanistici - Sezione di Scienze Preistoriche e Antropologiche dell'Università di Ferrara (già Dipartimento di Scienze Geologiche e Paleontologiche).

Perseguendo il fondamentale principio della ricerca multidisciplinare, si sono via via affiancati altri qualificati *partner*: i Dipartimenti e Laboratori dell'Università di Bologna (Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali - BiGeA; Laboratori di Antropologia Fisica e DNA Antico del Dipartimento di Beni Culturali, Campus di Ravenna e Laboratorio di Antropologia Molecolare del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali; Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie - FaBit), il Laboratorio di Genetica

dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), il WWF Italia - Conservation Unit di Roma, il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università di Udine, il Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo dell'Università di Firenze, il Museo di Storia Naturale di Venezia, il Laboratorio di Palinologia e Archeobotanica-C.A.A. di S. Giovanni in Persiceto, il GSB-USB/Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese.

A questi ultimi, e in particolare all'azione fondamentale di Paolo Grimandi, si deve la "spinta" a presentare in anteprima nel Convegno di Brisighella lo straordinario patrimonio geo-paleontologico dell'area dei Gessi Bolognesi. Protagonista delle pagine a seguire, questo stesso patrimonio in buona parte è profondamente indagato nella storia della speleologia bolognese per le pionieristiche attività svolte nel campo delle discipline preistoriche dal loro illustre fondatore Luigi Fantini.

L'occasione offerta da questo volume ben evidenzia il profondo interfacciarsi fra ricerca del presente e ricerca del passato. Nell'organizzazione e raccolta dei dati preziosi sono risultati gli apporti scientifici pregressi: *in primis* quello di Giancarlo Pasini, autore di due insostituibili monografie dedicate ai profili crono-stratigrafici e faunistici del deposito di Cava a Filo che ancor oggi ben collimano e completano i dati emersi dalle indagini più recenti.

Importantissime si sono rivelate le informazioni su eventi e situazioni deposizionali connessi con il carsismo della Grotta Serafino Calindri e dell'ex Cava a Filo raccolte grazie all'apporto di Paolo Grimandi, Danilo Demaria, Pino Rivalta, Sergio Orsini e Claudio Busi, memoria storica GSB-USB relativamente all'archeologia preistorica dei Gessi. La stretta collaborazione con il GSB-USB è stata costantemente propiziata dal suo Segretario generale Nevio Preti.

A Giuseppe Paioli dell'Associazione Culturale Esagono va il merito di aver fornito al gruppo di ricerca circostanziate informazioni sullo stato di fatto del deposito prima della sua definitiva obliterazione da parte della cava.

I collaboratori e gli amici del Museo "L. Donini" - Marco Chili, Valerio Lucano, Filippo Mingardi, Carlo Pagani, Fioravante Barnabei - si sono adoperati affinché l'*équipe* di scavo potesse contare su un adeguato supporto.

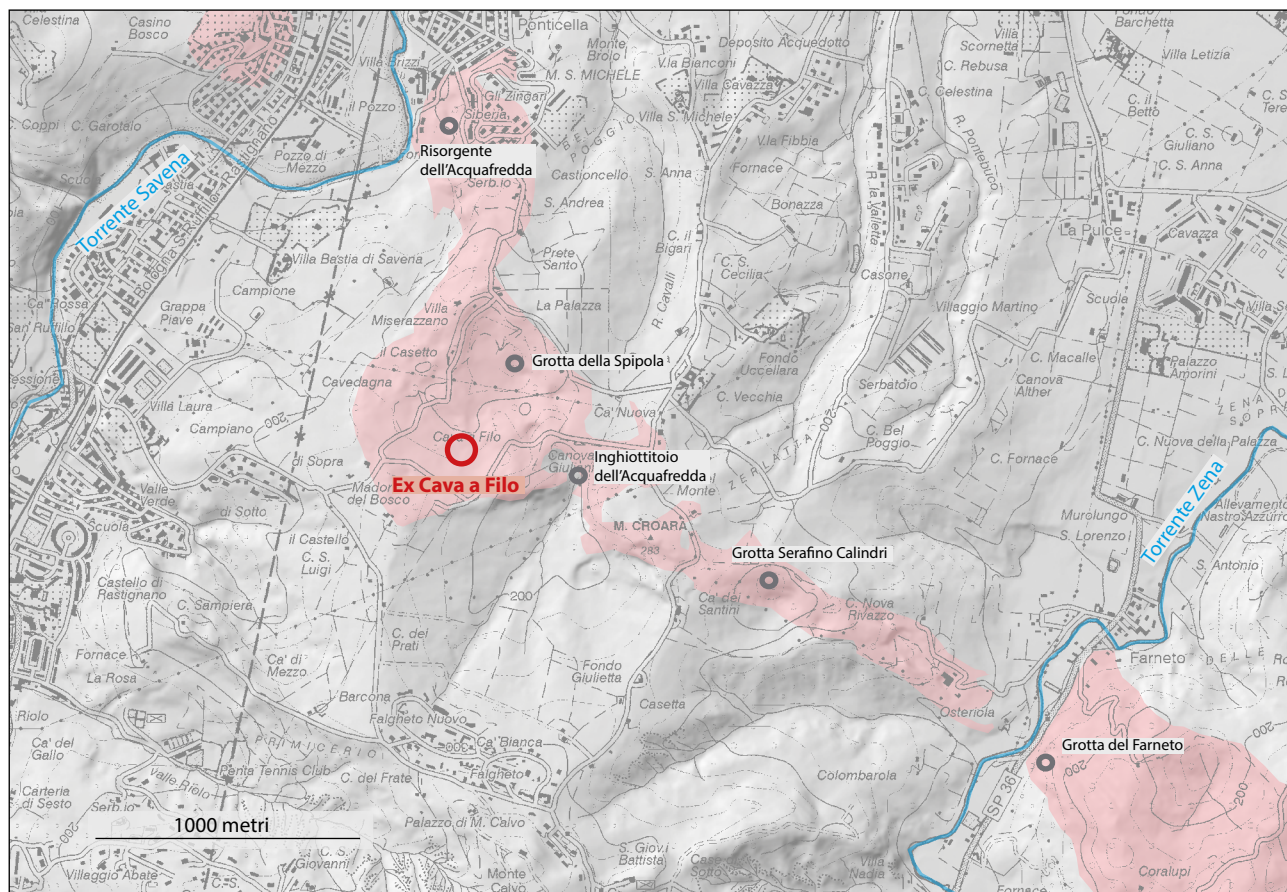
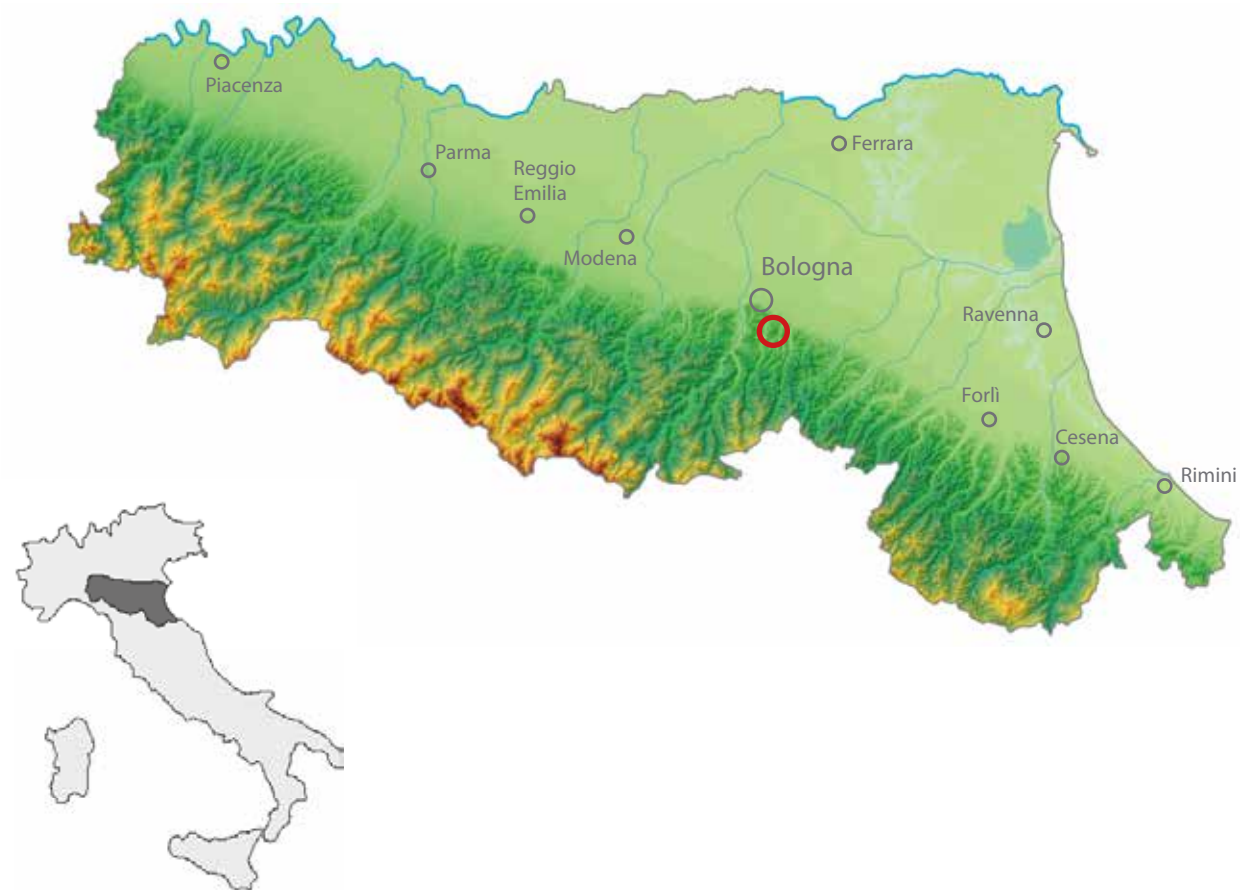
Questo lavoro non avrebbe potuto avere luogo senza il costante affiancamento tecnico, finanziario e culturale dell'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale - Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa perché nella persona di David Bianco ha operato costantemente per favorire e rendere concreta la *mission* sancita dalla convenzione che lega Parco e Museo Donini nelle azioni di valorizzazione dei siti geo-antropici.

Per ultimo, ma non ultimo, un profondo ringraziamento sentiamo di dovere alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio che da oltre un decennio favorisce l'esecuzione delle indagini presso il deposito dell'ex Cava a Filo, e alla Federazione Speleologica Regionale che tramite il suo presidente Massimo Ercolani ha accolto con entusiasmo le relazioni sulla paleontologia, anche se tematicamente trasversali, nel Convegno di Brisighella. Il contributo erogato dalla Federazione ha dato sostanza all'idea di una pubblicazione tematica che, impreziosita dalle impeccabili riprese fotografiche di Francesco Grazioli, autore di buona parte delle immagini faunistiche, e dalla veste grafica di Piero Lucci, cui spetta il merito di aver accolto con pazienza e perizia le diverse e circostanziate esigenze degli autori, trova ora spazio nella prestigiosa collana dell'Istituto Italiano di Speleologia.

Gabriele Nenzioni
Direttore del Museo della
Preistoria "Luigi Donini"

Nella pagina accanto: giacimento paleontologico dell'ex Cava a Filo - US 99: una fase di scavo della campagna 2018 (Foto F. Grazioli).





Localizzazione dell'ex Cava a Filo. Il colore rosa evidenzia la Formazione Gessoso-solfifera.

Luca Pisani*, Marco Antonellini**, Jo De Waele**

Struttura e carsismo dei Gessi Bolognesi

Riassunto

I dati e i risultati ottenuti attraverso questo studio documentano le relazioni tra le strutture geologiche e i fenomeni carsici epigenici dei Gessi Bolognesi (Messiniano). Attraverso diverse discipline, tra cui il telerilevamento, il rilevamento geologico (in superficie ed in grotta) ed indagini idrogeologiche, è stato possibile ricostruire l'assetto strutturale delle due aree carsiche più importanti e sviluppate del settore appenninico bolognese: la Dolina della Spipola (Croara) e le Doline dell'Inferno e della Goibola (Farneto). I dati raccolti tramite l'analisi delle direzioni di sviluppo planimetrico delle cavità più importanti dell'area di studio ed il rilevamento geologico ipogeo, dimostrano una stretta relazione tra le due principali direzioni di strutturazione della catena appenninica (NW-SE e NE-SW) e le direzioni di sviluppo del fenomeno carsico. L'assetto della stratificazione e le principali faglie locali ad alto angolo (rigetti maggiori di 10 m) controllano i bacini idrografici sotterranei e lo sviluppo dei sistemi carsici. Infine, è stato documentato come gli elementi di controllo sulla dissoluzione (discontinuità primarie, fratture e faglie) contribuiscano a distinguere possibili modelli di sviluppo epigenico, risultanti in diverse configurazioni strutturali e morfologiche. Accurate ricostruzioni geologiche, unite ai modelli proposti, permettono di prevedere possibili sviluppi dei sistemi carsici epigenici in gesso, e possono rappresentare un efficace strumento per la gestione territoriale e l'esplorazione speleologica.

Parole chiave: Evaporiti, carso, idrogeologia, struttura geologica, geomorfologia, indagine geologica, speleogenesi

Abstract

The data and the results obtained through this study document the relations between the geological structures and the epigenic karst phenomena of the Gessi Bolognesi (Messinian). Through various disciplines, including remote sensing, geological surveying (on the surface and in caves) and hydrogeological surveys, it was possible to reconstruct the structural arrangement of the two most important and developed karst areas of the Apennine front near Bologna: Dolina della Spipola (Croara) and the Dolina dell'Inferno and Dolina della Goibola (Farneto). The data collected through the analysis of the directions of planimetric development of the most important caves and the geological hypogeum surveys, demonstrate a close relationship between the two main directions of structuring of the Apennine chain (NW-SE and NE-SW) and the directions of development of the karst processes. The stratification and the main local high-angle faults (offsets greater than 10 m) control the underground water basins and the development of karst systems. Finally, we documented how geological elements control dissolution (primary discontinuities, fractures and faults), and we distinguish two possible models of epigenic development, resulting in different structural and morphological configurations. Accurate geological reconstructions, together with the proposed models, allow to foresee the possible developments of gypsum karst systems, and can represent an effective tool for territorial management and speleological exploration.

Keywords: Evaporites, karst, hydrogeology, structural geology, geomorphology, geological survey, speleogenesis

* GSB-USB, Unibo - Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali-BIGEA, Università di Bologna Alma Mater.

** Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali-BIGEA, Università di Bologna Alma Mater.

Introduzione

L'importanza del controllo delle discontinuità geologiche sulla speleogenesi di rocce evaporitiche, nonostante sia un elemento riconosciuto ampiamente sia nel panorama della letteratura speleologica che in quella geologica (BERTOLANI, ROSSI 1972; FINOTELLI *et alii* 1985; BELVEDERI, GARBERI 1986; FORBES, NANCES 1997; HILL 2000; BENTINI 2003; HILL, POLYAK 2010; DE WAELE *et alii* 2011; GHISELLI *et alii* 2011; KLIMCHOUK 2013; REITMAN *et alii* 2014), rimane un campo di ricerca ancora scarsamente compreso e aperto a ulteriori studi.

In particolare, lo studio strutturale di Ghiselli *et alii* (2011) nella Grotta del Re Tiberio (RA) descrive l'importanza dell'utilizzo del rilevamento in grotta per ricostruire la cronologia delle deformazioni a scala locale e regionale; infatti la migliore conservazione nell'ambiente sotterraneo delle strutture tettoniche (superfici di faglia, fratture, etc.) e stratigrafiche rappresentano un'opportunità per il geologo di integrare i dati di superficie al fine di ottenere mappe più dettagliate, soprattutto per quanto riguarda territori in cui la copertura della vegetazione e la scarsità di affioramenti impediscono un rilevamento soddisfacente. Questo tipo di osservazioni, nonostante siano un elemento chiave per comprendere il fenomeno carsico

in rocce a scarsa permeabilità e porosità come il gesso (DEMARIA *et alii* 2012), raramente sono state affrontate dal mondo speleologico attraverso studi dettagliati. Inoltre nel territorio bolognese, la scarsità di buoni e continui affioramenti della successione evaporitica messiniana, ha da sempre ostacolato la realizzazione di studi stratigrafici approfonditi, precludendo quindi una completa conoscenza di questo settore della vena del gesso. Tuttavia, proprio grazie alla speleologia abbiamo la possibilità di indagare direttamente il sottosuolo, e di ottenere informazioni altrimenti di scarsa accessibilità.

Lo scopo del nostro lavoro è stato quello di raccogliere il maggior numero di dati possibili nel Pedemontino bolognese, al fine di evidenziare le relazioni tra strutture geologiche, geomorfologia, idrogeologia e carsismo epigenico, e di realizzare le più aggiornate carte geologiche ed idrogeologiche dell'area di studio.

Inquadramento geologico

L'area coperta da questo studio è confinata lungo una fascia di affioramenti gessosi messiniani appartenenti all'unità geologica conosciuta come Formazione Gessoso Solfifera (SELLI 1960; VAI, RICCI LUCCHI 1977), compresa tra i torrenti Savena ed Idice, a sud-est della città di Bologna (fig. 1). Questa sequenza di rocce

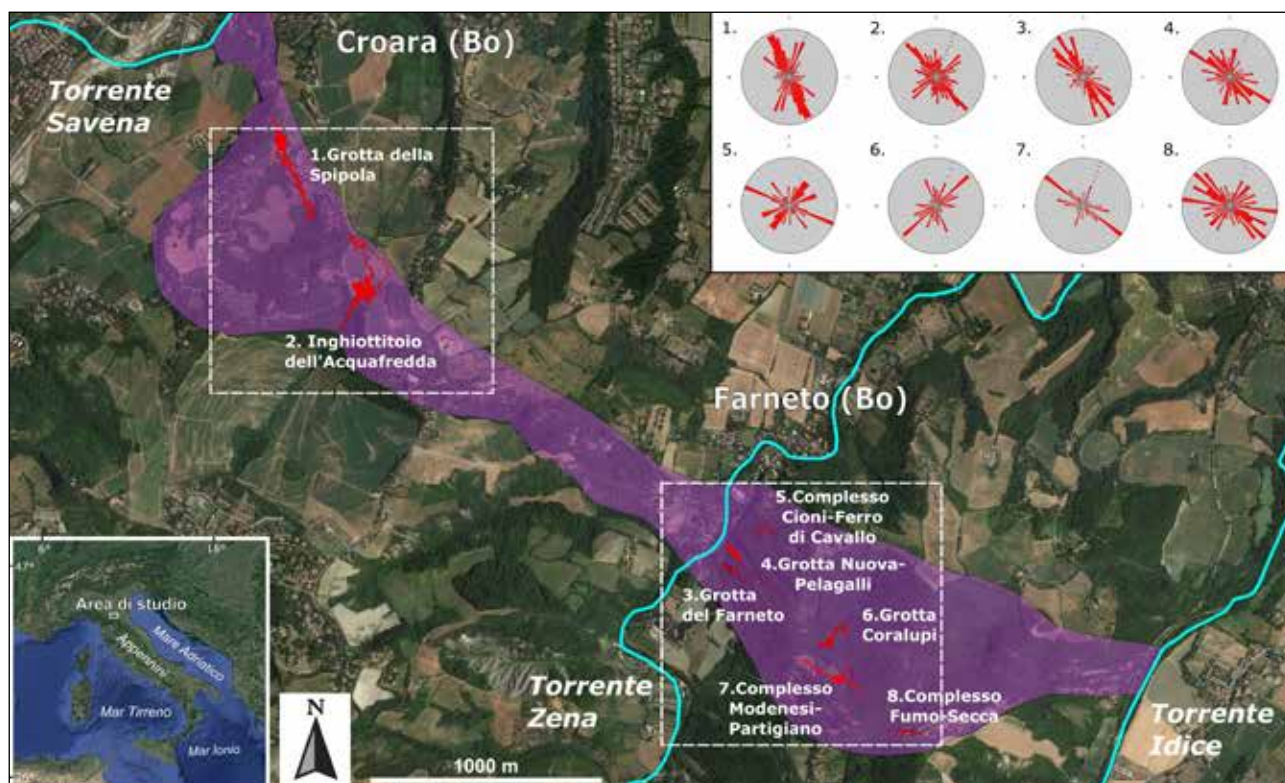


Fig. 1 – Inquadramento geografico dell'area di studio. Sono inoltre mostrate le grotte analizzate e le loro principali direzioni di sviluppo planimetrico (diagrammi a rosa nel box in alto a destra). I riquadri tratteggiati in bianco si riferiscono invece alle fig.2 (a destra, zona Farneto) e fig.3 (a sinistra, area Croara).

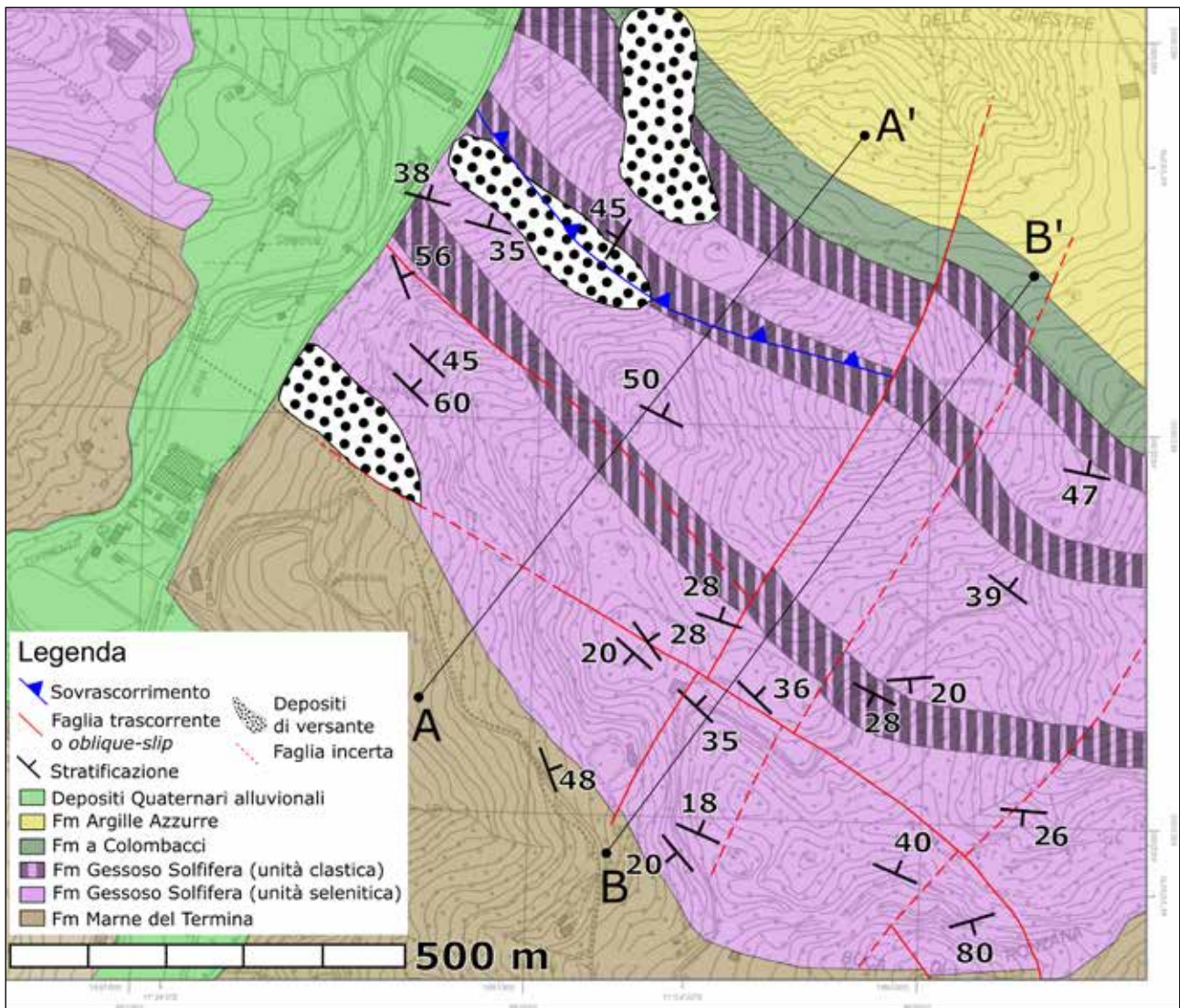


Fig. 2 – Carta geologica del Farneto (vedi fig.1 per la posizione). Sono anche mostrate le sezioni geologiche A e B riportate in fig. 4. La griglia delle coordinate esterne è espressa nel sistema di riferimento ETRS89 (proiezione UTM).

evaporitiche consiste in circa 12 cicli deposizionali preservati dall'erosione del fronte montuoso dell'Appennino, che possono raggiungere una potenza massima di oltre 250 metri (GRIMANDI, GENTILINI 2009). Ogni ciclo è caratterizzato alla sua base da uno spessore variabile di argille o argille marnose, sormontate da una successione di strati di gesso con facies differenti a seconda dell'ambiente deposizionale (*facies selenitica primaria e/o clastica*: VAI, RICCI LUCCHI 1977). La presenza di questi cicli evaporitici testimonia ripetute fasi di ricarica delle acque interne nel bacino Mediterraneo durante la crisi di salinità messiniana (Hsü *et alii* 1972; RICCI LUCCHI, VAI 1983; VAI 1997) associabili a cambiamenti climatici o eustatici (KRIJGSMAN *et alii* 1999a,1999b; VAI, RICCI LUCCHI 1977; VAI 1997). L'area di studio è rappresentata dalle tre doline più vaste e profonde del territorio bolognese: la Dolina dell'Inferno, la Dolina della Goibola e la Dolina della

Spipola. Queste depressioni raggiungono un diametro di circa 600-700 metri (BADINI 1967; DEMARIA *et alii* 2012), ospitando oltre un centinaio di grotte e il più sviluppato complesso carsico epigenico in gesso del mondo (sistema Spipola-Acquafredda, lungo circa 11,5 km (DE WAELE *et alii* 2017).

Stratigrafia

Al contrario di quanto accade nel settore appenninico romagnolo (MONTANARI *et alii* 2007), nei Gessi Bolognesi la Formazione Gessoso Solifera si trova in continuità con le sottostanti Marne del Termina (Serravalliano – Messiniano inf.), ed è confinata superiormente, tramite un contatto discordante, dalla Formazione a Colombacci (Messiniano sup.) (ROVERI *et alii* 2003; MONTANARI *et alii* 2007). Le Marne del Termina rappresentano una successione di marne e

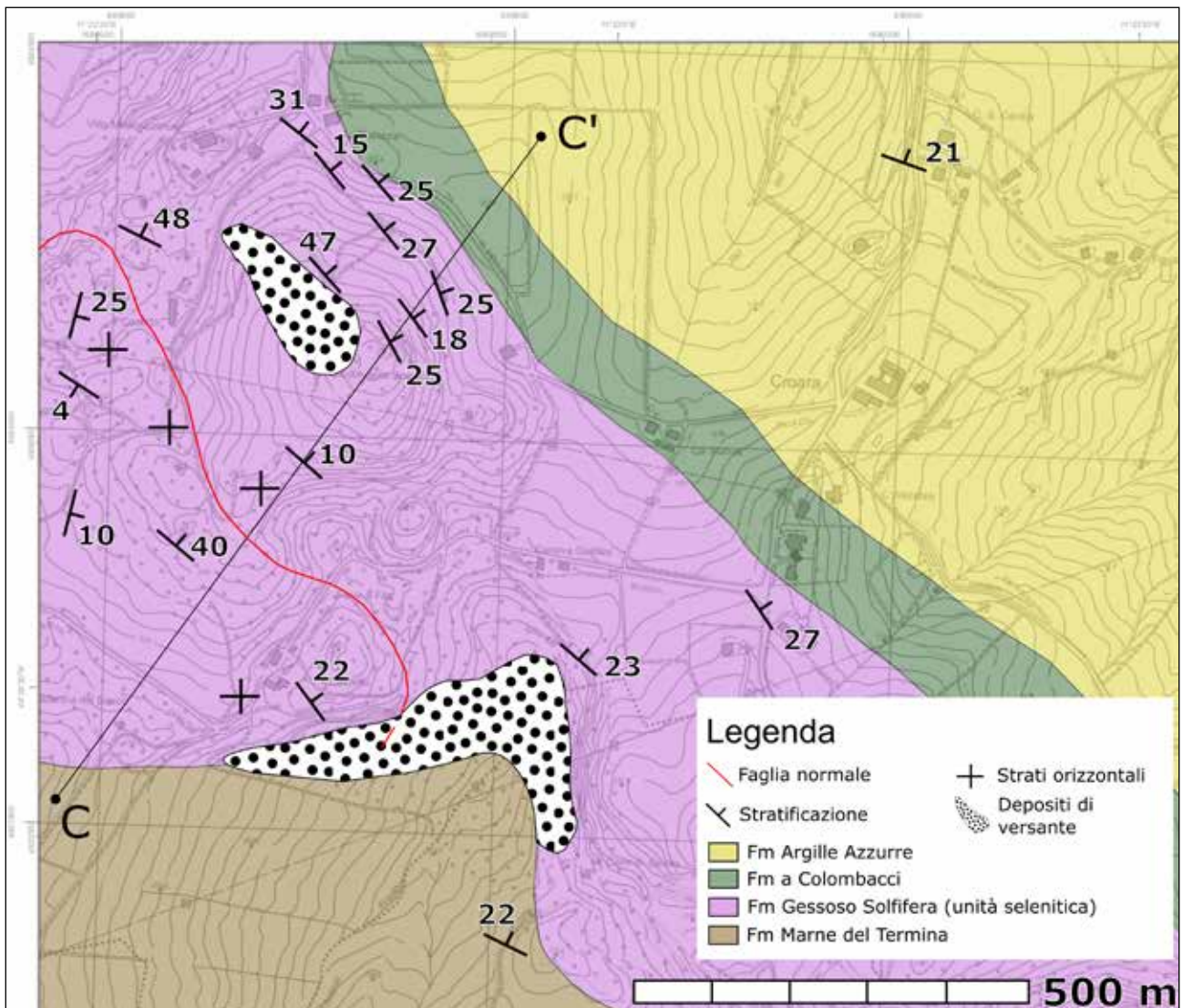


Fig. 3 – Carta geologica della Croara (vedi fig.1 per la posizione). È anche mostrata la sezione geologica C riportata in fig.4. La griglia delle coordinate esterne è espressa nel sistema di riferimento ETRS89 (proiezione UTM).

marne argillose di scarpata continentale, localmente siltose e ricche di bioclasti, dallo spessore di oltre 500 metri (RICCI LUCCHI 1986). Attraverso un contatto netto, l'unità passa superiormente ad un potente strato di argille eusiniche con alto contenuto organico, che segna l'inizio della crisi di salinità messiniana (MONTANARI *et alii* 2007; ROVERI *et alii* 2014). È in queste condizioni che inizia la deposizione dei cicli evaporitici primari che affiorano lungo la *Vena del Gesso* della nostra regione: una dorsale costituita da una sequenza di strati di gesso cristallino, geminato a coda di rondine (facies detta di *gesso selenitico*) e gessareniti o gessoruditi di origine clastica (VAI, RICCI LUCCHI 1977; MONTANARI *et alii* 2007), intervallati da interstrati argilloso-marnosi. L'architettura stratigrafica ciclica della sequenza evaporitica è controllata dall'evoluzione del bacino durante la crisi di salinità messiniana (KRIJGSMAN *et alii* 1999a, 1999b; ROVE-

RI *et alii* 2003; VAI 2012; LUGLI *et alii* 2016), con uno spessore totale molto variabile, che ne riflette la paleo-topografia e l'assetto strutturale (dai 100 ai 300 metri al massimo) (MONTANARI *et alii* 2007). Al di sopra dei gessi, troviamo in discordanza angolare la Formazione a Colombacci, costituita da sedimenti silicoclastici grossolani e depositi argillosi (RICCI LUCCHI *et alii* 1982) che rappresentano le fasi finali della crisi di salinità messiniana (CREMONINI, FARABEGOLI 1977). Essa ha uno spessore massimo di circa 150 metri. La sequenza messiniana è chiusa superiormente dalle Argille Azzurre, che testimoniano il ripristino della sedimentazione in ambiente pelagico nel bacino del Mediterraneo, e l'inizio del Pliocene (ROVERI *et alii* 2003; VAI 2012). L'assenza di un'analisi stratigrafica di dettaglio della Formazione Gessoso Solififera nell'Appennino bolognese, impedisce ad oggi di fornire una esaustiva

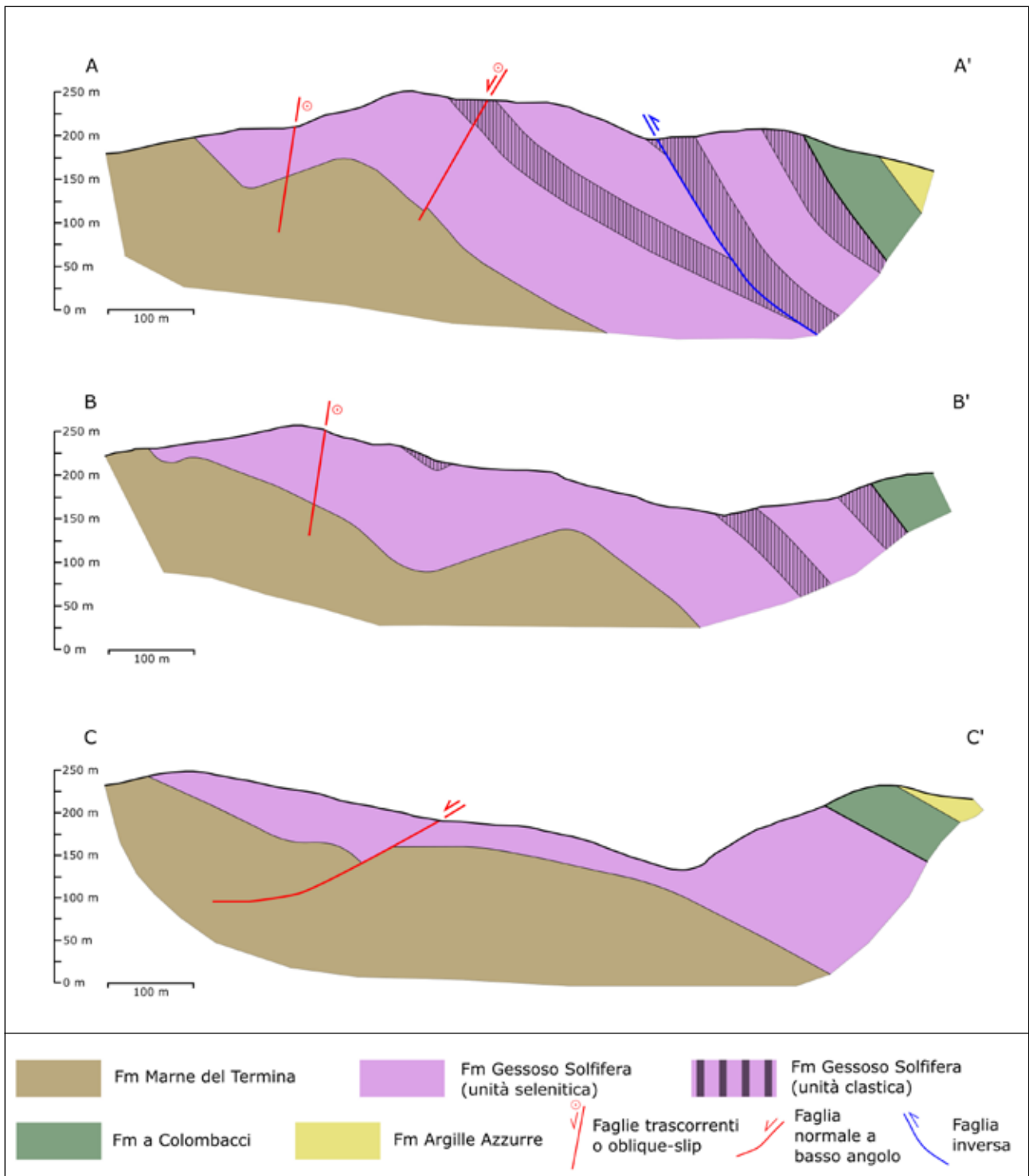


Fig. 4 – Sezioni geologiche con i principali elementi strutturali. A) Dolina dell'Inferno occidentale; B) Dolina dell'Inferno orientale; C) Dolina della Spipola. Il tracciato delle sezioni geologiche è indicato in figg. 2 e 3.

interpretazione di *facies* e dell'evoluzione del bacino evaporitico per questo settore regionale, che rimane quindi aperto a nuovi studi. Il nostro lavoro di rilevamento si è invece limitato a mappare e distinguere le due principali *facies* dei gessi primari, ovvero i cicli costituiti da gesso selenitico, e quelli in cui predominano le *facies* clastiche.

Geologia e assetto strutturale

I gessi del fronte appenninico bolognese presentano un assetto complessivamente monoclinale, immergente a NE con inclinazioni variabili, tendenzialmente crescenti verso est. Troviamo il massimo della deformazione compressiva nella zona del Farneto, dove la

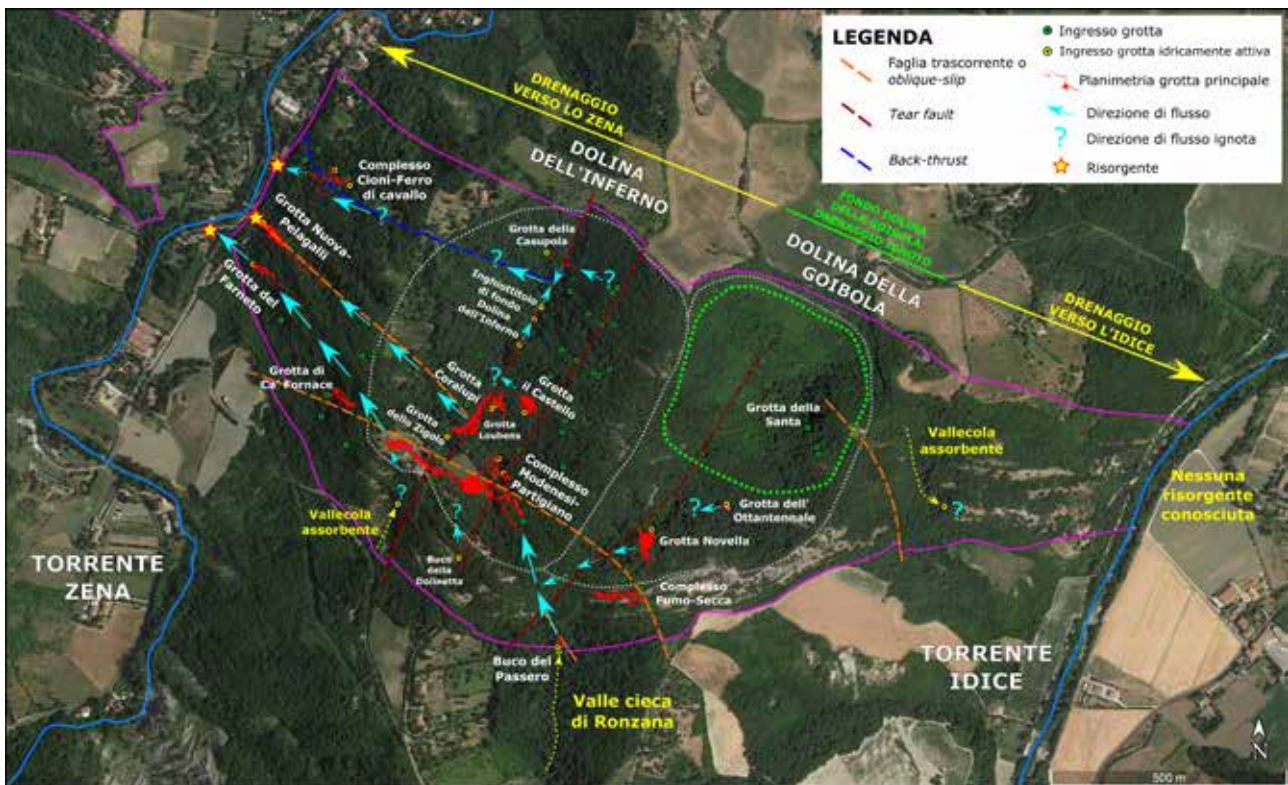


Fig. 5 – Grotte, elementi strutturali principali e schema idrogeologico dell'area carsica del Farneto.

successione è raddoppiata e/o piegata, contribuendo quindi alla più alta copertura areale degli affioramenti gessosi sul nostro territorio (fig.1). Ancora più verso est, oltre il torrente Idice, il lembo gessoso si rastrema (Gessi di Castel de' Britti) fino a scomparire nei pressi del Rio Centonara (Ozzano dell'Emilia) e lungo il versante occidentale del torrente Quaderna. Ad ovest dell'area di studio invece la vena del gesso mantiene all'incirca lo stesso spessore fino a Monte Donato (Bologna), per poi rastremarsi ed emergere con spessori considerevoli solo nell'area di Zola Predosa, che costituisce l'ultimo lembo evaporitico affine al territorio carsico dei Gessi Bolognesi (DE WAELE *et alii* 2011). Ad ogni modo, diverse strutture geologiche caratterizzano le due aree di studio, come mostrato nelle carte geologiche (figg.2 e 3) e relative sezioni (fig. 4). Come osservabile dalle carte geologiche frutto del rilevamento in superficie ed in grotta, strutture di diversa natura e tipologia raddoppiano la sequenza evaporitica in diversi "blocchi". In particolare la Dolina dell'Inferno (sezioni geologiche in figg. 4A e 4B) è caratte-

rizzata da una sequenza tagliata da tre set di faglie. Il primo set consiste in faglie subverticali con direzione NNE-SSW, a cinematica obliqua. Questo tipo di faglia mostra una chiusura verso sud, e la sua cinematica si traduce in un movimento rotatorio del blocco occidentale, mentre si ha un piegamento della sequenza nel blocco orientale. Questa tipologia di deformazione è tipica di faglie di trasferimento associate a tettonica compressiva, dette *tear faults*², che accomodano variazioni laterali nel tasso di deformazione e nel grado di raccorciamento. Faglie inverse presenti nel settore occidentale della dolina, dove gli strati gessosi sono molto inclinati (circa 60°), confermano un regime tettonico compressivo di importante intensità. In particolare è stata individuata una principale superficie di sovrascorrimento vergente a SW (*back-thrust*) che raddoppia lo spessore della successione evaporitica. La discordanza angolare tra la Formazione a Colombacci e la Gessoso Solfifera limita il tempo di attività di queste strutture di raccorciamento a $5,5 \pm 0,2$ Ma (KRIJGSMAN *et alii* 1999a; MONTANARI *et alii* 2007).

² Le *tear faults* possono essere definite come faglie dalla cinematica trascorrente o obliqua associate ad altre strutture quali pieghe e faglie in contesti compressivi (TWISS, MOORE 1992). In una catena orogena, le *tear faults* sono perpendicolari alla direzione dell'asse delle pieghe e dei sovrascorrimenti. Mentre le strutture di crescita al fronte della catena si propagano, queste faglie di trasferimento iniziano a segmentare le rocce in distinti blocchi a diverso grado e tipologia di deformazione (come faglie inverse o piegamento). Le *tear faults* accomodano dunque drastiche variazioni laterali nel tasso di deformazione o raccorciamenti differenziali lungo l'asse della catena (TWISS, MOORE 1992).

Le evidenze geologiche rilevate in quest'area della Gessoso Solifera sembrano testimoniare una deformazione differenziale accomodata dalle *tear faults*, che ha portato alla rottura della continuità dell'ammasso roccioso evaporitico e al suo piegamento nel blocco orientale. Tale deformazione è inoltre coerente con la reologia di rocce evaporitiche come il gesso che consente dei meccanismi di deformazione di tipo fragile-duttile anche a basse profondità di seppellimento (CARTER *et alii* 1982, 1993; WEIJERMARS *et alii* 1993; MONTANARI *et alii* 2007; BARTEL *et alii* 2014). Il terzo set di strutture è infine composto da faglie ad alto angolo con direzione NW-SE o NNW-SSE, trascorrenti o a cinematica obliqua (segmenti trastensivi).

Per quanto riguarda invece la Dolina della Spipola, la dorsale gessosa si presenta in assetto monoclinale con strati mediamente poco inclinati, caratterizzato dalla presenza di una faglia normale a basso angolo (sezione geologica in fig.4C). Meso-strutture osservate in grotta confermano una fase tettonica estensionale in quest'area (Curzio, 2016). Inoltre non sono stati osservati i cicli clastici superiori della successione evaporitica, a causa di un'importante fase erosiva subaerea post-evaporitica o di una sedimentazione più esigua nel corso della crisi di salinità.

Lo stile tettonico della Formazione Gessoso Solifera nel settore Bolognese sembra estremamente diverso da quello osservato nella Vena del Gesso Romagnola, che risulta caratterizzata da una successione stratigrafica più complessa, contraddistinta da 16 cicli di gessi

selenitici e gessi risedimentati, in discordanza al di sopra della Formazione Marnoso Arenacea (Burdigliano-Messiniano) (LUGLI *et alii* 2016). La successione è localmente "scollata" al di sopra delle argille eusiniche di base, e i banconi di gesso sono spesso impilati in numerose falde di sovrascorrimento vergenti a SW, che permettono di raggiungere spessori di oltre 200 m (VAI, RICCI LUCCHI 1977; ROVERI *et alii* 2003; MONTANARI *et alii* 2007; LUGLI *et alii* 2016). Altre strutture tipiche della Vena del Gesso Romagnola sono faglie sub-verticali orientate all'incirca N-S che tagliano i back-thrust principali, e faglie normali ad alto angolo orientate NW-SE (ROVERI *et alii* 2003; FINOTELLI *et alii* 1985). Queste differenze rispecchiano i diversi assetti delle falde nell'Appennino settentrionale, e le possibili variazioni laterali nell'evoluzione sedimentaria e strutturale del bacino evaporitico durante l'orogenesi (ROVERI *et alii* 2003; LUGLI *et alii* 2016).

Idrogeologia

I differenti assetti geologici delle due aree di studio si riflettono in diverse condizioni nel drenaggio sotterraneo. La Dolina dell'Inferno è infatti caratterizzata da tre flussi sotterranei indipendenti (CASALI 1972), il cui corso è controllato dalle principali discontinuità tettoniche ad alto angolo e da barriere stratigrafiche. La Dolina della Spipola invece si presenta come un acquifero carsico a dreno *primario dominante*, ossia dove tutte le acque inghiottite nei punti di assorbi-

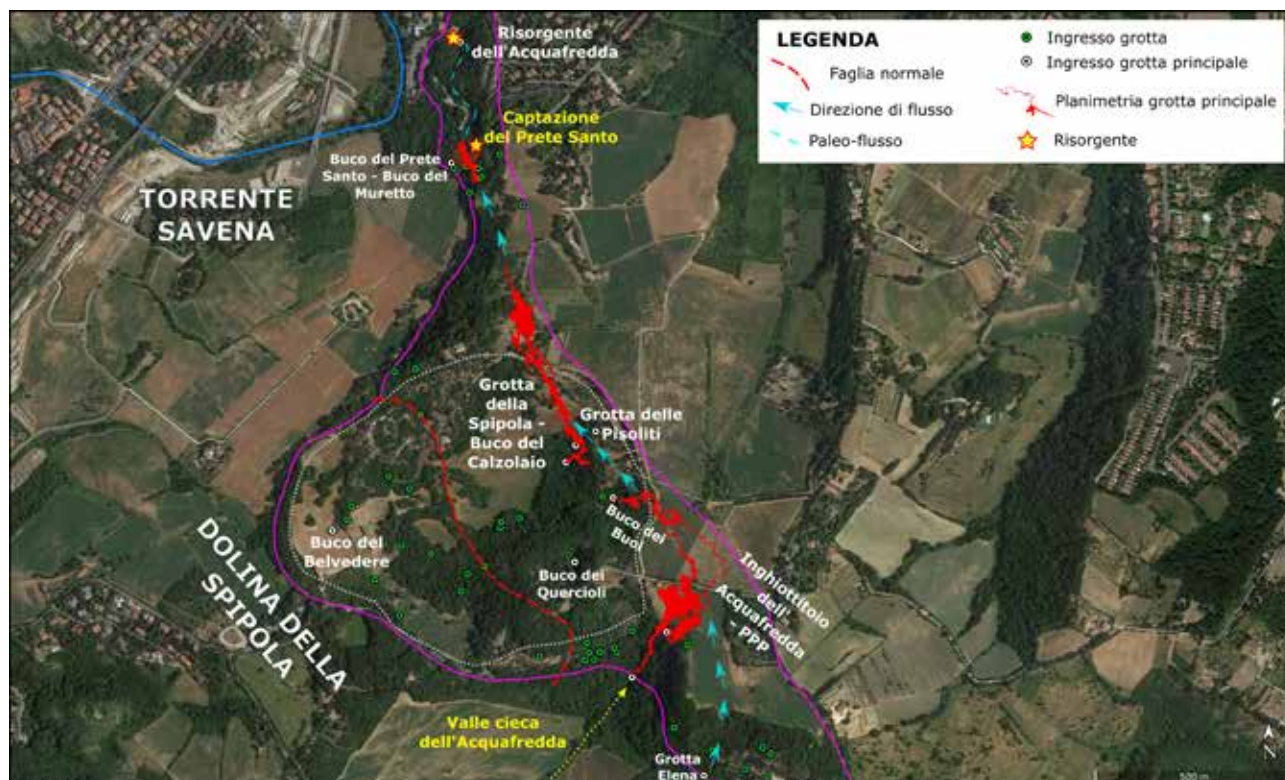


Fig. 6 – Grotte, elementi strutturali principali e schema idrogeologico dell'area carsica della Croara.

mento della depressione convergono in un singolo collettore sotterraneo (DE WAELE *et alii* 2011; DEMARIA *et alii* 2012). Questo tipo di impostazione è analoga alla maggior parte dei sistemi carsici epigenici in gesso della regione, dove il drenaggio si esplica spesso trasversalmente agli strati, convergendo in risorgive a nord-nordovest della vena del gesso. Nell'area del Farneto invece, le tre risorgenti si trovano ad ovest, lungo il fondovalle del torrente Zena, ed il drenaggio segue direttrici parallele alla direzione degli strati.

Queste tre risorgenti drenano le acque di relativi sistemi idrogeologici carsici, che sono di seguito descritti sulla base delle più recenti analisi, scoperte speleologiche e prove di tracciamento con fluoresceina sodica (GRANDI, PISANI 2017):

1 - Sistema Buca di Ronzana – Grotta del Farneto (e risorgente del Fontanazzo)

Questo sistema idrogeologico è quello più meridionale dell'area del Farneto, nonché il più sviluppato e dalle portate maggiori. Esso trova il suo punto di origine nella valle cieca di Ronzana, a sud della vena del gesso. Qui il corso d'acqua effimero viene inghiottito in una serie di punti di assorbimento vicini (Inghiottitoio della Buca di Ronzana e Buco del Passero) a formare un collettore principale, il quale torna visibile nelle profondità del complesso Grotta dei Modenesi – Grotta del Partigiano. Inoltre, grazie alle più recenti operazioni di colorazione (dicembre 2017), è stato provato il collegamento delle acque della Grotta Novella nella Dolina della Goibola con il collettore di questo sistema. Tale risultato rivoluziona tutte le teorie vigenti su queste acque, che si presumeva proseguissero verso il torrente Idice, nonostante ivi non sia presente alcun fenomeno risorgivo (GRANDI 2016; DEMARIA, DALMONTE 2012). Grazie a queste ultime prove di tracciamento invece si può affermare con certezza che anche la Grotta Novella contribuisca al drenaggio del collettore principale della valle cieca di Ronzana, e sia quindi esclusa da un possibile bacino afferente al torrente Idice. Dal complesso Modenesi-Partigiano, il collettore prosegue tra grandi ambienti di crollo fino alla Grotta del Farneto, per poi riapparire con buona probabilità nel sub-alveo del fiume Zena (e nel troppo pieno della risorgente del Fontanazzo). Non è stato riscontrato alcun collegamento tra queste acque e le altre due risorgenti del fondovalle, poste più a nord.

2 - Sistema Grotta Coralupi – Risorgente della Nuova-Pelagalli

Si tratta di un sistema idrogeologico che drena le acque inghiottite nella Grotta Coralupi verso il canyon della Grotta Nuova – Pelagalli, per poi riemergere in superficie nel troppo pieno della galleria di cava. Que-

ste acque non sembrano in alcun modo collegate con quelle della Buca di Ronzana né con il sistema della Risorgente di Ca' Masetti. Si presume che anche l'attivo della vicinissima Grotta M. Loubens sia collegato con le acque della Grotta Coralupi.

3 - Sistema Fondo Dolina – Risorgente di Ca' Masetti

Si tratta del sistema idrogeologico più settentrionale della zona. Si presume che esso drena le acque di diverse cavità idrologicamente attive nella zona più profonda della dolina (Grotta della Casupola, Inghiottitoio di Fondo Dolina dell'Inferno) verso il complesso Grotta S. Cioni – Grotta Ferro di Cavallo e la risorgente di Ca' Masetti. Questo sistema idrogeologico, per quanto sia molto probabile che non abbia alcuna connessione con i due illustrati precedentemente, è ancora privo di una prova di tracciamento valida che ne attesti gli effettivi collegamenti. Questa teoria si basa su numerose prove geologiche, quote e posizionamenti, ma rimane scientificamente poco prudente affermarla con assoluta certezza.

Per riassumere meglio questo complesso quadro idrogeologico, è stata realizzata una carta con le direzioni di flusso sotterraneo, le strutture tettoniche, le posizioni e i rilievi delle cavità principali della dolina (fig. 5). Le acque inghiottite nella Dolina dell'Inferno, nella porzione più elevata della Dolina della Goibola e nella valle cieca di Ronzana risorgono nel fondovalle del torrente Zena (A: Fontanazzo; B: Nuova-Pelagalli; C: Ca' Masetti). Le acque che convergono verso il fondo della Dolina della Goibola invece non hanno un drenaggio noto, così come quelle inghiottite in una piccola depressione alla base di un'incisione canalizzata sul versante orientale della vena del gesso, a ridosso del torrente Idice. Inoltre si può notare come molte delle grotte esplorate siano allineate lungo le principali faglie ad alto angolo, ed è impressionante osservare come quasi la totalità delle cavità conosciute siano confinate nella stretta fascia gessosa limitata dalle *tear faults* orientate NE-SW. In violetto è circoscritta l'area di affioramento della Formazione Gessoso Solfifera.

Per quanto riguarda invece la Dolina della Spipola (fig. 6), la ricostruzione idrogeologica a fronte delle evidenze geologiche, geomorfologiche e speleologiche, risulta estremamente più "semplice" e meno insolita. Infatti, costituendo il torrente Acquafredda l'unico collettore dell'acquifero (*primario dominante*), tutte le acque inghiottite nella depressione e nelle vicinanze della valle cieca concorrono a creare un unico corso d'acqua sotterraneo, che risorge a NW dell'affioramento gessoso, nella valle del torrente Savena. La risorgente naturale dell'Acquafredda, anche conosciuta

come Grotta Siberia, è stata isolata dal sistema a causa dell'attività estrattiva della Cava Ghelli, che negli anni '60 ha intercettato e distrutto parte delle gallerie scavate dal collettore. Attualmente la risorgente del sistema è da rintracciare nel Buco del Prete Santo, che rappresenta l'ultima porzione del sistema tra la Cava e la Grotta della Spipola (BIANCHI *et alii* 2017).

Tutte le acque di infiltrazione e quelle inghiottite nei punti assorbenti della Dolina della Spipola e negli altipiani circostanti convergono verso il collettore *primario dominante* proveniente dalla valle cieca dell'Acquafredda. Attualmente le acque di questo sistema idrogeologico risorgono come troppo pieno nelle gallerie della Cava Ghelli (dove essa intercetta il Buco del Prete Santo), per poi essere convogliate artificialmente nel torrente Savena.

Le caratteristiche idrogeologiche delle due aree di studio riflettono il differente grado di complessità nell'assetto geologico della vena del gesso, che presenta elementi di controllo sul carsismo che verranno descritti e analizzati nei seguenti capitoli.

Discussione

Analisi dell'orientamento strutturale delle grotte

Fase preliminare per interpretare le relazioni tra carsismo epigenico nei gessi bolognesi e assetto strutturale dell'ammasso roccioso è stata l'analisi dell'orientamento dei segmenti delle grotte attraverso misure di azimut dei rilievi. I diagrammi a rosa riportati in fig.1 e fig. 7 esprimono infatti la frequenza delle direzioni (normalizzate per la loro lunghezza) di ciascuna cavità. Il *focus* di queste rappresentazioni è quello di sottolineare i principali trend di sviluppo delle grotte, sulla base del loro semplice orientamento planimetrico.

Nell'area della Croara (sistema carsico Spipola-Acquafredda) si può osservare uno sviluppo preferenziale orientato NW-SE, con valori compresi tra 315°N e 340°N. Altre direzioni di sviluppo preferenziale sono orientate NE-SW (10°N-25°N nella Grotta della Spipola e 40°N-55°N nell'Inghiottitoio dell'Acquafredda). Nell'area del Farneto sono invece distinguibili tre direzioni preferenziali: NW-SE (che riguarda tutte le grotte studiate ad eccezione della Grotta Coralupi); NE-SW (che interessa la Grotta Coralupi, il complesso Cioni - Ferro di Cavallo ed il complesso Modenesi - Partigiano); E-W (che riguarda solo il comples-

so Grotta Secca - Buco del Fumo). La distribuzione direzionale dell'orientamento NW-SE è compresa tra 290°N e 340°N; quello NE-SW ha una distribuzione compresa tra 30°N e 50°N; infine, l'orientamento strutturale E-W è presente solo nel complesso carsico più profondo dell'area (Secca-Fumo) e ha una distribuzione compresa tra 75°N e 100°N.

Confrontando le direzioni preferenziali desunte dai rilievi con i dati delle discontinuità geologiche idraulicamente conduttive rilevate in grotta (fig.7i) si può notare come vi sia una ottima correlazione tra i principali sistemi di sviluppo e le giaciture delle discontinuità: la direzione predominante NW-SE presente in tutte le cavità è correlabile all'orientamento più comune delle strutture geologiche (direzione della stratificazione, fratture ad alto angolo NW-SE, fratture associate a zone di taglio lungo strato). La direzione di sviluppo NE-SW invece è correlabile sia con l'azimut dell'immersione degli strati, che con fratture ad alto angolo o sub-verticali orientate NE-SW. Eccezione a questa tendenza è il complesso Cioni-Ferro di Cavallo, dove la direzione NW-SE si correla con l'azimut dell'immersione degli strati. Per il complesso Buco del Fumo - Grotta Secca invece, la direzione E-W è connessa alla predominante natura tettonica osservata nelle morfologie della Grotta Secca, la quale si sviluppa quasi totalmente lungo fratture associate alla zona di taglio destra compresa tra due faglie ad alto angolo principali (figg.2 e 5). La cinematica e la geometria di queste due strutture inducono fenomeni di fratturazione a larga scala orientati secondo la direzione E-W, che sono stati messi in relazione al principale orientamento rilevato in questo complesso.

Meso-strutture e deformazione nella successione evaporitica

Pieghe, meccanismi di *flexural slip*³ e altre strutture fragili (fratture e faglie) confermano un comportamento reologico fragile-duttile nella sequenza evaporitica della Formazione Gessoso Solfifera in questo settore dell'Appennino settentrionale. La bassa viscosità efficace delle rocce evaporitiche, come il sale o il gesso, consente loro di fluire plasticamente a profondità crostali anche in condizioni di pressione e temperatura basse, mentre altre rocce si deformano con un comportamento tipicamente fragile (CARTER *et alii*

³ Per *flexural slip* (o scivolamento fessurale) si intende un processo che comporta lo "scivolamento" degli strati lungo i giunti di discontinuità primaria durante il piegamento. Questo tipo di meccanismo deformativo caratterizza principalmente successioni stratificate competenti con intercalazioni di sottili interstrati argillosi (DOGLIONI 1993). L'effetto dello scivolamento è la formazione di faglie inverse che si localizzano lungo i giunti di stratificazione nei fianchi delle pieghe.

1982, 1993; WEIJERMARS *et alii* 1993; MONTANARI *et alii* 2007; BARTEL *et alii* 2014). A causa del predominante habitus cristallino del gesso (gesso selenitico), la deformazione interna si sviluppa attraverso un riaggiustamento reciproco tra i cristalli, il che porta ad una deformazione “plastica” e, a volte, alla loro ricristallizzazione (DE MEER, SPIRES 1995; MONTANARI *et alii* 2007). A causa di questo comportamento prevalentemente duttile, gli affioramenti di gesso messiniano nel fronte appenninico di Bologna mostrano una bassa densità di fratture; quelle esistenti, tuttavia, sono tra i principali elementi strutturali lungo i quali agiscono i processi carsici (DE WAELE *et alii* 2011; DEMARIA *et alii* 2012).

Per quanto riguarda le strutture fragili, gli indicatori cinematici più frequenti che abbiamo riconosciuto sono strie e gradini di faglia in gesso dall’habitus fibroso (detto *sericolite*) che, se preservati, consentono di interpretare la cinematica della zona taglio in modo molto chiaro (MONTANARI *et alii* 2007; DE PAOLA *et alii* 2008; CALAFORRA *et alii* 2010). Inoltre, gran parte della deformazione interna nella Formazione Gesso Solfifera è principalmente concentrata lungo zone di taglio parallele agli strati, con deformazione spesso localizzata all’interno degli interstrati di argille marnose (MONTANARI *et alii* 2007).

La fig. 8 riassume gli elementi caratteristici dello stile di deformazione rilevato in questo settore della Gessoso Solfifera:

A) Fratture e piani di stratificazione ad alta conducibilità idraulica (notare gli speleotemi lungo le due discontinuità);

B) Localizzazione della deformazione di taglio lungo gli interstrati di argilla. Il nucleo della faglia è generalmente osservato al contatto tra il gesso e l’interstrato. La maggior parte delle zone di taglio osservate sono associate al *flexural slip* degli strati evaporitici.

C) Indicatori cinematici rappresentati prevalentemente da sericolite (gesso fibroso associato a un processo di ricristallizzazione secondario che coinvolge il trasporto di fluidi) e strie di faglia;

D) Le aree di danneggiamento delle zone di taglio lungo strato nel gesso selenitico sono spesso caratterizzate da fratture associate a medio angolo. L’azione di dissoluzione agente lungo queste superfici può cancellare gli eventuali indicatori cinematici.

Classificazione e geomorfologia delle sale di crollo

I giunti delle fratture e le discontinuità della stratificazione controllano anche altre importanti caratteristiche morfologiche delle grotte epigeniche in gesso di questo settore dell’Appennino: le morfologie di crollo. Questo tipo di fenomeno gravitativo è estremamente

frequente nelle grotte bolognesi, pertanto ne abbiamo proposto una classificazione preliminare, strettamente collegata ai piani strutturali che hanno causato l’instabilità (fig. 9).

A - Sale a tetto triangolare

Questo tipo di morfologia di collasso è la più comune nelle grotte analizzate (FINOTELLI *et alii* 1985). Sono tipici di ambienti sviluppati al di sotto di piani di debolezza come gli interstrati argilloso-marnosi, e sono caratterizzati dall’accumulo di blocchi di gesso crollati dai tetti o dalle pareti laterali. La superficie di distacco degli interstrati di argilla espone spesso le tipiche strutture “mammellonari” presenti alla base di ciascun ciclo evaporitico (GRIMANDI, GENTILINI 2009). Le principali discontinuità che delimitano lateralmente i blocchi di gesso collassati sono fratture NW-SE ad alto angolo e NE-SW subverticali. Le pareti di queste sale mostrano spesso i segni del passaggio dell’acqua che interessa (o ha interessato) questi due set di fratture. Esempi di questo morfotipo sono stati osservati in tutte le grotte esaminate durante il nostro lavoro.

B - Sale a tetto a gradoni

Questo tipo di sale ha la stessa configurazione di quelle triangolari, con l’aggiunta di altri set di frattura a medio angolo (40°-60°), geneticamente connessi a zone di taglio lungo la stratificazione. Altri possibili elementi che controllano questo tipo di geometria sono dovuti ad una combinazione di stratificazione, faglie e piani di frattura orientati NW-SE. Esempi di questo morfotipo sono stati trovati nella Grotta della Spipola, nel complesso Modenesi - Partigiano e nel complesso Grotta Secca - Buco del Fumo.

C - Sala a tetto “misto”

Questo tipo di sala è caratterizzato da un soffitto con geometria collegata sia a superfici strutturali che a superfici carsiche. La superficie principale del soffitto risulta sub-orizzontale, ed è il risultato dall’azione di dissoluzione ed erosione esercitata nel tempo da un flusso d’acqua sotterraneo. Queste superfici relitte ricordano la classica morfologia carsica sub-ellittica o sub-circolare, generata dalla dissoluzione del gesso ad opera di un collettore. Quando i crolli non sono pervasivi e le strutture non permettono lo sviluppo delle più comuni tipologie di collasso (fig. 9A), si possono comunque avere effetti di instabilità a contatto con la stratificazione, lungo gli interstrati marnoso-argillosi, che possono causare fenomeni di crollo dalle pareti laterali. Il perimetro di questo tipo di ambiente è spesso confinato dalle fratture ad alto angolo orientate NW-SE, mentre il tetto è interpretato come un piano di dissoluzione che segue la direzione della stratificazione e/o fratture associate alle

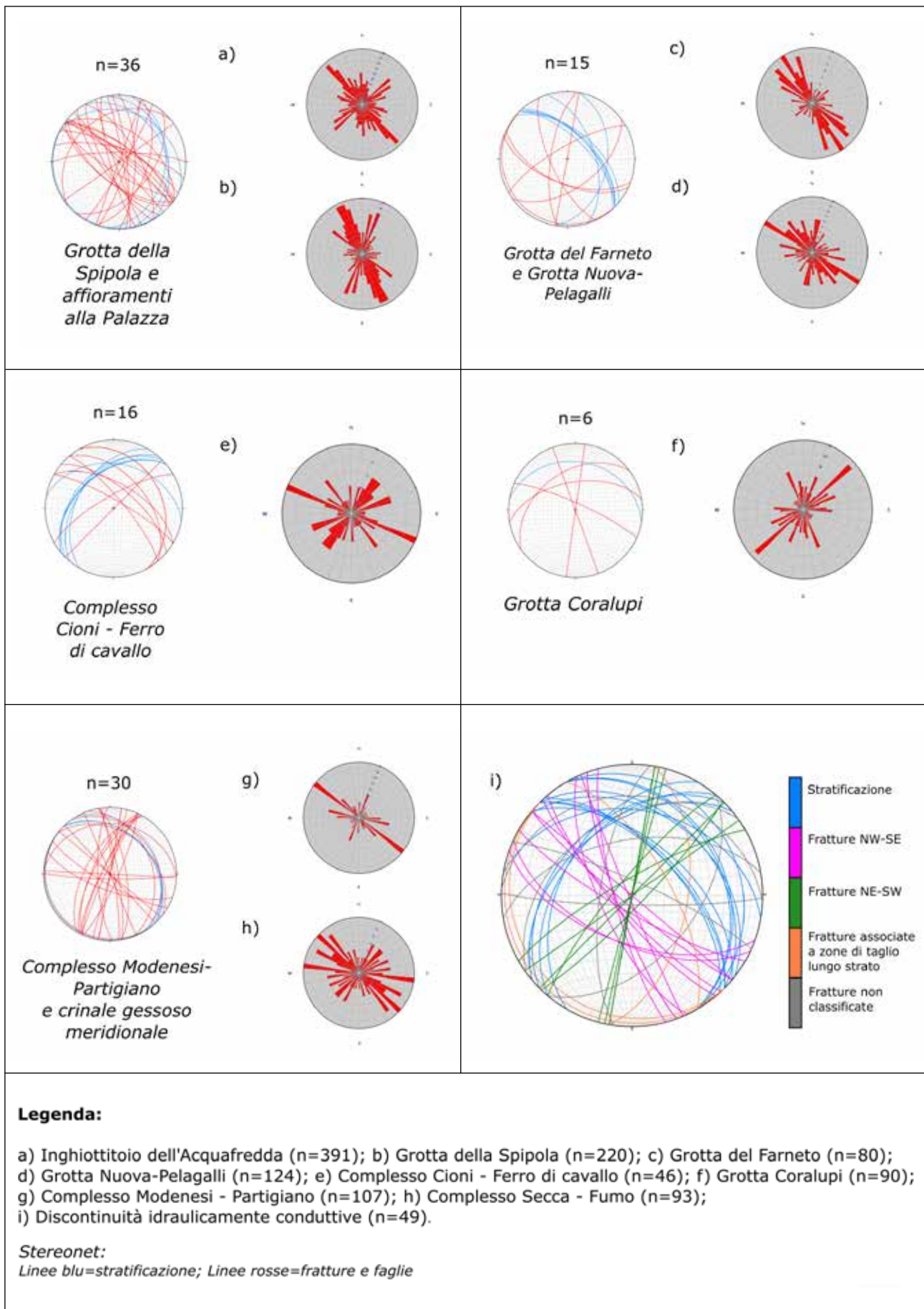


Fig. 7 – Diagrammi a rosa delle direzioni di sviluppo delle cavità in esame e stereoplots (equal area lower projection) delle discontinuità geologiche in diverse aree di rilevamento.

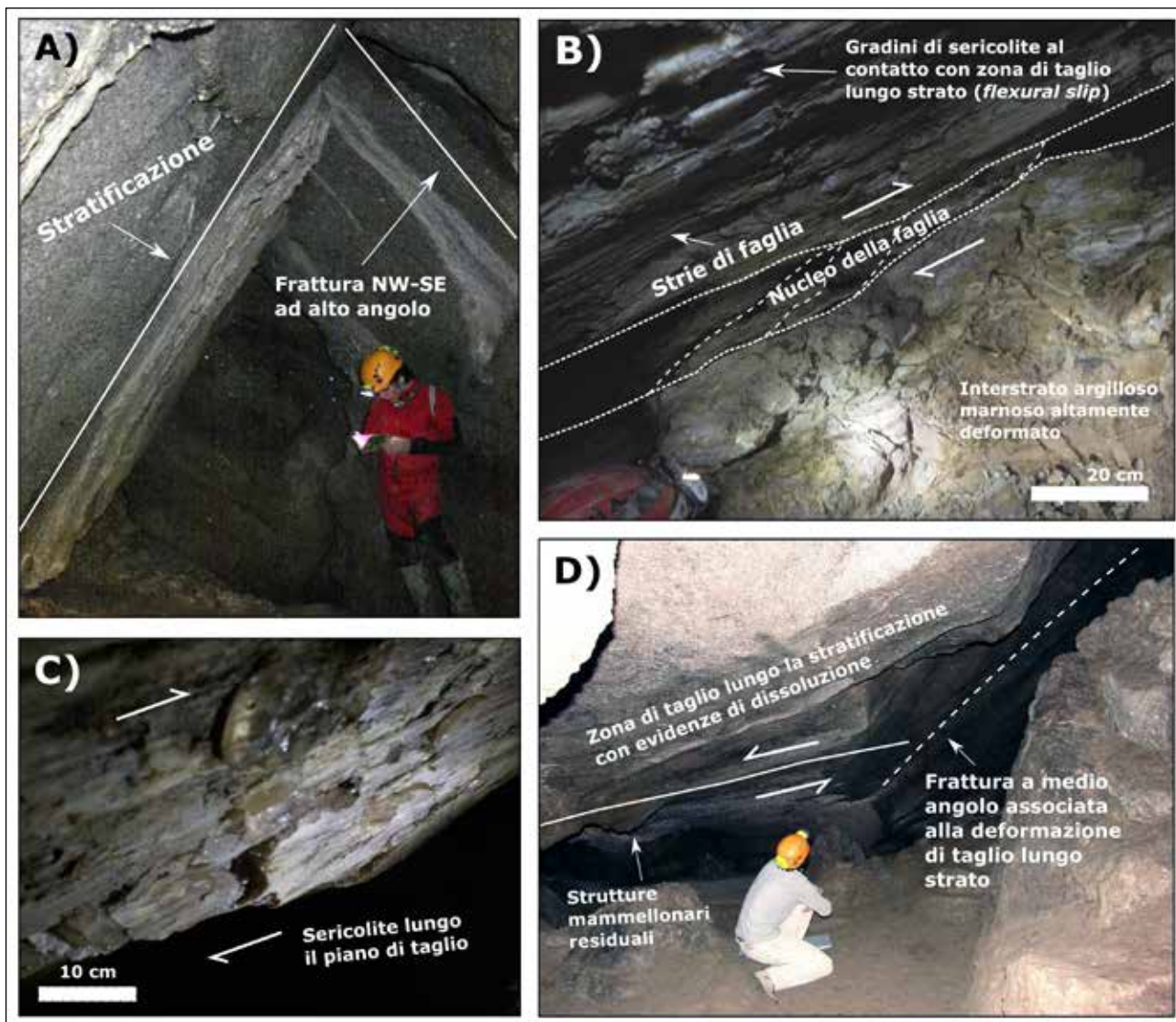


Fig. 8 – Elementi strutturali rilevati nelle grotte studiate.

zone di taglio lungo strato, connesse al fenomeno di *flexural slip*. Esempi di questo morfotipo sono stati osservati nella Grotta del Farneto e nel complesso Modenesi-Partigiano.

D - Sale a tetto antiforme

Questo tipo di sala è caratterizzato da un soffitto dalla geometria antiforme, con frequenti distacchi e crolli di blocchi di gesso dalla volta, spesso al di sotto degli interstrati argilloso-marnosi. I blocchi sono generalmente confinati da fratture perpendicolari all'asse della piega. Esempi di questo morfotipo sono stati osservati nel complesso Modenesi-Partigiano.

Il controllo strutturale sul carsismo epigenico

Per fornire una migliore descrizione e categorizzazione delle relazioni tra strutture e carsismo epigenico nei Gessi Bolognesi, sono state prese come esempio

due tra le grotte più importanti dell'area di studio: la Grotta della Spipola e il complesso Cioni – Ferro di Cavallo. Queste grotte presentano morfologie che sono frutto di due diversi modelli di evoluzione e sviluppo del processo carsico, genericamente classificabili come *sviluppo-orizzontale* e *sviluppo-verticale*.

Il modello di *sviluppo-orizzontale* (fig. 10) è osservabile nei sistemi formati dall'azione di dissoluzione ed erosione ad opera di un collettore sotterraneo. È stato osservato come in queste tipologie di grotte, gli elementi strutturali che governano la dissoluzione sono principalmente le discontinuità primarie (giunti di stratificazione) e le fratture e faglie ad alto angolo orientate NW-SE. Più raramente questo tipo di sviluppo è associato alle discontinuità tettoniche ad alto angolo o sub-verticali orientate NE-SW. La dissoluzione tende ad impostarsi preferenzialmente lungo le discontinuità della stratificazione, seguendo la di-

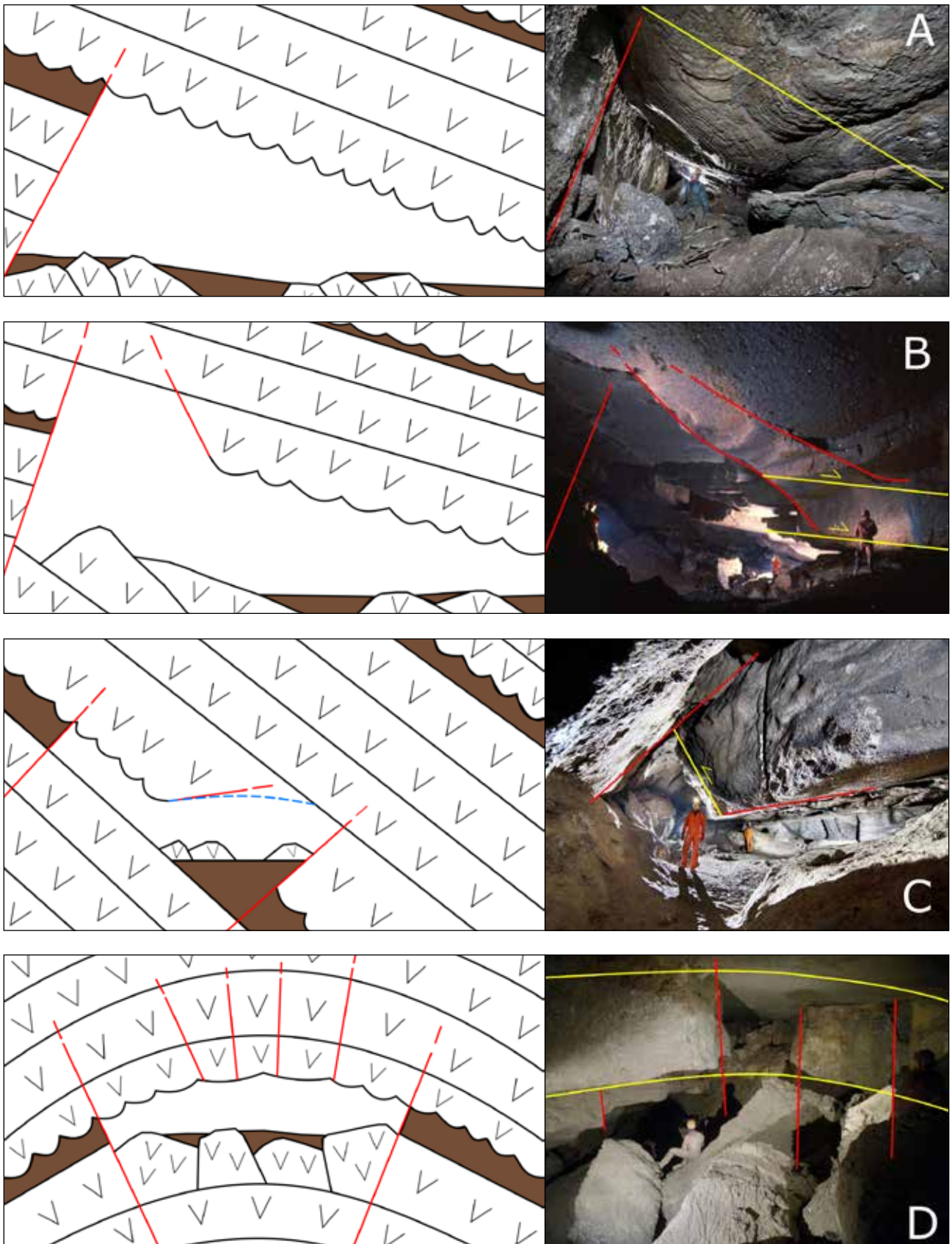


Fig. 9 – Diverse sale di crollo osservate nelle grotte epigeniche di Bologna. A) Sala a tetto triangolare (esempio: complesso Modenesi-Partigiano); B) Sala tetto a gradoni (esempio: Grotta della Spipola); C) Sala a tetto “misto” (esempio: Grotta del Farneto); D) Sala a tetto antiforme (esempio: complesso Modenesi-Partigiano). Le linee rosse mostrano le geometrie delle fratture mentre le linee gialle i piani di stratificazione. Evidenze di zone di taglio lungo strato sono disegnate con frecce gialle. Le linee blu tratteggiate indicano superfici di origine carsica (come gallerie sub-ellittiche o circolari) non obliterate dai crolli.

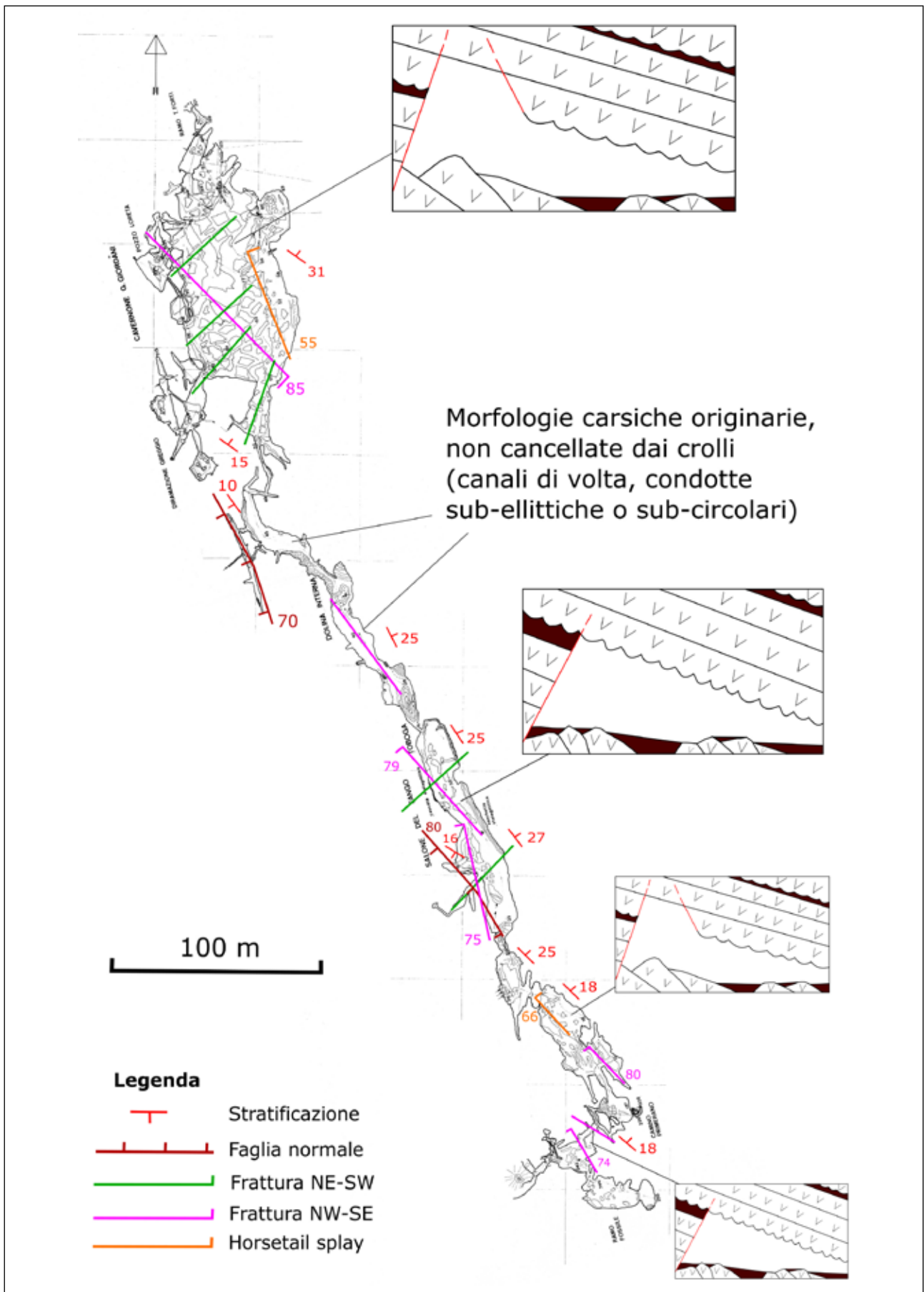


Fig. 10 – Esempio di una grotta a *sviluppo-orizzontale* (livello superiore della Grotta della Spipola). Le sezioni trasversali mostrano le morfologie di collasso illustrate in fig. 9. Le linee colorate indicano le discontinuità geologiche rilevate in grotta.

reazione degli strati, mentre la dissoluzione che agisce seguendone l'immersione sembra secondaria. Altre fratture rilevanti che governano le direzioni di sviluppo sono le fratture associate alle zone di taglio che si localizzano parallelamente ai piani di strato (fig. 8D). I sistemi carsici collegati a questo modello hanno uno sviluppo sub-orizzontale che evolve su più piani paralleli, che riflettono variazioni del livello di base (DE WAELE *et alii* 2011; COLUMBU *et alii* 2017). I livelli fossili superiori sono quasi sempre caratterizzati dai morfotipi di crollo descritti in precedenza, che possono obliterare le originarie strutture da dissoluzione ed erosione (condotte, gallerie e laminatoi dalle geometrie sub-ellittiche o sub-circolari, canali di volta ecc.). In alcuni casi però si possono osservare morfologie relitte anche nelle sezioni fossili di questi sistemi (ad esempio la Condotta delle Meraviglie nel sistema Spipola-Acquafredda o la Pressa ed il Lungo Marana Rockfeller nel complesso Modenesi-Partigiano). Quando i vuoti generati sono di entità considerevoli o vicini a zone molto fratturate a ridosso di ambienti di faglia, i crolli possono interessare anche le porzioni del livello attivo del sistema (ad esempio nel complesso Modenesi-Partigiano, dove il collettore scorre spesso alla base di vasti ambienti di crollo).

Il modello di *sviluppo-verticale* (fig. 11) invece è una configurazione generalmente associata alla dissoluzione ad opera delle acque meteoriche di infiltrazione o inghiottite in punti di assorbimento superficiali, che convergono verso un collettore sotterraneo. Lo sviluppo avviene quindi prevalentemente attraverso l'alternanza di pozzi, meandri e laminatoi, che seguono tre principali elementi strutturali: le discontinuità della stratificazione (seguendo l'immersione degli strati, spesso al di sopra degli interstrati argilloso-marnosi impermeabili), le fratture e le faglie ad alto angolo o sub-verticali NE-SW, e più raramente le fratture e le faglie ad alto angolo NW-SE. L'evoluzione dei pozzi in questo tipo di sistemi è facilitata dalle dimensioni dei cristalli di gesso: le *facies* clastiche di gesso microcristallino o i cristalli primari di gesso selenitico molto fine sono frequentemente associati a queste morfologie. Altro elemento che controlla la formazione dei pozzi sono gli incroci tra diversi sistemi di discontinuità. Le morfologie di crollo sono invece raramente osservate.

Un ottimo esempio di un complesso carsico che combina entrambi i modelli epigenici è quello della Grotta dei Modenesi – Grotta del Partigiano (modello 3D in fig. 12). In questo complesso, le acque provenienti dai due inghiottitoi superficiali hanno creato una morfologia a *sviluppo-verticale* che segue prevalentemente l'immersione della stratificazione e fratture e faglie subverticali orientate NE-SW. La morfologia a *svi-*

luppo-orizzontale dominata da fenomeni di crollo è invece visibile nei rami inferiori del complesso, che si impostano prevalentemente in direzione NW-SE. Essi sono caratterizzati da livelli fossili paralleli e gallerie attive generate dal torrente inghiottito nella valle cieca di Ronzana, il cui corso è controllato da una faglia trascorrente principale (vedi fig. 5), dai piani di stratificazione (lungo la loro direzione) e da fratture NW-SE ad alto angolo.

I sistemi a *sviluppo-orizzontale* presentano le più alte potenzialità a livello speleologico (si veda ad esempio il sistema Spipola-Acquafredda, complessivamente lungo oltre 11 km), e sono pertanto oggetto di forte interesse. Nell'area del Farneto, la presenza di tre distinti collettori sotterranei, suggerisce che ciascuno di essi possa aver creato sistemi di gallerie drenanti verso NW. Il complesso Modenesi-Partigiano, in cui sono visibili almeno tre distinti livelli sub-orizzontali (analogamente a quelli visibili alla Grotta del Farneto), è prova del fatto che questo sistema sia il più importante della zona, per quanto riguarda portate idrauliche e, probabilmente, età. Per gli altri due sistemi, nonostante manchino informazioni oggettive sui tratti centrali compresi tra i punti di inghiottimento e i punti di risorgenza, le evidenze geomorfologiche e idrologiche sembrano suggerire la presenza di gallerie meno sviluppate ed evolute.

L'interrogativo più importante dell'area carsica compresa tra i torrenti Zena ed Idice rimane quello della Dolina della Goibola, dove le grandi dimensioni della depressione non corrispondono ad alcuna cavità di importanza significativa ad eccezione della Grotta Novella (che è connessa al sistema Ronzana-Farneto). La più ardua domanda a cui dovremo cercare risposta è se le acque raccolte nel fondo della Dolina della Goibola convergano verso il fondovalle dell'Idice (DEMARIA, DALMONTE 2012), o se contribuiscano al bacino di drenaggio del collettore di Fondo Dolina dell'Inferno - Ca' Masetti, il cui segmento più a monte proviene da est (fig. 5). Quest'ultima possibilità teorizzerebbe l'ubicazione di uno "spartiacque" ad est del versante orientale della Dolina della Goibola, contrariamente alle attuali convinzioni che lo prevedono lungo il crinale a cavallo tra le due grandi depressioni (DEMARIA, DALMONTE 2012). Questa interpretazione troverebbe un analogo anche nell'area carsica compresa tra i torrenti Savena e Zena, in cui lo spartiacque sotterraneo è molto disassato verso est. Esso separa un'area occidentale (Dolina della Spipola, valle cieca dell'Acquafredda) caratterizzata da spessori di gesso maggiori, morfologie superficiali molto sviluppate e drenante verso ovest, da un'area orientale che presenta una successione meno potente e forme carsiche più esigue (piccola valle cieca del Budriolo e risorgenti non evi-

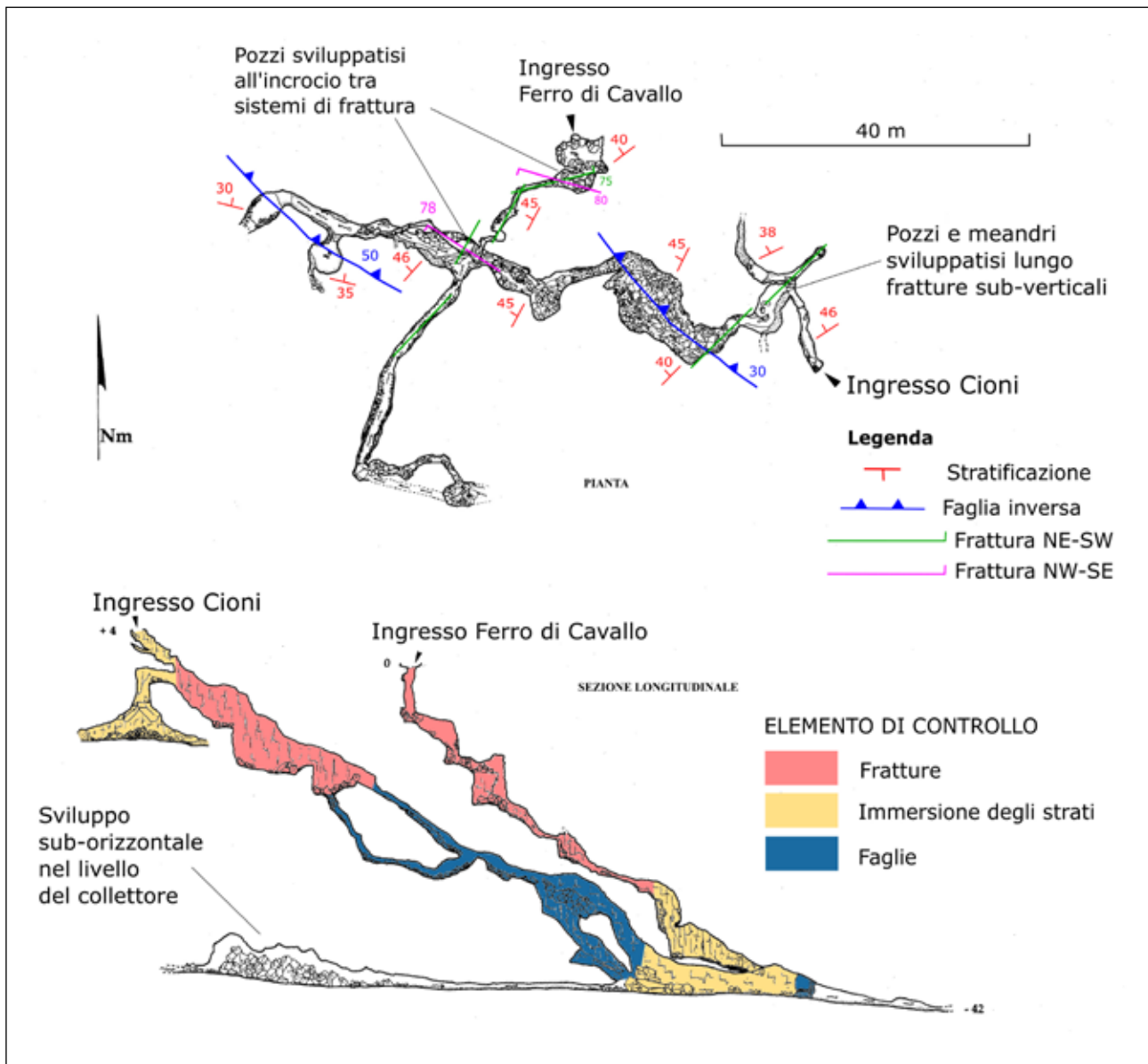


Fig. 11 – Esempio di una grotta a *sviluppo-verticale* (complesso Grotta S. Cioni - Grotta Ferro di Cavallo). La sezione longitudinale mostra con diversi colori gli elementi di controllo strutturale che hanno portato alla formazione dei rispettivi ambienti. Le linee colorate indicano le discontinuità geologiche rilevate in grotta. Il livello inferiore (in bianco) dove scorre il collettore è associabile al modello di *sviluppo-orizzontale* (fig. 10).

denti) drenanti verso est. Questa configurazione geomorfologica e strutturale si applicherebbe molto bene anche alle evidenze dell'area compresa tra i torrenti Zena ed Idice (fig. 5), in cui è presente un inghiottitoio alla base di una breve incisione canalizzata nel versante orientale degli affioramenti gessosi (laddove la successione si assottiglia) ed il fondovalle del torrente Idice non mostra alcuna risorgente carsica nota. Per provare o smentire questa teoria, gli obiettivi speleologici esplorativi dovranno indirizzarsi sulla porzione a monte del collettore di Fondo Dolina dell'Inferno, o su maggiori (e fortunate) ricerche nell'area della Dolina della Goibola.

Per quanto riguarda invece la Dolina della Spipola (fig. 6), essa mostra una configurazione ben definita e nota, in quanto il flusso del torrente Acquafredda segue per un breve tratto una direzione NE-SW, per poi strutturarsi lungo la direttrice NW-SE in tre livelli sub-orizzontali paralleli, secondo il modello di *sviluppo-orizzontale* illustrato precedentemente. La faglia normale a basso angolo che causa l'estensione della successione evaporitica non sembra avere importante controllo sui deflussi sotterranei provenienti dagli inghiottitoi limitrofi della depressione, in linea con quanto emerge dal nostro modello di *sviluppo-verticale*, che prevede come principale elemento di con-

trollo le direttrici orientate NE-SW (immersione degli strati o fratture e faglie sub-verticali).

Conclusioni

Attraverso questo studio abbiamo integrato diverse discipline (geologia strutturale, idrogeologia, geomorfologia) e metodologie (rilievi di superficie e sottosuolo, interpretazione di foto aeree, ricostruzioni geologiche e strutturali) per evidenziare le connessioni tra strutture geologiche e sviluppo delle grotte epigeniche nel settore bolognese dell'Appennino settentrionale.

I dati raccolti sul campo hanno documentato una buona relazione tra le principali direzioni di sviluppo dei sistemi carsici e le due principali direzioni di strutturazione della catena appenninica (NW-SE e NE-SW). La direzione NW-SE si imposta principalmente lungo i seguenti elementi strutturali: discontinuità della stratificazione (direzione degli strati), fratture ad alto angolo, fratture associate a zone di taglio parallele ai giunti di strato e faglie principali ad alto angolo (rigetti maggiori di 10 m). La direzione NE-SW è invece osservata lungo le discontinuità della stratificazione (immersione degli strati), fratture sub-verticali o ad alto angolo e *tear faults* sub-verticali.

Le discontinuità della stratificazione si sono rivelate l'elemento principale su cui hanno agito i processi di dissoluzione ed erosione, che tuttavia sembrano pre-

sentare comportamenti diametralmente opposti in relazione alla tipologia del flusso: la dissoluzione vadosa per infiltrazione delle acque meteoriche raccolte in inghiottitoi e punti di assorbimento superficiali è stata osservata seguire principalmente l'immersione degli strati, mentre quella raccolta in un condotto dominante (freatico o epi-freatico) segue principalmente la direzione degli strati. Le ragioni idro-meccaniche di questa dicotomia sono ancora da indagare a fondo. Tuttavia da questa evidenza si può dedurre che l'assetto strutturale è il principale elemento di controllo sui bacini sotterranei, in quanto immersioni divergenti dei piani di strato possono isolare diverse aree di raccolta e drenaggio delle acque superficiali. La presenza di una piega anticlinale può quindi rappresentare uno spartiacque sotterraneo per i deflussi idrici provenienti dalla superficie.

Questa osservazione trova riscontro nel caso della Dolina dell'Inferno (fig.2 e fig. 5), dove la presenza di una piega anticlinale orientata WNW-ESE (fig. 4B) isola gli inghiottitoi più elevati del versante meridionale dal drenaggio associato al sistema più profondo della dolina, come comprovato dai risultati delle indagini idrogeologiche (CASALI 1972; GRANDI 2016). Inoltre la presenza di macro-strutture tettoniche ad alto angolo orientate NW-SE contribuiscono a "catturare" e compartimentalizzare i deflussi sotterranei (fig. 5) lungo separate direttrici di dissoluzione. Un altro fattore di controllo è la presenza di unità clasti-

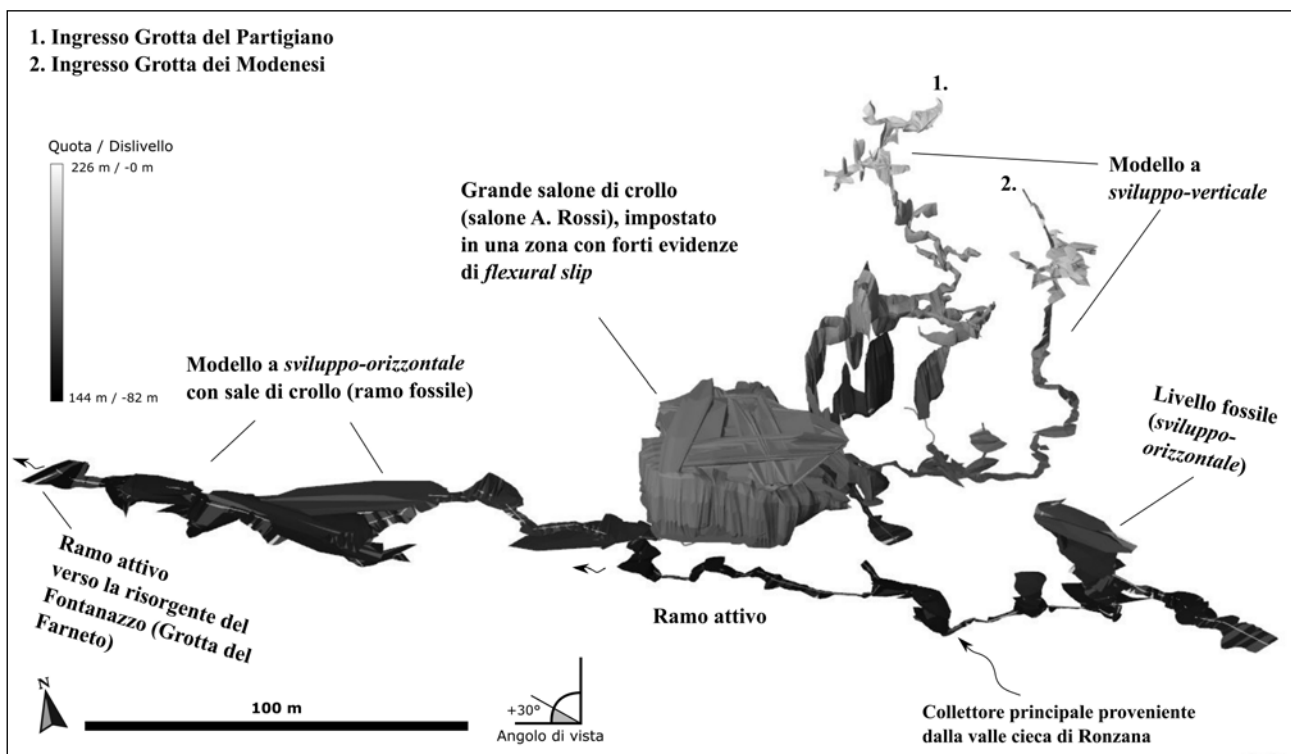


Fig. 12 – Modello tridimensionale del complesso Modenesi-Partigiano, con le diramazioni fino ad oggi rilevate. Questo complesso fornisce un'ottima e schematica esemplificazione del carsismo epigenico nei gessi, in cui diversi tipi di drenaggio seguono specifiche strutture e costruiscono diverse morfologie sotterranee.

che di gessareniti e gessoruditi, che possono trovarsi in discordanza con i sottostanti gessi selenitici. Queste discordanze, quando si localizzano al tetto degli interstrati argilloso-marnosi impermeabili, possono formare degli spartiacque.

Grazie ai modelli proposti, realizzati sulla base dei dati raccolti nelle due aree carsiche più importanti dei Gessi Bolognesi, è possibile inquadrare il possibile sviluppo dei sistemi carsici epigenici dei gessi messiniani sulla base di precise ricostruzioni strutturali e geologiche. Per migliorare questi modelli sarebbe di grande aiuto esportare queste osservazioni anche ai vicini sistemi epigenici della Vena del Gesso Romagnola, ricercandone analogie e differenze.

Vorremmo inoltre sottolineare il ruolo delle indagini geologiche in grotta, e quindi della speleologia, come strumento per integrare la mappatura geologica di superficie ed ottenere maggiori informazioni sulla geologia e l'idrogeologia dei territori carsici. La possibilità di osservare in 3D le strutture interne in un'area caratterizzata da pochissimi affioramenti ed un'intensa copertura vegetale, è stata fondamentale per comprenderne la geologia e creare mappe accurate. Questo approccio speleologico potrebbe trovare grande riscontro nello studio e nella gestione di aree carsiche a rischio statico (*sinkhole* e doline di crollo) o in condizioni di scarse risorse idriche.

Bibliografia

- G. BADINI 1967, *Le grotte bolognesi*. Rassegna speleologica italiana, Como, 148 p.
- E.A. BARTEL, F. NEUBAUER, B. HEBERER, J. GENSER 2014, *A low temperature ductile shear zone: the gypsum-dominated western extension of the brittle Fella-Sava fault, southern Alps*, "Journal of Structural Geology", v. 69, pp. 18-31.
- G. BELVEDERI, M.L. GARBERI 1986, *Preliminary observation on the relationships between tectonic structure and genetical development of the gypsum karst cavities (Farneto, Bologna - Italy)*, "Le Grotte d'Italia", v. 4, n. 12, pp. 33-37.
- L. BENTINI 2003, *I principali sistemi carsici della Vena del Gesso Romagnola e il loro condizionamento strutturale* (Atti del XIX Congresso Nazionale di Speleologia, Bologna 27-31 agosto 2003), pp. 51-68.
- M. BERTOLANI, A. ROSSI 1972, *Osservazioni sui processi di formazione e di sviluppo della Grotta del Farneto* (Atti del VII Convegno Speleologico dell'Emilia Romagna e del Simposio di studi sulla Grotta del Farneto), "Rassegna Speleologica Italiana", v. 10, pp. 127-136.
- S. BIANCHI, G.M. ORLANDI, M. SPADA 2017, *Alcune peculiarità idrogeologiche del sistema Acquafredda-Spipola-Prete Santo*, "Sottoterra", v. 144, pp. 46-56.
- J.M. CALAFORRA, J. DE WAELE, F.P. DI TRAPANI, G. MADONIA, M. VATTANO 2010, *Peculiar wall channels connected to fault breccia in the Grotta di Entella gypsum cave (Western Sicily, Italy)*, "Geophysical Research Abstracts", v. 12.
- N.L. CARTER, F.D. HANSEN, P.E. SENSENY 1982, *Stress magnitudes in natural rock salt*, "Journal of Geophysical Research", v. 87, pp. 9289-9300.
- N.L. CARTER, S.T. HORSEMAN, J.E. RUSSEL, J. HANLIN 1983, *Rheology of rocksalt*, "Journal of Structural Geology", v. 15, pp. 1257-1271.
- R. CASALI 1972, *Idrologia ipogea della zona compresa tra i torrenti Zena e Idice in località Farneto (S. Lazzaro di Savena, Bologna)*, "Rassegna Speleologica Italiana", v. 10, pp. 148-152.
- A. COLUMBU, V. CHIARINI, J. DE WAELE, R. DRYSDALE, J. WOODHEAD, J. HELLSTROM, P. FORTI 2017, *Late quaternary speleogenesis and landscape evolution in the northern Apennine evaporite areas*, "Earth Surface Processes and Landforms", v. 42, n. 10, pp. 1447-1459.
- G. CREMONINI, E. FARABEGOLI 1977, *Litostratigrafia della Formazione a Colombacci in Romagna*, "Giornale di Geologia", v. 2, n. 42, pp. 61-82.
- S. CURZIO 2016, *Rilevamento geologico della Grotta della Spipola*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Università di Bologna.
- S. DE MEER, C.J. SPIERS 1995, *Creep of wet gypsum aggregates under hydrostatic loading conditions*, "Tectonophysics", v. 245, pp. 171-183.
- N. DE PAOLA, C. COLLETTINI, D.R. FAULKNER, F. TRIPPETTA 2008, *Fault zone architecture and deformation processes within evaporitic rocks in the upper crust*, "Tectonics", v. 27, pp. 1-21.
- J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI 2011, *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia Romagna*, in A. ROSSI, P. LUCCI (a cura di), *Speleologia e Geositi carsici in Emilia-Romagna*, ed. Pendragon, Bologna, pp. 25-59.
- J. DE WAELE, L. PICCINI, A. COLUMBU, G. MADONIA, M. VATTANO, C. CALLIGARIS, I.M. D'ANGELI, M. PARISE, M. CHIESI, M. SIVELLI, B. VIGNA, L. ZINI,

- V. CHIARINI, F. SAURO, R.N. DRYSDALE, P. FORTI 2017, *Evaporite karst in Italy: a review*, "International Journal of Speleology", v. 46, n. 2, pp. 137-268.
- D. DEMARIA, C. DALMONTE 2012, *L'area carsica tra Zena e Idice*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, ed. GSB-USB, Bologna, pp. 291-323.
- D. DEMARIA, J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI, *Il fenomeno carsico nei Gessi Bolognesi*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, ed. GSB-USB, Bologna, pp. 131-162.
- C. DOGLIONI 1993, *Elementi di tettonica*. Università degli studi della Basilicata, ed. Il Salice, 162 p.
- F. FINOTELLI, E. GIRALDI, G.A. PINI 1985, *Analisi genetica della grotta della Spipola (sistema carsico Spipola-Acquafredda, Bologna)*, "Sottoterra", v. 72, pp. 4-14.
- J. FORBES, R. NANCES 1997, *Stratigraphy, sedimentology, and structural geology of gypsum caves in east central New Mexico*, "Carbonates and Evaporites", v. 12, n. 1, pp. 64-72.
- A. GHISELLI, M. MERAZZI, A. STRINI, R. MARGUTTI, M. MERCURIALI 2011, *Hypogeal geological survey in the "Grotta del Re Tiberio" natural cave (Apennines, Italy): a valid tool for reconstructing the structural setting*, "European Journal of Geosciences", v. 1, n. 2, pp. 155-168.
- L. GRANDI 2016, *Idrogeologia e geomorfologia dell'area carsica Buca di Ronzana, Dolina dell'Inferno e Farneto*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Università di Bologna.
- L. GRANDI, L. PISANI 2017, *I gessi del Farneto sotto una nuova luce: ricerche, esplorazioni e scoperte recenti nell'area carsica bolognese*, "Speleologia", v. 77, pp. 22-29.
- P. GRIMANDI, A. GENTILINI 2009, *Banchi, strutture mammellonari e fossili nei gessi del Miocene Superiore*, "Sottoterra", v. 128, pp. 50-71.
- C. HILL 2000, *Overview of the geologic history of cave development in the Guadalupe Mountains, New Mexico*, "Journal of Cave and Karst Studies", v. 62, n. 2, pp. 60-71.
- C. HILL, V.J. POLYAK 2010, *Karst hydrology of Grand Canyon, Arizona, USA*, "Journal of hydrology", v. 390, n. 3, pp. 169-181.
- K.J. HSÜ, M.B. CITA, W.B.F. RYAN 1972, *Late Miocene dessication of the Mediterranean*, "Nature", v. 242, pp. 240-244.
- A.B. KLIMCHOUK 2013, *Evolution of Intrastratal Karst and Caves in Gypsum*, in J. SHRODER, A. FRUMKIN (a cura di) *Treatise on Geomorphology*, ed. Academic Press, San Diego (CA), v. 6, pp. 438-450.
- W. KRIGJSMAN, F.J. HILGEN, S. MARABINI, G.B. VAI 1999a, *New paleomagnetic and cyclostratigraphic age constraints on the Messinian of the Northern Apennines (Vena del Gesso Basin, Italy)*, *Memorie della Società Geologica Italiana*, v. 54, pp. 25-33.
- W. KRIGJSMAN, F.J. HILGEN, I. RAFFI, F.J. SIERRO, D.S. WILSON 1999b, *Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis*, "Nature", v. 400, pp. 652-655.
- S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI 2016, *Geologia dei gessi e solfi della Romagna orientale* (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, serie II, n. 31), pp. 15-26.
- D. MONTANARI, C. DEL VENTISETTE, M. BONINI, F. SANI 2007, *Passive roof-thrusting in the Messinian Vena del Gesso Basin (Northern Apennines, Italy): constraints from field data and analogue models*, "Geological Journal", v. 42, pp. 455-476.
- N.G. REITMAN, S. GE, K. MUELLER 2014, *Groundwater flow and its effect on salt dissolution in Gypsum Canyon watershed, Paradox Basin, southeast Utah, USA*, "Hydrogeology Journal", v. 22, n. 6, pp. 1403-1419.
- F. RICCI LUCCHI, M.L. COLALONGO, G. CREMONINI 1982, *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*. Guida alla geologia del margine appenninico padano, Società Geologica Italiana, Bologna, pp. 17-46.
- F. RICCI LUCCHI, G.B. VAI 1983, *La Vena del Gesso: un' "emergenza" ma in che senso?*, "Pagine di vita e storie imolesi", Bologna, pp. 173-204.
- M. ROVERI, V. MANZI 2003, in *Carta geologica d'Italia 1:50.000, note illustrative*. Quaderno VII, catalogo delle Formazioni, pp. 303-310.
- M. ROVERI, V. MANZI, F. RICCI LUCCHI, S. ROGLEDI 2003, *Sedimentary and tectonic evolution of the Vena del Gesso basin (Northern Apennines, Italy): implications for the onset of the Messinian salinity crisis*, "Geological Society of America Bulletin", v. 115, n. 4, pp. 387-405.
- M. ROVERI, R. FLECKER, W. KRIGJSMAN, J. LOFI, S. LUGLI, V. MANZI, F.J. SIERRO, A. BERTINI, A. CAMERLENGHI, G. DE LANGE, R. GOVERS, F.J. HILGEN, C. HUBSCHER, P.T. MEIJER, M. STOICA 2014, *The Messinian Salinity Crisis: past and future of a great challenge for marine sciences*, "Marine Geology", v. 352, pp. 25-58.
- R. SELLI, *Il Messiniano Mayer-Eymar 1867, Proposta di un Neostatotipo* 1960, "Giornale di Geologia", v. 28, pp. 1-33.
- R.J. TWISS, E.M. MOORE 1992, *Structural Geology*. 2nd edition, ed. McMillan, 532 p.

- G.B. VAI 1997, *Cyclostratigraphic estimate of the Messinian stage duration*, in A. MONTANARI, G.S. ODIN, R. COCCIONI (a cura di), *Miocene stratigraphy: an integrated approach*, ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 463-476.
- G.B. VAI 2012, *Il territorio carsico dell'Appennino Nordorientale*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, ed. GSB-USB, Bologna, pp. 114-126.
- G. B. VAI, F. RICCI LUCCHI 1977, *Algal crusts, autochthonous and clastic gypsum in a cannibalistic evaporite basin: a case history from the Messinian of Northern Apennines*, "Sedimentology", v. 24, n. 2, pp. 211-244.
- R. WEIJERMARS, M.P.A. JACKSON, B. VENDEVILLE 1993, *Rheological and tectonic modelling of salt provinces*, "Tectonophysics", v. 217, pp. 143-174.

Ringraziamenti. Le indagini in grotta sono state possibili grazie alle tecniche di progressione speleologica e al supporto di tutto il GSB-USB (Gruppo Speleologico Bolognese – Unione Speleologica Bolognese). Un ringraziamento speciale va a Luca Grandi, che ha coordinato le ultime campagne di tracciamento idrogeologico ed aiutato durante i rilevamenti. L'accesso alle grotte protette è stato concesso dal Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dai Calanchi dell'Abbadessa, mentre le indagini condotte nella Grotta della Spipola sono state implementate dal lavoro di tesi di Samuele Curzio. L'ultimo e sentito ringraziamento va a Francesco Grazioli, per le bellissime foto realizzate per questo articolo.

Andrea Columbu*, Veronica Chiarini*, Ilenia Maria D'Angeli*, Jo De Waele*

Il carsismo nei Gessi Bolognesi: età ed evoluzione

Riassunto

Morfologie di dissoluzione di tipo carsico sono ben visibili nelle formazioni rocciose gessose affioranti nell'area bolognese. Fra queste, le più distintive risultano le doline e le cavità sotterranee. L'età dei processi di dissoluzione del substrato gessoso, e quindi della formazione di tali geoforme, è stata stimata attraverso vari approcci. Il ritrovamento di resti fossili messiniani in piccole cavità carsiche nei pressi di Brisighella indica che fenomeni di tipo carsico erano già attivi 5,6-5,4 milioni di anni fa, durante sporadici periodi di emersione dell'area. Evidenze di tipo geologico, riscontrate invece presso Zola Predosa, testimoniano che queste fasi carsiche intra-messiniane furono abbastanza lunghe da creare tunnel sotterranei di notevole sviluppo. I sistemi di grotte esplorabili oggi, fra i quali quello della Spipola-Acquafrredda (12 km di estensione), si sono formati in tempi ben più recenti, ovvero in seguito alla definitiva emersione del settore pedeappenninico settentrionale, avvenuta circa 800 mila anni fa. Datazioni uranio-torio, eseguite su vari campioni provenienti dall'area della Spipola, attestano l'esistenza di una grotta più antica di 254 mila anni, formatasi verosimilmente fra i 280 mila e i 250 mila anni fa. Tramite ragionamenti di tipo speleologico, è possibile affermare che i processi di dissoluzione sotterranea e conseguente sprofondamento del piano di campagna che hanno portato alla formazione della dolina della Spipola cominciarono dopo 250 mila anni fa. Calcolando il tasso di dissoluzione annuo delle superfici gessose esposte agli agenti atmosferici odierni, è possibile stimare grossolanamente che lo sprofondamento della dolina sia avvenuto nel corso degli ultimi 127 mila anni. Questo calcolo non tiene però conto delle variazioni climatiche avvenute nel corso di tale periodo, che dilaterebbero questo lasso di tempo, appunto, ad almeno 250 mila anni fa. Nella stessa area, presso la Cava a Filo, sono stati rinvenuti reperti fossili ascrivibili all'ultima glaciazione (circa 20 mila anni fa) accumulati in piccoli tunnel che convogliavano le acque in direzione Nord. Questa grotta deve essersi formata prima della messa in posto dei sedimenti che la riempiono, verosimilmente tra 50 mila e 25 mila anni fa.

Parole chiave: carsismo; evaporiti; gesso; speleotemi; grotte; datazioni U-Th.

Abstract

Caves and dolines are the most iconic karst morphologies characterizing the gypsum formations of the Bologna area. Different approaches have been used to estimate the age of the karst dissolution processes leading to their formation. Messinian fossils found around Brisighella indicate that karst phenomena were already occurring 5.6-5.4 My ago, when the area emerged temporarily. Geological evidences detected around Zola Pedrosa testified that these intra-Messinian continental periods were sufficiently long to allow the formation of long underground tunnels. However, cave networks that can be physically explored today, such as the Spipola-Acquafrredda system (12 km), formed in more recent times, after the complete emersion of the Northern Apennine foothills (~800 ky ago). U-Th dating of speleothems sampled in the Spipola area attested the existence of a cave older than 254 ky, which presumably formed between 280 and 250 ky ago. Accordingly, considering the speleological features of the area, the formation of the Spipola Doline started after 250 ky ago. Calculating the current gypsum yearly dissolution rate, the gradual collapse of the doline indeed commenced 127 ky ago. However, climate variations are excluded from this calculation, which would enlarge this time span to at least 250 ky ago. In the same area, in the Cava a Filo quarry, Last Glacial (~20 ky ago) fossils accumulated in small underground tunnels. This cave must have been excavated before the deposition of the infilling sediments, most likely between 50 and 25 ky ago.

Keywords: karst; evaporites; gypsum; speleothems; caves; U-Th dating.

*Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna.

L'area metropolitana di Bologna è indubbiamente legata ai fenomeni di tipo carsico, essendo sviluppata in larga parte in zone caratterizzate da substrati e affioramenti gessosi. In generale, per fenomeno carsico si intende il processo di dissoluzione di una roccia più o meno solubile che può avvenire sia in superficie che nel sottosuolo, ad opera di acqua meteorica (FORD, WILLIAMS 2007) e/o di fluidi di risalita profonda (KLIMCHOUK 2017). Di conseguenza, le formazioni rocciose più solubili (quali salgemma, gesso, anidriti e carbonati) sono maggiormente soggette al carsismo che può esplicarsi seguendo diversi meccanismi. Il calcare, ad esempio, presenta una solubilità di 300 mg/l in presenza di piccole concentrazioni di CO_2 , mentre il gesso è caratterizzato da una solubilità persino maggiore, che si aggira attorno ai 2400 mg/l, ed è indipendente dalla presenza o meno dell'anidride carbonica (CO_2).

Le sequenze gessose dell'area bolognese e di quasi tutto il margine appenninico emiliano romagnolo (fig.

1) si depositarono durante la crisi di salinità del Messiniano, che va dai ~5.96 ai ~5.33 milioni di anni fa (KRIJGSMAN *et alii* 1999). Si tratta di formazioni di tipo evaporitico, la cui deposizione si innescò quando il volume del bacino marino si ridusse di circa il 20%, a causa della forte evaporazione (FAIRCHILD, BAKER 2012). Durante il Messiniano, la linea di costa del Mare Adriatico aveva una conformazione molto diversa rispetto a quella attuale, e si estendeva fino alla catena Appenninica, che a quel tempo era in fase di rapida formazione (RICCI LUCCHI 1986). Processi geodinamici a scala regionale causarono ripetute modifiche dell'attuale stretto di Gibilterra, e provocarono, in varie fasi, la trasformazione del Mediterraneo in un bacino chiuso. Queste condizioni, associate ad un clima molto più caldo rispetto all'attuale, incrementarono l'evaporazione all'interno del bacino. Una delle conseguenze dell'attività tettonica messiniana è, quindi, la formazione della vena del gesso che caratterizza il profilo emiliano romagnolo (ROVERI

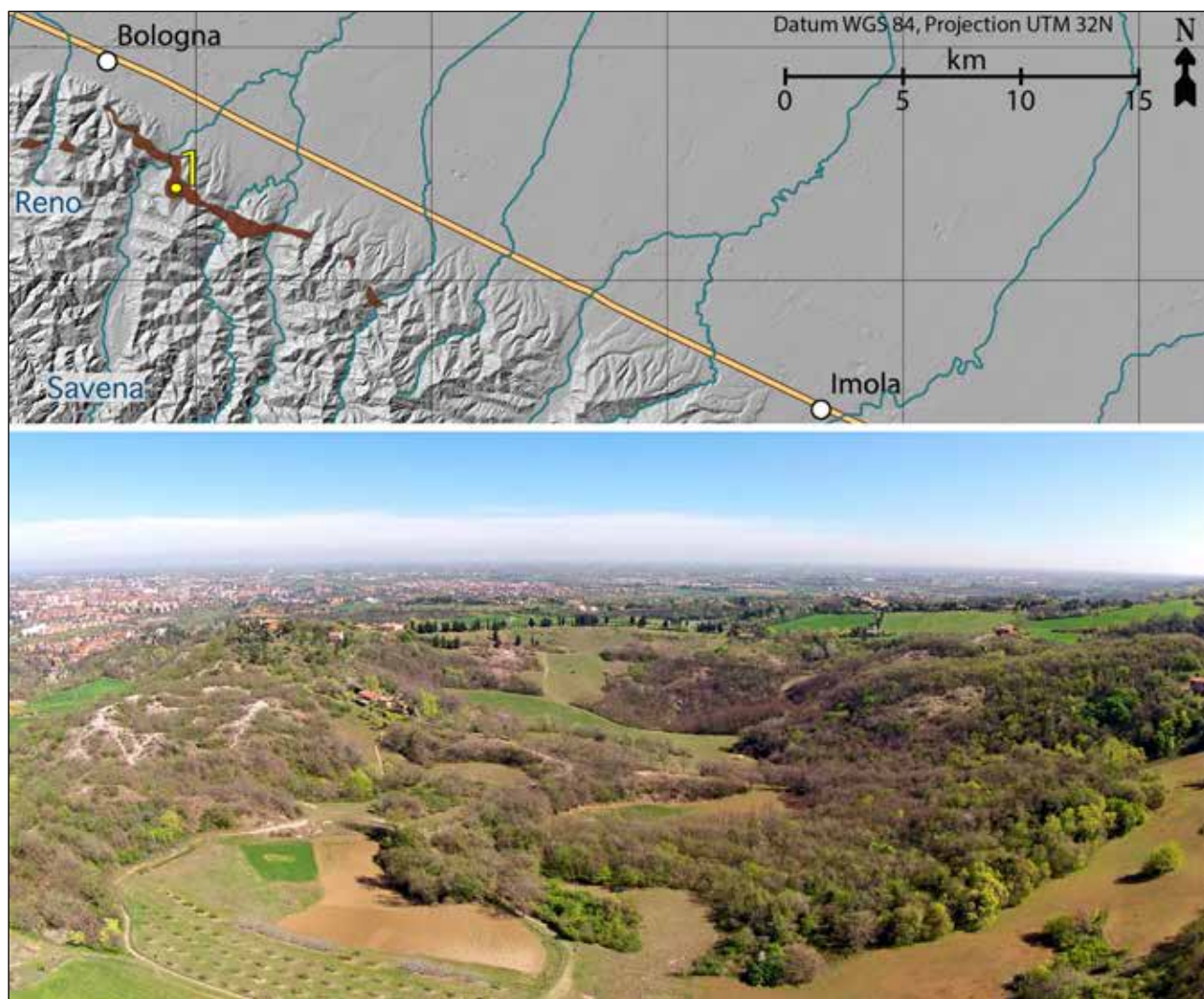


Fig. 1 – In alto, l'area gessosa bolognese è evidenziata con la tonalità marrone (numero 1); in basso, visione generale della dolina della Spipola (foto F. Grazioli). Sulla sinistra si intravede il gesso affiorante.



Fig. 2 – Dolina interna della Grotta della Spipola (foto F. Grazioli).

et alii 2003) (fig.1), anche se la sua reale estensione è ascrivibile a tutta l'area Mediterranea (Roveri et al., 2014). La cosiddetta "crisi salina del Messiniano" terminò circa 5.33 milioni di anni fa e il margine pedemontano, sempre sommerso dal Mediterraneo, fu interessato dalla deposizione di sedimenti di mare profondo fino a ~1.8 milioni di anni fa. Questi depositi oggi vengono identificati nelle Argille Azzurre, le quali ricoprono stratigraficamente i gessi (BENINI *et alii* 1999). L'innalzamento tettonico degli Appennini, accompagnato da fattori di tipo climatico, portò la sequenza evaporitica-argillosa progressivamente più in superficie, mentre il mare Adriatico si stava relativamente abbassando. Gli ultimi depositi testimoni della presenza del mare in queste zone sono le Sabbie Gialle, formazioni di tipo litorale (quindi mare poco profondo) formatesi fra ~1.8 milioni e 800 mila anni fa (AMOROSI *et alii* 1998). Una volta in superficie, la sequenza gessosa-argillosa-sabbiosa subì fenomeni di sedimentazione ed erosione tipici degli ambienti continentali, che portarono all'accumulo di sedimenti fluviali/alluvionali e alla formazione di incisioni valliche e dei primi processi di tipo carsico (COLUMBU *et alii* 2017).

I processi carsici conferiscono al territorio delle morfologie peculiari, arricchendo il paesaggio dell'area

bolognese (DE WAELE *et alii* 2017). Le più distinte sono senza dubbio le grotte, che palesano una dissoluzione sotterranea ingente e protrattasi per un intervallo di tempo relativamente lungo, tale da formare un esteso reticolo di cavità sotterranee. Il sistema di grotte Spipola-Acquafredda, con quasi 12 km di tunnel esplorabili è, infatti, fra i sistemi carsici gessosi epigenici più estesi al mondo (DE WAELE *et alii* 2011) (fig. 2). Queste grotte, come pure quelle del sistema Monte Tondo-Re Tiberio, si presentano come dei veri e propri collettori sotterranei sub-orizzontali (KLIMCHOUK 2000) che convogliano l'acqua piovana di ruscellamento superficiale, o quella di un vero e proprio corso d'acqua, da un punto d'infiltrazione preferenziale verso una risorgente. Il punto d'infiltrazione è solitamente un inghiottitoio, e può trovarsi alla base di una dolina o direttamente ai piedi di una parete gessosa, formando così una valle cieca. Le risorgenti sono invece collocate alla quota del livello di base locale, ossia lungo un torrente o un fiume superficiale. Considerando che i dislivelli idrologici sono minimi e, come già detto, i tunnel sotterranei appaiono prevalentemente sub-orizzontali, ogni livello di grotta dell'area bolognese identifica la quota attuale, o antica, della tavola d'acqua (COLUMBU *et alii* 2015). Le doline sono invece delle morfologie imbutiformi

(fig. 1), generatesi dallo sprofondamento del piano di campagna legato alla dissoluzione del terreno carsico sottostante. È verosimile che determinati fattori geologici iniziali favoriscano l'infiltrazione dell'acqua piovana in un punto piuttosto che in un altro. La successiva dissoluzione sotterranea è quindi concentrata nei pressi di quel punto, ed è così più probabile che quella porzione di territorio sia più soggetta a sprofondamenti. Quando questo accade, si forma la protodolina e l'acqua di ruscellamento sarà maggiormente convogliata verso il fondo, innescando un processo auto-catalitico (una quantità d'acqua sempre maggiore viene convogliata al suo interno e tende a incrementare lo sprofondamento della dolina stessa). Questa forma carsica è frequente nel paesaggio dei gessi, e vede in quella della Spipola, con circa 400 m in diametro e 100 m di profondità, la dolina più grande dell'area bolognese (DE WAELE *et alii* 2017) (fig. 2). Altre morfologie carsiche ben riconoscibili nel parco dei Gessi Bolognesi sono i *karren*, le candele e le bolle di scollamento (fig. 3). Senza entrare nei particolari della loro genesi, per la quale si rimanda ad altre letture (DE WAELE *et alii* 2011, 2017), queste forme indicano ulteriormente l'azione preponderante dell'acqua e dei fenomeni atmosferici nel modellamento di un territorio gessoso. Anche la morfologia tipo cresta, che caratterizza la vena evaporitica nel bolognese e tutta



Fig. 3 – Bolle di scollamento osservabili nel parco dei Gessi Bolognesi (Foto A. Columbu).

l'Emilia-Romagna, è ricollegabile alla natura carsica del gesso, contrapposta all'impermeabilità dei depositi sedimentari argillosi che ricoprono (o ricoprivano) la vena. Questi ultimi, vengono infatti rimossi meccanicamente ad opera degli agenti atmosferici o dei corsi d'acqua, i quali provocano un'incessante opera di "modellazione" del territorio (*e.g.* formazione dei calanchi). La solubilità del gesso concentra invece la dissoluzione all'interno dell'ammasso piuttosto che all'esterno, quindi i processi di erosione superficiale risultano estremamente più blandi. Di conseguenza, una volta esposti in superficie e "liberati" dei sedimenti che la ricoprivano, i gessi del bolognese ed in particolare della vena del gesso hanno assunto una posizione altimetricamente preponderante nel territorio rispetto ai terreni circostanti (DE WAELE *et alii* 2012).

Capire l'età di formazione delle morfologie carsiche non è un compito facile in quanto bisogna assegnare una data a qualcosa che non esiste più, non è più tangibile né tantomeno analizzabile con qualsivoglia tecnica di datazione odierna (SASOWSKY 1998). Nel caso di una grotta bisogna assegnare l'età all'evento che ha provocato la formazione del "vuoto", e nel caso di una dolina a quello che ha prodotto lo "sprofondamento". Per queste ragioni si fa ricorso a tecniche inverse che permettono di risalire per lo meno all'età minima o massima di formazione di una determinata morfologia. I Gessi Bolognesi e di tutta la Vena emiliano-romagnola sono stati studiati intensamente in tal senso (PASINI 1966, 1967, 1973, 2009, 2012; FORTI, SAURO 1996; DEMARIA 2002; FORTI 2003; ERCOLANI *et alii* 2004; CALAFORRA *et alii* 2008; DE WAELE 2010; DE WAELE *et alii* 2013, 2017; COLUMBU *et alii* 2015; CHIARINI *et alii* 2015), ma solo negli ultimi anni si è arrivati ad una stima del periodo nel quale i fenomeni carsici presero il via, ovvero circa 630 mila anni fa, da quanto desunto nell'area di Monte Mauro (COLUMBU *et alii* 2017). Verranno di seguito esposti diversi ragionamenti per arrivare a comprendere l'effettiva evoluzione cronologica dei Gessi Bolognesi. Prima, però, è necessario aprire una piccola parentesi per evidenziare che la dissoluzione della sequenza gessosa era in atto persino durante le fasi della deposizione del gesso stesso, durante il ciclo carsico intra-Messiniano.

In una cava di gesso nei pressi di Brisighella, nota come Cava Monticino, sono state scoperte delle piccole cavità carsiche riempite da sedimenti fossili. In questi sedimenti furono trovati resti di mastodonti, rinoceronti, iene, antilopi, scimmie, varani e cocodrilli la cui datazione risale alla fine del Messiniano (5,6-5,4 milioni di anni fa: SAMI 2007). Quest'area di gesso, quindi, già durante il Messiniano stesso, fu sottoposta alla dissoluzione in ambiente continentale,

tanto da creare piccoli crepacci ed inghiottitoi in cui cadevano gli animali che frequentavano queste paludi nel corso del Messiniano.

Anche in zona Bolognese, nel 2008 sono stati scoperti segni di questo ciclo carsico Intra-Messiniano. In una cava di gesso presso Zola Predosa, infatti, furono intercettati vari condotti carsici completamente occlusi da sedimenti argillosi e sabbiosi stratificati. Tali sedimenti hanno un'inclinazione verso NE che va da 35° a 45°, concordante con quella degli strati di gesso in cui sono contenuti (DE WAELE, PASINI 2013). È evidente quindi che tali condotti furono riempiti da sedimenti fluviali durante il Messiniano, e che solo successivamente furono inclinati assieme all'ammasso roccioso nel corso delle fasi di sollevamento della catena appenninica. La grotta intra-Messiniana di Zola Predosa, nota anche come "Galleria dei Quattro", è senz'altro una testimonianza ben più rilevante rispetto ai ritrovamenti della cava del Monticino, e dimostra che la fase continentale alla fine del Messiniano fu abbastanza lunga da creare sistemi carsici di notevole sviluppo. Dopo tale ciclo carsico Intra-Messiniano, i gessi e le grotte precedentemente formate furono riportate sul fondo del mare Pliocenico per diversi milioni di anni, e soltanto circa 800 mila anni fa il territorio si sollevò abbastanza per uscire nuovamente dall'acqua, innescando fenomeni di modellamento del paesaggio.

Per la comprensione dell'età del carsismo bolognese del tardo Quaternario è stata utilizzata la stima dei tassi di dissoluzione del gesso nell'area della dolina della Spipola e le datazioni radiometriche eseguite su alcuni speleotemi carbonatici (stalagmiti e/o colate) formati in grotta mediante il fenomeno noto come dissoluzione incongruente (CALAFORRA *et alii* 2008). Pasini (2012) ha calcolato che lo sprofondamento della dolina della Spipola, circa 100 metri, sia avvenuto nel corso degli ultimi 127 mila anni, e che le evidenze carsiche osservate nella Grotta del Buco dei Vinchi, da un punto di vista geologico, sembrano essere precedenti (e quindi più antiche) alla formazione della Spipola. Il calcolo è stato effettuato considerando le

misure effettuate attraverso il *Micro Erosion Meter (MEM)* in dieci località della Croara (CUCCHI *et alii* 1998) che hanno evidenziato un tasso di dissoluzione del gesso (abbassamento della superficie orizzontale) di -0,79 mm/anno. 127 mila anni rappresentano una stima qualitativa più che quantitativa, un dato senza dubbio importante ma che deve essere inquadrato in un sistema naturale complesso. Difatti, durante questo lasso di tempo, il clima, e quindi le precipitazioni, sono variate in maniera drastica. Circa 125 mila anni fa, il clima era comparabile a quello odierno, mentre circa 25 mila anni fa era al picco dell'ultima era glaciale. Negli ultimi ~11 mila anni invece, le condizioni sono evolute verso un clima simile all'attuale,



Fig. 4 – Speleotemi analizzati per questo studio. I quadratini bianchi indicano i punti di datazione (vedi risultati nella tavola 1). La barra rossa è lunga un centimetro.

Campione	Massa (g)	²³⁸ U (ng/g)	(²³⁰ Th/ ²³² Th)A	Età (anni)	± Errore età (anni)
Spd-2016-1	0,047	924	7124	253901	4407
SpD-E	0,120	586	2238	252096	14775
SpD-D	0,118	442	384	246631	16158
SpD-C	0,049	1003	50924	243584	6517
SpD-B	0,051	3052	277192	245550	5642
SpD-A	0,050	1971	2432	246342	5308
SpD b	0,063	429	3506	243533	3966
Spd-2016-2	0,048	484	448	239339	4299
Sp1-b	0,038	736	2	628	1189
Sp1-t	0,034	731	2	233	525
SpS-b	0,044	1012	11	1305	204
SpS-t	0,045	1062	3	143	143

Tav. 1 – Risultati delle datazioni uranio-torio eseguite sui tre speleotemi (una stalagmite SpS e due colate Sp1-SpD).

attraverso un rapido innalzamento delle temperature e aumento delle piogge. In aggiunta, sovrapposte a queste oscillazioni climatiche “glaciali-interglaciali” a scala deca-millenaria, questo periodo di tempo è stato caratterizzato anche da fluttuazioni note come “stadiali-interstadiali”, che causano drastici cambiamenti climatici anche a scala secolare. Ciò è utile per evidenziare come il tasso di dissoluzione del gesso possa essere stato verosimilmente diverso rispetto ai -0.79 mm annui attestati attraverso un esperimento portato avanti per soli vent’anni. Un tasso più lento, per esempio dato da prolungati periodi secchi, dilaterrebbe l’età di formazione della dolina. Al contrario, tassi di abbassamento altimetrico più veloci, per esempio durante periodi più umidi, accorcerebbero la sua età. A questo bisognerebbe anche aggiungere fattori di tipo geologico, come una variazione del sollevamento tettonico medio del margine pedepenninico, come pure la presenza/assenza di sedimento nei versanti gessosi o sul fondo della dolina. Per esempio, in condizioni climatiche e geologiche ideali caratterizzate da importanti precipitazioni e rocce gessose non coperte da depositi argillosi, interi livelli orizzontali di grotte possono essere scavate nell’arco di pochi millenni (COLUMBU *et alii* 2015). Probabilmente, in un contesto simile i fenomeni di dissoluzione che portarono alla formazione della dolina potrebbero, senza l’ausilio di dati quantitativi, essere stati altrettanto rapidi. Sfortunatamente, le datazioni radiometriche eseguite da Pasini (2012) sul sedimento che riempie il Buco dei Vinchi sono risultate recenti, assimilabili agli ultimi 3000 anni. È importante a questo punto sottolineare come la genesi di una grotta sia sicuramente più antica di qualsiasi deposito trasportato/formatosi al suo

interno, sia esso di natura fisica (sedimenti portati da un fiume e/o dal mare) che chimica (speleotemi e altri depositi minerali dovuti a precipitazione secondaria), la cui genesi avviene solo dopo l’esistenza del “vuoto”. In questo contesto è interessante citare gli studi eseguiti nel paleo-inghiottitoio della ex Cava a Filo, sul rilievo segnato con il nome “Il Castello”. Scavi effettuati circa 50 anni fa (PASINI 1967, 1970), e recenti studi eseguiti tra il 2006 e 2011 e promossi dal Museo “L. Donini” di San Lazzaro di Savena (PARONUZZI *et alii*, in questo volume), hanno portato alla luce una fauna fredda la cui età, ottenuta attraverso varie datazioni ¹⁴C, copre un lasso di tempo tra 24500 e 17500 anni fa. Questi resti, sulla base dei dati ottenuti durante gli ultimi scavi effettuati sotto la direzione di Paolo Reggiani e Benedetto Sala, si sono accumulati in un sistema carsico con gallerie piccole che convogliavano le acque in direzione Nord. Questa grotta deve essersi formata prima della messa in posto dei sedimenti che la riempiono, verosimilmente tra 50000 e 25000 anni fa (PARONUZZI *et alii*, in questo volume). Nello studio di Columbu *et alii* (2017), il quale affronta argomenti riguardanti l’età degli speleotemi di tutto il settore emiliano-romagnolo, tre campioni provengono dall’area della Spipola: una colata (Sp1) e una stalagmite (SpS) dal livello di grotta a ~120 m s.l.m., ed una ulteriore colata, trovata in un cumulo di sassi scaricati all’interno della Dolina della Spipola, ma provenienti dalla cava della Croara (SpD), a 250 m s.l.m. (fig. 4). I primi due campioni, datati con il metodo di decadimento radioattivo Uranio-Torio, hanno riportato età simili a quelle riportate dai sedimenti in Pasini (2012): SpS si è formata fra i 1300 e i 140 anni fa, mentre Sp1 fra i 630 e i 230 anni fa (tav.

1). Molto interessante è invece il periodo di crescita riportato dal campione SpD, ovvero fra i 254 mila e i 239 mila anni fa (tav. 1). Questo campione, trovato all'aria aperta, indica indiscutibilmente che nell'area di Monte Croara, esisteva una grotta più antica di 254 mila anni. Purtroppo, tale grotta non è sopravvissuta fino ad oggi, molto probabilmente smantellata da fenomeni atmosferici in seguito a un probabile collasso strutturale (considerando appunto la sua antichità). Questo dato quantitativo è da considerarsi, in attesa di futuri studi, come età minima certa per l'attivazione dei fenomeni carsici nel bolognese. Il periodo fra i 254 mila e i 239 mila anni fa rappresenta il secondo interglaciale caldo-umido più antico paragonabile al clima odierno (il primo, sopraccitato, si verificò circa 125 mila anni fa durante il Tirreniano). Secondo Columbu *et alii* (2015, 2017), gli speleotemi nelle grotte in gesso emiliano-romagnole si formarono durante periodi caldo-umidi, mentre le grotte vennero principalmente scavate durante i precedenti periodi più freddi. È dunque possibile immaginare che la grotta, in cui si trovava la colata SpD, sia stata formata fra i 280 mila e i 250 mila anni fa, età corrispondente alla fase climatica fredda precedente alla deposizione dello speleotema. Seguendo questi ragionamenti, si può affermare che la dolina della Spipola sia più recente di 250 mila anni, in quanto l'antica grotta, ormai smantellata, si trovava sicuramente a quote superiori rispetto al margine dell'attuale dolina.

Bibliografia

- A. AMOROSI, L. CAPORALE, U. CIBIN, M. COLALONGO, G. PASINI, F. RICCI LUCCHI, P. SEVERI, S.C. VAIANI, 1998, *The Pleistocene littoral deposits (Imola Sands) of the northern Apennines foothills*, "Giornale di Geologia", 60, 83, p. 118.
- A. BENINI, L. MARTELLI, A. AMOROSI, A. MARTINI, P. SEVERI, M.A. CAZZOLI, S.C. VAIANI 1999, *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*.
- D. BIANCO 2010, *Il progetto Gypsum. Un progetto europeo per la tutela della biodiversità nei gessi da Reggio Emilia a Rimini*, "Storie Naturali", 5, pp. 42-49.
- J.M. CALAFORRA, P. FORTI, A. FERNANDEZ-CORTES 2008, *Speleothems in gypsum caves and their paleoclimatological significance*, "Environmental Geology", 53, 5, pp. 1099-1105.
- COUNCIL EUROPEAN COMMUNITIES (CEC) 1993. Commission Proposal for a Council Directive on the Ecological Quality of Surface Waters. COM (93) 680 of 10 August 1994.
- V. CHIARINI, R. EVILIO, J. DE WAELE 2015, *Note di speleogenesi nei gessi di Brisighella e Ronatana*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", 28, pp. 113-118.
- A. COLUMBU, J. DE WAELE, P. FORTI, P. MONTAGNA, V. PICOTTI, E. PONS-BRANCHU, J. HELLSTROM, P. BAJO, R. DRYSDALE 2015, *Gypsum caves as indicators of climate-driven river incision and aggradation in a rapidly uplifting region*, "Geology", 43, 6, pp. 539-542.
- A. COLUMBU, V. CHIARINI, J. DE WAELE, R. DRYSDALE, J. WOODHEAD, J. HELLSTROM, P. FORTI 2017, *Late quaternary speleogenesis and landscape evolution in the northern Apennine evaporite areas*, "Earth Surface Processes and Landforms", 42, 10, pp. 1447-1459.
- F. CUCCHI, P. FORTI, F. FINOCCHIARO 1998: *Gypsum degradation in Italy with respect to climatic, textural and erosional conditions*. "Supplementi Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria", 3, 4, pp. 41-49.
- J. DE WAELE 2010, *Speleogenesi del complesso carsico di Rio Stella-Rio Basino*, in P. LUCCI, P. FORTI (eds.), *Il progetto Stella-Basino*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", 23, pp. 95-108.
- J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI 2011, *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia Romagna*: in P. LUCCI, A. ROSSI, *Speleologia e geositi carsici in Emilia Romagna*, Bologna, pp. 25 - 59.
- J. DE WAELE, G. ANFOSSI, B. CAMPO, F. CAVALIERI, V. CHIARINI, V. EMANUELLI, U. GRECHI, P. NANNI, F. SAVORELLI 2012, *Geomorphology of the Castel de'Britti area (Northern Apennines, Italy): an example of teaching geomorphological mapping in a traditional and practical way*, "Journal of Maps", 8, 3, pp. 231-235.
- J. DE WAELE, F. FABBRI, P. FORTI, P. LUCCI, S. MARRABINI 2013, *Evoluzione speleogenetica del sistema carsico del re Tiberio (Vena del gesso Romagnola)*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", 26, pp. 81-101.
- J. DE WAELE, L. PICCINI, A. COLUMBU, G. MADONIA, M. VATTANO, C. CALLIGARIS, I.M. D'ANGELI, M. PARISE, M. CHIESI, M. SIVELLI, B. VIGNA, L. ZINI, V. CHIARINI, F. SAURO, R. DRYSDALE, P. FORTI 2017, *Evaporite karst in Italy: a review*, "International Journal of Speleology", 46, 2, pp. 137-168.
- D. DEMARIA 2002, *Emilia Romagna*, in G. MADONIA, P. FORTI (eds.), *Le aree carsiche gessose d'Italia*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", 2,

- 14, pp. 159-184.
- E. ERCOLANI, P. LUCCI, B. SANSAVINI 2004, *Esplorazione dei sistemi carsici del Re Tiberio e dei Crivelari e salvaguardia dell'area di Monte Tondo (Vena del Gesso romagnola) interessata dall'attività di cava*, in P. FORTI, *Gypsum Karst Areas in the World: their protection and tourist development*, "Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia", 16, pp. 143-154.
- I. J. FAIRCHILD, A. BAKER 2012, *Speleothem science: from process to past environments*, John Wiley & Sons, Chichester.
- D. FORD, P. WILLIAMS 2007, *Karst geomorphology and hydrology*, John Wiley & Sons, Chichester, p. 562.
- P. FORTI 2003, *I sistemi carsici*, in A. BIANCOTTI, M. MOTTA (eds.), *Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali*, Briganti, Genova, pp. 246-251.
- P. FORTI, U. SAURO 1996, *The gypsum karst of Italy*, "International Journal of Speleology", 25, p. 239-250.
- A. B. KLIMCHOUK 2000, *Speleogenesis in noncarbonate lithologies*, in A.B. KLIMCHOUK, D.C. FORD, A.N. PALMER, W. DREYBRODT (eds.), *Speleogenesis, evolution of karst aquifers*, pp. 430-442.
- A.B. KLIMCHOUK 2017, *Types and settings of hypogene karst*, in A.B. KLIMCHOUK, A.N. PALMER, J. DE WAELE, A. AULER, P. AUDRA (eds.), *Hypogene karst regions and caves of the world*, Springer, 1-39. DOI 10.1007/978-3-319-53348-3.
- W. KRIJGSMAN, F. HILGEN, I. RAFFI, F. SIERRO, D. WILSON 1999, *Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis*, "Nature", 400, 6745, pp. 652-655.
- P. PARONUZZI, C. BERTO, E. GHEZZO, U. THUN HOHENSTEIN, A. MASSARENTI, P. REGGIANI, in questo volume, *Nota preliminare sulla sequenza UMG di Cava a Filo (Croara, BO): gli aspetti stratigrafico-sedimentari, paleontologici e antropici alla luce delle ultime indagini (2006-2016)*.
- G. PASINI 1966, *I canali di volta nelle grotte carsiche del Bolognese. Nuove ipotesi sulla loro formazione*, Unpublished Graduation Short Experimental Thesis. Library Dept. Earth and Geoenvironmental Sciences of the Bologna University, no. 280, p. 83.
- G. PASINI 1967, *Osservazioni sui canali di volta delle grotte bolognesi*, "Le Grotte d'Italia", 4, 1, pp. 17-74.
- G. PASINI 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna)*, "Le Grotte d'Italia", (4) II, pp. 1-46.
- G. PASINI 1970, *Contributo alla conoscenza del Tar-do Würmiano e del Postwürmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", 36, 2°, pp. 687-700.
- G. PASINI 1973, *Sull'importanza speleogenetica dell'Erosione antigravitativa*, "Le Grotte d'Italia", 4, pp. 297-308.
- G. PASINI 2009, *A terminological matter: paragenesis, antigravitative erosion or antigravitational erosion?*, "International Journal of Speleology", 38, 2, p. 4.
- G. PASINI 2012, *Speleogenesis of the "Buco dei Vinchi" inactive swallow hole (Monte Croara karst sub-area, Bologna, Italy), an outstanding example of antigravitative erosio (or "paragenesis" in selenitic gypsum. An outline of the "post-antigravitative erosion"*, "Acta Carsologica", 41, 1, pp. 15-34.
- F. RICCI LUCCHI 1986, *The foreland basin system of the Northern Apennines and related clastic wedges: a preliminary outline*, "Giornale di Geologia", 48, 3, pp. 165-185.
- M. ROVERI, V. MANZI, F. RICCI-LUCCHI, S. ROGLEDI 2003, *Sedimentary and tectonic evolution of the Vena del Gesso basin (Northern Apennines, Italy): Implications for the onset of the Messinian salinity crisis*, "GSA Bulletin", 115, 4, pp. 387-405.
- M. ROVERI, R. FLECKER, W. KRIJGSMAN, J. LOFI, S. LUGLI, V. MANZI, F.J. SIERRO, A. BERTINI, A., CAMERLENGHI, G. DE LANGE, R. GOVERS, F.J. HILGEN, C. HÜBSCHER, P.T. MEIJER, M. STOICA 2014, *The Messinian Salinity Crisis: Past and future of a great challenge for marine sciences*, "Marine Geology", 352, pp. 25-58.
- M. SAMI 2007, *Cava del Monticino: i fossili ce ne raccontano il passato*, in M. Sami (a cura di), *Il Parco Museo Geologico Cava Monticino, Brisighella: una guida e una storia*, Faenza, pp. 71-94.
- I.D. SASOWSKY 1998, *Determining the age of what is not there*, "Science", 279, no. 1874.

Gabriele Nenzioni*

Gessi Bolognesi e documenti preistorici: una storia secolare (1861-2018)

Riassunto

Recenti indagini multidisciplinari in ambito geo-speleogenetico e preistorico connesse alle morfologie gessose fra le vallate del Savena e Idice hanno permesso di approfondire e/o ridefinire fenomenologie legate al carsismo, alla sua evoluzione e al popolamento durante il Pleistocene Medio-Superiore.

Questa nuova stagione è preceduta da una secolare storia di ricerche naturalistiche e di alta preistoria che in questo contributo vengono ripercorse e riesaminate attraverso l'opera dei loro principali artefici. Dai primi incerti tentativi, a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, di dare significato crono-tipologico alle vestigia preistoriche in affioramento nell'area dei Gessi, secondo una visione filtrata dalle nascenti teorie evoluzionistiche, il racconto si dipana attraverso il tempo portando alla memoria, e legando fra loro le attività pionieristiche - fra altre quelle di Luigi Fantini, Tino Lipparini, Piero Leonardi - e le indagini odierne promosse con le più aggiornate metodologie da qualificati enti e organismi della ricerca scientifica e tecnologica.

Parole-chiave: storia delle ricerche, depositi carsici, paleontologia, paleontologia.

Abstract

Recent multidisciplinary research in the geo-speleogenetic and prehistoric field related to chalky morphological formations placed between the Savena and Idice river valleys helped to deepen and/or redefine karstification related phenomena, its evolution and development during the Middle-Upper Pleistocene.

This new season is preceded by a century-long history of naturalist research and high prehistory. This paper provides an overview of the research milestones. From the early uncertain attempts, starting from the second half of the nineteenth century, intended to give meaning to the chrono-typological prehistoric outcrops in the area of Gessi, through the filtered vision of the emerging evolutionary theories, the story unfolds through time, linking together the pioneering activities - among others, those by Luigi Fantini, Tino Lipparini, and Piero Leonardi - and today's investigations, applying the latest methodologies promoted by qualified scientific and technological research agencies and organizations.

Keywords: research history, karst deposits, Paleontology, Paleontology.

Croara 1870.

Paleontologia, geoarcheologia, archeologia preistorica? Un dibattito ottocentesco.

«... trovato dai contadini nelle colline a breve distanza dalla città (parrocchia della Croara) scavando nello strato di ghiaia che costeggia la strada comunale, nel marzo del 1834. Il diligentissimo professore [ndr. Antonio Alessandrini] ha pure indicato quanto ebbe a pagare per questo fossile e ciò Sc. 1,60 ossia circa lire

otto e mezza»

Il superbo fossile - un terzo molare superiore destro intero in ottimo stato di conservazione, attribuito dagli autori alla specie *Elephas antiquus*¹ - con la precocità della sua scoperta svela inaspettatamente quali preziosi archivi paleoambientali siano stati custoditi dalla microregione dei Gessi Bolognesi. Siamo nei primissimi decenni dell'Ottocento e il prezioso reperto fa subito la sua entrata nelle collezioni didattiche dell'Ateneo bolognese, come ricorda Giovanni Capel-

* Museo della Preistoria "L. Donini", S. Lazzaro di Savena (BO) - gabriele.nenzioni@comune.sanlazzaro.bo.it

¹ Una recente revisione di P. Reggiani (2018) nota che i caratteri morfologici e biometrici di questo molare sono pertinenti con i terzi molari superiori (M³) di *Mammuthus meridionalis* (Nesti, 1825) (= *Archidiskodon meridionalis*). In particolare, il numero di lamine, l'altezza della corona e lo spessore medio dello smalto rientrano nel range di valori che caratterizza questa specie, secondo i parametri proposti da Maglio (1973) e Aguirre Enriquez (1969).



Fig. 1 – Bologna, Museo Geologico “G. Capellini”: molare di *Mammuthus meridionalis*, già attribuito dal Capellini a *Elephas antiquus*, proveniente dalla loc. Croara (foto F. Grazioli).

lini quando nel lavoro di revisione degli elefanti fossili del Museo Geologico di Bologna (CAPELLINI 1916) descrive il «...dente molare superiore destro, lungo m. 0,21 con quattordici lamine delle quali le due prime anteriori mutilate e le tre ultime posteriori non ancora usate; pel resto è ben conservato e per più riguardi può dirsi interessante» e ricorda che «Questo esemplare ho trovato nella collezione già del Museo di Anatomia comparata, catalogata dal professore Alessandrini col N. 5381» (fig. 1) Qualche tempo dopo, al primo recupero se ne aggiunge un secondo - un frammento di molare di elefante, incrostato di ghiaie e sabbie cementate, riferibile presumibilmente allo stesso orizzonte dell'esemplare descritto in precedenza menzionato in una nota autografa del naturalista Giovanni Giuseppe Bianconi, poi riportata ancora dal Capellini: «...dente fossile trovato nella Collina della Croara, in luogo detto Rio delle gioie, cavato di mezzo allo strato di ghiaia e sabbia che ivi si trova sovrapposto alle marne turchine (bleu); dono del Sig. Canonico Garagnani». (fig. 2).

L'annotazione consente di individuare con discreta precisione come luogo di rinvenimento gli affioramenti di ghiaie e sabbie silicee ancor oggi visibili in alcune scarpate erosive lungo il versante occidentale del Rio Boscarone, nei pressi dell'Abbazia di Santa Cecilia

della Croara. Proprio negli stessi luoghi, escursioni in compagnia di Gabriel de Mortillet e successivamente con l'assistenza dei propri alunni, avevano dato a Capellini l'opportunità di menzionare nel 1861 la presenza di resti di «...ossa lunghe di mammiferi spaccate e rotolate e di alcuni ciottoli con tracce di lavorazione umana».

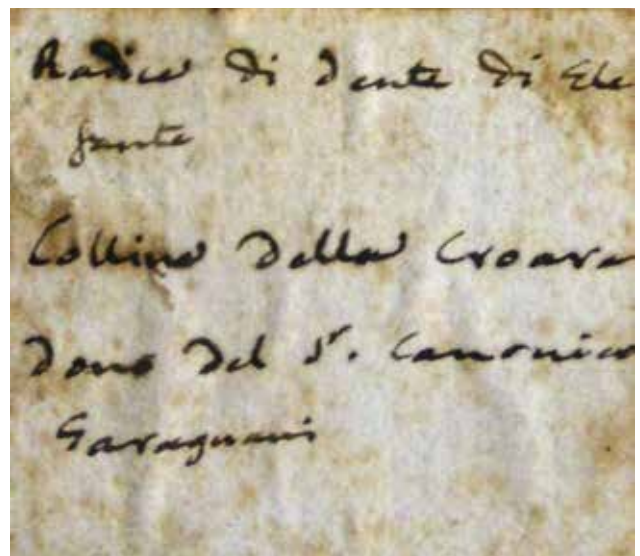


Fig. 2 – Bologna, Museo Geologico “G. Capellini”: cartiglio identificativo che accompagna il fr. di molare di *Elephas antiquus* segnalato da G.G. Bianconi (foto C. Sarti).

Si deve credere che non si sia trattato di casi isolati, infatti tali precoci segnalazioni trovano conferma nelle più recenti indagini stratigrafiche condotte nel fronte di cava Romanina Bianca, sito dislocato da una faglia trascorrente orientata N-S che rigetta di almeno 100 m. la retrostante Formazione Gessoso-Solfifera. La complessa sequenza stratigrafica rilevata è composta da un substrato di sabbie marine pleistoceniche (S.G.I.) coperte in discordanza da depositi continentali. Segue, sempre con contatto discordante, un evento pedogenetico (crostone carbonatico) spesso cm 10-20 contenente fr. carboniosi di tronchi, rami flu-

itati e rari resti faunistici rappresentati da un molare superiore di *Stephanorhinus hundsheimensis*², da un molare di *Elephas antiquus*³ e una tibia molto frammentaria di proboscidato e da un molare di *Equus* sp. (FARABEGOLI *et alii* 1996). La morfologia di quest'ultimo ne orienta l'attribuzione alle piccole forme di *Equus* diffuse fra la fine del Pleistocene Inferiore e l'inizio del Medio (SALA 1996) (fig. 3).

Il livello di provenienza dei fossili, già francamente continentale (Unità di S. Lazzaro della sequenza di FARABEGOLI, ONOREVOLI 1996a), viene collocato nel Pleistocene Medio basale, attribuibile in stratigrafia



Fig. 3 – Romanina Bianca: a) molare di *Stephanorhinus hundsheimensis*; b) molare di *Elephas antiquus*, norma occlusale a sinistra, norma labiale a destra; c) molare di *Equus* sp.; d) fr. di tibia di proboscidato con spessa incrostazione di ciottoli minuti (Archivio Museo "L. Donini").

³ Determinazione di P. Reggiani (2018), secondo il quale la morfologia del secondo molare superiore sinistro (M^2) in particolare per la presenza di un accentuato cingolo linguale, e le sue dimensioni (lunghezza guancia e larghezza mesiale) è pertinente con le caratteristiche attribuite a *Stephanorhinus hundsheimensis* (TOULA 1902), secondo i dati forniti da Fortelius *et alii* (1993). Si tratta di una specie caratteristica del Pleistocene Medio.

⁴ Si tratta di un frammento anteriore di un molare inferiore destro, composto da cinque lamine. Il reperto, determinato da P. Reggiani (2018), si presenta stretto, con le lamine flesse alle estremità laterali in avanti. I valori biometrici, secondo i parametri proposti da Maglio (1973), in particolare la larghezza, la frequenza lamellare e lo spessore medio dello smalto, rientrano nella gamma di variabilità attribuita agli M_3 e M_2 di *Elephas antiquus* Falconer e Cautley, 1847.



Fig. 4 – Romanina Bianca: sezione di scavo con sedimenti del Pleistocene Inferiore-Medio (Archivio Museo “L. Donini”).

paleomagnetica alla base del Bruhnes, ovvero in cronologia assoluta a 0,78 My di anni da oggi (fig. 4). Il quadro ambientale correlato suggerisce un clima temperato umido con vegetazione arborea e boschiva che si accorda con le faune indicate.

La presenza di ossa di grandi mammiferi e testimonianze antropiche, già osservata dal Capellini, è documentata anche in questo sito dove, in un livello sottostante al precedente (Unità di Rio Cosina della sequenza di Farabegoli e Onorevoli (1992), un *lag* ciottoloso spesso circa 10 cm ha restituito un certo numero di manufatti su ciottolo. I reperti litici, praticamente privi di tracce di trasporto idrico, suggeriscono un approvvigionamento in loco di materia prima nell'alveo del paleo-Zena, frequentato dai gruppi umani durante i periodi di magra.

Un'industria analoga è riaffiorata pure in località Bel Poggio lungo la scarpata erosiva occidentale del rio Cavalli, esattamente di fronte alla Chiesa della Croara. Posto nella zona di transizione fra tre ordini di terrazzi intravallivi, sotto il profilo strutturale il deposito è di complessa definizione sia per la presenza di affioramenti che non consentono una ricostruzione dettagliata delle stratigrafie e dei rapporti geometrici relativi, sia per l'intensa tettonizzazione del settore (COSTANTINI, ONOREVOLI 1996).

Nel sito si può osservare un lembo di Sabbie Gialle del substrato ricoperto da un suolo rosso-bruno da cui proviene un tecnocomplesso composto da un importante gruppo di reperti litici. L'insieme, ricavato da ciottoli silicei lavorati *in situ*, annovera centinaia



Fig. 5 – Romanina Bianca: nuclei-*chopper* ricavati da grandi ciottoli di selce (Archivio Museo “L. Donini”).

di schegge, un'alta quantità di calotte e di *débri* e manufatti su ciottolo rappresentati per lo più da nuclei/ciottoli tagliati e da varianti assimilabili morfologicamente a *choppers* uni/bifacciali (FONTANA *et alii* 2004; FONTANA, PERETTO 1996) (fig. 5). Così come l'industria individuata nel sito di Monte Poggiolo (FC), risalente a circa 0,85 My da oggi, queste testimonianze documentano l'insediamento delle prime comunità umane nella piana alluvionale al margine orientale del golfo padano agli esordi del Pleistocene Medio (FARABEGOLI *et alii* 2003) (tab. 1).

Tornando al passato, va riconosciuto a Gabriel de Mortillet (1864) (fig. 6) il merito di aver affrontato per la prima volta, nella memoria dal titolo "*L'époque quaternaire dans la vallée du Po*", la complessa problematica della relazione fra la situazione geostratigrafica e strutturale dell'Appennino e le più antiche presenze umane nell'area padana. L'assenza di industrie nei terreni quaternari, rilevata dall'archeologo in area bolognese, ben fotografa il limitatissimo quadro delle conoscenze sino ad allora acquisite e sottolinea, ancor più, i meriti del Capellini che nella sessione dell'Accademica dell'Istituto delle Scienze di Bologna tenutasi il 3 marzo 1870 descrive una decina di reperti litici scheggiati e levigati di provenienza locale. Conser-



Fig. 6 – Gabriel de Mortillet (Wikimedia Commons).

UNITÀ	FORMAZIONE	SCALA GEOLOGICA	ETÀ ED EVENTI	CLIMA E AMBIENTE	SITI E REPERTI	
Unità di San Lazzaro	Crostone carbonatico e unità soprastanti in discordanza	Pleistocene Medio basale	Base del Bruhnes (0,78 My)	Temperato-umido con vegetazione arborea boschiva	Romanina Bianca: <i>Stephanorhinus hundsheimensis</i> , <i>Equus</i> sp., <i>Elephas antiquus</i> , fr. tibia di proboscidato	Bel Poggio (industria su ciottolo) Romanina Bianca (industria su ciottolo)
Unità di Monte Poggiolo	Canale polifasico con paleosuolo rosso-bruno fersiallitico	Limite fra Pleistocene Inferiore e Medio		Caldo-umido, secco di piana alluvionale		
Unità di Rio Cosina	Argille siltose grigio-verdine alternate a sabbie fini	Parte alta del Pleistocene Inferiore	Matuyama superiore (0,85 My)	Continente, temperato-umido di piana alluvionale		
S.G.I	Sabbie Gialle	Pleistocene Inferiore	Ante Matuyama/Jaramillo (ante 0,99 My)	Litorale	? Croara: <i>Mammuthus meridionalis</i> ; <i>Elephas</i> sp.	

Tab. 1 – Pleistocene Inferiore-Medio: quadro riassuntivo delle successioni crono-geo-stratigrafiche, paleoambientali e antropiche riferite a siti dell'area orientale dei Gessi Bolognesi secondo lo schema paleoevolutivo di Farabegoli, Onorevoli (1998b).

vati nella collezione geologica del Museo della Regia Università felsinea e riprodotti in una bellissima tavola litografica alcuni manufatti, fra i quali si distingue una punta *levallois* in selce rosata, sono agilmente riconducibili al Paleolitico medio. Questi materiali, non certo abbondanti ma di sicuro interesse, offrono il destro al docente per focalizzare l'attenzione su un argomento di squisito carattere paleontologico e al contempo stabilire correlazioni geo-stratigrafiche con i depositi del «*diluvium di Francia e di altre parti d'Europa*» descritti e figurati nei lavori dei più autorevoli paleontologi europei (CAPELLINI 1870) (fig. 7).

Le incursioni del Capellini nel campo della archeologia preistorica, racchiuse in poco più di un decennio (1862 -1877), sono dettate da vari stimoli: dall'Europa giunge l'eco di importanti lavori di impostazione geoarcheologica, mentre in ambito locale “rincorre” le meticolose e ineccepibili ricerche di Giuseppe Scarabelli attivo nel vicino territorio imolese e autore dei primi fondativi lavori di valore nazionale sulla nascente disciplina paleontologica (SCARABELLI 1850).

Non si intende in questa sede approfondire o ripercorrere quanto è emerso nell'ultimo ventennio grazie ai numerosi saggi sulle origini delle scienze preistoriche in ambito emiliano orientale. Ci si riferisce, ad esempio, ai contributi pubblicati in occasione delle

celebrazioni scarabelliane promosse dai Musei Civici di Imola, nei quali emerge l'importanza storica delle ricerche perseguite dallo studioso, ma anche la profonda impronta metodologica da lui lasciata, e non solo a livello locale (CIANCIO 1996; PACCIARELLI 1996a; PERONI 1996; VAI 2003; TARANTINI 2009; GUIDI 2009).

Per tornare rapidamente entro confini territoriali di questo lavoro, è obbligo sottolineare come le note di Capellini affidate alla stampa nella ricordata monografia del 1870 non porteranno a ulteriori esiti. Impegnato a far fronte ai doveri che il ruolo istituzionale gli impone (VITALI 1984; TORACCA 1993; VAI 2003), impegnatissimo nel progetto di costituzione del grande museo che oggi porta il suo nome e, al contempo, “attratto” da altri e a lui più vicini interessi geologici e paleontologici, Giovanni Capellini torna a fare riferimento alla Croara e alle selci preistoriche ivi rinvenute solo in occasione dei congressi di antropologia e archeologia preistoriche che si tengono in varie città europee (CAPELLINI 1876, p. 804).

«*Quant aux silex [ndr. i manufatti litici della Grotta del Farneto], il n'y avait pas de difficulté à reconnaître qu'ils avaient été tirés de tout près, du terrain diluvien de la Croara, à propos duquel je renvoie les géologues à mon premier Mémoire sur les instruments de l'âge de la pierre du Bolonais, car c'est dans ce mémoire que j'ai traité des dépôts quaternaires de cette région, notamment de la Vallée du Reno, qui se trouvent aussi à une assez grande hauteur sur les collines de la Croara, de Ronzano et de Pragato [sic!]. M. Prestwich a vu depuis avec intérêt ces mêmes dépôts avec moi à la Croara et notre savant confrère, M. Desor, a été bien surpris, il y a quelques mois seulement, de les voir aussi à Ronzano*».

In questo vitale tessuto, che si autoalimenta con la passione dei protagonisti, vediamo inseriti anche Michele Gortani (fig. 8), chiamato nel 1906 da Giovanni Capellini all'Istituto Geologico di Bologna come assistente conservatore (in seguito professore ordinario e Direttore dell'Istituto medesimo) e il naturalista e speleologo Franco Anelli, prima in forza all'Istituto Italiano di Speleologia di Postumia, poi dal 1948 professore incaricato di geografia fisica presso la facoltà di Scienze Naturali dell'Università di Bari.

Un fitto carteggio, in gran parte inedito, restituisce il profondo legame che Luigi Fantini, nel pieno dell'attività esplorativa geo-speleologica, istituisce con questi personaggi, legame che gli consente di allargare i propri orizzonti conoscitivi per l'enorme quantità di dati, informazioni scientifiche e suggerimenti che convergono sulla sua persona. Per merito di Gortani, ad esempio, si aprono le porte della biblioteca del Museo universitario ove accede alle opere dell'erudito



Fig. 7 – Giovanni Capellini. (Teramo, Archivio Fotografico della Biblioteca Provinciale “Melchiorre Delfico”).



Fig. 8 – Foto di gruppo dei primi anni Trenta con Luigi Fantini (primo da sinistra), Michele Gortani e Tino Lipparini (rispettivamente terzo e primo da destra) (Archivio G.S.B.- U.S.B.).

naturalista Serafino Calindri (1781), di Olinto Marinelli (1905), di Giorgio Trebbi (1926), ai fascicoli della Rivista Italiana di Speleologia curati dal medesimo Gortani a partire dal 1903, e alla vasta bibliografia paleontologica e paleontologica di Giovanni Capellini (PRECURSORI 1995).

Croara 1927.

“... schegge ovunque...”. La scoperta del Paleolitico medio

Come suggestivamente racconterà ne *I primi ritrovamenti paleolitici nel Bolognese* (FANTINI 1957), pur impegnato nelle indagini del sistema carsico gessoso, Luigi Fantini si accosta definitivamente alla paleontologia nel 1927, per merito anche della monografia capelliniana.

Seguendo le orme del Capellini, rintraccia i primissimi reperti di tipologia musteriana nei suoli pleistoce-

nici, dilavati e incisi dai lavori agricoli, che affioravano nell'area sovrastante il grande bacino erosivo della Dolina della Spipola (podere Pizzicarola/Castello/Casetto). Di questa iniziale fase di ricerca (NENZIONI 1995) rimangono tracce in alcuni documenti fotografici, *in primis* nella bella lastra riprodotte una “tavoletta” di sapore ottocentesco con cartiglio e didascalia autografa (1927 «*Diaspri e Selci Scheggiate Paleolitiche della Croara*») su cui è fissata una ventina di schegge frutto delle primissime prospezioni⁴ (fig. 9). Alcuni esemplari vengono in seguito affidati all'abile mano del nipote Enrico, valente grafico professionista che in alcune tavole disegnate, mai pubblicate, ritrae una serie di schegge del podere Pizzicarola. Altri materiali sono frutto dell'intensa attività esplorativa condotta all'interno del sistema carsico. Le numerose testimonianze litiche rinvenute nei depositi di ghiaie «*dell'Acqua Fredda ad un Km. circa dallo sbocco alla Siberia*» trovano spazio nella prima opera a stampa dedicata al

⁴ Fernando Malavolti (1949-50) ubica il podere Pizzicarola, ricordato da L. Fantini come zona di raccolta delle prime testimonianze paleolitiche, nell'estremo limite meridionale della formazione dei Gessi sul crinale tra la valle del Savena e la piccola valle chiusa di Monte Calvo. Come peraltro rilevato dal ricercatore modenese, Fantini comprende con questa definizione toponomastica anche la porzione meridionale del podere Castello prospiciente via Madonna dei Boschi, da cui proviene gran parte dei reperti paleolitici da lui descritti.

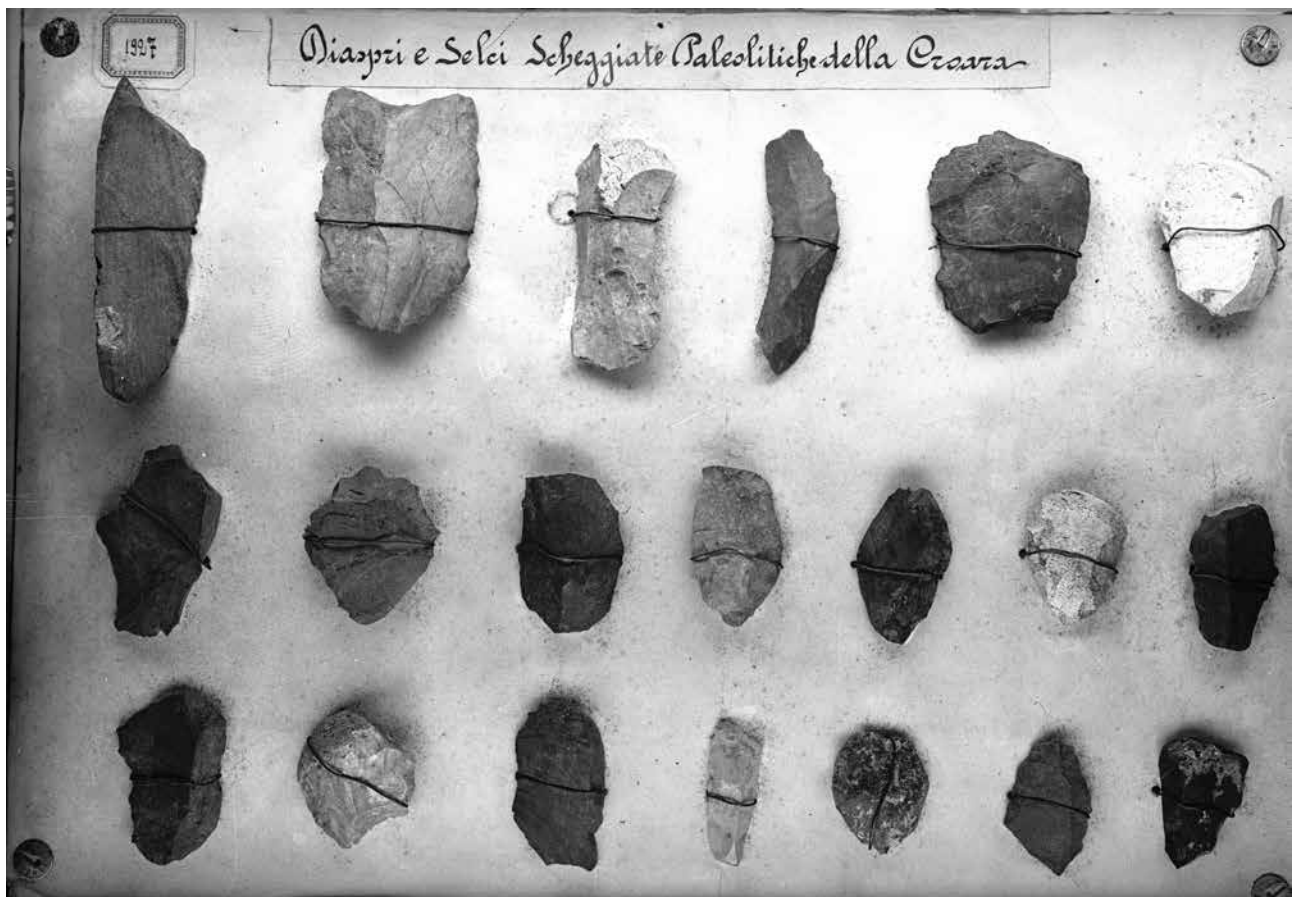


Fig. 9 – Primi reperti paleolitici raccolti nel 1927 da Luigi Fantini alla Croara (lastra L. Fantini, scansione C. Busi).

carsismo bolognese:

«...infatti, dopo un breve tratto di discesa, ecco le sue acque scorrere rapide attraverso un largo alveo in forte pendenza, fiancheggiato da alti argini costituiti da grossi ciottoli, molti dei quali silcei, nonché da ghiaie frammiste a sabbia e melma, del quale materiale è ingombro letteralmente anche il letto del torrente. Fu appunto in questi depositi d'alluvione, provenienti in gran parte dall'esterno che recentemente lo scrivente, unitamente al prof. Tino Lipparini, nel corso di ricerche scientifiche allo scopo di rintracciare possibili giacimenti paleolitici, dei quali si era venuti in sospetto per aver ritrovato schegge appartenenti all'uomo "mousteriano", si scoprirono utensili del paleolitico inferiore (Chelleano) e medio (Mousteriano)» (FANTINI 1934).

Dai cartigli o scritte autografe (es: «*Campo davanti Spipola...29 settembre 1957*», «*Cave Ghelli 16-2-58*», «*T. da Renzino - zona Plebusa Podere Giovannina 26-8-1956*») apposte sui reperti conservati presso il Museo "L. Donini", alcuni giunti per generoso volere di Cesare Saletta (fig. 10), altri appartenenti all'ex collezione di A. Mazzuchelli, apprendiamo che gli itinerari di ricerca - Cave Ghelli, Miserazzano, Buco dei Buoi, il Casetto, Buca della Pispola, podere Castello, Dolina di Budriolo, Cave Fiorini - si irradiano progressivamente verso oriente, dove affiorano i depositi del Pleistocene Medio-Superiore, profondamente incisi dal Rio Boscarone.

Il repertorio curato da Renato Scarani (1963) registra puntualmente tutte le segnalazioni fantiniane⁵. Le località di raccolta comprendono l'intero versante Mi-

⁵ Renato Scarani nella compilazione del repertorio dei siti acquisisce direttamente da Luigi Fantini tutte le informazioni sui depositi paleolitici dell'area bolognese sino ad allora inediti. Il repertorio a tutt'oggi rimane il documento più analitico per ricostruire gli itinerari di ricerca sul campo di Fantini. Per limitarci alle segnalazioni correlate con i Gessi Bolognesi, Scarani registra nelle schede (cfr. 113 P Grotta della Pispola, 115 P Dolina del Budriolo, 116 P Cave Ghelli, 118 P Podere Castello, 119 P Ca' Pizzicarola, 120 P Buca della Pispola, 120a P Podere Palazzo, 121 P Miserazzano, 124 P Ca' del Cucco, 126 P Coralupi) i siti di raccolta, per lo più concentrati nel distretto della Croara. È interessante riscontrare che le località citate trovano puntuale rispondenza con il nucleo di materiali in deposito presso il Museo Donini.

serazzano-Acquafredda-Spipola sino a raggiungere, più a oriente, le unità relative al sistema Calindri-Osteriola-Farneto. Si tratta di un quadrante territoriale dove le ampie superfici del 7° - 8° ordine terrazzato *sensu* Farabegoli, Onorevoli (1996a) sono riconducibili nel settore SO al paleo-corso del torrente Savena, con relativi sottosistemi minori, e nel settore SE al paleo-corso del torrente Zena. Chiudono la serie suoli limosi-argillosi di argine/tracimazione e locali lembi (male o per nulla conservati) di *loess*, spinti all'interno dell'Appennino durante le condizioni climatiche arido-fredde tipiche del Pleistocene Superiore. Da questi ultimi sedimenti potrebbe provenire originariamente parte dei reperti che oggi si rinvencono variamente dislocati dalle azioni gravitative-erosive di versante o convogliati all'interno dell'importante apparato carsico della zona. Fenomeni di erosione e risedimentazione di tali suoli, favoriti dall'ambiente a steppa presente durante l'UMG - Ultimo Massimo Glaciale, sono stati identificati anche nel deposito di ex Cava a Filo (PARONUZZI *et alii* in questo volume).

I tecnocomplessi musteriani individuati da Fantini denotano uno stato fisico fresco e patine di alterazione, più o meno accentuate, con tonalità varianti dal grigio al beige. Un limitato gruppo di manufatti "storici" fantiniani scampati alla dispersione (una trentina di esemplari ricavati da siltiti silicizzate e in minore misura da ciottoli silicei) rientra nella categoria delle schegge, alcune di prima intenzione - in particolare schegge/lame *levallois* - con talloni per lo più faccettati e diedri. La trasformazione dei supporti del *débitage* tramite ritocco vede una netta prevalenza dei raschiatoi, con i tipi semplici ad andamento convesso e rettilineo. Si segnalano inoltre nuclei *levallois* ricorrenti uni-bidirezionali ricavati da supporti medio-piccoli di siltite e selce. Meno rappresentati i tipi a scheggia preferenziale.

L'unico esempio di bifacciale si deve alle ricerche amatoriali del gruppo P.A.S.S. (Pattuglia Archeologica Speleologica "Scout", in seguito "Scientifica") che seguiva, nel pieno degli anni '50 del secolo scorso, le orme di Fantini (fig. 11). Proviene dal settore medio-alto (q. m 200) della scarpata erosiva SO della Dolina della Spipola associato ad alcune schegge *le-*



Fig. 10 – Scatola metallica che custodiva alcuni reperti riprodotti nella fig. precedente (Archivio Museo "L. Donini").

vallois. L'utensile ha forma sub-triangolare appuntita (13,9x7,8x3,9), sezione piano-convessa e margini rettilinei che assumono verso la base andamento convesso/concavo-convesso. La presenza di piccole porzioni corticate su entrambe le facce indizia l'impiego di un ciottolo piatto di siltite molto compatta (NENZIONI 1996)⁶.

Nell'area bolognese orientale tecnocomplessi simili, attribuiti a una fase di pieno sviluppo del Paleolitico medio, provengono dai paleosuoli policiclici e dai *loess* di copertura degli apparati di conoide e dei margini terrazzati pedeappenninici relativi al sistema Savena-Zena-Idice (podd. Bellaria, Scornetta, Due Pozzi, Pescatore Piccolo: NENZIONI, ZIELO 1996; BIAGIOLI *et alii* 1996; MILLIKEN *et alii* 1996; FONTANA, PERETTO 1996b). Verso est, nel comparto Quaderna-Sillaro affiorano in analoghe condizioni giaciture (deposti limosi e *silt* di origine eolica soggetti a pedogenesi),

⁶ I reperti paleolitici citati in questo contributo sono direttamente riconducibili alle ricerche di Luigi Fantini nell'area della Croara. Come è noto, e viene rimarcato dallo stesso ricercatore in diverse sedi, gran parte di queste collezioni, già depositate presso il Museo Geologico "G. Capellini" di Bologna in attesa di studio, andarono disperse in circostanze ignote. Un piccolo segmento (4 ess.) dei materiali qui presentati fa parte della collezione Fantini conservata presso il Museo sanlazzarese, un altro limitatissimo gruppo era stato dato in custodia a Cesare Saletta dal nipote Enrico Fantini, il rimanente - siglato dallo stesso Fantini o accompagnato da cartigli di attribuzione - proviene dalla raccolta Mazzuchelli.

Ai materiali fantiniani si può aggiungere il piccolo insieme che il Museo "L. Donini" ha ereditato dal Museo della Croara, quale frutto delle prospezioni giovanili dello stesso Donini, di A. Fasano, A. Cappelletti e altri aderenti alla P.A.S.S.; questi reperti sono stati oggetto di una scheda descrittiva presentata alla XXIII Riunione Scientifica I.I.P.P. di Firenze (NENZIONI VANNELLI 1982).



Fig. 11 – Dolina della Spipola: bifacciale del Paleolitico medio (Archivio Museo “L. Donini”).

ma in genere risultano associati a una maggiore percentuale di bifacciali (podd. S. Francesco, Palazzina, Cà S. Carlo, Peverella (Quaderna) e podd. Ca’ Rio, Mascarelle, Valsino, Palazzina ecc. (Sillaro) (FONTANA *et alii* 2017).

In base al loro rapporto con le strutture terrazzate sono riferibili all’Unità del Bellaria/B6, ampiamente diffusa lungo tutto il margine appenninico-padano orientale (FARABEGOLI, ONOREVOLI 1996a, 1996b, FARABEGOLI, ONOREVOLI 1998a, 1998b, 1998c; FARABEGOLI *et alii* 2003, LENZI, NENZIONI 1996, LENZI 2017) (tab. 2). Nella porzione occidentale della regione complessi rinvenuti nei *loess* di età pleistocenica superiore, come nel sito di Ghiardo (RE), hanno datazioni riconducibili al MIS 4 - MIS 3 e quindi, almeno in parte, correlabili a fasi culturali mature del Paleolitico medio (CREMASCHI *et alii* 2015, 2017).

Croara 1933.

Luigi Fantini, Tino Lipparini, Fernando Malavolti

A partire dal 1933 affianca Luigi Fantini, fino a divenire il suo principale referente scientifico, Tino Lipparini (fig. 8), affiliato al Gruppo Speleologico, incaricato fra il 1932 e il 1936 dei corsi di paleontologia presso le Università di Bologna e Torino. Tracce di questa collaborazione affiorano nei taccuini redatti con puntuale precisione da Fantini, ricchi di note rivelatrici dello spirito di freschezza che ne anima l’operato:

«...portato al Dott. Lipparini ½ tascapane di schegge silicee, rinvenute il 31 dicembre 1933 alla grotta di Gai-bola, ove assieme a Cioni facemmo raccolta di cristalli e di pipistrelli per il Prof. Menozzi».

La giacitura dei tecnocomplessi, così capillarmente censiti da Fantini, diventa materia di alcuni saggi in-

UNITÀ	FORMAZIONE	SCALA GEOLOGICA	ETÀ ED EVENTI	CLIMA E AMBIENTE	SITI E REPERTI
Unità del Bellaria	Sabbie siltose, <i>silt</i> di piana alluvionale e <i>silt</i> di origine eolica (<i>loess</i>) terrazzati (6° ordine), coperti da un paleosuolo rosso-bruno/giallo oca (cfr. paleosuolo lisciviato a <i>pseudogley</i>)	Fasi finali del Pleistocene medio	MIS 6 (210000 -130000 BP)	Condizioni continentali, clima arido-freddo corrispondente a un periodo glaciale Copertura vegetale steppica ad <i>Artemisia</i> e steppa arborata	- Cave Ghelli/Prete Santo: industria litica <i>in situ</i> (LIPPARINI 1936) - Ca’ Pizzicarola, Miseraz-zano/ Podere Casetto, Dolina della Spipola (industria litica di superficie) - Buco dei Buoi, Grotta della Spipola, Dolina del Budriolo, Cava Fiorini, (industria litica fluitata nel sistema carsico)

Tab. 2 – Quadro riassuntivo della situazione crono-geo-stratigrafica, paleoambientale e antropica riferita a siti dell’area orientale dei Gessi Bolognesi durante le fasi finali del Pleistocene Medio secondo lo schema paleoevolutivo di Farabegoli, Onorevoli (1998b).

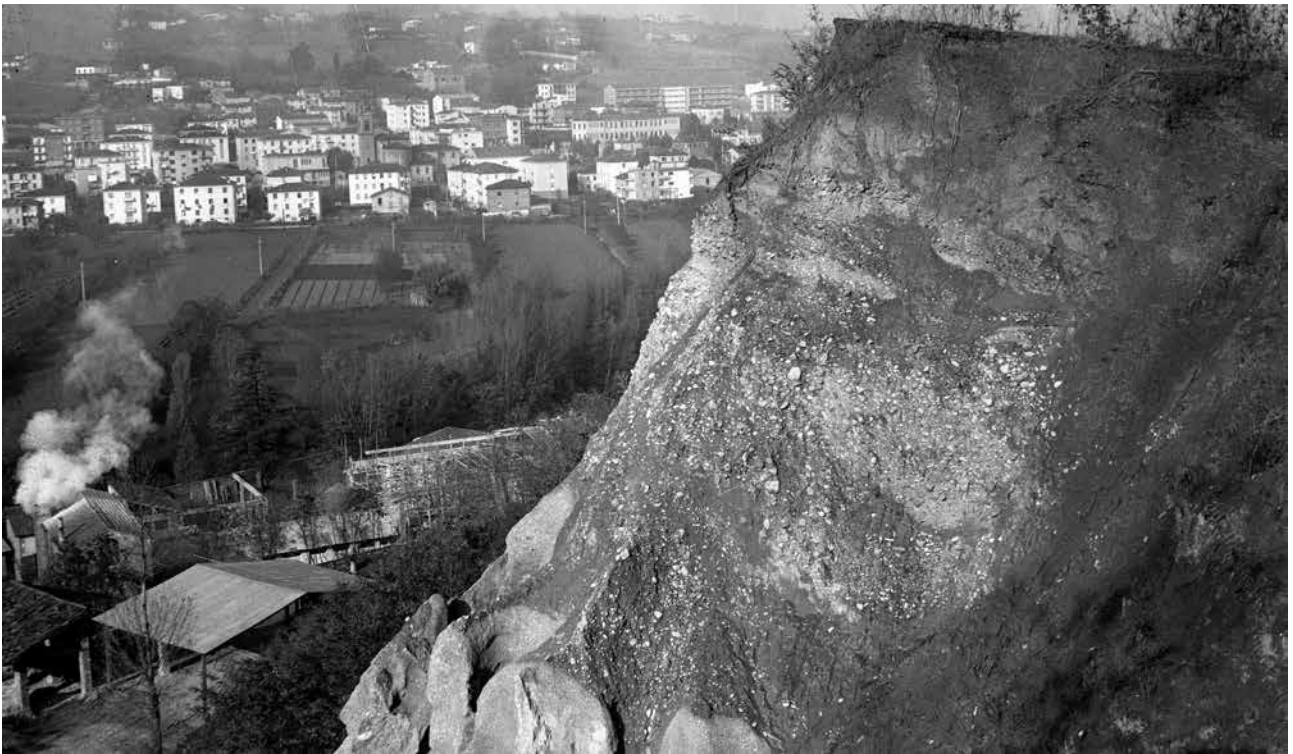


Fig. 12 – Cave Ghelli intorno agli anni Cinquanta: in evidenza il contatto fra gessi e depositi terrazzati del T. Savena (lastra L. Fantini - scansione C. Busi).

centrati sul rapporto intercorrente fra l'ordine dei terrazzi fluviali e la loro relazione con le testimonianze paleolitiche (LIPPARINI 1933, 1935).

Nel 1936 il geologo consegna agli *Atti della Società Italiana del Progresso delle Scienze* il resoconto di uno «scavo razionale» (LIPPARINI 1936, 1938) condotto a destra della valle del Savena su una sezione esposta in località Prete Santo venuta alla luce in seguito agli sbancamenti prodotti dalle Cave Ghelli per liberare la vena del gesso dai soprastanti depositi quaternari (fig. 12).

Gli accertamenti stratigrafici permettono a Lipparini di rilevare una serie tardo-pleistocenica limitata inferiormente da un crostone alabastrino che segna il limite di passaggio alle argille riferite dubitativamente al Pleistocene antico. Non abbiamo riscontri sul centinaio di reperti litici recuperati nell'occasione che l'Autore attribuisce, in base alla giacitura, al Paleolitico superiore e medio. Sempre nel brevissimo saggio, egli si sofferma sulle unità terrazzate della Croara dove «*intagliati*» sul fianco della valle prospiciente il torrente Savena rileva i «*terrazzi del Rissiano e del Würmiano*». La relazione deve destare un qualche interesse nella comunità scientifica dell'epoca se Ugo Rellini, figura di spicco della paleontologia nazionale, entra nel merito della scoperta sulle pagine del «*Bullettino di Paleontologia Italiana*»

«*Il prof. Tino Lipparini, dell'Istituto Geo-paleontologico dell'Università di Torino, ha eseguito uno scavo stratigrafico sul fianco destro della valle del Savena... raccogliendo in situ alcune centinaia di schegge musteriene...*».

Il paleontologo ricorda con interesse come Lipparini attribuisca questa industria musteriense al periodo würmiano, il che la porrebbe in perfetto parallelo con la situazione stratigrafica dei litocomplessi musteriensi già noti, ma rammarica l'assenza di paleofauna che consentirebbe di confrontare i reperti bolognesi con quelli marchigiani raccolti dallo stesso Rellini su un terrazzo del medio corso del torrente Cesano in associazione con resti di megacero.

Il sodalizio fra Lipparini e Fantini è destinato a cessare definitivamente in quello stesso anno, quando lo studioso assume la responsabilità del Servizio Geologico libico e del Museo di Storia Naturale della nuova colonia italiana in Africa. Ma già prima di allora il loro rapporto aveva registrato qualche incrinatura, almeno da parte di Fantini, che neppure troppo velatamente aveva manifestato disappunto per non aver ottenuto il promesso studio delle sue «fatiche» paleontologiche. Il contributo offerto dalle ricerche del Fantini alla definizione crono-stratigrafica delle unità strutturali pleistoceniche dell'Appennino sarà comunque ampiamente riconosciuto da Lipparini, con diversi richiami

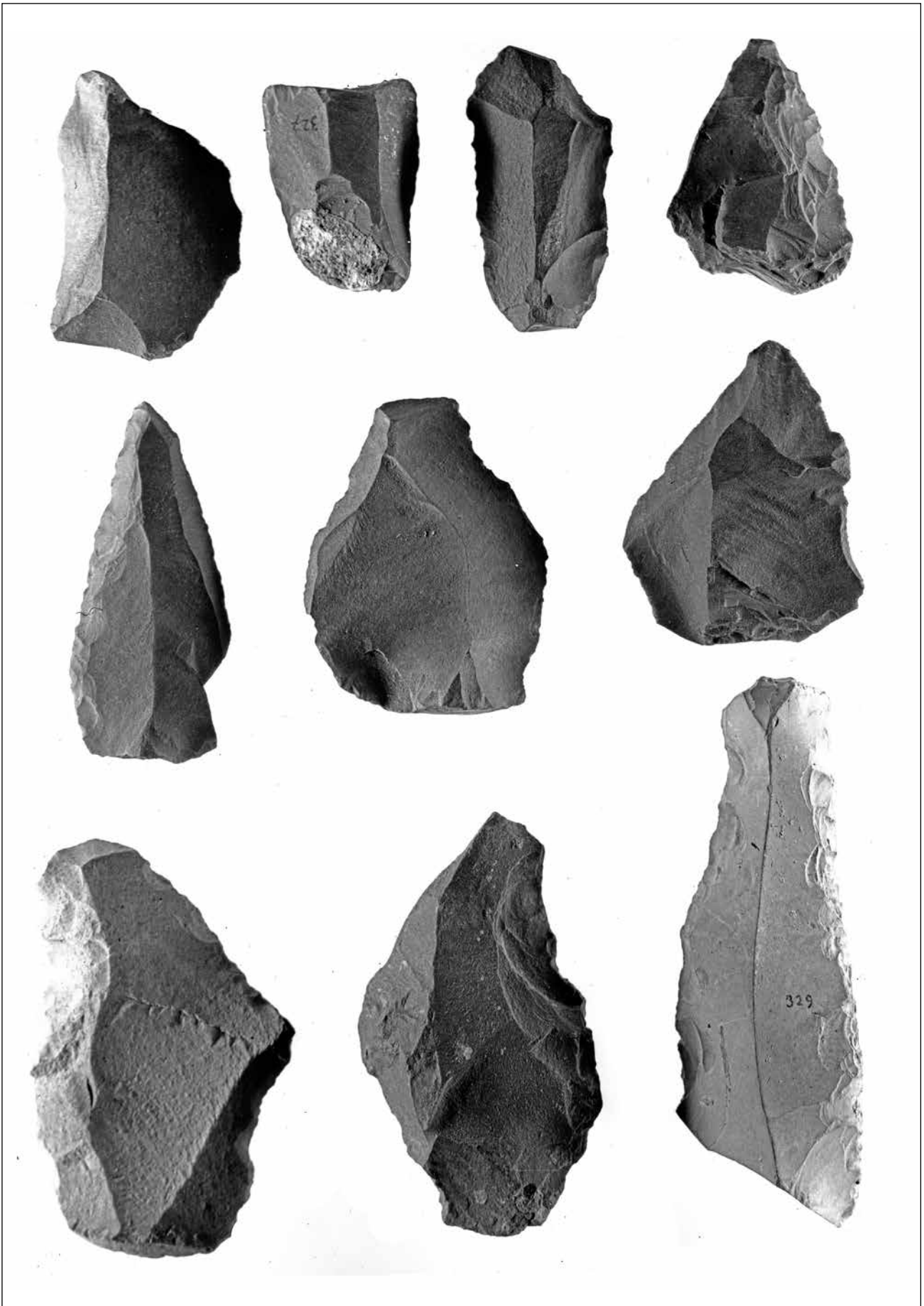


Fig. 13 – Manufatti del Paleolitico medio raccolti da Luigi Fantini nel 1933 (locc. Pizzicarola, Cave Ghelli, Spipola) (lastra L. Fantini - scansione C. Busi).

e citazioni, al momento della stesura del Foglio 87 - Bologna della Carte geologiche nazionali, cui attende fra il 1940 e il 1968 per incarico del Servizio Geologico di Stato (LIPPARINI 1966).

Nel 1934 anche Fernando Malavolti, aderente al Gruppo Grotte Modena, sulla scia delle ricerche multidisciplinari che investono l'area carsica a est di Bologna, si accosta a Luigi Fantini. Malavolti, che con la futura moglie Elda Adani attiva una sezione paleontologica all'interno del GUF (Gruppo Universitario Fascista), svolge nel periodo prebellico un preziosissimo lavoro di ricerca fra Emilia occidentale e orientale equamente ripartito dal punto di vista disciplinare fra carsologia, geospeleologia e paleontologia, materia nella quale conseguì nel 1954, pochi mesi prima della prematura scomparsa, la libera docenza presso l'Università di Bologna (PRECURSORI 1995).

Nel consegnare alle stampe nel 1948 il primo numero di "Emilia Preromana", rivista di diffusione scientifica del Centro Emiliano di Studi Preistorici (CESP), Malavolti raggiunge uno dei principali e dichiarati obiettivi, ovvero ospitare una ricca selezione di contributi (dalla semplice nota alle trattazioni puntuali e descrittive di largo respiro), e dare loro visibilità attraverso uno strumento animato e impreziosito dagli apporti scientifici dei principali promotori degli studi pre-protostorici emiliani.

Spinto da molteplici interessi, nel secondo fascicolo della rivista (sezione III. Note Museografiche) Malavolti descrive una trentina di manufatti della collezione Fantini provenienti da alcune località carsiche delle vallate del Savena e Zena: Prete Santo, Buco della Pispola, Cà Pizzicarola e Coralupi (fig. 13). Nella relazione del paleontologo modenese affiora, ammantato, un velo di delusione circa la qualità del campione esaminato. Non tutti i materiali, eterogenei come patina e stato di conservazione, hanno spiccati caratteri tipologici: il gruppo più interessante, a spigoli vivi e leggera patina grigiastria, attribuito al Paleolitico medio, testimonia l'adozione di metodi *levallois*. Fra questi spicca una punta *pseudolevallois* e la ben nota punta di Cà Pizzicarola riprodotta negli stessi anni in alcuni contributi dedicati alla paleontologia bolognese (FANTINI 1954; MALAVOLTI 1949-1950, LEONARDI, BROGLIO 1962).

La lunga esperienza acquisita sul campo e il progressivo ampliamento degli areali di ricerca, che dalla zona nucleare della Croara si estendono verso i numerosi depositi pleistocenici ubicati sui margini appenninici a ovest e, con ben maggiore estensione, a est di Bologna, segnano la stagione nella quale Fantini si allontana dall'altopiano gessoso che gli aveva restituito i primi materiali paleolitici (NENZIONI 1995).

La vastità del suo operato e l'imponenza delle colle-

zioni che in buona parte, per sua espressa volontà, vanno a rimodellare la sezione di alta preistoria del Museo Civico Archeologico di Bologna, favoriscono il contatto, non sempre sereno ma stimolante e proficuo sotto il profilo intellettuale, con i principali artefici della paleontologia italiana: Paolo Graziosi, Antonio Radmilli, Arturo Palma Di Cesnola, Alberto Carlo Blanc e Piero Leonardi (NENZIONI, LENZI 2015a).

La serie del Prete Santo descritta da Lipparini, non più verificabile per la completa distruzione del contesto stratigrafico ad opera del progressivo avanzamento del fronte di cava e a causa della dispersione dei materiali, sembra richiamare la più articolata sequenza del Pleistocene Superiore di Monte Croara-Cava I.E.C.M.E. ascrivibile in base a recenti datazioni radiometriche su campione osseo (tab. 4: campione GrA-52969), a un momento centrale dello Stage 3, intorno a 44000-43000 anni dal presente, corrispondente in ambito europeo meridionale a una lunga fase a clima instabile temperato-freddo, caratterizzato da repentine variazioni termiche. Il quadro ambientale descritto da Massarenti *et alii* e Marchesini *et alii* in questo volume, peraltro compatibile con la sedimentazione del *loess* per le condizioni arido-fredde a steppa dell'ultima glaciazione, permette di documentare la frequentazione dei primi margini appenninici, popolati da grandi erbivori quali *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus*, da parte degli ultimi gruppi di cacciatori del Paleolitico medio, ancora in possesso di metodi *levallois*.

Le indagini sistematiche furono avviate sul sito nel



Fig. 14 - Cava I.E.C.M.E.: particolare dell'Inghiottitoio A nel 1976 (Archivio Museo "L. Donini").

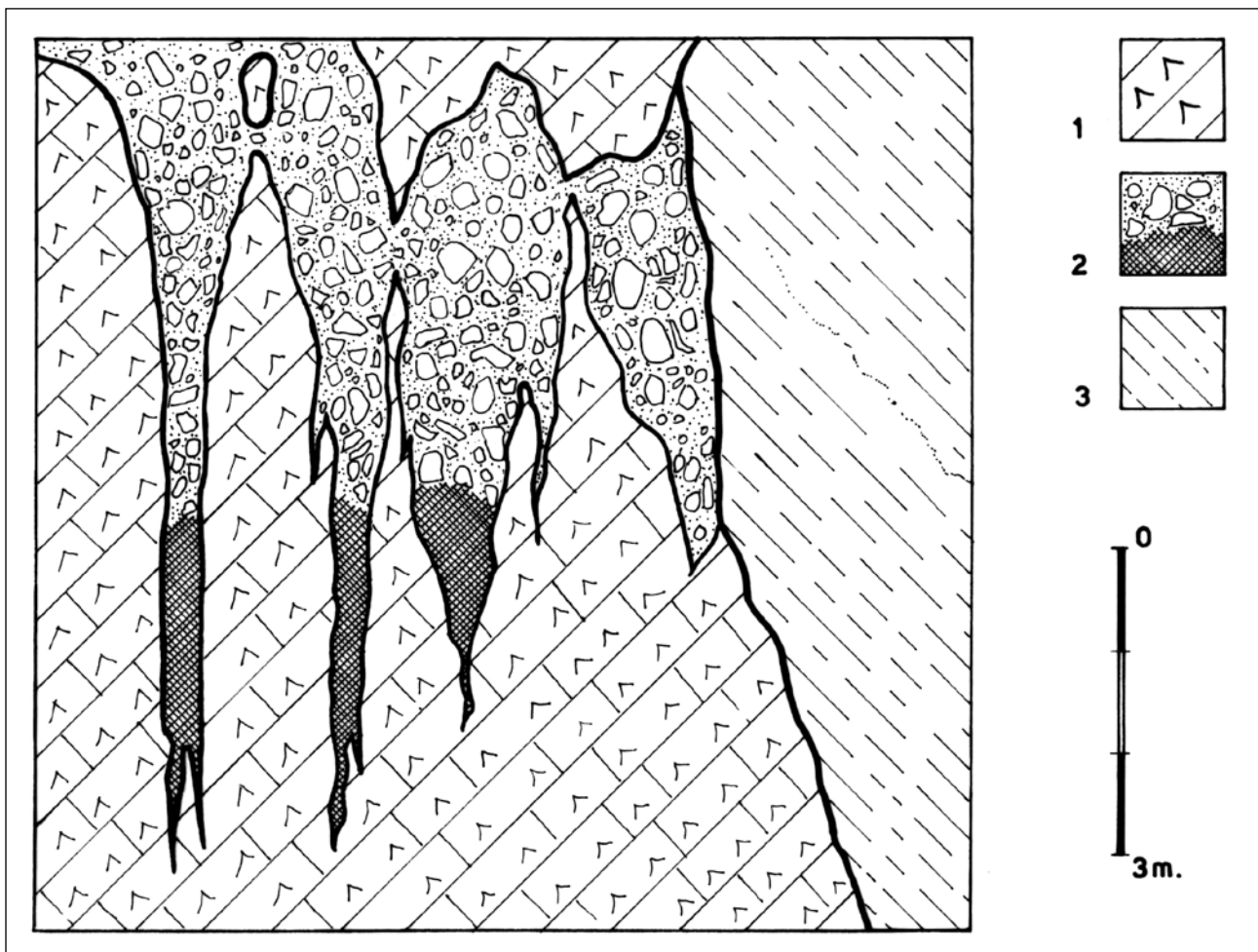


Fig. 15 – Cava I.E.C.M.E.: sezione stratigrafica dell’Inghiottoio A - 1) gesso; 2) riempimento ciottoloso, talora cementato contenente faune e manufatti del Paleolitico medio; 3) riempimento argilloso (disegno F. Scaglioni - Archivio Museo “L. Donini”).

1973 dal Dipartimento di Scienze Geologiche e Paleontologiche dell’Università di Ferrara, a seguito della ripetuta osservazione di frammenti faunistici e reperti litici nei cumuli dei detriti riversati nel settore di cava prospiciente la valle chiusa dell’Acquafredda⁷. La relazione fra tali materiali e riempimenti a matrice simile ancora in posto sul fronte meridionale di cava, poco al di sotto della cima (m 281 s.l.m.), permise di individuare in tre inghiottitoi (A-B-C) un’associazione di pollini, faune e industrie in discreto stato di conservazione (Bisi *et alii* 1977) (fig. 14).

Particolarmente abbondanti nell’Inghiottoio A, le testimonianze erano contenute nell’unità pedo-stratigrafica più antica costituita da sedimenti limo-sabbiosi, limi fini e argille delle intercalazioni marnose dei

gessi, e sedimenti a scheletro grossolano in massima parte costituito da ciottoli derivati dallo mantellamento delle Sabbie Gialle e dai sovrastanti depositi ghiaiosi, alterati da fenomeni pedogenetici medio-pleistocenici (fig. 15).

Il complesso litico recuperato è composto complessivamente da 144 manufatti ricavati da un assortimento litologico (siltiti silicizzate e selci) in antico reperibile un po’ ovunque nelle coltri superficiali del Monte Croara, come attestano i numerosi riempimenti carsici ricchi di tali materie prime demoliti dai lavori estrattivi. I diametri medio/medio-piccoli dei supporti hanno determinato l’applicazione di metodi di *débitage* diversi: prevale l’approccio opportunistico affiancato da una produzione *levallois* e laminare non

⁷ La segnalazione dei reperti in questione si deve ai membri dell’Antiquarium della Croara, che aveva sede presso il chiostro dell’Abbazia di Santa Cecilia, suggestivo complesso storico che sorge a poche centinaia di metri a valle di Monte Croara. In questa sede vengono riproposti alcuni documenti fotografici inediti di queste ricerche custoditi nell’archivio del Museo della Preistoria “L. Donini”.



Fig. 16 – Cava I.E.C.M.E., Inghiottitoio A: nuclei *levallois* in ftanite e selce (Archivio Museo “L. Donini”).

abbondante ma di buona qualità (BISI, PERETTO 1985; BISI *et alii* 1996).

Particolarmente ricco risulta l’Inghiottitoio A con 128 reperti: 98 fra prodotti/sotto-prodotti del *débitage*, 7 strumenti su scheggia, 2 *chopping-tool* e 25 nuclei. L’analisi dei 101 reperti su scheggia ha evidenziato la presenza di metodi *levallois* (una serie di schegge e 2 punte fr.). Tra i talloni (interi + fr.) prevalgono i lisci (30,7%) seguiti dai puntiformi (13,7%) e dai diedri e faccettati con percentuali coincidenti (11,9%).

La componente strumentale conta prevalentemente raschiatoi semplici convessi a ritocco marginale o profondo, alcuni denticolati e una serie di ciottoli lavorati assimilabili morfologicamente a *choppers* bifacciali. Fra i nuclei spiccano 8 esemplari *levallois* centripeti (di ottima fattura, alcuni molto sfruttati) ricavati anche da supporti silicei di non grandi dimensioni⁸ (fig. 16).

Non è questa l’unica “finestra” paleontologica dischiusa dalla Cava I.E.C.M.E. Infatti, la prosecuzione dell’attività industriale lungo il versante nord-occidentale ha fatto riaffiorare nel piano di coltivazione superiore altre morfologie carsiche fossili. In particolare, nell’inghiottitoio individuato come SIA (fig.

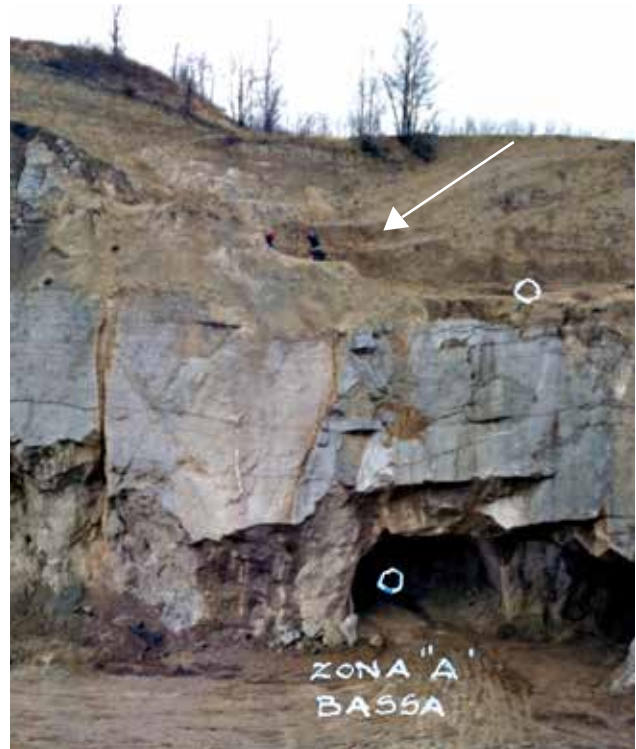


Fig. 17 – Cava I.E.C.M.E.: l’Inghiottitoio A, ancora in galleria, nel 1974. Sul fronte alto di cava è visibile il sito SIA (Archivio Museo “L. Donini”).

⁸ In attesa di una revisione del complesso litotecnico di Cava I.E.C.M.E., comprensivo anche dei recuperi effettuati nell’Inghiottitoio A post 1977, si può citare l’associazione, a cronologia quasi parallela testimoniata nella Grotta Fumane (Monti Lessini -VR) strati A6-A5+A6 (44052±716 cal BP; 45147±839 cal BP; 43832±641cal BP), fra un’industria a forte componente *levallois* e resti faunistici di megacero e bisonte.



Fig. 18 – Cava I.E.C.M.E., Inghiottitoio SIA: lama di grandi dimensioni in silt silicizzato attribuibile al Paleolitico superiore (Archivio Museo “L. Donini”).

17) una trincea (zona E) ha consentito di campionare nei limi sabbioso-argillosi e sabbiosi un insieme di manufatti, marcatamente diversi da quelli descritti in precedenza. L'orientamento verso un *débitage* di tipo laminare, con elementi anche di notevoli dimensioni (fig. 18), la presenza fra gli strumenti di grattatoi, troncatore, bulini, unitamente all'impiego del ritocco a dorso, potrebbe collocare l'insieme nel novero delle industrie gravettiane e/o epigravettiane. La datazione radiometrica, in corso di esecuzione,

associata ai dati paleovegetazionali potrà confermare o meno tale valutazione preliminare, supportata anche dalla presenza di litotecnica ottenuta da Scaglia rossa marchigiana, tratto distintivo quest'ultimo che in ambito regionale accomuna diversi tecnocomplessi del Paleolitico superiore.

Il sito Cava I.E.C.M.E. - Inghiottitoio SIA potrebbe inscrivere - se letto insieme ai vicinissimi depositi di Monte Castello/ex Cava a Filo⁹ e Cava Fiorini - nello scenario paleoecologico originato dall'intersezione dei paleosistemi idrici con la barriera gessosa di Monte Croara/Monte Castello/Budriolo.

Croara 1957.

Piero Leonardi, l'area dei gessi e le industrie del Pleistocene Medio.

Si deve a Piero Leonardi il merito di avere eletto nei primissimi anni '50 del secolo scorso l'Appennino emiliano-romagnolo, quale campo di ricerca paleontologica privilegiata (LEONARDI 1952).

Professore straordinario di Geologia all'Università di Ferrara (ne assume la Direzione nel 1949), Leonardi rivolge in primo luogo la propria attenzione ad alcune emergenze della Valle del Correcchio (Imola). Lo studioso considera le industrie ivi rinvenute opera dei primi gruppi umani penetrati in area padana in una fase pleistocenica di transizione fra «*la glaciazione risiana e l'interglaciale Riss-Würm*», secondo una teoria paleo-evolutiva oggi ampiamente superata (LEONARDI 1953, 1954).

Per estendere il campo delle ricerche Leonardi si rivolge a Luigi Fantini (NENZIONI, LENZI 2015b) al quale affida l'individuazione delle aree prossime alla città di Bologna adatte per compiere ulteriori indagini e costruire un modello crono-stratigrafico di riferimento (ACCORDI 1954; LEONARDI 1955a, 1955b, 1956a, 1956b).

In una delle sintesi pubblicata negli “Annali dell'Università di Ferrara” Leonardi inserisce fra i siti meritevoli di indagine la sezione dell'unità terrazzata del Savena in località Prete Santo (già citata per le ricerche condotte da Tino Lipparini), dove le attività estrattive delle Cave Ghelli, alla quota di m 135, avevano sezionato a diretto contatto con i gessi «*un deposito ghiaioso sormontato da sabbie argillose grossolane giallo-brune*» contenente «*manufatti su scheggia di tipo clactoniano*» (LEONARDI 1957a, 1957b, 1958, LEONARDI, BROGLIO

⁹ Ci si riferisce alla lamella in selce del livello h (PASINI 1969, 1970) riferibile alla fase iniziale del Tardoglaciale e alle strie lasciate da uno strumento litico su tibia di *Bison priscus* dall'US 201. Da questa unità proviene un molare di *Megaloceros giganteus* radiodato 14C: 20161 – 20577 cal BP (cfr. U. Thun Hohenstein in PARONUZZI *et alii* in questo volume). Nella campagna di scavo 2018, appena conclusa, alcuni sporadici reperti sono stati rinvenuti anche nelle UUSS 99, 100, 100/A.

1962) (fig. 19). Resta a conforto di questa intensa stagione la preziosa documentazione fotografica prodotta da Luigi Fantini fra il 1957 e il 1961 (BUSI 2015). Nelle raccolte del Museo sanlazzarese i manufatti sicuramente ascrivibili a tale deposito sono soltanto tre: fra questi, due schegge con marcate tracce di fluitazione e pseudo-ritocchi marginali recano l'una la segnatura «*Dietro la Siberia 8.10.1949*» e l'altra la scritta «*1967 Cava Ghelli*».

Nel tempo, le prospezioni sistematiche su questi sistemi fluviali fossili hanno portato a meglio focalizzare il significato tecno-cronologico delle testimonianze antropiche in essi contenute. Descrivendo gli apparati di conoide che connotano il substrato dell'area pedemontana bolognese, Mauro Cremaschi (1985) sottolineava che residui di tali antichi corpi sedimentari sono anche rappresentati dai lembi di ghiaie che ricoprono i Gessi e dai ciottoli che talvolta compongono il riempimento degli inghiottitoi carsici della Croara.

La correlazione tecno-tipologica fra i reperti litici rinvenibili entro tali residui affioranti nella zona dei Gessi con quelli sepolti nell'apparato di conoide del torrente Idice - sito Cave Dall'Olio, dove materiali con medesimi carattere tecnico e stato di conservazione si trovano in corrispondenza di un paleosuolo che precede il MIS 8 (FONTANA *et alii* 2007a, 2007b, 2009, 2010, 2013), porta a ipotizzare una loro età deposizionale antecedente a 320000 anni da oggi.

È interessante sottolineare che questo termine cronologico precede quello recentemente acquisito con il metodo Uranio-Torio sullo Speleotema I di Monte Croara, che assegna allo sviluppo di un apparato carsico fossile di questo sito un'età compresa fra 280-250000 anni da oggi (COLUMBU *et alii* in questo volume). E altrettanto interessante è rilevare che sempre a Monte Croara, in un paleodeposito ghiaioso intrusivo nei gessi, è affiorato un frammento apicale - defoliato e deformato dalla pressione - di zanna di *Elephas* sp. che trova riscontro con analoghi reperti isolati sepolti nel conoide dell'Idice.

Inseribili in una fase arcaica del Paleolitico medio, oltre che per l'abrasione delle superfici causata da tra-



Fig. 19 – Cave Ghelli: depositi terrazzati del T. Savena contenenti manufatti del Paleolitico medio arcaico posti a contatto con i gessi in un'immagine fine anni Cinquanta-inizi anni Sessanta (lastra L. Fantini - Archivio Museo "L. Donini").

sporto fluviale, i litocomplessi si caratterizzano per l'adozione di metodi di lavorazione della materia prima (in genere silt silicei) rientranti nella variabilità degli schemi *levallois* e laminari, associati a *façonnage* peculiari delle industrie acheuleane (bifacciali, ciottoli a stacchi bifacciali ecc.). Fra le testimonianze più caratteristiche si ricordano il bifacciale "fluitato" nel Buco dell'Acaciaia e quello lanceolato di Cava Fiorini¹⁰ (fig. 20).

Schegge e lame a stacco unidirezionale parallelo e un nucleo *levallois* a stacco preferenziale (associati a un

¹⁰ Entrambi i bifacciali sono frutto di ricerche amatoriali: il primo è stato raccolto da R. Elmi agli inizi degli anni '50 del secolo scorso, il secondo da R. Muzzarelli nello stesso periodo. Il b. dell'Acaciaia è riconducibile all'erosione dell'impluvio sud della Dolina del Budriolo, sito un tempo ricco di suoli e ghiaie riferibili al 7°/8° ordine terrazzato originariamente impostati sulle marne del substrato. Lo strumento, profondamente alterato da una patina giallo-bruna con laccature di FeMn, è ricavato da un supporto piatto di calcare marnoso silicizzato la cui forma originaria ha condizionato le simmetrie dei profili. L'apice è stonato e la base tagliente-rettilinea (NENZIONI 1996). Il b. di Cava Fiorini proviene dalla sezione prodotta dai lavori estrattivi del gesso (fronte S della cava) ed era contenuto nei lembi terrazzati (ghiaie e sabbie basali di spessore variabile dai 3 ai 4 metri) soprastanti la Formazione Gessoso-Solfifera. Lo strumento, alterato da una profonda patina bruna, è a sezione piano-convessa, base arrotondata e tagliente e apice rastremato e allungato. Dallo stesso contesto provengono anche otto schegge che denotano in almeno quattro casi l'adozione di metodi *levallois* (un prodotto laminare e tre schegge, di cui una con tallone faccettato).



Fig. 20 – I bifacciali provenienti dal Buco dell’Acaciaia e da Cava Fiorini (Archivio Museo “L. Donini”).

piccolo bifacciale di forma lanceolata, profondamente abraso dal trasporto) sono inoltre affiorati fra sabbie grossolane e clasti nella porzione di podere Castello che sovrasta l’invaso della Dolina della Spipola. In questo caso, i materiali fanno parte di apporti sedimentari del paleo-Savona che si interdigitano con strutture paleocarsiche e con lembi terrazzati intravallivi relativi al sottosistema di drenaggio interno. Per erosione locale, quest’ultimo arricchisce la componente litologica con diaspri e ciottoli silicei.

La ricostruzione proposta vede la rete paleoidrografica medio-pleistocenica allineata in direzione SSO-NNE secondo l’asse della valle cieca dell’Acquafredda, con un retrobacino assai ampio e progradato che, prima della formazione della Dolina della Spipola, drenava l’ampia area compresa fra Madonna dei Boschi e Miserazzano, confluendo nel Savona dopo aver superato in direzione NO la dorsale gessosa della Palazza (DE MARIA *et alii* 2012).

Un evidentissimo iato temporale separa tali industrie dai precedenti e più arcaici complessi su ciottolo del primo popolamento. D’altra parte, esse però non rappresentano il temine più antico di questa fase cultu-

rale: per la precoce coesistenza del *débitage levallois* con la produzione di bifacciali, il sito molisano di Guado S. Nicola retrodata infatti questo fenomeno al MIS 11/10 allineandolo ai giacimenti del Nord della Francia quali Cagny Cemetery, Cagny la Garenne e Cagny l’Épinette (MUTTILO *et alii* 2014; PERETTO *et alii* 2016).

Oltre che in ambito padano orientale e peninsulare adriatico, industrie di *débitage* predeterminato su scheggia, associate a un substrato di chiara tradizione acheuleana, costituiscono un fenomeno diffuso in diverse regioni d’Europa - siti francesi di Orgnac e depositi della media terrazza della Somme - e nel Vicino Oriente (FONTANA *et alii* 2013; FONTANA 2017).

Croara 1959-1965.

I depositi paleoantropici di Cava Fiorini, Grotta Serafino Calindri, ex Cava a Filo

Nel solco tracciato sin dal 1932 da Luigi Fantini relativamente agli ecosistemi carsici bolognesi, i gruppi speleologici, *in primis* il G.S.B. (oggi G.S.B.-U.S.B.), promuovono sul finire degli anni ‘50 del secolo scorso

UNITÀ	FORMAZIONE	SCALA GEOLOGICA	ETÀ ED EVENTI	CLIMA E AMBIENTE	SITI E REPERTI
Unità del Molino	Sabbie e ghiaie terrazzate (7° ordine), coperte da un paleosuolo rosso/rosso-bruno	Pleistocene Medio	Passaggio MIS 9 (pulsazione fredda) / MIS 8 (pulsazione calda) ca. 320000 anni BP	Passaggio da clima freddo a temperato/temperato caldo. Erosione dei versanti e formazione delle conoidi	- Cave Ghelli (industria litica) - Cava Fiorini (industria litica) - Podere Castello (industria litica) - Grotta dell'Acaciaia (industria litica)
Unità di Oriolo	Sabbie e ghiaie terrazzate (8° ordine) / apparati di conoide	Pleistocene Medio	MIS 9 370000 BP	Clima freddo-umido Vegetazione a <i>Pinus Tsuga</i> e <i>Pinus Picea</i> Piana alluvionale	

Tab. 3 – Pleistocene Medio: quadro riassuntivo della situazione crono-geo-stratigrafica, paleoambientale correlata ad eventi antropici riferita a siti dell'area orientale dei Gessi Bolognesi secondo lo schema paleoevolutivo di Farabegoli, Onorevoli (1998b).

una serie di interventi che ridisegnano il quadro delle conoscenze sulla paleoecologia tardo-pleistocenica.

In questo ambito, nel 1965 si inseriscono gli interventi di Giancarlo Pasini e del G.S.B. sul sito dell'ex Cava a Filo, puntualmente restituiti alla memoria da Claudio Busi in questo volume (PASINI 1969, 1970; SALA 1985, 1996; DAL POZZO 1996). Le nuove indagini promosse a partire dal 2006 nella parte basale del giacimento, pur fortemente compromesso dall'attività di cava, hanno consentito di puntualizzare meglio le modalità di formazione del deposito, le associazioni faunistiche e i relativi *step* cronologici di sedimentazione (PARONUZZI *et alii* in questo volume).

Sotto il profilo archeologico, rivestono notevole interesse i saggi di scavo avviati nel 1964 in un livello antropico, ora attribuito alla fase centrale dell'età del Bronzo (BARDELLA, BUSI 1972, 2012; BOCCUCCIA *et alii* 2018), della Grotta Serafino Calindri, aprentesi sul fondo della valle cieca del Budriolo. Recentissimo è poi il recupero di un cranio nella Grotta Loubens risalente, in base a una datazione al ¹⁴C, all'età del Rame (BELCASTRO *et alii* 2018; PRETI, CASTAGNA in questo volume).

È obbligo citare anche le prospezioni condotte dal gruppo P.A.S.S. fondato nel 1959 da Roberto Elmi e Luigi Donini, ai quali si aggiungeranno poco dopo altri affiliati tra cui Carlo Cencini. A questa fase esplorativa, protratta per alcuni anni presso Cava Fiorini

all'Osteriola del Farneto (fig. 21), si devono numerose segnalazioni quali la presenza nell'estrema porzione orientale dell'invaso estrattivo, di un livello "archeologico" (denominato AC) decisamente acclive verso il torrente Zena. Dalla struttura antropica, sicuramente polifasica, provengono nuclei a stacchi lamellari ricavati da piccoli ciottoli silicei associati ad alcune lamelle e grattatoi su calotta che potrebbero testimoniare frequentazioni ascrivibili al Mesolitico recente e/o al primo Neolitico. Altri materiali sono di chiara attribuzione alla prima età dei Metalli.

Sempre in questo sito, a partire dal 1959, furono riportate alla luce «piccole cavità naturali, fessure, inghiottitoi costipati di ghiaie, argille e terreno organico» che, intercettati e repentinamente distrutti, restituirono in discreta quantità resti faunistici e testimonianze litiche attribuite al «tardo Wurmiano» (CENCINI 1962, 1965). Ulteriori informazioni si ricavano dagli appunti e schizzi di Luigi Donini, dal quale si apprende che sul finire degli anni Cinquanta il fronte meridionale della cava era connotato da due principali paleostrutture erosive verticali, denominate rispettivamente HK e NM, costipate da riempimenti siltosi-argillosi, componenti clastici, resti faunistici e litotecnici (fig. 22). Queste collezioni, ricomposte e revisionate nella seconda metà degli anni '90 e di recente nuovamente analizzate (DAL POZZO 1996; GASPARRI 1996; SALA 1996; NENZIONI 1996, NENZIONI *et alii* 2018)¹¹ han-

¹¹ Nel contesto analizzato in occasione della redazione della scheda di sito per il volume *Lettere di Pietra* sezione "Paleolitico medio" la litotecnica fu correlata, in via provvisoria, al vicino deposito tardo-musteriano di Cava I.E.C.M.E. (NENZIONI 1996). Una successiva completa revisione delle industrie del sito, arricchite da materiali inediti rintracciati nei depositi museali, ha evidenziato la complessità genetica e cronologica delle strutture erosive sezionate dal fronte di cava. Appurata l'omogeneità del contesto "Inghiottitoio HK", descritto in questa sede e supportato da datazione radiocarbonica, resta da stabilire, con ulteriori ricerche archivistiche, la provenienza dei reperti di chiara tipologia musteriana rinvenuti da L. Donini e A. Fasano nei diversi riempimenti carsici sezionati dai lavori estrattivi negli anni '50 del secolo scorso.



Fig. 21 – Il fronte della Cava Fiorini nell’ottobre 1963 (foto G. Dal Rio - Archivio Museo Geologico “G. Capellini”).

no permesso di stabilire interessanti correlazioni fra le specie faunistiche di ambiente freddo che una recente datazione ^{14}C effettuata su radio di *Bison priscus* (Inghiottitoio HK) assegna all’UMG (20695 - 20340 cal BP). Si tratta quindi di un evento sedimentario parallelo a quello registrato nella serie di ex Cava a Filo - fase 2 (cfr. PARONUZZI *et alii* in questo volume).

Allo stesso orizzonte cronologico va riferito il lito-complesso raccolto insieme alle paleofaune: si tratta di una trentina di reperti a spigoli vivi e privi di patine, ricavati da risorse rinvenute sul sito (silt, calcareniti silicizzate e selce). Nel pur modesto insieme si può rilevare la presenza di nuclei a lame-lamelle (forme sub-piramidali, prismatiche) e di prodotti di gestione del *débitage* (lame a cresta parziali) (fig. 23). La componente strumentale annovera un grattatoio/troncatura, una punta a dorso, un grattatoio piatto frontale doppio e una lama a dorso ricavati da selce della Scaglia Rossa Umbro-Marchigiana.

Altre testimonianze provengono dalla vicina Grotta Serafino Calindri, la cui interpretazione evolutiva di dettaglio è estremamente complessa per l’interferenza e l’interfaccia di vari fattori speleogenetici. Strutturalmente, la cavità rivela la presenza di cinque li-

velli sovrapposti, accorpati in tre unità, marcati da importanti depositi sedimentari relativi alle diverse fasi di riempimento. Un dislivello complessivo di 26 metri circa separa il deposito più alto (geneticamente più antico) da quello basso attualmente percorso dal torrente sotterraneo (DE MARIA, GRIMANDI 2000). Gli apporti sedimentari, anche dello spessore di vari metri, sono frutto di erosione e trasporto in ambiente ipogeo delle coperture alluvionali esterne per degradazione di versante del retrobacino di una vasta valle cieca estesa verso S fino a Monte Calvo, un tempo ricca di strutture sedimentarie - sabbie, ghiaie medie e grossolane - del Pleistocene Inferiore e Medio.

Una primissima segnalazione circa la presenza di paleofaune contenute in diversi punti della grotta si deve alla più che meritevole attività di tutela e valorizzazione del sito, promossa sin dalla sua scoperta (1964) ad oggi dal Gruppo G.S.B.-U.S.B. Nel 1993 una prospezione condotta nel livello intermedio del sistema carsico, poco a valle del secondo trivio a una quota di m 155 (+ m 13 dall’attuale torrente ipogeo) (cfr. RM di ROSSI, MAZZARELLA 1998), permetteva di individuare in un ambiente sedimentario spesso un paio di metri una serie di testimonianze paleontologiche as-

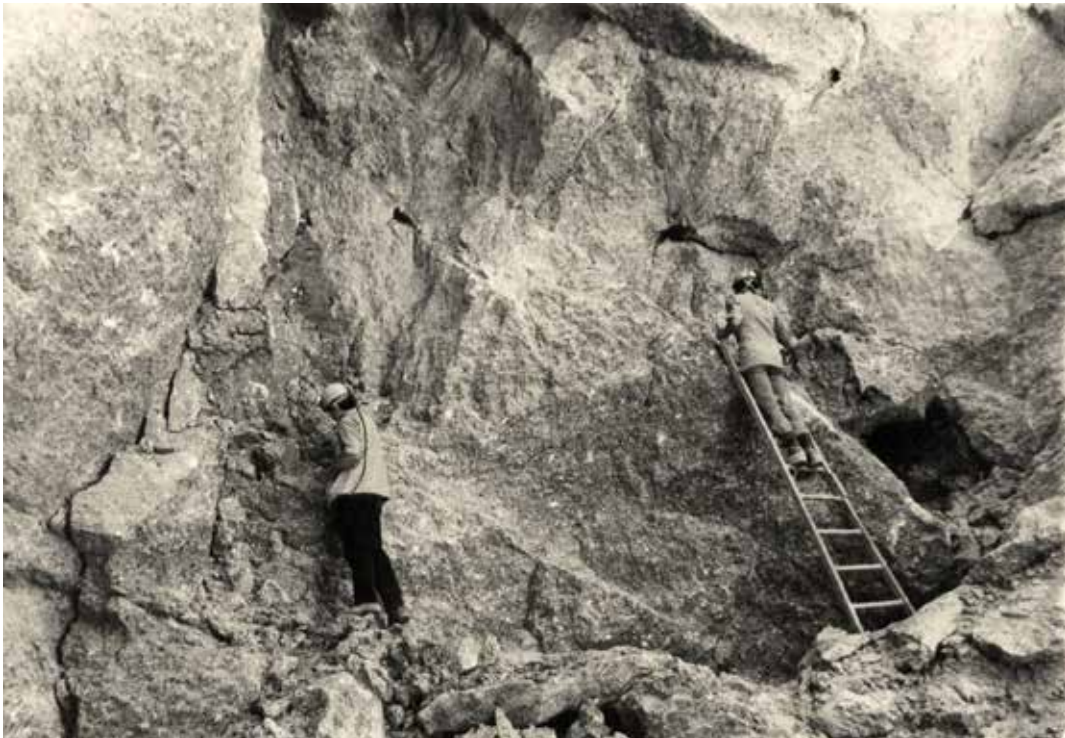


Fig. 22 – Cava Fiorini negli anni Sessanta: prospezioni del gruppo P.A.S.S. nelle tasche fossilifere (foto C. Cencini - Archivio Museo "L. Donini").



Fig. 23 – Cava Fiorini: nucleo a lame del Paleolitico superiore dall'Inghiottitoio HK (Archivio Museo "L. Donini").

sociate a tracce di industria litica (RM - US 4) (figg. 24-26). Contenuta in una matrice composta da ciottolame siltoso, a scarso contenuto di argilla e sabbia con deboli variazioni granulometriche in senso verticale, l'associazione comprende *Bison priscus*, *Equus* sp., *Crocota spelaea* (MASSARENTI *et alii* in questo volume) ed essenze arboree di ambiente a steppa-prateria fredda (MARCHESINI *et alii* in questo volume) che le datazioni radiometriche attribuiscono a un range compreso fra 38000/36000 e 30000 cal BP.

Per la prima volta nell'area dei Gessi viene registrata una fase sedimentaria fluvio-carsica "intermedia", posta cronologicamente fra i riempimenti di Cava I.E.C.M.E. (MIS 3: 44000 cal BP) e quelli di ex Cava a Filo US 99 - incavo NE (MIS 2: 24500-24300 cal BP). Distribuiti senza particolari concentrazioni e frutto di apporti sedimentari rapidi, con aumenti e attenuazioni di energia verificatisi a più riprese nel corso del tempo, i reperti si presentano freschi con patine di Fe-Mn, rilevabili in modo particolarmente evidente anche sui resti faunistici. Il modesto complesso litotecnico (14 manufatti in silt silicizzato e selce) annovera alcune

lame, un grattatoio frontale con ritocco laterale parziale, una scheggia di ripristino della superficie, troncata da ritocco frontale, e alcuni raschiatoi laterali.

Un precedente recupero è avvenuto in occasione di piccoli saggi condotti fra il 1981 e il 1983 nel ramo superiore (RS - area 3) della grotta, nei pressi della Sala Archeologica (comunicazione personale di Claudio Busi). In questo ramo apporti laterali polifasici hanno interessato ciclicamente l'intera area dei paleoingressi quindi, a seconda dell'area di campionamento, i riempimenti sono ricollegabili a meccanismi contraddistinti da energie più tranquille (zona della Condotta) o a elevata energia in grado di trasportare notevoli quantità di ciottolame molto grossolano (es: RS Sala, RS Meandro, RS pressi zona Canyon) (ROSSI, MAZZARELLA 2000). Nella sezione superiore dei silt sabbioso-ciottolosi del substrato di riempimento dell'area 3, furono individuati frammenti ossei di *Sus scrofa*, *Capreolus capreolus*, *Lagopus* sp., *Lyrurus tetrrix*, *Corvus corax* associati a litotecnica.

È interessante rilevare la piena sovrapposizione del consorzio faunistico RS - area 3 con quello dell'ex Cava a Filo - fase 3 che, risalente al lasso temporale fra 18500 e 17500 anni cal BP, corrisponde al Tardoglaciale/Dryas Antichissimo (Paronuzzi *et alii* in questo volume). Se questa correlazione risulterà confermata, (sono in corso datazioni radiocarboniche sui campioni da RS - area 3), alcune fasi del riempimento del livello superiore della Grotta Calindri dovrebbero corrispondere alla fase sedimentaria US 100 dell'ex Cava a Filo (fig. 27).

Non si esclude peraltro che nell'articolata evoluzione della grotta, caratterizzata da veri e propri cicli sedimentari, si possano registrare deposizioni più antiche rispetto a quelle sino ad oggi, solo parzialmente, campionate. Ci si riferisce ai cospicui depositi presenti nel livello superiore (RS *sensu* ROSSI, MAZZARELLA 2000) e la contestuale segnalazione di reperti tipologicamente riferibili al Paleolitico medio.

Conclusioni

L'affioramento dei Gessi Messiniani a oriente di Bologna ricompresi nei Sistemi Spipola-Acquafredda e Osteriola-Calindri, la loro interfaccia con le strutture sedimentarie pleistoceniche e l'attivazione di importanti manifestazioni carsiche connesse a fasi cicliche erosive-sedimentarie (particolarmente attive nelle pulsioni degli Stadi Isotopici 3-2) (fig. 28) hanno creato nel piccolo bacino Savena-Zena-Idice i presupposti per una lettura, spesso frammentaria e complessa, della primissima antropizzazione.

L'intensa attività di ricerca condotta sin dai primi decenni dell'Ottocento, ereditata da Luigi Fantini nella



Fig. 24 – Grotta Serafino Calindri, RM US 4: depositi ghiaiosi (foto Daniele Odorici - Archivio G.S.B.-U.S.B.).

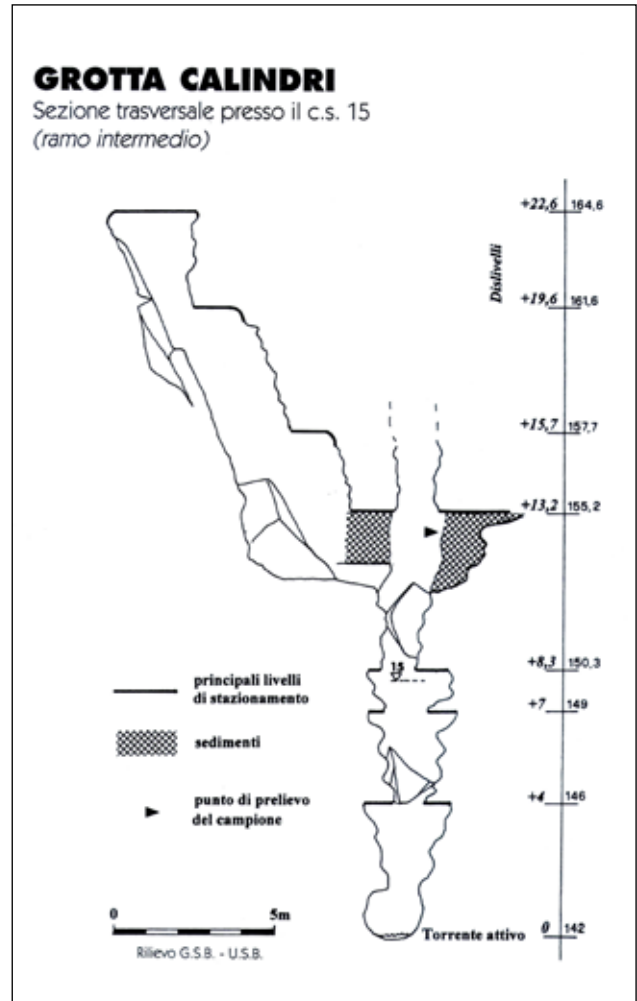


Fig. 25 – Grotta Serafino Calindri, RM US 4: sezione trasversale con evidenziato il deposito paleontologico (da "Sottoterra", 107, 1998).

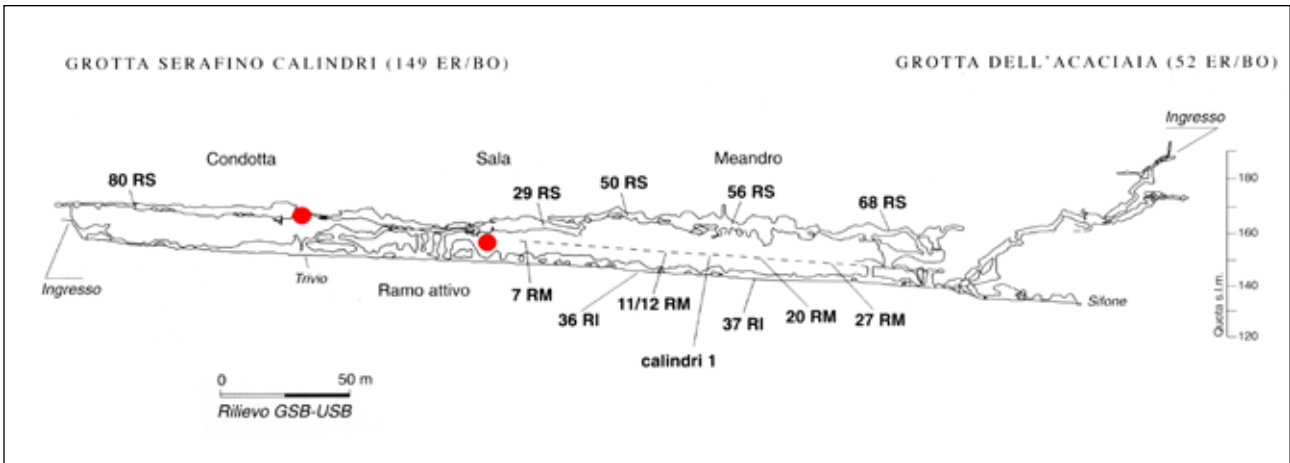


Fig. 26 – Grotta Serafino Calindri, RS - area 3 e RM US 4: ubicazione dei siti con i resti paleontologici (modificato da "Sottoterra", 110, 2000).

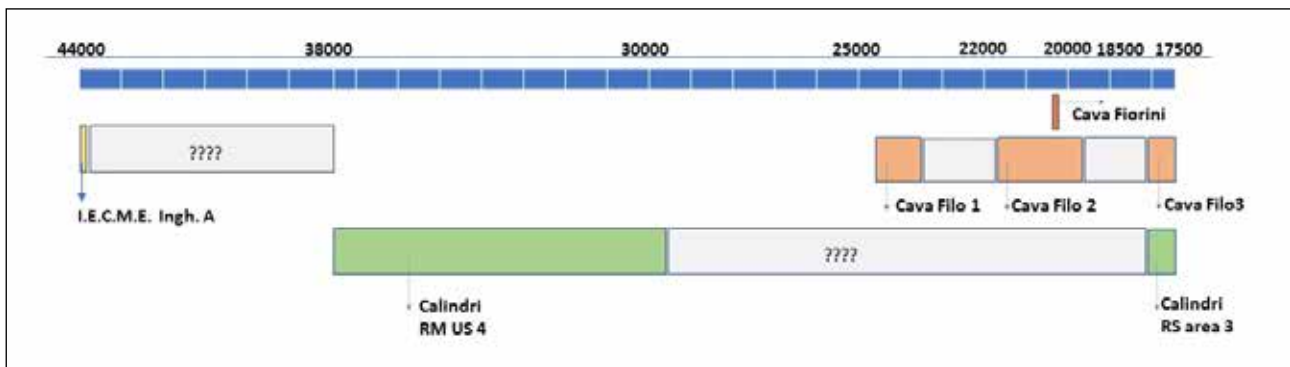


Fig. 27 – Sequenza dei depositi paleontologici/antropici e loro correlazione sulla base delle datazioni ^{14}C (Archivio Museo "L. Donini").

fase centrale del secolo scorso e portata avanti sino ad oggi con metodi e sistemi di indagine sempre più perfezionati, permette una lettura complessiva, seppure ancora parziale, di questi fenomeni.

In sintesi, il quadro delle conoscenze che ne deriva propone il seguente schema generale evolutivo.

Pleistocene Medio iniziale - Inversione magnetica Brunhes-Matuyama

Siti di riferimento: Bel Poggio, Ca' Poggio, Romanina Bianca

Ubicati nella fascia antistante la Formazione Gessoso-Solfifera Croara/Farneto, in situazioni deposizionali di non facile lettura per la tettonizzazione del settore, hanno restituito grande quantità di schegge ottenute, con sistemi rapidi e opportunistici, da ciottoli prevalentemente silicei di medie dimensioni. L'approccio multivariato di lavorazione a partire dalla sommità del ciottolo produceva una serie di prodotti/sottoprodotti nei quali sono ricompresi nuclei e morfologie equiparabili a *chopper* o *chopping-tools*. Nel sito di Romanina Bianca le unità 6 e 8 della serie locale hanno restituito manufatti su ciottolo attribuibili in stratigrafia paleomagnetica alla base del Brunhes, risalente in cronologia assoluta a 0,78 My. Queste industrie trovano correlazione tecno-tipologica con quelle del sito di Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (FO) (0,85 My: dati paleomagnetici e analisi su cristalli di quarzo con il metodo ERS).

Pleistocene Medio avanzato - post fase media del Brunhes

Siti di riferimento: Cave Ghelli, podere Castello, Cava Fiorini.

Le industrie, in giacitura secondaria e con evidenti tracce di fluitazione, sono ascrivibili alla fase arcaica del Paleolitico medio. Si caratterizzano per l'intro-

duzione dei metodi *levallois* e laminare (produzione di schegge/lame di dimensioni medio-grandi) associati a limitati schemi di *façonnage* (scarsi bifacciali di grande variabilità dimensionale). Nei siti di Cave Ghelli e Cava Fiorini materiali con caratteri tecno-tipologici analoghi provengono dalla successione di ghiaie basali coperte da limi di argine e tracicimazione impostati direttamente sul substrato della Formazione Gessoso-Solfifera (GES). Nel retrobacino meridionale del podere Castello lembi di ghiaie e sabbie, poste a contatto con strutture paleocarsiche (o intrusive), contengono evidenze pedogenetiche rispetto alle quali il passaggio MIS 9/8 rappresenta il termine *post quem*.

Pleistocene Medio-Superiore - MIS 6-3

Siti di riferimento: poderi Pizzicarola/Castello, Casetto, Cava I.E.C.M.E. (Inghiottitoio A-B-C).

I tecnocomplessi si inquadrano nel Paleolitico medio per il pieno sviluppo dei metodi *levallois*, per l'accurata preparazione delle superfici dei nuclei, per la buona produzione di prodotti *levallois*, in alcuni casi ripresi da ritocchi. A ciò si accompagna la presenza di catene operative di *façonnage* attestate da bifacciali di varia morfologia. Si rinvenivano alla sommità dei terrazzi strutturalmente riferibili al 7°/6° ordine, un tempo coperti da sottili lembi di *loess* (poderi Pizzicarola e Castello) smantellati dall'erosione e convogliati nella rete carsica presente nella zona.

Per le condizioni giaciture, la loro reale cronologia è difficile da stabilire. Negli areali sub-pianeggianti posti più a valle sono prevalenti in unità stratigrafiche riferite allo Stage 6.

I termini più recenti di questa fase si registrano nel sito di Cava I.E.C.M.E. (Inghiottitoio A) assegnato in base alla datazione radiocarbonica calibrata (44412 - 43100 BP) alla fase media dello Stage 3.

Pleistocene Superiore - MIS 3-2

Siti di riferimento: Grotta Serafino Calindri, Cava I.E.C.M.E. (Inghiottitoio SIA), Cava Fiorini (Ingh. HK), ex Cava a Filo (US 201), ex Cava a Filo (livello h - scavo Pasini)

Le datazioni attualmente disponibili inquadrano le testimonianze antropiche nel *range* compreso fra 38000/36000 e 30000 cal BP della Grotta S. Calindri - RM US 4 e post 18586 - 17890 cal BP della Cava a Filo (livello h - scavo Pasini).

È interessante rilevare che, seriatim cronologicamente, questi siti documentano una frequentazione dell'area dei Gessi Bolognesi protratta nel tempo e legata a ecosistemi paleocarsici in grado di fornire sussistenza alle comunità tardo-paleolitiche che frequentavano la zona.

Si tratta per lo più di litocomplessi (fanno eccezione le strie da strumento litico su osso di *Bison priscus* dell'ex Cava a Filo - US 201) numericamente non abbondanti che attestano l'adozione di catene operative di *débitage* laminare, associate a una limitata gamma strumentale composta da bulini, grattatoi (alcuni ricavati da Scaglia rossa marchigiana) e rari strumenti a dorso inquadrabili, grazie all'unica data radiocarbonica sinora disponibile (Cava Fiorini), nell'Epigravettiano.

Lo scarsissimo insieme della Grotta Serafino Calindri, in base alla datazione radiometrica delle faune contenute nel deposito RM US 4 sarebbe riconducibile a fasi del Paleolitico superiore più antiche.

Le tracce antropiche dell'area dei Gessi Bolognesi, costantemente associate a un consorzio faunistico dominato dalla presenza di *Bison priscus*, sembrano prefigurare cicli di frequentazione perdurati nel tempo che gravitano nelle immediate vicinanze dei principali alti morfologici della zona (Monte Castello, Monte Croara, dorsale Budriolo-Osteriola).

Il territorio offriva per i gruppi tardo-paleolitici buone possibilità di approvvigionamento litologico (affioramenti di lembi residuali dei depositi pleistocenici ghiaiosi, in seguito smantellati) e nicchie ambientali ottimali per la presenza di grandi erbivori. Sotto questo profilo, le aree nevralgiche sembrano ubicarsi nella zona di contatto fra i due principali sistemi idrici - Acquafredda e Rio dei Boscari (bacini endoreici di raccolta delle acque del versante SE e del crinale SO di Montecalvo) - con la barriera dei gessi in grado di generare micro-situazioni di grande interesse ecologico per l'uomo.

Questo fenomeno pare ben documentato nel sito di ex Cava a Filo dove la massiccia e inusuale frequenza di *Bison priscus* e del suo principale predatore (lupo) si associa a quello dell'uomo in prossimità di una paleo-vallecola inserita nel sistema Acquafredda, così come ben evidenziato da Paronuzzi *et alii* in questo volume. Nel medesimo sistema si può inserire il sito di Cava I.E.C.M.E.-Inghiottitoio SIA posto sul contrafforte sinistro dell'Acquafredda e quello di Cava Fiorini, a sua volta dominante il sistema paleo-vallivo sinistro del torrente Zena.

Le datazioni riconducono la frequentazione dei grup-

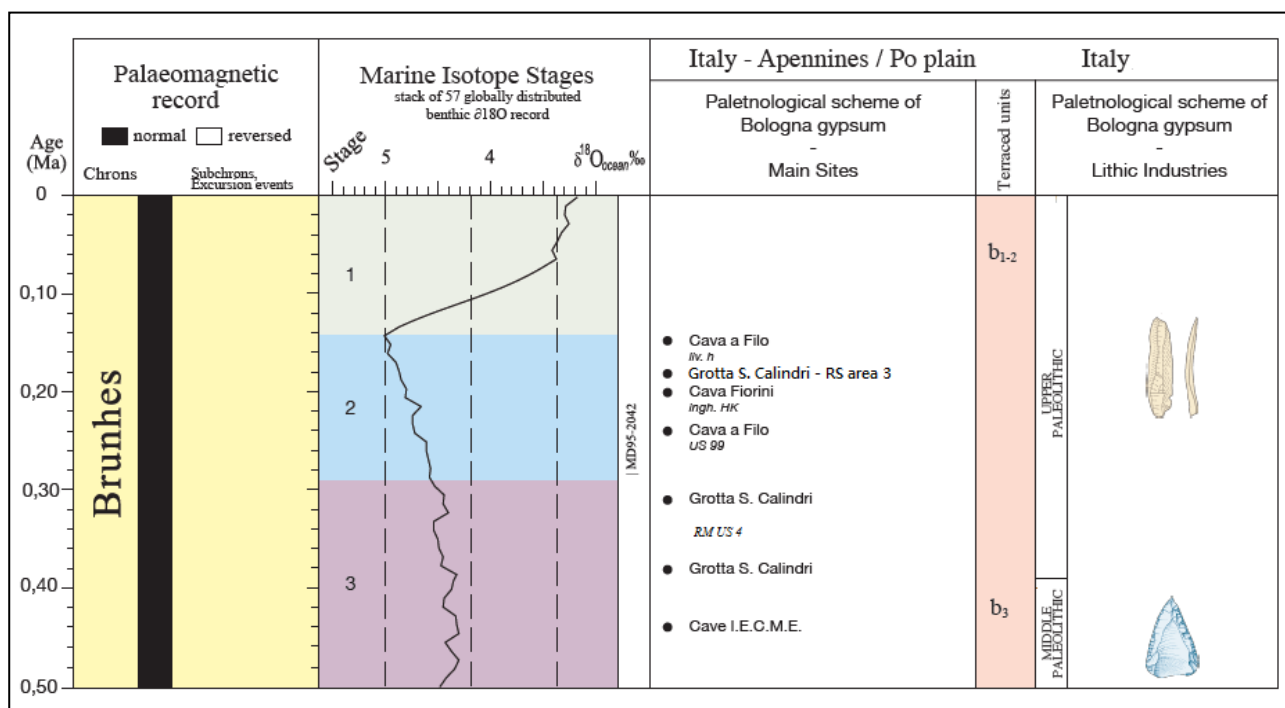


Fig. 28 – Pleistocene Superiore: correlazione dei depositi antropici con i dati paleomagnetici e gli stadi isotopici marini (Archivio Museo "L. Donini").

pi umani a diverse fasi del Paleolitico superiore, mentre rimane affidata a rari reperti (lama in selce dall'orizzonte *h* di Cava a Filo - scavi Pasini e al piccolo contesto di Cava Fiorini) l'attestazione dell'Epigravettiano (tab. 4).

In attesa di ulteriori dati, si può affermare che le recenti indagini hanno fatto emergere con evidenza l'importanza strategica della micro-area gessosa, che può considerarsi territorio di cerniera fra le sottostanti aree terrazzate di prima pianura e il medio-alto Appennino.

A conferma di ciò si ricordano le sporadiche attestazioni di litotecnica nel sito pedecollinare del podere Pescatore Piccolo (FONTANA, GUERRESCHI 1996) e nel paleocorso, sepolto da limi-argillosi di prima pianura, di via Fornace nel centro urbano di S. Lazzaro di Savena (inedito).

Per alcuni aspetti tipologici (grattatoi carenati, bulino *busqué*, lame a cresta), altre segnalazioni registrate nel comprensorio bolognese orientale - Ca' Mengoncini, podere Valletta (Quaderna, Sillaro) - suggerirebbero un'attribuzione più specifica all'Aurignaziano, richiamando modalità di frequentazione attestate in Emilia occidentale nel sito modenese di Pescale, a Lemigna-

no nel Parmense e nella stazione alto-appenninica di Ronco del Gatto (Monte Lama PR) (CHILI *et alii* 1996; FERRARI *et alii* 2006; NEGRINO *et alii* 2017 a, 2017b). Più precisi richiami sotto il profilo culturale si possono invece stabilire con il deposito piacentino in quota di Piovesello, dove recenti indagini hanno evidenziato un interessante contesto gravettiano che richiama per alcuni aspetti litotecnici l'insieme di Cava I.E.C.M.E.- Inghiottoio SIA (Peresani, comunicazione personale).

Bibliografia

- B. ACCORDI 1954, *Sul Pleistocene medio nell'Appennino bolognese-romagnolo*, "Annali dell'Università di Ferrara", I, 9, sez. IX, pp. 199-207.
- E. AGUIRRE ENRIQUEZ 1969, *Revision sistemática de los Elephantidae por su morfología y morfometría dentaria (Segunda parte)*, Estudios Geológicos, Madrid, v. 25, pp. 123-177.
- G. BARDELLA, C. BUSI 1972, *Testimonianze della civiltà subappenninica nella Grotta Serafino Calindri*.

PROVENIENZA REPERTO	COD. LAB.	MATERIALE ANALIZZATO	DATA BP	CAL. 2σ BP	INDUSTRIA
Cava I.E.C.M.E. *					
Inghiottoio A	GrA-52969	osso	39720± 360	44412- 43100	Tecnocomplesso del Paleolitico Medio
Grotta Serafino Calindri					
SE.CAL 193/03-A RM US 4	LTL17437A	osso	26711± 120	31107- 30700	Tecnocomplesso del Paleolitico Superiore
SE.CAL 193/04-B RM US 4	LTL17438A	osso	26757± 150	31147 - 30701	
SE.CAL 193/06-C RM US 4	LTL17439A	osso	33159± 200	38160 - 36605	
Ex Cava a Filo**					
Livello I (scavo Pasini)	R361	carbone	11150±650	14842-11204	-
Livello h (Scavo Pasini)	-	-	-	-	Lama in selce del Paleolitico Superiore (Epigravettiano)
Livello f (scavo Pasini)	R362	carbone	15000±150	18586-17890	-
US 201 /2011	GRA-52973	osso	16900±60	20577-20161	Strie da strumento litico su tibia di <i>Bison priscus</i>
Cava Fiorini					
CA.FIO 1959/01-A	LTL17435A	osso	17018 ± 45	20695 - 20340	Tecnocomplesso del Paleolitico Superiore (Epigravettiano)

Tab. 4 - Correlazione fra testimonianze antropiche e datazioni ¹⁴C dei diversi giacimenti.

*Calibrazione di P. Paronuzzi (2011), con CALIB RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM - Copyright 1986-2011 M. Stuiver and P.J. Reimer - utilizzato insieme a M. Stuiver, P.J. Reimer, "Radiocarbon", 35,1993, pp. 215-230.

** Calibrazioni di P. Paronuzzi, in questo volume.

- Croara - Bologna, "Speleologia Emiliana", IV, s. II, pp. 25-36.
- M.G. BELCASTRO, L. CASTAGNA, F. GRAZIOLI, N. PRETI, P. SALVO, M. VENTURI 2018, *Nota preliminare sul rinvenimento di un cranio umano nella Grotta Marcel Loubens*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "...nel Sotterraneo mondo". *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia* (Atti del Convegno, Brisighella 6-7 ottobre 2017), pp. 85-86.
- F. BIAGIOLI, G. NENZIONI, C. PERETTO, V. VALERIANI 1996, *Podere Scornetta*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 418-446.
- M. BERNABÒ BREA (a cura di) 2017, *Preistoria e Protostoria dell'Emilia Romagna I*, Studi di Preistoria e Protostoria I-3, Firenze.
- F. BISI, L. CATTANI, M. CREMASCHI, C. PERETTO, B. SALA 1977, *Il riempimento würmiano di alcuni inghiottitoi fossili nei gessi bolognesi: sedimenti, pollini, faune, industrie*, "Preistoria Alpina", 13, pp. 11-19.
- F. BISI, M. CHILI, F. GASPARRI, *Cave I.E.C.M.E.*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 793-799.
- F. BISI, C. PERETTO 1985, *Le industrie musteriene della Cava I.E.C.M.E.*, in LENZI et alii 1985, pp. 165-169.
- P. BOCCUCCIA, C. BUSI, F. FINOTELLI, R. GABUSI, L. MINARINI 2018, *La Grotta Serafino Calindri (San Lazzaro di Savena - BO). Frequentazione antropica di una cavità dei gessi bolognesi durante l'età del bronzo*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "... nel sotterraneo Mondo". *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del convegno (Brisighella 2017), FSRE Editore, pp. 87-98.
- C. BUSI 2015, *L'archivio fotografico di Luigi Fantini: impressioni e ricordi*, "Quaderni del Savena. Strumenti, studi e documenti dell'Archivio Storico Comunale "Carlo Berti Pichat" di S. Lazzaro di Savena", 14, pp. 97-113.
- G. CAPELLINI 1870, *Armi e utensili di pietra nel Bolognese*, Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna 2, 9 (1869), Bologna, pp. 567-580.
- G. CAPELLINI 1876, *Sur les récentes découvertes de l'âge de la pierre du Bolonais*, in *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Compte Rendu de la 7^e session*, Stockholm, 1874, tome second, Imprimerie Centrale, Stockholm, pp. 803-809.
- G. CAPELLINI 1916, *Elefanti fossili del Museo Geologico di Bologna*, Bologna, pp.1-9.
- C. CENCINI 1962, *Sul rinvenimento di una breccia ossifera a fauna pleistocenica appenninica*, "Natura e Montagna", IX, 3, pp. 111-119.
- C. CENCINI 1965, *Fauna pleistocenica con «Gulo gulo L.» e «Marmota primigenia» in cavità naturali nei gessi miocenici presso il Farneto (Appennino Bolognese)*, "Speleologia Emiliana", II, 3, pp. 113-124.
- C. CENCINI 1977, *Fauna pleistocenica nei gessi bolognesi. Nuove conoscenze sulla distribuzione geografica del Ghiottone europeo nel Quaternario*, "Minerama", I, 2, pp. 35-39.
- M. CHILI, F. FONTANA, A. GUERRESCHI 1996, *Ca' Mengoncini*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 815-817.
- L. CIANCIO 1996, *I geologi, le "sterminate antichità" e le origini dell'archeologia in Italia*, in PACCIARELLI 1996, pp. 23-39.
- B. COSTANTINI, G. ONOREVOLI 1996, *Bel Poggio*, in LENZI, NENZIONI 1996, p. 25.
- M. CREMASCHI 1985, *Il riempimento delle cavità carsiche dei Gessi Bolognesi*, in LENZI et alii 1985, pp. 161-164.
- M. CREMASCHI, A. ZERBONI, C. NICOSIA, F. NEGRINO, H. RODNIGHT, C. SPÖTL 2015, *Age, soil-forming processes, and archaeology of the loess deposits at the Apennine margin of the Po plain (Northern Italy): new insights from the Ghiardo area*, "Quaternary International", 376, pp. 173-188.
- M. CREMASCHI, F. NEGRINO, P. MAGNANI, A. ZERBONI, C. NICOSIA, H. RODNIGHT, C. SPÖTL 2017, *Il sito paleolitico di Case del Ghiardo: industrie, cronologia, ambiente*, in BERNABÒ BREA 2017, pp. 49-58.
- L. DAL POZZO 1996, *Croara-Cava Filo*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 826-845.
- D. DE MARIA, P. GRIMANDI 2000, *Il sistema carsico della Grotta Calindri*, in *La Grotta Serafino Calindri*, numero monografico di "Sottoterra", 110, pp. 7-30.
- D. DE MARIA, P. FORTI, J. DE WAELE, A. ROSSI 2012, *Il fenomeno carsico nei Gessi Bolognesi*, in D. DE MARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, Bologna Grafiche A&B, pp. 131-142.
- L. FANTINI 1934, *Le Grotte Bolognesi*, Off. Grafiche

Combattenti, Bologna, 72 pp.

- L. FANTINI 1954, *Il Paleolitico bolognese e i primi ritrovamenti di industrie paleolitiche nel Bolognese*, "Bologna. Rivista del Comune", 40, 12, pp. 15-18.
- L. FANTINI 1957, *I primi ritrovamenti paleolitici nel Bolognese*, "Strenna Storica Bolognese", 7, pp. 45-68.
- E. FARABEGOLI 1996, *I siti paleolitici fra Bologna e Imola in relazione all'evoluzione geomorfologica e paleogeografica del territorio*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. XIX-XXXVII.
- E. FARABEGOLI, G. NENZIONI, C. PERETTO 1996, *Romanina Bianca*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 56-61.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI 1992, *La sezione di S. Mamante (Faenza) nel quadro evolutivo neotettonico ed eustatico del Quaternario dell'Appennino romagnolo*, Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, XLVI (1991), pp. 417-432.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI 1996a, *Il margine appenninico emiliano-romagnolo durante il Quaternario: stratigrafia ed eventi*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. XXIX-LXIV.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI 1998a, *Quaternary stratigraphy and lithic industries of Emilia-Romagna outer apenninic margin*, Proceedings of XIII U.I.S.P.P. Congress (Forlì, 7-14 September 1996), 1, Forlì, pp. 113-124.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI 1998b, *Struttura del sottosuolo quaternario continentale della Pianura Padana meridionale (Provincia di Ravenna - Italia)*, Agip, Geodinamica e Ambiente, S.EL.C.A.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI 1998c, *Stratigrafia continentale quaternaria in Romagna e fasi evolutive paleogeografiche del margine appenninico-padana*, Proceedings of XIII U.I.S.P.P. Congress (Forlì, 7-14 September 1996), 6, II, pp. 939-955.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI, F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO 2000, *Lithostratigraphie et evolution des industries du Paleolithique inferieur et moyen a l'Est de Bologne (Italie)*, in *Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, 2, 1, Elsevier, pp. 1179-1187.
- E. FARABEGOLI, G. ONOREVOLI, F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO 2003, *Paleogeografia dell'area adriatica emiliano-romagnola e processi evolutivi delle industrie paleolitiche durante il Pleistocene*, in *L'Archeologia dell'Adriatico dalla Preistoria al Medioevo*, Atti del Convegno (Ravenna 2001), pp. 22-37.
- A. FERRARI, G. STEFFÈ, F. FONTANA, P. MAZZIERI 2006, *Il comprensorio montano fra Paleolitico superiore ed età del Rame: il caso modenese*, in A. CARDARELLI, L. MALNATI (a cura di), *Atlante dei Beni Archeologici della provincia di Modena*. Montagna, II, Firenze, pp. 17-39.
- F. FONTANA 2017, *Considerazioni conclusive*, in LENZI 2017, pp. 238-240.
- F. FONTANA, A. GUERRESCHI 1996, *Pescatore Piccolo*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 810-814.
- F. FONTANA, F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO 2004, *The Po plain in the Lower Pleistocene in the context of ancient industries in Southern Europe*, Proceeding of U.I.S.P.P. Congress XIV, Section 4 (Belgique, 2-8 settembre 2001), in M. TOUSSAINT, J.-M. CORDY, C. DRAILY (eds.), *Premiers Hommes et Paléolithique inférieur. General Sessions and Posters*, BAR International Series 1272, Oxford, England, pp. 41-48.
- F. FONTANA, M.H. MONCEL, G. NENZIONI, G. ONOREVOLI, C. PERETTO, J. COMBIER 2013, *Widespread diffusion of technical innovations around 300,000 years ago in Europe as a reflection of anthropological and social transformations? New comparative data from the western Mediterranean sites of Orgnac (France) and Cave dall'Olio (Italy)*, "Journal of Anthropological Archaeology", 32, 1, pp. 478-498.
- F. FONTANA, G. NENZIONI, C. PERETTO 2007a, *Emergence et développement des complexes à bifaces dans la marge méridionale de la plaine du Pô au Pléistocène moyen*, in *Les cultures à bifaces du Pléistocène inférieur et moyen dans le monde. Emergence du sens de l'harmonie*, Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel, p. 98 ss.
- F. FONTANA, G. NENZIONI, C. PERETTO 2007b, *First recognition of predetermined core reduction sequences in the Southern Po Plain area before isotopic stage 8 at the site of Cave Dall'Olio (Bologna)*, in *Approcci metodologici integrati per lo studio dei manufatti litici preistorici*, Colloquio Internazionale, Laboratori di Antropologia, Università degli Studi di Firenze, I, 1, p. 23 ss.
- F. FONTANA, G. NENZIONI, C. PERETTO 2009, *First recognition of predetermined core reduction sequences in the Southern Po Plain area before MIS 8 at the site of Cave dall'Olio (Bologna, Italy): an "ancient series" revisited*, "Human Evolution", 24, 1, pp. 43-56.

- G. FONTANA, G. NENZIONI, C. PERETTO 2010, *The southern Po plain area (Italy) in the mid-late Pleistocene: human occupation and technical behaviours*, "Quaternary International", 223-224, 1, pp. 465-471.
- F. FONTANA, G. NENZIONI, C. PAGANI 2017, *Ca' S. Francesco, Palazzina, Ca' S. Carlo, Peverella, Ca' Rio, Mascarelle, Valsino, Campazzo, Pasotta, Macchione, Palazzina*, in LENZI 2017, pp. 51- 67, 69-87, 89-103, 105-119, 187-199, 207- 227.
- F. FONTANA, C. PERETTO 1996a, *Bel Poggio*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 26-42.
- F. FONTANA, C. PERETTO 1996b, *Podere Pescatore Piccolo*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 523-540.
- M. FORTELIUS, P. MAZZA, B. SALA 1993, *Stephanorhinus (Mammalia: Rhinocerotidae) of the western European Pleistocene, with a revision of S. etruscus (Falconer, 1868)*, Palaeontographia Italica, v. 80, pp. 63-155.
- F. GASPARRI 1996, *Cave I.E.C.M.E., Croara, Cava Fiorini, Farneto*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 845-850.
- A. GUIDI 2009, *Il contesto storico e politico dell'opera di Scarabelli nel campo dell'archeologia preistorica*, in VAI 2009, pp. 87-92.
- P. LEONARDI 1952, *Nuove stazioni del Paleolitico inferiore e medio in Emilia*, "Rivista di Scienze Preistoriche", VII, pp. 117-119.
- P. LEONARDI 1953, *L'Istituto ferrarese di paleontologia umana. Attività svolta durante gli anni 1950-1952*, "La Ricerca Scientifica", 23, 4, p. 626.
- P. LEONARDI 1954, *Manufatti del Paleolitico inferiore in un deposito costiero dell'Appennino bolognese-romagnolo*, "Annali dell'Università di Ferrara", I, s. IX, pp. 191-198.
- P. LEONARDI 1955a, *Il Paleolitico inferiore e medio dell'Appennino bolognese-romagnolo*, in *Actes du IV Congrès international du Quaternaire* (Rome-Pise 1953), Istituto Italiano di Paleontologia Umana, Roma, p. 683 ss.
- P. LEONARDI 1955b, *Outillages du Paléolithique inférieur dans des cailloutis marins côtiers de l'Apennin Émilien*, "Bulletin de la Société Préhistorique Française", 52 (3-4), 1 p.
- P. LEONARDI 1956a, *Manufatti del Paleolitico inferiore in un deposito costiero dell'Appennino bolognese-romagnolo*, in *Congresos Internacionales de Ciencias Prehistoricas y Protohistoricas*, Actas de la IV Sesión (Madrid 1954), Zaragoza, pp. 201-205.
- P. LEONARDI 1956b, *Ricerche sull'età delle industrie paleolitiche inferiori dell'Appennino emiliano-romagnolo*, in *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze XLV* (1954), 1 p.
- P. LEONARDI 1957a, *Il Paleolitico dell'Italia padana*, in *Atti del I Convegno Interregionale Padano di Paleontologia*, (Milano 1956), Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, pp. 13-40.
- P. LEONARDI 1957b, *Risultati delle nuove ricerche stratigrafiche sul Paleolitico inferiore dell'Appennino emiliano-romagnolo*, "Annali dell'Università di Ferrara", II, s. IX, pp. 243-259.
- P. LEONARDI 1958, *Témoignages de l'Homme de Néanderthal dans l'Italie du Nord*, in KOENIGSWALD W. VON (a cura di), *Hunder Jahre Neanderthalen*, Utrecht, pp. 231-252.
- P. LEONARDI, A. BROGLIO 1962, *Ricerche sul Paleolitico emiliano*, in *Preistoria dell'Emilia e Romagna*, I, Bologna, pp. 47-61.
- F. LENZI (a cura di) 2017, *Depositi paleolitici e industrie nell'area bolognese orientale. Nuovi dati e dinamiche interpretative*, Museo della Preistoria "L. Donini" - S. Lazzaro di Savena, Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- LENZI F., NENZIONI G. (a cura di) 1996, *Lettere di Pietra. I depositi pleistocenici: sedimenti, industrie e faune del margine appenninico bolognese*, Editrice Compositori, Bologna.
- F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO (a cura di) 1985, *Materiali e documenti per un museo della preistoria. S. Lazzaro di Savena e il suo territorio*, Nuova Alfa Editoriale, Bologna.
- T. LIPPARINI 1933, *I terrazzi fluviali del Bolognese e loro relazioni con il Paleolitico*, "Giornale di Geologia", VIII, pp. 117-121.
- T. LIPPARINI 1935, *I terrazzi fluviali dell'Emilia*, "Giornale di Geologia", IX bis, pp. 43-88.
- T. LIPPARINI 1936, *Stratigrafia e cronologia di un deposito pleistocenico sui terrazzi della valle del Savena presso Bologna*, in *Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, XIV, XXIV, 4, p. 241 ss.
- T. LIPPARINI 1938, *Musteriano in serie stratigrafica della Valle del Savena (BO)*, "Bullettino di Paleontologia Italiana", pp. 118-119.
- T. LIPPARINI 1966, *Carta Geologica d'Italia - Foglio 87 Bologna*, La Litograf, Roma.
- J. VON MAGLIO 1973, *Origin and evolution of the Elephantidae*, Transaction of the American Philo-

- sophical Society, N.S., v. 63, part. 3, 149 pp., 50 figs, 18 tabs., Philadelphia.
- F. MALAVOLTI 1949-1950, *Reperti musteriani del territorio bolognese*, "Emilia Preromana" 2, pp. 131-138.
- S. MILLIKEN, S. MALISARDI, G. NENZIONI 1996, *Podere Due Pozzi*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 480-516.
- G. DE MORTILLET 1864, *L'époque quaternaire dans la vallée du Po*, Bull. soc. Geol. De France, 2^a serie, vol. XXI, Paris.
- B. MUTTILLO, G. LEMBO, C. PERETTO 2014, *L'insediamento a bifacciali di Guado San Nicola. Monteroduni, Molise, Italia*, Annali dell'Università di Ferrara, 10/1, Ferrara, 160 pp.
- F. NEGRINO, M. COLOMBO, M. CREMASCHI, M. SERRADIMIGNI, C. TOZZI, A. GHIRETTI 2017a, *Estese officine litiche del Paleolitico medio-superiore sui rilievi appenninici di Monte Lama-Castellaccio-Pràrbera (Bardi, Parma)*, in BERNABÒ BREA 2017, pp. 59-68.
- F. NEGRINO, M. CREMASCHI, A. GHIRETTI 2017b, *Lemignano: una stazione aurignaziana del Pedepennino parmense*, in BERNABÒ BREA 2017, pp. 69-76.
- G. NENZIONI 1995, *La raccolta paleontologica di Luigi Fantini nel quadro evolutivo del Paleolitico inferiore dell'area padana*, "Sottoterra", XXXIV, pp. 86-101.
- G. NENZIONI 1996, *Cava Ghelli, Podere Castello, Dolina del Budriolo, Cava Fiorini*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 139-141, 145-147; 154-155, 159-161, 407-410.
- G. NENZIONI, F. LENZI 2015a, *La preistoria si è evoluta. Il Museo "Luigi Donini" di S. Lazzaro di Savena fra passato e futuro*, in A. GUIDI A. (a cura di), *150 anni di preistoria e protostoria in Italia*, Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Studi di Preistoria e Protostoria I), Bari, pp. 451-456.
- G. NENZIONI, F. LENZI 2015b, *Per un archivio virtuale di Luigi Fantini paleontologo*, "Quaderni del Savena. Strumenti, studi e documenti dell'Archivio Storico Comunale "Carlo Berti Pichat" di S. Lazzaro di Savena", 15, pp. 65-82.
- G. NENZIONI, M. MARCHESINI, S. MARVELLI 2018, *Fenomeni carsici e primo popolamento nel territorio bolognese orientale: paleoambiente e litocomplessi*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "... nel sotterraneo Mondo" *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*", Federazione Speleologia Regionale dell'Emilia-Romagna, pp. 21-31.
- G. NENZIONI, F. VANNELLI 1982, *I depositi quaternari e le industrie del Paleolitico inferiore tra i torrenti Savena ed Idice (Bologna)*, in *Atti della XXIII Riunione Scientifica IIPP* (Firenze 1980), pp. 273-292.
- G. NENZIONI, A. ZIELO 1996, *Podere Bellaria*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 394-398.
- M. PACCIARELLI (a cura di) 1996, *La collezione Scarabelli, 2. Preistoria*, Grafis Edizioni, Casalecchio di Reno
- M. PACCIARELLI 1996a, *L'opera di Giuseppe Scarabelli nel campo delle scienze preistoriche*, in PACCIARELLI 1996, pp. 41-64.
- G. PASINI 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna)*, "Le Grotte d'Italia", (4), II (1968-69), pp. 1-46.
- G. PASINI 1970, *Contributo alla conoscenza del tardo Würmiano e del post-Würmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", 2, XXXVI (1968), pp. 687-696.
- C. PERETTO, M. ARZARELLO, J.-J. BAHAIN, N. BOULBES, J.-M. DOLO, E. DOUVILLE, C. FALGUÈRES, N. FRANK, T. GARCIA, G. LEMBO, A.-M. MOIGNE, B. MUTTILLO, S. NOMADE, A. PEREIRA, M.A. RUFO, B. SALA, Q. SHAO, U. THUN HOHENSTEIN, U. TESSARI, M.C. TURRINI, C. VACCARO 2016, *The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the Lower/Middle Palaeolithic transition*, "Quaternary International", 411, 1, pp. 301-315.
- Precursori e pionieri della speleologia in Emilia-Romagna* 1995, Atti del 10° Convegno Speleologico Regionale dell'Emilia-Romagna (Casola Valsenio 4 novembre 1995), n. 6, anno XXI, IV Serie, F.S.R.E.R., 160 pp.
- A. ROSSI, B.S.L. MAZZARELLA 1998, *La Grotta Calindri: dati e considerazioni sui suoi riempimenti fisici*, "Sottoterra", 107, pp. 33-51.
- A. ROSSI, B.S.L. MAZZARELLA 2000, *Caratteri morfologici, petrografici e mineralogici dei riempimenti della Grotta Calindri*, in *La Grotta Serafino Calindri*, numero monografico di "Sottoterra", 110, pp. 45-66.
- B. SALA 1985, *Le faune dell'ultimo glaciale nell'Appennino Emiliano*, in LENZI, NENZIONI 1985, pp. 173-177.

- B. SALA 1996, *I vertebrati quaternari del territorio bolognese*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 821-823.
- G. SCARABELLI 1850, *Intorno alle armi antiche di pietra dura che sono state raccolte nell'Imolese*, "Nuovi Annali di Scienze Naturali", 3, 2, pp. 258-266.
- R. SCARANI 1963, *Repertorio di scavi e scoperte*, in *Preistoria dell'Emilia e Romagna*, II, Bologna, pp. 175-634.
- M. TARANTINI 2009, *Nascita e istituzionalizzazione della paleontologia in Italia*, in VAI 2009, pp. 67-86.
- D. TORACCA 1993, *Giovanni Capellini: gli albori dell'archeologia preistorica in Italia*, "Ricerche di Storia dell'Arte", 50, pp. 27-34.
- G.B. VAI 2003, *Giovanni Capellini e l'archeologia geologica*, in F. LENZI, G. NENZIONI, M. MAGGIORANI (a cura di), "Quaderni del Savena", 6, Clueb Edizioni, Bologna, pp. 25-36.
- G.B. VAI (a cura di) 2009, *Il diamante e Scarabelli*, Comitato Promotore per le Celebrazioni Scarabelliane, Imola.
- D. VITALI 1984, *Il V Congresso di Antropologia e Archeologia Preistoriche a Bologna*, in C.M. GOVI, G. SASSATELLI (a cura di) *Dalla Stanza delle Antichità al Museo Civico. Storia della formazione del Museo Civico Archeologico di Bologna*, Grafis Edizioni 1984, Bologna, pp. 277-297.

Ringraziamenti. Alla cortesia di Claudio Busi si deve la ricostruzione delle fasi di ricerca condotte con Giorgio Bardella nei depositi della Grotta Serafini Calindri. Ulteriori informazioni sulla cavità sono state utilmente fornite da Paolo Grimandi e Danilo Demaria.

L'Autore ringrazia il G.S.B.-U.S.B. e Carlo Sarti del Museo Geologico "Giovanni Capellini" per aver gentilmente messo a disposizione alcune delle immagini a corredo di questo testo.

Marco Marchesini*, Silvia Marvelli**, Elisabetta Rizzoli**

Indagini palinologiche nei Gessi Bolognesi (San Lazzaro di Savena - BO)

Riassunto

Lo studio paleobotanico dei depositi di tipo carsico dei Gessi Bolognesi ha fornito una grande quantità di dati utili per ricostruire aspetti vegetazionali compresi fra lo *Stage 3* e il *Dryas Antichissimo*.

Nell'Ultimo Massimo Glaciale si verifica un irrigidimento climatico con un andamento fluttuante che determina un incremento delle praterie steppiche fredde alternato a fasi di miglioramento caratterizzate da un aumento del tasso di afforestamento, seguito successivamente da una nuova espansione della prateria. In particolare la ricostruzione del paesaggio vegetale caratterizzante l'ex Cava a Filo nel corso dell'Ultimo Massimo Glaciale evidenzia il predominio di un consorzio boschivo a Pini e Betulle, esteso sull'intera fascia gessosa sino ai pendii interni più elevati, a coronamento di valli a prateria solcate da corsi d'acqua.

Parole-chiave: pollini, prateria steppica fredda, bosco pleistocenico freddo, *Dryas octopetala*.

Abstract

The paleobotany techniques, applied for the study of carsic remains of Gessi Bolognesi site, produced a high amount of data to define the landscape profile among the Stage 3 and the Oldest Dryas period.

In the last Maximum Glacial period, the decreasing temperature and the fluctuant climatic conditions created a landscape with prevailing steppe grasslands and subsequently, they created the best condition for a growing forest sequence and the expansion of the grassland landscape.

The vegetational landscape of ex Cava a Filo during the Late Glacial period was made up of the association among Pinus and Betula from the gypsum soils until the highest internal slopes, the edge of prairies expanded with their rivers and valleys.

Keywords: pollen grains, cold steppe grassland/prairie, cold pleistocene woodland, *Dryas octopetala*.

1. Introduzione

Nell'area compresa fra le vallate del Savena e dello Zena emerge la vena gessoso-solfifera messiniana, sviluppata con particolare evidenza nel distretto territoriale Croara-Farneto (San Lazzaro di Savena). Una delle principali caratteristiche geofisiche direttamente correlate all'affioramento selenitico è lo sviluppo di numerose morfologie erosive di tipo carsico e la presenza di strutture fossili di riempimento (inghiottitoi, depositi fluvio-carsici) esito di processi erosivi e deposizionali particolarmente attivi durante alcune fasi climatiche dell'ultimo ciclo glaciale.

In questo lavoro vengono analizzati campioni pol-

linici provenienti dai depositi della Cava I.E.C.M.E. (Monte Croara) e dell'ex Cava a Filo (Monte Castello) ricompresi nel sistema carsico Spipola-Acquafredda in aggiunta a campioni prelevati dalla Grotta Serafino Calindri e Cava Fiorini afferenti al complesso Osteriola-Calindri.

La revisione di alcune collezioni recuperate in questi siti sul finire degli anni '60 e '70 del secolo scorso e le recenti indagini promosse dal Museo "L. Donini" di San Lazzaro di Savena nel giacimento dell'ex Cava a Filo hanno permesso di acquisire numerosi campioni di sedimento utili per ricostruire l'evoluzione vegetale e ambientale dalle fasi precedenti l'UMG - Ultimo Massimo Glaciale a quelle immediatamente successive.

* Dipartimento di Studi Umanistici, Sezione di Scienze Preistoriche e Antropologiche, Università degli Studi di Ferrara

** Laboratorio di Palinologia e Archeobotanica - C.A.A. Giorgio Nicoli S.r.l., San Giovanni in Persiceto (Bologna), e-mail: palinologia@caa.it

2. Materiali e metodi

Dal prelievo dei materiali sedimentari della Cava I.E.C.M.E., Grotta Serafino Calindri, Cava Fiorini sono stati recuperati tre campioni ritenuti significativi per l'analisi palinologica. Più circostanziate ed esauritive, con 10 campioni pollinici, sono state le analisi effettuate nel corso degli scavi dell'ex Cava a Filo. Complessivamente sono stati studiati 13 campioni pollinici, preparati presso il Laboratorio di Palinologia e Archeobotanica del C.A.A. con metodologie di routine.

L'analisi è stata effettuata al microscopio ottico a 1000x identificando complessivamente 1.287 sporomorfi di cui 1.227 granuli pollinici e 60 spore di Monilophyta/Lycopodiophyta utilizzando sia la palinoteca di confronto che atlanti e chiavi morfopalinologiche specifiche.

Su 13 campioni sottoposti ad analisi palinologica 10 sono risultati discreti/buoni con conte statisticamente significative, mentre 3 campioni hanno riportato va-

lori di concentrazione decisamente bassi e sono stati considerati semisterili. Sono stati redatti spettri pollinici percentuali generali (somma pollinica = pollini totali) (vedi tab. a pag. 85), grafici di sintesi per le diverse fasi di ogni sito (figg. 1-2) e una tavola dei pollini più rappresentativi primari (fig. 3) e secondari (fig. 4) rinvenuti negli spettri.

3. Risultati

Lo stato di conservazione dei granuli pollinici e delle spore di felci è discreto/buono nella maggior parte dei campioni analizzati. La concentrazione pollinica è mediamente bassa: in 7 campioni è inferiore ai 1.000 pollini/g, in 5 non supera i 20.000 pollini/g e solamente nella grotta Calindri arriva a 122.878 pollini/g. Decisamente più bassa è la concentrazione delle spore di felci. In tutti i livelli della serie è presente una pioggia pollinica secondaria che in alcuni campioni raggiunge valori rilevanti.

L'elenco floristico è discretamente ricco e variegato:

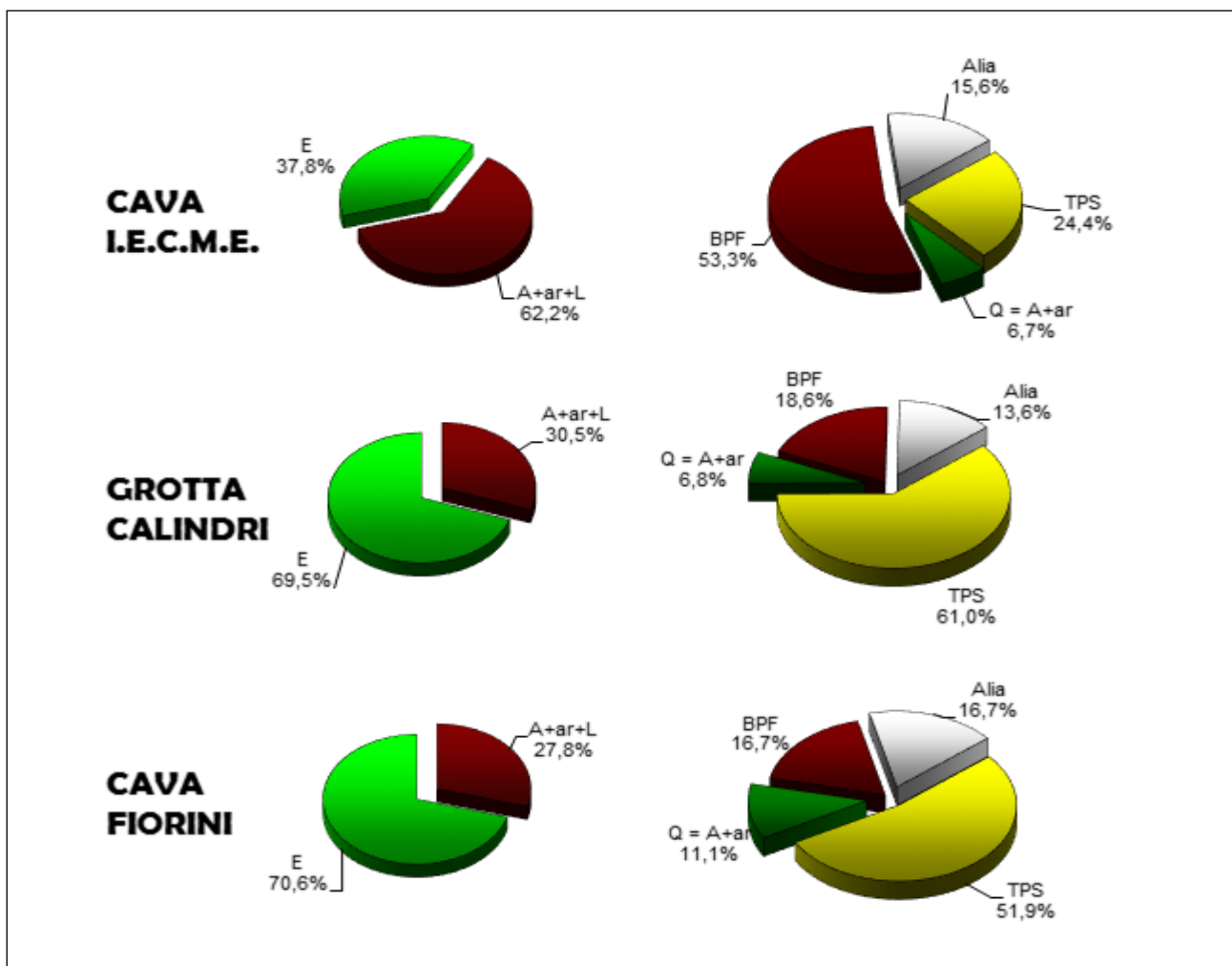


Fig. 1 – Ex Cava a Filo: Evoluzione del paesaggio vegetale e dell'ambiente. Valori pollinici medi dei singoli raggruppamenti per fasi: Legnose (A+ar+L); Erbacee (E); TPS = Praterie Steppiche Freddi; Q (A+ar) = Querceto; BPF = Bosco Pleistocenico Freddo; Alia.

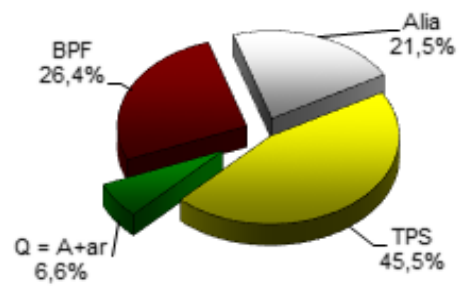
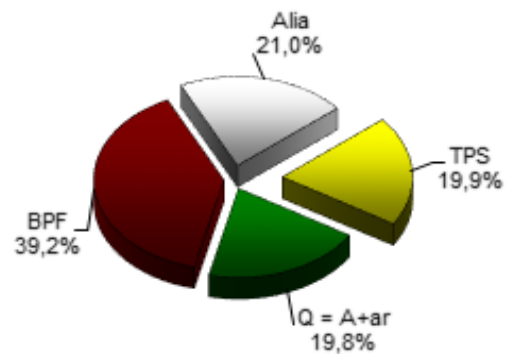
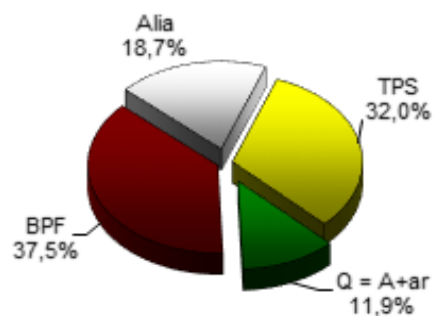
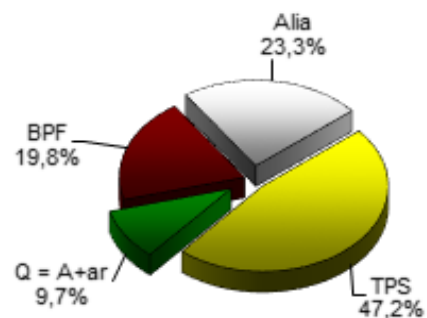
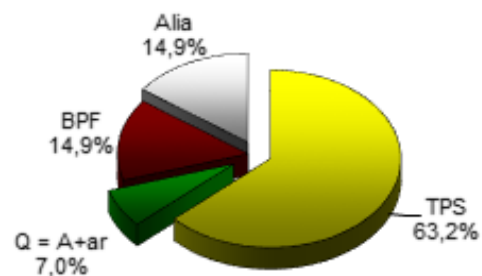
FASE 1**FASE 2a****FASE 2b****FASE 3****FASE 4**

Fig. 2 – Ex Cava a Filo: evoluzione del paesaggio vegetale e dell'ambiente. Valori pollinici medi dei singoli raggruppamenti per fasi: Legnose (A+ar+L); Erbacee (E); TPS = Praterie Steppiche Fredde; Q (A+ar) = Querceto; BPF = Bosco Pleistocenico Freddo; *Alia*.

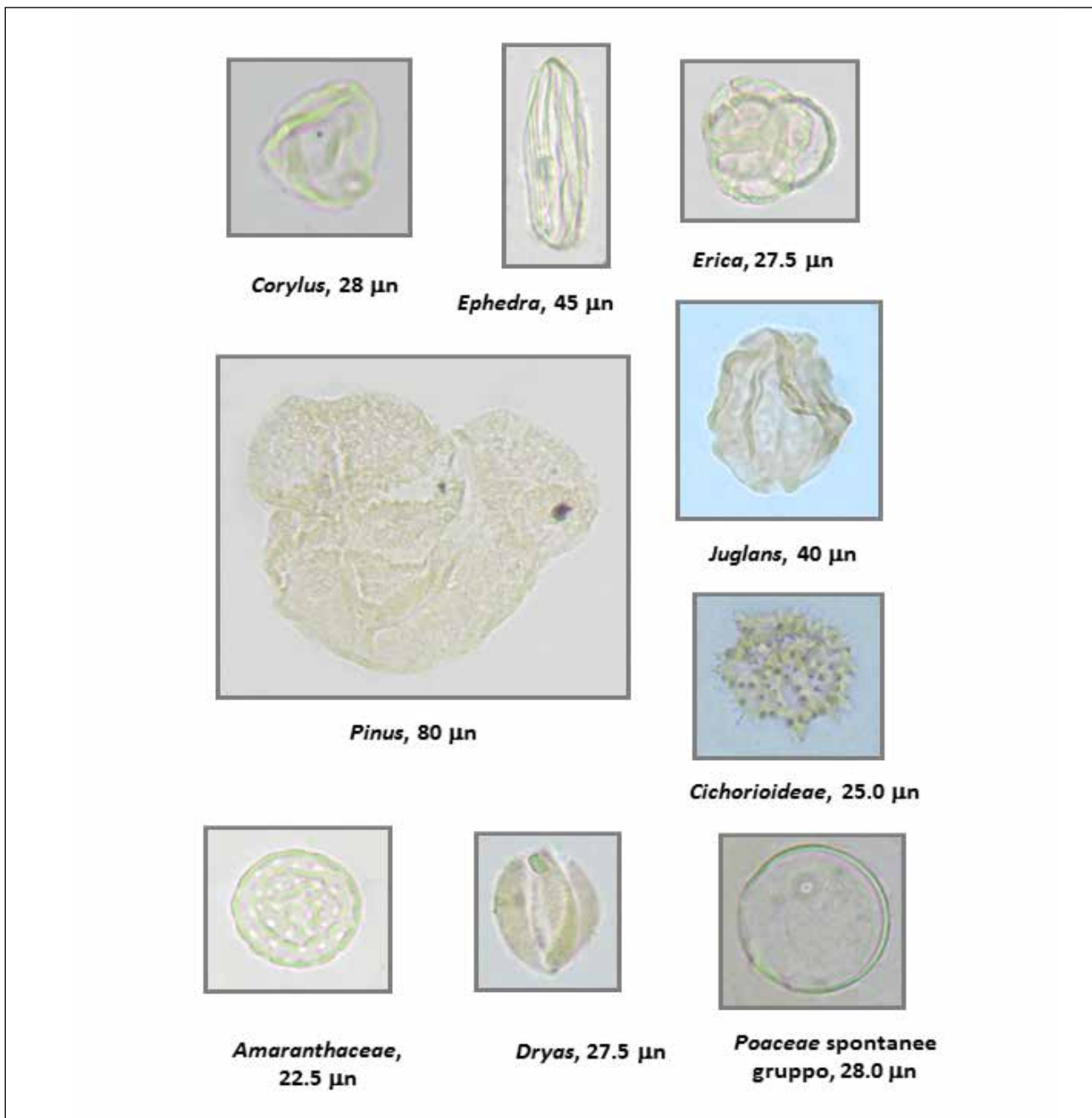


Fig. 3 – Ex Cava a Filo: granuli pollinici rinvenuti negli spettri (1000x).

sono stati identificati 79 *taxa* di Spermatofite di cui 28 *taxa* di Piante Legnose, 51 *taxa* di Piante Erbacee e 3 *taxa* di spore di felci.

Vengono di seguito elencati i *taxa* più frequenti che compaiono nel 60%-70% degli spettri pollinici: piante legnose (A+ar+L): *Alnus* (*Alnus* cf. *glutinosa*), *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Fraxinus* (*Fraxinus excelsior* tipo, *Fraxinus ornus*), *Ostrya carpinifolia*/*C. orientalis*, *Quercus caducif.*, *Quercus* cf. *robur*, *Pinus* indiff. (*Pinus sylvestris*, *Pinus mugo*), *Salix*, *Ulmus*; piante erbacee (E): *Artemisia*, *Aster* tipo, *Asteroidae*, *Carex* tipo, *Amaranthaceae*, *Cichorioideae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* spontanee, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, ecc.

In tutti i sedimenti è presente una pioggia pollinica primaria, tipica di un clima arido-freddo, e una pioggia pollinica secondaria tipica di un clima umido-temperato. La componente secondaria, rilevante in alcuni campioni, è dovuta nella maggior parte dei casi a una risedimentazione di livelli del Pleistocene Medio/Inferiore (Sabbie Gialle) (fig. 5).

4. Il paesaggio vegetale e la sua evoluzione nel tempo

La ricostruzione vegetazionale e climatica viene effettuata sulla base delle analisi polliniche con particolare riferimento alla pioggia pollinica primaria. La

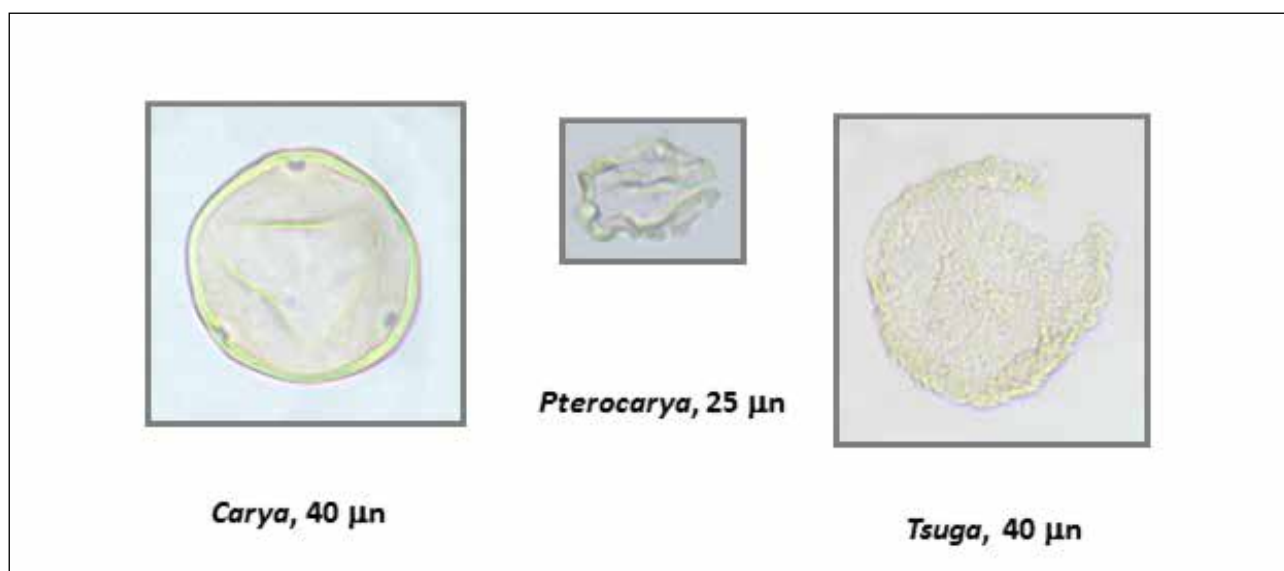


Fig. 4 – Ex Cava a Filo: granuli pollinici secondari rinvenuti negli spettri (1000x).

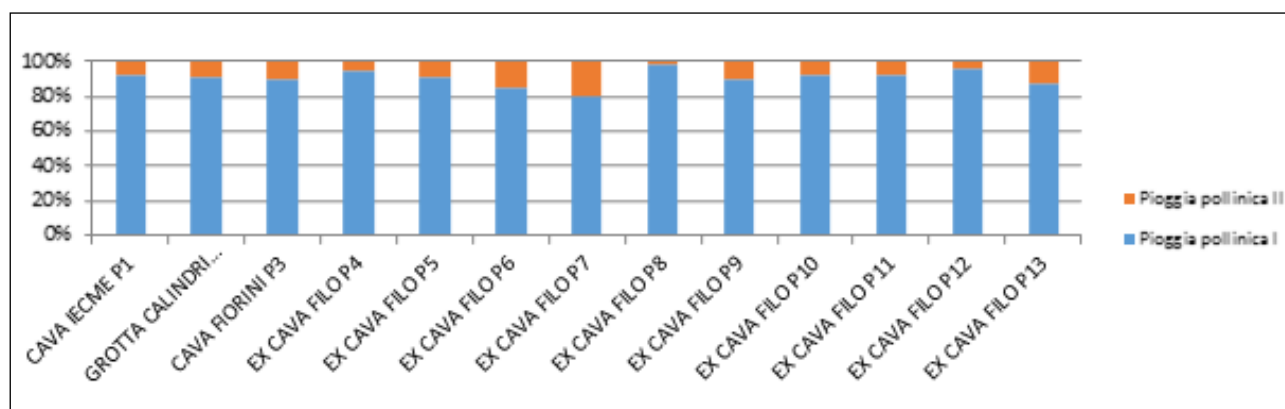


Fig. 5 – Ex Cava a Filo: rappresentazione grafica della componente pollinica primaria e secondaria.

cronologia si basa sui dati pollinici e sulle datazioni al radiocarbonio.

Cava I.E.C.M.E. - Monte Croara

I lavori di cava sul versante destro del Monte Croara hanno portato alla luce tre inghiottitoi (A-B-C) che presentavano strutture sedimentarie massive provenienti dallo smantellamento delle Sabbie Gialle abbinate a limi e argille delle intercalazioni marnose dei gessi e ciottoli derivanti dalle formazioni conglomeratiche del Pleistocene medio (BISI *et alii* 1977). La datazione radiometrica effettuata su un campione osseo proveniente dall'Inghiottitoio A (44.412-43.100 BP) colloca il riempimento, che ha restituito in associazione faune e un complesso litico omogeneo attribuito a un stadio finale del Paleolitico medio, nella fase intermedia dello Stage 3 (NENZIONI in questo volume; NENZIONI *et alii* 2018; MASSARENTI *et alii* in questo volume).

I dati indicano una copertura arborea che supera il 60%. Prevalgono i *taxa* tipici dei boschi freddi. Dominano le conifere con numerosi granuli pollinici di Pino (45,6%), in particolare *Pinus sylvestris* (Pino silvestre) e *Pinus mugo* (Pino mugo) accompagnati da *Alnus* (Ontano) e *Salix* (Salice). Le specie tipiche del querceto sono presenti in tracce con Carpino (*Carpinus betulus* e *Ostrya carpinifolia/Carpinus orientalis*) e *Tilia* (Tiglio). Le praterie fredde si attestano sul 24% e sono caratterizzate da Poacee e in sottordine da Cicoarioidee e Asteroidee.

Questo spettro pollinico indica un'associazione a Pino con tracce di latifoglie e una presenza costante di aree a praterie in cui prevalgono nettamente le Poacee (BERTOLANI *et alii* 1980). Il clima è freddo, tendente all'arido. Questo contesto collocherebbe lo spettro pollinico in un periodo glaciale che, in accordo con le datazioni al radiocarbonio, è inquadrabile nello Stage 3.

Grotta Serafino Calindri

La Grotta Calindri si apre sul fondo della valle del Budriolo. La cavità è legata a una serie di fenomeni erosivi e deposizionali connessi con l'energia idraulica del torrente ipogeo che caratterizza la valle. Il campione pollinico analizzato proviene dal livello RM basso (datazione radiometrica calibrata 38160-36605 BP) in associazione con un insieme faunistico e scarse testimonianze antropiche (NENZIONI in questo volume; NENZIONI *et alii* 2018; MASSARENTI *et alii* in questo volume).

L'insieme pollinico evidenzia la presenza di una prateria con aree boscate sparse. Prevale nettamente una steppa-prateria a clima arido freddo (61%), caratterizzata da Poacee (40%) e Cicorioidee (18%) accompagnate da Asteroidee fra cui *Artemisia* (assenzio), Fabacee, Scrofulariacee. La componente arborea si attesta sul 30%, con la dominanza di Pini (13%), in particolare *Pinus sylvestris* e *Pinus mugo*. Le specie tipiche del Querceto sono presenti in tracce (6%) con *Quercus cf. robur* (Farnia), *Fraxinus* (Frassino) e *Corylus avellana* (Nocciolo).

Come il deposito di Cava I.E.C.M.E., il giacimento della Grotta Serafino Calindri è collocabile cronolo-

gicamente nello *Stage 3*, in un momento di tendenziale inasprimento climatico che culmina con l'Ultimo Massimo Glaciale.

Cava Fiorini - Osteriola del Farneto

L'attività estrattiva della Cava Fiorini interessa la dorsale gessosa prospiciente il torrente Zena. Ricerche condotte sul finire degli anni Cinquanta del secolo scorso sul fronte meridionale di cava portarono al recupero di contesti faunistici ascritti "al tardo Würmiano" e di resti litici assegnabili all'UMG - Ultimo Massimo Glaciale (CENCINI 1962, 1965; NENZIONI *et alii* 2018).

Il campione pollinico analizzato proviene dal sedimento terroso conservato all'interno della tibia di *Bison priscus* su cui è stata effettuata la datazione al radiocarbonio (datazione radiometrica calibrata 20695-20340 BP). Lo spettro pollinico evidenzia la presenza di vaste praterie fredde di tipo arido, con aree boscate sparse. Le praterie raggiungono il 52%, sono caratterizzate dalle Poacee con un 22%, diminuiscono le Cicorioidee che scendono al 6% e aumenta *Artemisia* che raggiunge l'11% accompagnata da Asteroidee, Fabacee e Scrofulariacee, ecc. La componente



Fig. 6 – Ex Cava a Filo – Il cantiere di scavo nel 2007 (foto M. Marchesini).



Fig. 7 – Ex Cava a Filo - scavo 2007: l'US 100 durante la fase del campionamento pollinico (foto M. Marchesini).

forestale (28%) è sempre dominata da Pini (17%) in particolare *Pinus sylvestris* e *Pinus mugo*. Buona risulta la presenza del Querceto che incrementa rispetto allo spettro pollinico di Grotta Calindri raggiungendo l'11%, con presenza di Querce e Carpini. Questa fase è collocabile cronologicamente in corrispondenza del picco di freddo dell'Ultimo Massimo Glaciale.

Ex Cava a Filo

Il sito, noto per le ricerche condotte nei primi anni '60 del secolo scorso da G. Pasini (PASINI 1968-1969, 1970), ha restituito un'importante serie stratigrafica oggetto di campionamento (un prelievo ogni 5 cm per un totale di 65 campioni pollinici) nel corso delle campagne di scavo 2007 e 2011 (fig. 6).

Sono inoltre stati prelevati 11 campioni dal substrato per le analisi sui reperti vegetali macroscopici (legni/carboni e semi/frutti). Nel corso di queste ultime si sono individuati 10 campioni significativi da sottoporre ad analisi pollinica (figg. 7-9).

In base alle datazioni radiocarboniche la sequenza pollinica studiata, derivante da prelievi effettuati nelle UUSS 103, 102, 101, 100, si colloca in un arco cromo-

logico compreso fra una fase anteriore a 21.500 anni cal BP e 17.500 anni cal BP (PARONUZZI *et alii* in questo volume). Sono ancora in corso le analisi relative ai pollini dell'US 99 (Incavo NE) che a tutt'oggi sembra corrispondere all'episodio più antico di formazione del deposito.

Le caratteristiche vegetazionali, correlate ai dati cronologici disponibili, consentono di suddividere i campioni in quattro fasi, di cui quella identificata con il numero due può essere ripartita in due sub-fasi, che descrivono sinteticamente il paesaggio vegetale, permettendo di illustrare gli elementi floristico-vegetazionali caratteristici e di trarre alcune considerazioni di tipo climatico (tab. 1).

Fase 1: campioni P4 (US 103)

Sono presenti estese praterie steppiche fredde (46%), prevalgono le *Cichorioideae*, *Asteroideae*, *Cyperaceae*, le *Poaceae* sono documentate in tracce. La componente forestale si attesta sul 33%. Discreti risultano i *taxa* tipici di boschi freddi (26%) con *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *Alnus viridis*, *Salix*. Scarsa è la testimonianza delle specie tipiche del Querceto (7%) con *Quercus*, *Carpinus*, *Acer* (Acero). Bassa (4%) risulta anche la



Fig. 8 - Ex Cava a Filo - scavo 2007: l'US 100 durante la fase del campionamento pollinico, particolare (foto M. Marchesini).

presenza di specie tipiche degli ambienti umidi. I *taxa* secondari si attestano sul 5%. La fase di riferimento per queste evidenze polliniche si colloca agevolmente durante l'Ultimo Massimo Glaciale.

Fase 2

In questa seconda fase, ascrivibile a un momento più recente dell'Ultimo Massimo Glaciale, in presenza di un andamento climatico fluttuante, si verifica un miglioramento che determina una contrazione delle praterie e un incremento del tasso di afforestamento. Segue una nuova espansione della prateria.

Fase 2a: campioni P5-P6 (US 102); campione P7 (US 101)

Si registra una forte contrazione delle praterie step-piche fredde, che scendono sotto il 20%. Si segnala però la comparsa di *Dryas octopetala* (camedrio alpino). Aumentano notevolmente i *taxa* tipici dei boschi freddi con Pini (*P. sylvestris* e *P. mugo*), Ontani e Salici, che complessivamente raggiungono il 40%. Si espande il querceto, raggiungendo un valore medio del 19%, con Quercia, Frassino, Olmo, Carpino, Nocciolo. La presenza di un probabile corso d'acqua favorisce

lo sviluppo di una ricca vegetazione perispondale che raggiunge il 6%.

In questa fase risulta significativa la presenza della componente secondaria (15%) con *Carya* e *Pterocarya*. Probabilmente un rialzo della temperatura media determina la riduzione della prateria steppica fredda e un'espansione della componente arborea che nel suo complesso supera il 60%, sino a toccare il valore massimo del 75%.

Fase 2b: campioni P8-P9 (US 100)

Aumentano le praterie steppiche, con *Cichorioideae*, *Asteroidae*, *Poaceae* e *Cyperaceae*, raggiungendo il 30%. Il bosco diventa più rado (51%), gli Ontani si riducono fortemente; la presenza delle Conifere con il 33% rimane comunque significativa con una netta prevalenza dei Pini; *Abies alba* (Abete bianco) è presente solamente in tracce. Il querceto è in sottordine e scende al 12%: dominano i Frassini e in particolare *Fraxinus ornus* (Orniello) accompagnato dalle Querce con Farnia. Si ha un restringimento della componente secondaria (6%) con la diminuzione di *Carya* e la scomparsa di *Pterocarya*.

Fase 3: campioni P10-P11-P12 (US 100)

Contestualmente all'accrescimento delle praterie step-piche aumenta fortemente *Dryas octopetala*, specie guida del Tardoglaciale con una percentuale del 14%. Calano i *taxa* arborei freddi che scendono al 20%, in particolare diminuiscono i Pini e i Salici, incrementano invece leggermente gli Ontani e in particolare la *Betula* (Betulla) che, nella parte sommitale del livello, raggiunge il 4%. Diminuisce il Querceto, sceso sotto il 10%. Medio-bassa (8%) è la componente secondaria. L'elevata presenza del camedrio alpino colloca le testimonianze polliniche di questo livello nel Dryas Antichissimo.

Fase 4: campione P13 (US 100)

In questa fase, che ricade all'interno del Tardoglaciale, si assiste a un incremento (63%) delle praterie step-piche e in particolare di *Cichorioideae*. In calo risultano le specie tipiche dei boschi freddi (14%) con la presenza di Pini, Ontani e Salici. Cala il Querceto (7%) e scompaiono Carpini, Frassini, Olmi. Incrementano (13%) i *taxa* secondari.

4. Conclusioni

Lo studio paleobotanico dei depositi di tipo carsico dei Gessi Bolognesi ha fornito una grande quantità di dati utili per ricostruire aspetti vegetazionali compresi fra lo Stage 3 e il Dryas Antichissimo.

Sulla base degli assemblaggi floristico-vegetazionali

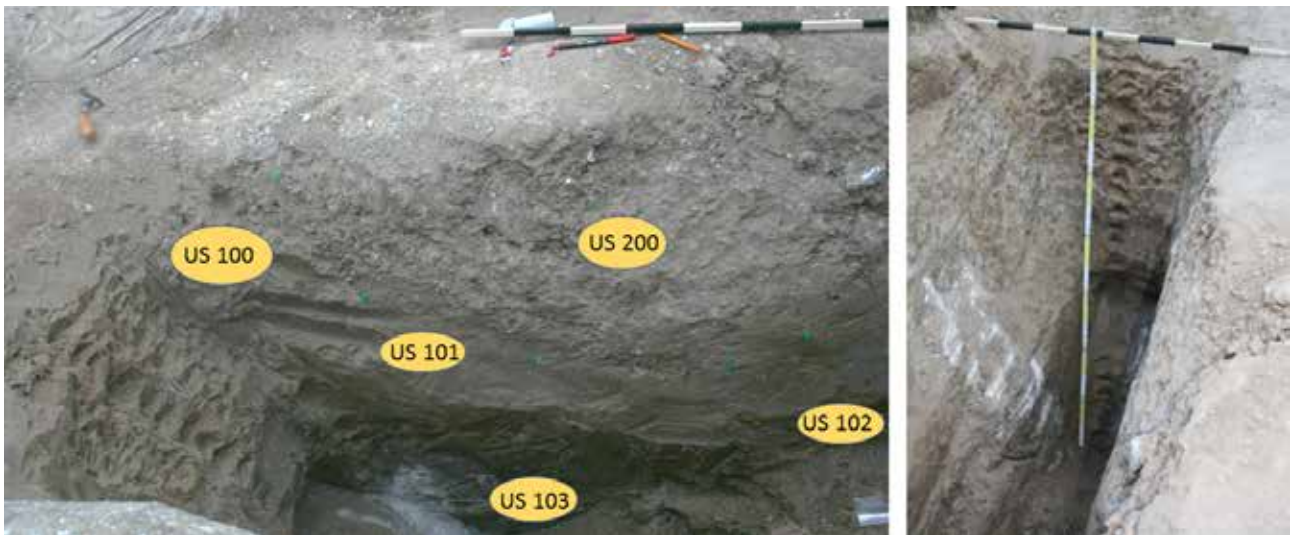


Fig. 9 - Ex Cava a Filo - scavo 2011/trincea: sequenza stratigrafica e particolare del campionamento pollinico (foto M. Marchesini, rielaborate).

CAMPIONE	US	FASI	AMBIENTE	CRONOLOGIA
P13	100	Fase 4	Prateria rada con scarsa copertura arborea	Tardoglaciale
P12-P11-P10	100	Fase 3	Contrazione della componente arborea con espansione delle praterie steppiche fredde e forte incremento della <i>Dryas octopetala</i>	Tardoglaciale/Dryas Antichissimo 17437 - 17838 cal BP
P9-P8	100	Fase 2b	Incremento delle praterie, permane una discreta copertura arborea	Tardoglaciale
P7	101	Fase 2a	Copertura arborea rilevante, calo delle praterie steppiche fredde	21124 - 21677 cal BP
P6-P5	102			
P4	103	Fase 1	Estese praterie steppiche fredde con rada copertura arborea	
in corso di studio	99	-	-	23844 - 24387 cal BP 23842 - 24309 cal BP 25005 - 24407 cal BP

Tab. 1 – Tabella riassuntiva dei campioni pollinici analizzati comprensiva delle UU.SS di provenienza, delle indicazioni ambientali di massima e della datazione assegnata (per le datazioni ¹⁴C calibrate con il programma di calibrazione CALIB 7.04 vedi PARONUZZI *et alii* in questo volume).

sono state individuate due componenti: una primaria, tipica di un clima arido-freddo e una secondaria, caratteristica di un clima umido-temperato risalente al Pleistocene Medio/Inferiore determinata da una risedimentazione di livelli più antichi contenenti una flora arcaica.

Considerando solamente la pioggia pollinica primaria, possiamo affermare che durante lo *Stage 3* il contesto della Cava I.E.C.M.E - Inghiottoio A rimanda a un ambiente caratterizzato da un bosco freddo e

da limitati spazi a prateria di tipo steppico (PINI *et alii* 2010). Nella fase di progressivo raffreddamento dell'ultimo ciclo glaciale domina invece una prateria steppica (AMOROSI *et alii* 2001-2002), particolarmente evidente nei livelli della Grotta Calindri - RM-US 4. Un ulteriore inasprimento climatico, sempre accompagnato da un ambiente a steppa-prateria e corrispondente all'Ultimo Massimo Glaciale, è testimoniato sia nella Cava Fiorini (Inghiottoio HK), sia dai sedimenti basali del deposito dell'ex Cava a Filo

(UUSS 102-101).

In un momento successivo, collocabile presumibilmente in uno stadio finale dell'Ultimo Massimo Glaciale (ex Cava a Filo - UUSS 102-101), aumenta la pineta accompagnata da Ontani e Salici. Si intensifica la presenza del Querceto e si assiste a un probabile miglioramento climatico. Come segnalato in letteratura (FINSINGER *et alii* 2006; SCHNEIDER 1978) l'arretramento dei ghiacciai determina un progressivo aumento del tasso di afforestamento attraverso un addensamento della vegetazione forestale pioniera.

In particolare, la presenza di *taxa* termofili potrebbe attestare l'esistenza di aree di rifugio in cui vegetavano tali piante; secondo alcuni autori (PINI *et alii* 2009) esse documenterebbero invece assemblaggi pollinici secondari. Il buono stato di conservazione e il ritrovamento di pollini analoghi in altri siti tenderebbe a deporre a favore della prima ipotesi. Infatti, analisi polliniche condotte in alcuni siti pianiziaci circostanti i monti Berici e la zona a nord di Padova hanno evidenziato la presenza di un Querceto mesofilo pianiziale. In seguito al miglioramento climatico questo tipo di associazione si diffonde su tutta la Pianura Padana, via via che le altre associazioni forestali montano-alpine recuperano le aree lasciate libere dai ghiacciai (PAGANELLI 1984, 1997).

Segue poi un progressivo raffreddamento che determina una riduzione del ricoprimento arboreo e un'espansione della steppa (ex Cava a Filo - US 100). Una situazione analoga è stata rilevata durante le indagini degli anni '60 del secolo scorso (BERTOLANI MARCHETTI 1960, BERTOLANI *et alii* 1980, PASINI 1970).

Contesti analoghi collocabili nella fase finale dell'UMG - Ultimo Massimo Glaciale sono stati individuati in Pianura Padana nell'area del margine alpino orientale dove viene descritto un paesaggio decisamente aperto, con sporadica presenza di Pini e abbondanti *taxa* tipici di zone aride-steppiche (*Artemisia*, varie Asteroidee) (MARCHESINI *et alii* 2010). Il tasso di afforestamento rilevato nelle successioni polliniche (30-50%) non è compatibile con l'esistenza di foreste, ma piuttosto suggerisce che nelle aree fossero presenti formazioni a parco, caratterizzate da alberi distanziati, boscaglie e arbusteti xerofili, in rapporto ecotonale con steppe a dominanza di Poacee e Asteroidee e aree semideserte ad *Artemisia*. Nel margine alpino orientale questi contesti sono testimoniati sia dal rinvenimento di macroresti, sia da pollini di queste specie in numerosi siti (CASADORO *et alii* 1976; RAVAZZI *et alii* 2004; MONEGATO *et alii* 2007).

La serie pollinica dell'ex Cava a Filo si chiude con l'espansione delle praterie steppiche e il forte incremento della *Dryas octopetala* collocabile nel Dryas Antichis-

simo (US 100) (BERTOLDI 2000; OROMBELLI, RAVAZZI 1996); nelle fasi successive (Dryas 2 e Dryas 3) la specie raggiunge valori nettamente inferiori come dimostrano gli studi condotti sulla serie dell'Ospedale Sant'Orsola a Bologna (CACCIARI *et alii* 2017).

In sintesi, la ricostruzione del paesaggio vegetale caratterizzante l'ex Cava a Filo nel corso dell'Ultimo Massimo Glaciale evidenzia il predominio di un consorzio boschivo a Pini e Betulle, esteso sull'intera fascia gessosa sino ai pendii interni più elevati, a coronamento di una vallecchia solcata da un corso d'acqua (BERTOLANI MARCHETTI 1960, BERTOLANI *et alii* 1980).

Con il progressivo avvicinarsi al Tardoglaciale il paesaggio evolve verso ampie praterie con una copertura forestale rada. Specie guida dell'ultima fase, il camedrio alpino caratterizza tutto il Dryas Antichissimo.

SAN LAZZARO DI SAVENA (Bologna) 62 m s.l.m.
Spettri pollinici generali percentuali (somma pollinica = A+ar+L+E)

SITO	CAVA I.E.C.M.E.				CAVA FIORINI	EX CAVA A FILO											
	CAVA I.E.C.M.E.	GROTTA CALIN-DRI	CAVA FIORINI	Inghioitt. A		Margine Trincea 2011/A					Parete occidentale della cavità a galleria 2007						
TIPOLOGIA CAMPIONE	GRUPPI	ARBOREE-ARBUSTIVE-LIANOSE	A+ar+L	RM US 4	Inghioitt. HK-sedimento entro radio di Bison priscus	ZP1		ZP2a		ZP2b		ZP3		ZP4			
						US103	US102	US101	US100	US100	US100	US100	US100				
ZONE POLLINICHE																	
UNITA' STRATIGRAFICA																	
PROFONDITA' DAL PIANO DI CAMPAGNA (cm)																	
CAMPIONI POLLINICI (N°)																	
		SPERMATOPHYTA (%)															
		ARBOREE-ARBUSTIVE-LIANOSE															
BETULACEAE	<i>Alnus cf. glutinosa</i>	Ontano comune cf.	ALDJ	2,5	0,8	4,8											
	<i>Alnus indiff.</i>	Ontano indiff.	ALDJ	2,5	7,1	13,5	19,4	1,9	0,9	5,4	0,9	3,8	1,8				
	<i>Betula pubescens</i> tipo	Betulla pubescente tipo	ALD	1,7													
	<i>Carpinus betulus</i> L.	Carpino comune	ALDQ	2,2													
	<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo comune	arLDQ,Fe	0,8	0,8	1,9	2,2										
	<i>Ostrya carpinifolia / C. orientalis</i>	Carpino nero/C. orientale	ALDQ	2,2	2,4	7,7	6,5	0,9	0,9	0,9	2,8						
	CISTACEAE	<i>Helianthemum</i>	Eliantemo	arSV	0,8												0,9
	CUPRESSACEAE	<i>Cupressaceae</i> indiff.	Cupressacee indiff.	SV,CF	0,8	0,8											
	EPHEDRACEAE	<i>Ephedra fragilis</i> tipo	Efedra fragile tipo	arSV		0,8						0,9	1,8	0,9			
		<i>Erica</i>	Erica	arSV	0,8	0,8						0,9					
FAGACEAE	<i>Castanea sativa</i> Miller	Castagno comune	A,LD,Fe			1											
	<i>Quercus cf. robur</i>	Farnia cf.	ALDQ,Fe	4,2	1,9			1,9	0,9							7,5	
	<i>Quercus caducif. indiff.</i>	Quercia caducif. indiff.	ALDQ,Fe		3,7	0,8	1,6	4,8	7,5	0,9	2,7	2,7	1,8			1,8	
	<i>Juglans regia</i> L.	Noce comune	ALD	0,8		1	2,2									2,6	
MALVACEAE	<i>Tilia indiff.</i>	Tiglio indiff.	ALDQ	2,2							0,9						
	<i>Fraxinus excelsior</i> tipo	Frassino comune tipo	ALDQ	0,8													
OLEACEAE	<i>Fraxinus ornus</i> L.	Orniello	ALDQ				2,2	0,9									
	<i>Fraxinus indiff.</i>	Frassino indiff.	ALDQ		3,3	1,6	1,9	15,1	7,4	6,3	7,3						
	<i>Phillyrea</i>	Ilatro	ar,SVM				1,1	0,9									

	<i>Abies alba</i> Miller	Abete bianco	A.SV/Cf	2,2							1,6	1,6	1,9	0,9			0,9
PINACEAE	<i>Pinus cf. halepensis</i>	Pino cf. d'Aleppo	A.SV/Cf,M	2,2													
	<i>Pinus cf. mugo</i>	Pino mugo cf.	A.SV/Cf	4,4	2,5	5,6	4,9	3,2	1								0,9
	<i>Pinus cf. sylvestris</i>	Pino silvestre cf.	A.SV/Cf		0,8	3,7		0,8									
	<i>Pinus</i> indiff.	Pino indiff.	A.SV/Cf	40	9,3	7,4	16,4	20,6	26,9	14	32,4	30,6	15,3	5,7	16,5	5,7	11,4
	<i>Populus</i>	Ploppo	A.LD/J														
SALICACEAE	<i>Salix</i>	Salice	A.LD/J	2,2	0,8		1,6	0,8	1	4,3	2,7	1,8	2,8	0,9	1,9	0,9	0,9
SAPINDACEAE	<i>Acer campestre</i> tipo	Acer oppio tipo	A.LD/Q		0,8		0,8					0,9					
ULMACEAE	<i>Ulmus</i>	Olmio	A.LD/Q					1,6	1								
ERBACEAE																	
E																	
AMARANTHACEAE	<i>Chenopodium</i> cf.	farinello cf.	TPS														0,9
	<i>Chenopodiaceae</i> indiff.	Chenopodiaceae indiff.	TPS					0,8					0,9	6,3	9,2	5,7	0,9
APIACEAE	<i>Apiaceae</i> indiff.	Apiaceae indiff.								1,1							
	<i>Artemisia vulgaris</i> tipo	assenzio selvatico tipo	TPS		0,8	11,1	0,8	6,3					0,9	2,7	0,9		0,9
	<i>Aster tripolium</i> tipo	astro marino tipo	TPS				0,8	0,8			2,8	1,8	0,9	0,9	3,7		
	<i>Centaurea nigra</i> tipo	fiordaliso scuro tipo	TPS	2,2	0,8		2,4					0,9				1,9	
	<i>Asteroidae</i> indiff.	Asteroidae indiff.	TPS	4,4	0,8	5,6	13,1	8,7	1	3,8	6,5	11,7	5,4	5,5	1,9	1,9	6,1
BRASSICACEAE	<i>Cichorioideae</i> indiff.	Cichorioideae indiff.	TPS	4,4	17,8	5,6	24,6	10,3			14,8	12,6	8,1	3,7	5,7	32,5	
	<i>Hornungia</i> tipo	iberidella tipo					0,8	0,8	1	1,1		1,8			5,7	1,8	
	<i>Brassicaceae</i> indiff.	Brassicaceae indiff.					2,5		1								
	<i>Butomus umbellatus</i> L.	giunco fiorito	elo									0,9			1,9		
	<i>Callitriche</i>	gamberaja	idro														0,9
CANNABACEAE	<i>Cannabis sativa</i> L.	canapa comune			1,9										1,9		
	<i>Valeriana officinalis</i> tipo	valeriana comune tipo					3,3										
CAPRIFOLIACEAE	<i>Valerianella</i>	valerianella									0,9						
	<i>Herniaria glabra</i> tipo	erniaria glabra tipo										0,9					
CARYOPHYLLACEAE	<i>Caryophyllaceae</i> indiff.	Cariofilaceae indiff.		2,2		3,7	0,8							0,9	1,9		
	<i>Crassula</i>	erba grassa						0,8									
CRASSULACEAE	<i>Sedum</i> tipo	botracina tipo			0,8												
	<i>Crassulaceae</i> indiff.	Crassulaceae indiff.								1,1							
CYPERACEAE	<i>Carex</i> tipo	carice tipo	igro,TPS			1,9									0,9		0,9
	<i>Cyperaceae</i> indiff.	Ciperaceae indiff.	igro,TPS	2,2	0,8	5,6	2,5	0,8	3,8	6,5	1,9	1,8	2,7	2,8	7,5	2,8	1,8
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia</i>	euforbia													0,9		
	<i>Lotus</i> tipo	ginestrino tipo					0,8										
FABACEAE	<i>Vicia</i> tipo	veccia tipo	pp					0,8									
	<i>Fabaceae</i> indiff.	Fabaceae indiff.	pp	2,2	1,7	3,7	3,3	1,6	1	1,1							

HYPERICACEAE	<i>Hypericum perforatum</i> tipo	erba di S. Giovanni comune t.											0,9						
	<i>Lamium amplexicaule</i> tipo	erba ruota tipo											0,9						
	<i>Mentha</i> tipo	menta tipo																	
LAMIACEAE	<i>Origanum</i> cf.	origano comune cf.													0,9				
	<i>Thymus</i> cf.	timo cf.	0,8																
	<i>Lamiaceae</i> indiff.	Lamiaceae indiff.		3,7	3,3	3,2	1,9	2,2	0,9						3,6	1,8			
LILIACEAE	<i>Lilicaceae</i> indiff.	Lilicaceae indiff.																	
PAPAVERACEAE	<i>Papaver rhoeas</i> tipo	papavero comune tipo																	
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i> indiff.	Plantaggine indiff.	4,4	0,8															
POACEAE	" <i>Hordeum</i> " gruppo	orzo gruppo															5,7		
	Poaceae spontanee gruppo	Poaceae spontanee gruppo	11,1	39,8	3,3	5,6	2,9	3,2	2,8						1,8	4,5	5,5	17,5	
POLYGONACEAE	<i>Polygonum aviculare</i> gruppo	poligono centinodia gruppo													0,9				
PRIMULACEAE	<i>Lysimachia vulgaris</i> tipo	mazza d'oro tipo		0,8															
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculaceae</i> indiff.	Ranunculaceae indiff.					1								0,9	3,6	0,9		
	<i>Alchemilla</i> tipo	ventagliana tipo														2,7			
ROSACEAE	<i>Dyas octopetala</i> cf.	camedrio alpino cf.				0,8	1		2,8						12,6	17,4	11,3	2,6	
	<i>Rosaceae</i> indiff.	Rosaceae indiff.													1,8				
RUBIACEAE	<i>Galium</i> tipo	caglio tipo						1,1	1,9							0,9			
SCROPHULARIACEAE	<i>Scrophulariaceae</i> indiff.	Scrophulariaceae indiff.	2,2	2,5															
TYPHACEAE	<i>Sparganium emersum</i> tipo	coltellaccio a foglia s. tipo																5,7	
	<i>Typhalatifolia</i> tipo	liscia maggiore tipo			0,8	1,6	1,9	1,1	0,9							0,9		0,9	
	<i>Urtica dioica</i> tipo	ortica comune tipo	2,2						0,9						1,8				
URTICACEAE	<i>Urticaceae</i> indiff.	Urticaceae indiff.					3,8									0,9		0,9	
GRANULI INDETERMINATI				0,8	3,7	1,6	9,5	7,7	6,5	7,4				8,1	7,2	10,1	5,7	4,4	
GRANULI INDETERMINABILI			6,3	6,3											0,9				
MONILOPHYTA/LYCOPODIOPHYTA (% su S+se stesse)										P									
BLECHNACEAE	<i>Blechnum</i>	lonchite								0,8					4,2				
OPHILOGLOSSACEAE	<i>Botrychium lunaria</i> tipo	botrichio lunaria tipo			0,8														
FILICALES MONOLETI		spore monoleti	2,1		3,1	2,3				9				1,7	1,8	0,9		2,6	
FILICALES TRILETI		spore trileti	4,2	2,5	3,3	3,1	1,5	2,1	1,6	0,9				0,8	0,9				
MONILOPHYTA/LYCOPODIOPHYTA - TOTALE										P	6,3	2,5	2,1	2,1	11,5	6,7	2,6	0,9	2,6

Ex Cava a Filo: spettri pollinici generali; percentuali delle singole specie suddivise per fasi.

Bibliografia

- A. AMOROSI, L. FORLANI, F. FUSCO, P. SEVERI 2001-2002, *Cyclic patterns of facies and pollen associations from Late Quaternary deposits in the subsurface of Bologna*, "GeoActa", 1, pp. 83-94.
- D. BERTOLANI MARCHETTI 1960, *Reperti paleobotanici in un "inghiottitoi fossile" dei gessi bolognesi*, "Atti Società Naturalisti e Matematici di Modena", 91, pp. 60-68, tav. 1.
- D. BERTOLANI MARCHETTI, C.A. ACCORSI, M. BANDINI MAZZANTI, L. FORLANI 1980, *Le ricerche palinologiche nell'illustrazione dell'ambiente naturale bolognese*, "Natura e Montagna", 3, XXVII, pp. 33-57.
- R. BERTOLDI 2000, *Storia del popolamento vegetale della pianura del Po*, in *Un Po di terra. Guida all'ambiente della bassa pianura padana e alla sua storia*, C. FERRARI, L. GAMBI (a cura di), Diabasis, pp. 37-61.
- F. BISI, L. CATTANI, M. CREMASCHI, C. PERETTO, B. SALA 1977, *Il riempimento würmiano di alcuni inghiottitoi fossili nei gessi bolognesi: sedimenti, pollini, faune, industrie*, "Preistoria Alpina", 13, pp. 11-19.
- M. CACCIARI, S. CREMONINI, M. MARCHESINI, G. VIANELLO, L. VITTORI ANTISARI 2017, *When a pedomarker is lacking: palynological and chemical multianalysis of a Lateglacial-Holocene soils suite (Bologna)* "EQA-Environmental quality", 24, pp. 47-73.
- G. CASADORO, G.B. CASTIGLIONI, E. CORONA, F. MASSARI, M.G. MORETTO, A. PAGANELLI, F. TERENCEZIANI, V. TONIELLO 1976, *Un deposito tardowürmiano con tronchi subfossili alle Fornaci di Revine (Treviso)*, "Boll. Com. Glac. Ital.", 24, pp. 22-63.
- C. CENCINI 1962, *Sul rinvenimento di una breccia ossifera a fauna pleistocenica appenninica*, "Natura e Montagna", 2 (3), pp. 111-119.
- C. CENCINI 1965, *Fauna pleistocenica con Gulo gulo e Marmotta primigenia in una cavità naturale presso il Farneto (Appennino Bolognese)*, "Speleologia Emiliana", 2, 3 (3), pp. 113-124.
- W. FINSINGER, C. BIGLER, U. KRÄHENBÜHL, A.F. LOTTER, B. AMMANN 2006, *Human impacts and eutrophication patterns during the past ~200 years at Lago Grande di Avigliana (N. Italy)*, "Journal of Paleolimnology", 36, pp. 55-67.
- M. MARCHESINI, A. LEZZIERO, S. MARVELLI, S. BIAGIONI 2010, *Ricostruzione del paleoambiente. Sondaggi geoarcheologici e analisi paleobotaniche*, in A. LALLI (a cura di), *Il Passante Autostradale di Mestre. Una infrastruttura chiave per l'Europa*, Campodar-sego (Padova) 2010, pp. 94-109.
- G. MONEGATO, C. RAVAZZI, M. DONEGANA, R. PINI, G. CALDERONI, L. WICK 2007, *Evidence of a two fold glacial advance during the Last Glacial Maximum in the Tagliamento end moraine system (SE Alps)*, "Quaternary Research", 68, pp. 284-302.
- G. NENZIONI, M. MARCHESINI, S. MARVELLI 2018, *Fenomeni carsici e primo popolamento nel territorio bolognese orientale: paleoambiente e litocomplessi*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "... nel sotterraneo Mondo". *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*", Federazione Speleologia Regionale dell'Emilia-Romagna, pp. 21-31.
- G. OROMBELLI, C. RAVAZZI 1996, *The late glacial and early Holocene chronology and palaeoclimate*, "Il Quaternario", 9, pp. 439-444.
- A. PAGANELLI 1984, *Storia climatico-forestale del Pliocene e del Quaternario*, in G. BARTOLOMEI (a cura di), *Il Veneto nell'antichità: preistoria e protostoria*, I, Banca Popolare di Verona, pp. 69-94.
- A. PAGANELLI 1997, *A palynological study of forest vegetation in the Veneto-Po Plain*, "Allionia" (1996), 34, pp. 189-217.
- G. PASINI 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna)*, "Le Grotte d'Italia", 4, II, 1968-1969, pp. 1-46.
- G. PASINI 1970, *Contributo alla conoscenza del tardo Würmiano e del post-Würmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", 2, XXXVI, pp. 687-700.
- R. PINI, C. RAVAZZI, M. DONEGANA 2009, *Pollen stratigraphy, vegetation and climate history of the last 215 ka in the Azzano Decimo core (plain of Friuli, North-Eastern Italy)*, "Quaternary Science Reviews", 28, pp. 1268-1290.
- R. PINI, C. RAVAZZI, P.J. REIMER 2010, *The vegetation and climate history of the last glacial cycle in a new pollen record from Lake Fimon (southern alpine foreland, northern Italy)*, "Quat. Science Reviews", 29, pp. 3115-3137.
- C. RAVAZZI, G. OROMBELLI, G. TANZI 2004, *An outline of the flora and vegetation of Adriatic basin (Northern Italy and eastern side of the Apennine) during*

the Last Glacial Maximum, in F. ANTONIOLI, G.B. VAI (a cura di), *Litho-paleoenvironmental maps of Italy during the Last Two Climatic Extremes*, Explanatory Notes, 32nd International Geological Congress, Firenze, pp. 15-20.

- R. SCHNEIDER 1978, *Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien)*, "Bot. Jahrb Syst.", 100 (1), pp. 26-109.

Alice Massarenti*, Marzia Breda*, Gabriele Nenzioni**

La fauna della zona dei Gessi Bolognesi nel Pleistocene Superiore

Riassunto

Si esamina qui la fauna del Pleistocene Superiore rinvenuta in alcuni siti dei Gessi Bolognesi: Cava I.E.C.M.E., Cava Fiorini, Grotta Serafino Calindri e Farneto. Si tratta di specie di uccelli adattati a climi freddi da Cava I.E.C.M.E. (*Alectoris graeca*) e Grotta Serafino Calindri (*Lyrurus tetrrix*, *Lagopus* sp. e *Corvus* cf. *C. corax*) e di grandi ungulati anch'essi di clima freddo come *Equus* sp. e *Bison priscus* presenti in tutte le località analizzate. Questi sono accompagnati dall'uro, *Bos primigenius*, e dall'enorme cervo, *Megaloceros giganteus* nel sito di Cava I.E.C.M.E., dal ghiottone, *Gulo gulo*, e dalla marmotta, *Marmota marmota* nel giacimento di Cava Fiorini, dalla iena delle caverne, *Crocota crocuta spelaea* nella Grotta Serafino Calindri. Alcuni mammiferi di ambiente più temperato forestale come il cinghiale, *Sus scrofa*, rinvenuti a Cava I.E.C.M.E e Grotta Serafino Calindri, in assenza di informazioni stratigrafiche, potrebbero provenire da livelli tardoglaciali o olocenici. Si tratta quindi di animali quasi interamente a significato freddo anche se, come le datazioni al radiocarbonio suggeriscono, provenienti da diverse fasi glaciali del Pleistocene Superiore.

I resti meglio conservati o più interessanti sono descritti morfologicamente, corredati di misure e immagini. Una lista completa del materiale è fornita in tabelle nell'appendice.

Parole chiave: Gessi Bolognesi; Pleistocene Superiore; fauna glaciale; teriofauna; avifauna.

Abstract

The Late Pleistocene fauna, from sites in the gypsum formation of the Bologna area (Italy - Cava I.E.C.M.E., Cava Fiorini, Grotta Serafino Calindri and Farneto), is investigated. The fauna is composed of cold adapted birds at Cava I.E.C.M.E. (Alectoris graeca) and Grotta Serafino Calindri (Lyrurus tetrrix, Lagopus sp. and Corvus cf. C. corax) together with cold adapted large ungulates as Bison priscus and Equus sp., recorded in all the analysed localities. These are accompanied by the auroch, Bos primigenius, and the giant deer, Megaloceros giganteus, at Cava I.E.C.M.E., by the wolverine, Gulo gulo, and the marmot, Marmota marmota, at Cava Fiorini, by the cave hyaena, Crocota crocuta spelaea at Grotta Serafino Calindri. Some mammals of more temperate-forested environment as the wild boar, Sus scrofa, found at Cava I.E.C.M.E. and Grotta Serafino Calindri, have been collected without stratigraphic information and could thus come from Lateglacial or Holocene deposits. We provide the anatomical description of the best preserved or more informative specimens with measurements and pictures. A complete list of the material is organized in tables in the appendix.

Keywords: Gessi Bolognesi; Late Pleistocene, cold adapted fauna; mammals; birds.

Premessa

Lo studio prende in esame il record fossile di alcuni fra i siti più importanti dei Gessi Bolognesi per definire un quadro paleontologico della zona durante il Pleistocene Superiore attraverso la revisione diretta del materiale edito e l'analisi dei reperti inediti rinvenuti negli ultimi anni. Si raccolgono quindi le testimonianze degli studiosi che si sono occupati del

versante settentrionale dell'Appennino bolognese e si trattano nello specifico i siti che hanno restituito le maggiori quantità di materiale: Cava I.E.C.M.E., Cava Fiorini, Grotta Serafino Calindri e Farneto (fig. 1), ad eccezione del giacimento di ex Cava a Filo, oggetto di una trattazione separata, per la quale si rinvia a PARONUZZI *et alii* in questo volume.

Durante gli ultimi vent'anni nuovi reperti sono stati portati alla luce, ma per diversi motivi non sono mai

* Università di Ferrara, Dipartimento di Studi Umanistici, marzia.breda@unife.it; alice.massarenti@student.unife.it

** Museo della Preistoria "L. Donini", S. Lazzaro di Savena (BO) - gabriele.nenzioni@comune.sanlazzaro.bo.it



Fig. 1 – Ubicazione dei principali depositi paleontologici dei Gessi Bolognesi.

stati adeguatamente studiati. Una volta determinato il materiale e stilate le liste faunistiche delle località considerate, si propone, a partire da queste, un'ipotesi ricostruttiva del paleoambiente, dove possibile, anche con il supporto degli esistenti studi pollinici e delle datazioni con il metodo del radiocarbonio.

I fossili di mammiferi sono conservati prevalentemente presso il Museo della Preistoria "L. Donini" di San Lazzaro di Savena (BO) insieme con un consistente lotto di reperti, editi e inediti riferibili al giacimento di ex Cava a Filo. Alcuni resti di mammiferi e dell'avifauna di quest'ultima località, studiati da Pardini (1970) e successivamente revisionati da Dal Pozzo (1996), sono invece esposti presso il Museo Geologico "Giovanni Capellini" dell'Università di Bologna. Mentre gran parte del materiale delle altre località citate deriva, almeno parzialmente, da raccolte del passato non sempre corredate da indicazioni stratigrafiche, le testimonianze dell'ex Cava a Filo sono state di recente oggetto di ripetute campagne di scavo, iniziate nel 2006 sotto la direzione del prof. Benedetto Sala (Università di Ferrara) e proseguite dal 2009 in

poi sotto la direzione del dr. Paolo Reggiani (Museo Civico di Storia Naturale di Venezia) (PARONUZZI *et alii* in questo volume).

Per la determinazione specifica dei materiali ci si è serviti della collezione osteologica di confronto del prof. Benedetto Sala (custodita al Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Ferrara), della collezione osteologica di confronto del Museo di Storia Naturale di Verona, di pubblicazioni scientifiche (SALA 1986; MARTIN 1987; COHEN, SERJEANTSON 1996; EISENMANN 1981) e di atlanti Osteologici (HILLSON 1996, 2005; SCHMIDT 1972; LAVOCAT 1966)¹. I resti di micromammiferi di Cava I.E.C.M.E. sono stati cortesemente determinati dal dr. Claudio Berto (Università di Ferrara), che qui ringraziamo.

Le indagini palinologiche sono state condotte presso il Laboratorio di Palinologia - Laboratorio Archeo-ambientale - C.A.A. Giorgio Nicoli S.r.l. di San Giovanni in Persiceto (BO), nell'ambito di uno studio sulla frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna recentemente pubblicato (NENZIONI *et alii* 2018). Le datazioni ¹⁴C sono state effettuate nel laboratorio "CEDAD - AMS Radiocarbon Dating and IBA Facili-

¹ Per le misurazioni, ci si è rifatti principalmente a quelle codificate da A. Von den Driesch (1976) di cui si sono utilizzati gli acronimi. Per i denti di cavallo ci si è invece rifatti al lavoro di Eisenmann (1981) e per i resti di grossi bovini a quello di Martin (1987). La misurazione dei reperti dove possibile è stata effettuata con calibro digitale 0-150 mm. Per i reperti di dimensioni maggiori è stato utilizzato un calibro 3D modello KRONOS 25-15-13 gentilmente messo a disposizione dalla ditta Ruberti s.r.l. di Quistello (MN). Per eseguire le misurazioni è stato utilizzato un controllo numerico per CMM Cord3 (CC3) pilotato manualmente, le distanze tra i punti di controllo venivano poi elaborate dal software TouchDMIS CMM.

ty” del Dr. Lucio Calcagnile dell’Università di Lecce, Dipartimento di Ingegneria e Innovazione (codice lab. LTL), da Salvatore Improta del Dipartimento di Fisica Università “La Sapienza” di Roma (codice lab. R) e nel “Centre for Isotope Research”, Faculty of Science and Engineering, University of Groningen (codice lab. GrA e GrN, oggi non più operanti ma unificati dal codice GrM). Le datazioni completavano lo studio sulla frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna.

Cava I.E.C.M.E.

Il sito si ubica sul versante meridionale di Monte Croara (m 281 s.l.m.) che si erge al centro dell’altopiano gessoso circoscritto rispettivamente a occidente e a oriente dalle aste torrentizie dei fiumi Savena e Idice. Il deposito, già noto in letteratura per i rinvenimenti faunistici e pollinici in associazione con evidenze antropiche attribuibili al Paleolitico medio (BISI *et alii* 1977), è stato oggetto di ulteriori note per ciò che riguarda il contesto paleontologico (NENZIONI, PERETTO 1996; NENZIONI *et alii* 2018; MARCHESINI *et alii* in questo volume).

Le prime indagini, effettuate nel 1973, furono stimolate dal rinvenimento di frammenti faunistici e reperti litici nelle discariche detritiche accumulate

nella valle chiusa adiacente la cava; fu così possibile individuare tre inghiottitoi di provenienza del materiale, denominati A (fig. 2), B e C (fig. 3), parzialmente sventrati dai lavori di cava (GASPARRI 1996; NENZIONI in questo volume).

I materiali paleontologici presi in esame in questo lavoro sono stati recuperati in maggioranza nel livello 4 dell’Inghiottitoio A, costituito da sedimenti sabbiosi di colore bruno, frammisti a frammenti di gesso e ciottoli che tendono a cementarsi verso il limite inferiore. Anche nel livello inferiore dell’Inghiottitoio B sono stati osservati sedimenti analoghi, ricchi di materiale faunistico e industria.

I riempimenti non sono avvenuti per effetto di un insediamento umano, come dimostra lo studio dei parametri fisico-chimici che è in linea con i normali valori dei suoli. Gli strati 4 e 5 di tutti gli inghiottitoi, qui considerati come insieme unitario perché generati da un unico episodio risalente alla fase più antica di riempimento, si sono sedimentati molto rapidamente per trasporto di massa, in un momento in cui il Monte Croara o le sue immediate vicinanze erano ancora ricoperti dalle “Sabbie Gialle”, di cui oggi non è rimasta traccia.

I resti, ritrovati in associazione con industrie umane, sono scarsi. Il materiale è ben conservato tanto che Bisi *et alii* (1977) suggeriscono che si tratti di anima-



Fig. 2 – Cava I.E.C.M.E.: sezione dell’Inghiottitoio A così come appariva nel dicembre 1977. In primo piano il conoide detritico e i massi prodotti dai lavori di cava (da BISI *et alii* 1977). Legenda: 1. Riporto del piano di cava; 2. Colate di argilla; 3. Livelli sterili; 4. Riempimento con industrie e faune.



Fig. 3 – Cava I.E.C.M.E.: aspetto dell’Inghiottitoio C nel dicembre 1977. A sinistra, parte di un’apertura di galleria artificiale della cava (da Bisi *et alii* 1977).

li caduti in campi solcati o negli inghiottitoi, e non cacciati dall’uomo, altrimenti le ossa lunghe sarebbero frammentate per l’estrazione del midollo.

Classe AVES

Ordine GALLIFORMES

Famiglia Phasianidae

Genere *Alectoris* Kaup, 1829

Alectoris graeca (Meisner, 1804)

Appartiene alla coturnice un frammento prossimale di tibio-tarso destro (CA.IEC 01). Questo reperto, proveniente dall’Inghiottitoio A, non era stato identificato in occasione del primo studio sui materiali della cava (fig. 4.a). Le misure ottenute (KD mm 3,76; BP mm 11,88) sono in linea con la variabilità specifica, come illustrato in Kraft (1972).

Classe MAMMALIA

Ordine RODENTIA

Famiglia Gliridae

Genere *Glis* Linnaeus, 1766

Glis glis (Linnaeus, 1766)

Appartengono al ghiro tre denti giugali: un M₁ destro (CA.IEC 02), un M₃ sinistro (CA.IEC 03), un P⁴ sinistro (CA.IEC 04). Questi reperti sono stati determinati dal dr. Claudio Berto (Università di Ferrara). Non è stato possibile effettuare misurazioni.

Ordine CARNIVORA

Famiglia Canidae

Genere *Vulpes* Frish, 1775

Vulpes vulpes (Linnaeus, 1758)

Appartengono alla volpe alcuni frammenti di denti. Le condizioni dei reperti sono pessime, tanto che non è stato possibile misurare la maggior parte di essi, con l’eccezione dell’M² (CA.IEC 07 - lunghezza mm 11,5; larghezza mm 10,11) e dell’M³ (CA.IEC 08 - lunghezza mm 8,68; larghezza mm 6,08).

Ordine PERISSODACTYLA

Famiglia Equidae

Genere *Equus* Linnaeus, 1758

Equus sp.

Appartiene a un equide un dente P² sinistro (CA.IEC 011) molto usurato e un frammento di molare (CA.IEC 012). Il primo, riprodotto in fig. 4.b, è stato pubblicato da Bisi *et alii* (1977).

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Suidae

Genere *Sus* Linnaeus, 1758

Sus scrofa Linnaeus, 1758

Appartengono al cinghiale un M₃ destro (CA.IEC 016 - fig. 4.c), una serie premolare sinistra (P₂-P₄, rispettivamente CA.IEC 013, CA.IEC 014, CA.IEC 015 - fig. 4.d) e due incisivi (I₁ destro, CA.IEC 017 e I₃ sinistro, CA.IEC 018 - fig. 4.e). I tre premolari erano tra di loro associati, come dimostrano l'usura compatibile e le faccette di contatto tra dente e dente. Il molare e gli incisivi potrebbero appartenere allo stesso esemplare, come pure quattro frammenti di costole, ritrovate insieme ad essi. È stato possibile rilevare le seguenti misure dentarie (tab. 1).

Reperto	Lunghezza	Larghezza
P ₂	11,1	5,06
P ₃	12,72	7,49
P ₄	12,88	9,08
M ₃	32,68	15,84

Tab. 1 – Misure in mm dei denti di *Sus scrofa*.

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bison* Smith, 1827

Bison priscus Bojanus, 1827

Appartiene al bisonte un imponente neurocranio con cavicchie ossee (CA.IEC 026 - fig. 5.a-b - tab. 2), perfettamente conservato e con associate le due emi-mandibole (CA.IEC 027, CA.IEC 028 - fig. 4.h-i - tab. 3).

La determinazione del cranio, che conserva frontale, occipitale e le due cavicchie incomplete, è stata suggerita dal prof. Benedetto Sala (comunicazione personale, 2018) per la conformazione delle cavicchie con solchi longitudinali più profondi nella faccia basale e caudale convergenti all'apice, per l'attaccatura sul frontale posta lateralmente ad una certa distanza dal bordo superiore dell'occipitale, per la curva leggermente verso il basso della cavicchia prima di girarsi verso l'alto e la tendenza ad arretrare oltre la linea nucale. Gli apici delle cavicchie sono fratturati. In tabella 2 si riportano le misure in millimetri, poste a confronto con quelle di un reperto di Pavia e uno di San Lorenzo in Campo - AN (SALA 1986: reperto F e reperto I), entrambi ascrivibili a *Bison priscus*.

Le due emi-mandibole conservano entrambe tutti i denti giugali ad eccezione del P₂ e si interrompono anteriormente nella porzione diastematica, prima della zona di sinfisi. La destra è più completa, conservando il processo angolare, il condilo articolare e buona parte della branca ascendente, ad eccezione del processo coronoideo.

La mandibola sinistra si interrompe invece a livello dell'alveolo di M₃ e la porzione posteriore è ricostruita. I denti presentano un carattere bisontino nel rigonfiamento della base delle corone dentarie, sopra al colletto. Altri caratteri, non sono visibili a causa dell'avanzato livello di usura.

Un astragalo destro (CA.IEC 023 - fig. 4.f) e un omero distale (CA.IEC 024a/b - fig. 4.g), attribuiti da Bisi *et alii* (1977) a *Bison bonasus*, sono invece qui ascritti a

Reperto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA.IEC 026	274	141	49	52	351	291	155	103	-
Pavia, reperto F	291	122	46	46	338	298	-	-	977
S. Lorenzo, reperto 1	298	129	41,5	52	390	344	153	108	1560

Tab. 2 – Misure in mm del neurocranio di Cava I.E.C.M.E., confrontato con quelli di Pavia e di San Lorenzo in Campo (da SALA 1986). *Legenda*: 1) Ampiezza del mastoide: *Otion-Otion*; 2) Ampiezza dei condili occipitali; 3) Larghezza del *Foramen Magnum*; 4) Altezza del *Foramen Magnum*; 5) Larghezza minima tra la base delle cavicchie; 6) Ampiezza frontale minima o restringimento post-orbitale; 7) Altezza massima della regione occipitale; 8) Altezza minima della regione occipitale; 9) Distanza tangente la curva esterna delle cavicchie.

Reperto	8	3	12	13	15a	15b	M ₃ L e B
CA.IEC 027	105,13	134,86	191	164	82,5	68,92	47,52-19,59
CA.IEC 028	107,52	146,16	191	-	82,46	71,22	47,75-19,27

Tab. 3 – Misure in mm delle emi-mandibole CA.IEC 027 e CA.IEC 028. Acronimi da Von den Driesich (1976): 8) Lunghezza della serie molare misurata in corrispondenza degli alveoli in norma buccale; 3) Lunghezza Gonion caudale – Infra-dentale; 12) Lunghezza aborale del ramo verticale; 13) Altezza media del ramo verticale; 15a) Altezza della mandibola al di sotto di M3; 15b) Altezza della mandibola tra P4 e M1.

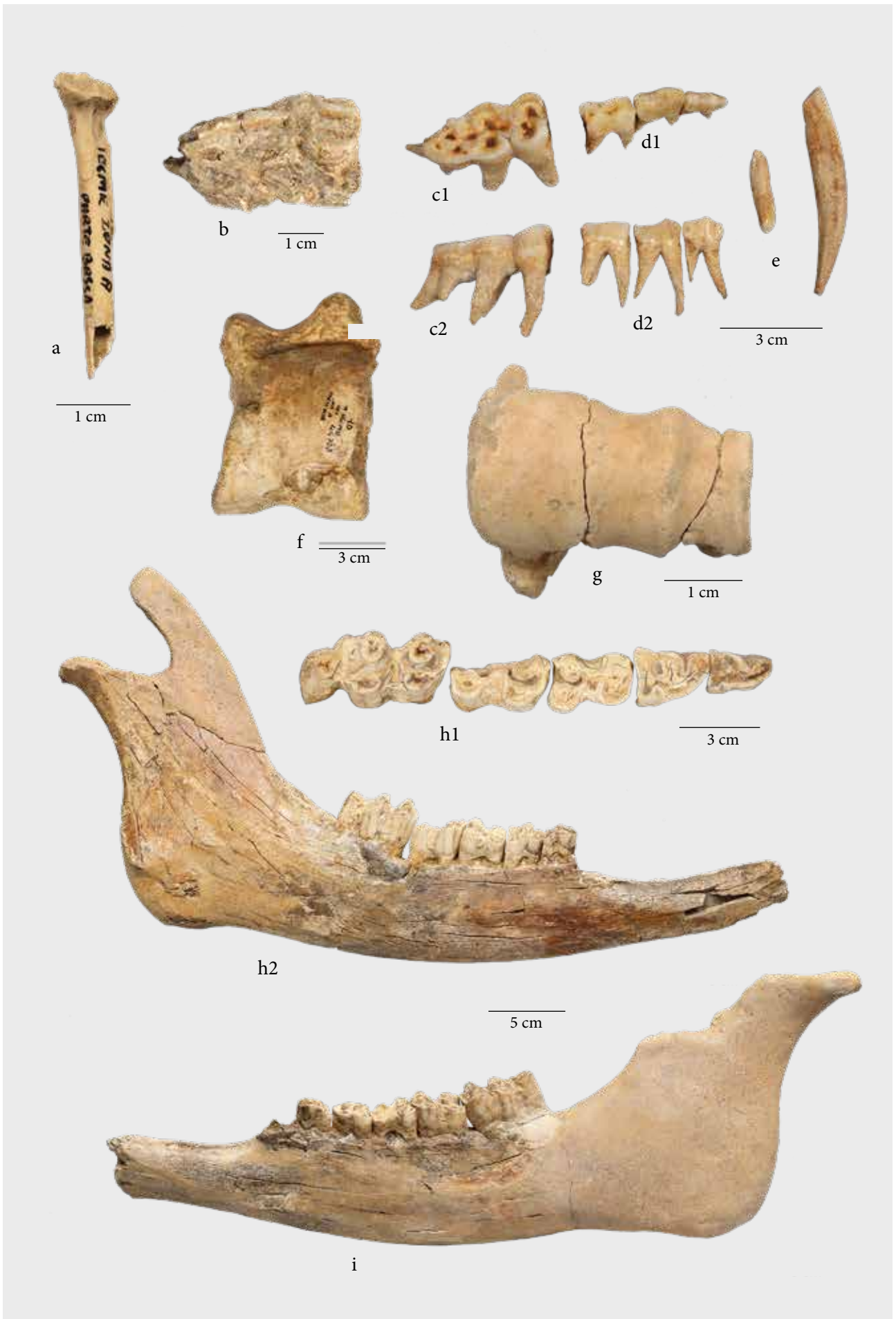




Fig. 5 – *Bison priscus*, CA.IEC 026, neurocranio con cavicchie ossee: a) norma frontale; b) norma nucale.

Bison priscus: l'astragalo è morfologicamente bisontino e i valori metrici rientrano in quelli di *Bos primigenius* e *Bison priscus* pubblicati da Sala (1986) (tab. 4), così come quelli dei due frammenti di omero. *B. bonasus* diversamente ha taglia molto più piccola dei due bovidi qui citati.

Presente anche un trapezoide destro (CA.IEC 025) con le seguenti dimensioni: lunghezza mm 53,75, larghezza mm 55,99.

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

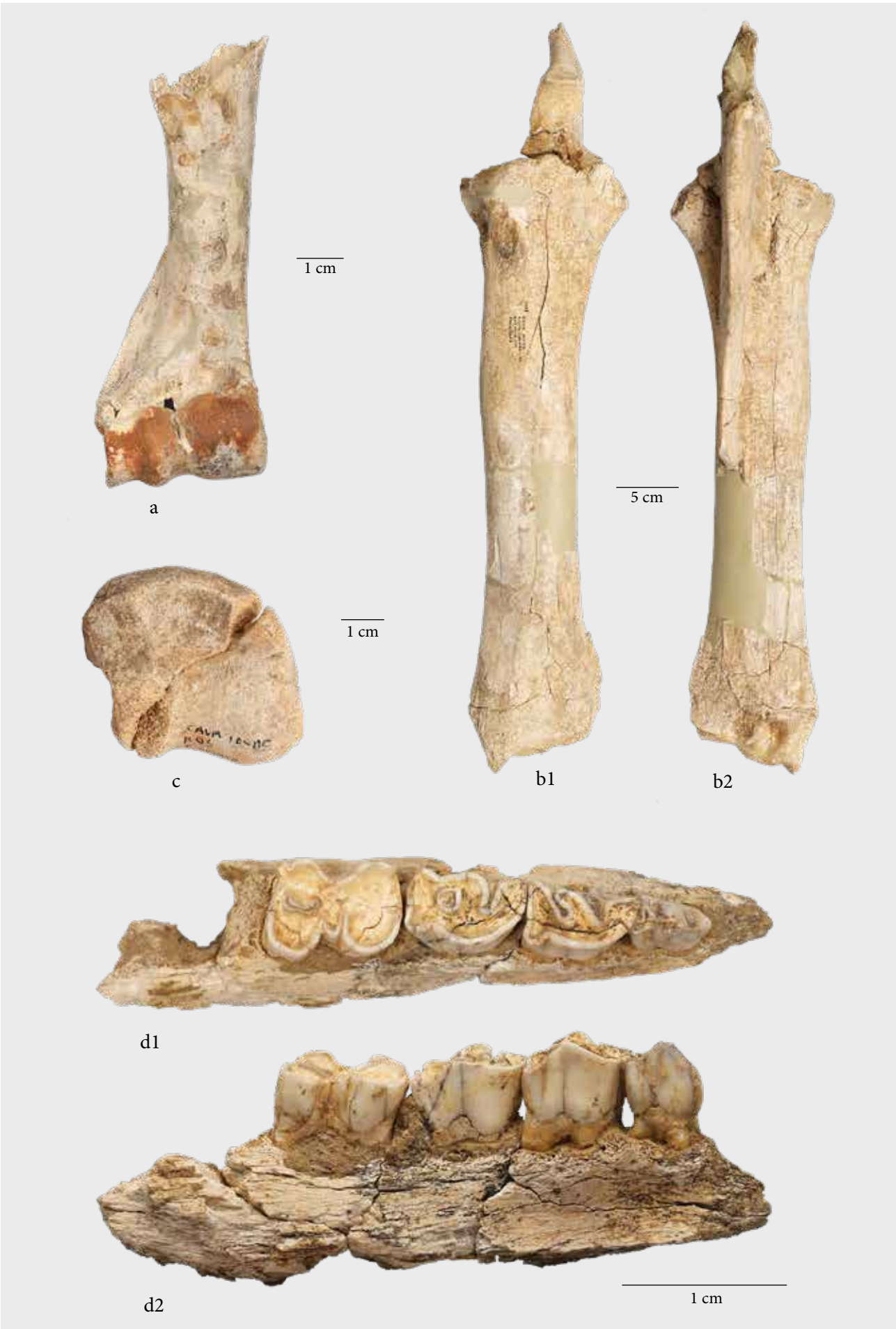
Genere *Bos* Linnaeus, 1758 vel *Bison* Smith, 1827

Alcuni reperti pubblicati da Bisi *et alii* (1977) non presentano a nostro avviso sufficienti caratteri per la determinazione specifica ed altrettanto vale per alcuni reperti inediti, tutti elencati nella tabella in appendice.

I denti isolati presentano un'usura ridotta o nulla ed appartenevano quindi ad individui giovani (tab. 5). Un frammento di omero destro (CA.IEC 045 - fig. 6.a - tab. 6) con epifisi distale e parte di diafisi, conserva troclea distale, *fossa radialis*, parte della *crista humeri* ed il *sulcus brachialis*. La *fossa olecrani* risulta fratturata.

La diafisi di radio destro (CA.IEC 046 - tab. 6) è un

Fig. 4 (nella pagina accanto) – a) *Alectoris graeca*, CA.IEC 01, Tibio-tarso destro, norma plantare; b) *Equus* sp., CA.IEC 011, P² sinistro, norma oclusale; c) *Sus scrofa*, CA.IEC 016, M₃ destro, c1) norma oclusale, c2) norma labiale; d) *Sus scrofa*, CA.IEC 013, CA.IEC 014, CA.IEC 015, premolari sinistri P₂-P₃-P₄ associati, d1) norma oclusale, d2) norma linguale; e) *Sus scrofa*, a sinistra CA.IEC 018, I₃, norma distale; a destra CA.IEC 017, I₁ destro, norma distale; f) *Bison priscus*, CA.IEC 023, astragalo destro, norma plantare; g) CA.IEC 024, omero sinistro, norma distale; h) *Bison priscus*, CA.IEC 027, emi-mandibola destra, h1) norma oclusale, h2) norma labiale; i) CA.IEC 028, emi-mandibola sinistra, norma labiale.



Provenienza	Specie	Numero reperto	GLI	GLm	DI	Dm
Cava I.E.C.M.E.	<i>Bison priscus</i>	CA.IEC 023	99,7	90	56	55
Paglicci	<i>Bos primigenius</i>	1	91,8	83,2	53,8	55
Paglicci	<i>Bos primigenius</i>	6	96	90,5	55,7	58,8
Paglicci	<i>Bos primigenius</i>	7	90,4	82,2	52,3	53
Cava a Filo	<i>Bison priscus</i>	45	86	79	47,8	46
Cava a Filo	<i>Bison priscus</i>	46	90,7	83,4	51,2	52
Cava a Filo	<i>Bison priscus</i>	47	88,8	84	50,5	51,5

Tab. 4 – Misure in mm dell'astragalo CA.IEC 023 (BISI *et alii* 1977), in confronto con misure di astragalo di *Bos primigenius* e *Bison priscus* da SALA, 1986. Acronimi da Von den Driesch (1976): GLI - Maggior lunghezza della metà laterale; GLm - Maggior lunghezza della metà mediale; DI - Profondità della metà laterale; Dm - Profondità della metà mediale.

Reperto	Inghiottitoio	Lunghezza	Larghezza
CA.IEC 029	B	35,08	18,12
CA.IEC 030	A	32,23	19,54
CA.IEC 031	B	34,39	16,78
CA.IEC 032	B	15,42	11,18
CA.IEC 033	A	34,66	29,98
CA.IEC 034	A	34,92	28,57
CA.IEC 035	B	27,19	20,7
CA.IEC 036	-	31,23	28,36

Tab. 5 – Misure in mm dei denti isolati di *Bos* vel *Bison*.

frammento molto rovinato, consolidato per tutta la lunghezza. Le superfici articolari sono quasi irriconoscibili.

La vertebra dorsale (CA.IEC 047 - tab. 6) è fratturata. La mandibola destra fratturata (CA.IEC 049 - fig. 6.d1-d2) presenta denti usurati, in particolare l'M₁. La serie dentaria misura mm 82,31, mentre in tabella 7 si indicano le misure dei singoli denti.

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bos* Linnaeus, 1758

Bos primigenius (Bojanus, 1827)

Appartengono all'uro un dente M₃ sinistro (CA.IEC 050) e un M₃ destro (CA.IEC 051) provenienti entrambi dall'Inghiottitoio B, un radio e un'ulna sinistra in connessione tra loro (CA.IEC 052 - fig. 6.b1-b2) (tab. 8).

Il radio-ulna di bovide era fratturato in numerosi punti, ma ha ricevuto un trattamento di consolidamento; l'ulna manca della porzione distale e dell'*olecranium*.

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Cervidae

Genere *Megaloceros*

Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1799)

Bisi *et alii* (1977) hanno pubblicato come megacero tre resti di palco (CA.IEC 055 a/b/c - fig. 7.a) che formano un frammento palmato di grandi dimensioni e due frammenti di mandibole sinistre rispettivamente con M₂-M₃ (CA.IEC 053 - fig. 7.d1-d2) e con P₂-M₂ (CA.IEC 054 - fig. 7.c1-c2) (tab. 9).

Il palco è chiaramente attribuibile a *M. giganteus* per la presenza della base di un pugnale basale a brevissima distanza dalla rosetta, come tipico di questa specie.

Le mandibole appartenevano a due individui adulti,

Fig. 6 (nella pagina accanto) – a) *Bos* vel *Bison*, CA.IEC 045, omero destro, norma craniale; b) *Bos primigenius* CA.IEC 052, radio-ulna sinistra, b1) norma dorsale, b2) norma ventrale; c) *Bos* vel *Bison* CA.IEC 048 trapezoide sinistro, norma prosimale; d) *Bos* vel *Bison* CA.IEC 049, frammento di ramo mandibolare destro, d1) norma occlusale, d2) norma labiale.

Reperto	KD	LAT	BT	LHT	MHT
Omero destro CA.IEC 045	53,03	31,11	101,22	39,96	57,22
	KD	GL			
Radio destro CA.IEC 046	54,46	356,04			
	PL	BFcr	BFcd	HFcr	HFcd
Vertebra CA.IEC 047	73,97	61,95	55,75	52,84	54,38

Tab. 6 – Misure in mm di reperti postcraniali di *Bos vel Bison*. Acronimi da Martin (1987) e Von den Driesch (1976): KD - Diametro minore della diafisi; LAT - Larghezza della sezione laterale della Troclea humeri; BT - Larghezza della Troclea humeri; LHT - Altezza laterale della Troclea humeri; MHT - Altezza mediale della Troclea humeri; GL - Maggior lunghezza del Radio; PL - Lunghezza fisiologica del corpo; BFcr - Ampiezza della superficie articolare craniale; BFcd - Ampiezza della superficie articolare caudale; HFcr - Altezza della superficie articolare craniale; HFcd - Altezza della superficie articolare caudale.

Reperto	Lunghezza	Larghezza
P ₂	12,88	9,89
P ₃	17,04	13,13
P ₄	19,96	14,58
M ₁	23,63	16,35

Tab. 7 – Misure in mm dei denti della mandibola destra di *Bos vel Bison*.

come suggerito dal livello di usura dentaria. Uno dei caratteri più evidenti delle mandibole di megacero è la pachiostosi, ovvero l'ingrossamento del ramo mandibolare. Il carattere non è presente nei giovani, ma aumenta con l'età ed è più sviluppato nei maschi, quindi lo si trova con un ampio *range* di espressione (nei casi estremi la sezione trasversale del ramo arriva ad essere circolare). Ambedue i reperti hanno in sezione un profilo arrotondato e un indice di robustezza pari rispettivamente a 75,4 e 71.

Successivamente sono emersi nuovi reperti apparte-

Reperto	Lunghezza	Larghezza			
M ₃ inferiore CA.IEC 050	51,95	20,04			
M ₃ inferiore CA.IEC 051	48,45	18,61			
Reperto	GL	BFp	TFpm	Bp	KD
Radio CA.IEC 052	404,55	110,02	58,41	122,38	66,08
Reperto	Bpc	Dpa			
Ulna CA.IEC 052	58,97	97,45			

Tab. 8 – Misure in mm di due terzi molari inferiori, radio e ulna di *Bos primigenius*. Acronimi da Martin (1987): GL - Maggior lunghezza del Radio; BFp - Maggiore ampiezza della superficie articolare prossimale (medio-laterale); TFpm - Maggiore profondità della parte mediale della superficie articolare prossimale (dorso-volare); Bp - Maggiore ampiezza dell'epifisi prossimale (medio-laterale); KD - Diametro minore della diafisi; Bpc - Ampiezza della superficie articolare prossimale; Dpa - Profondità del *Processus anconeus*.

Reperti	CA.IEC 053	CA.IEC 054
Altezza interna tra M ₁ e M ₃	50	55
Larghezza tra M ₂ e M ₃	35,5	41,5
Lunghezza P ₂ ÷P ₄	67	-
M ₁	26,4 x 19	-
M ₂	31 x 20,5	31,2 x 21,2
M ₃	-	46 x 22

Tab. 9 – Misure in mm delle mandibole di *Megaloceros giganteus* (da SALA 1985).

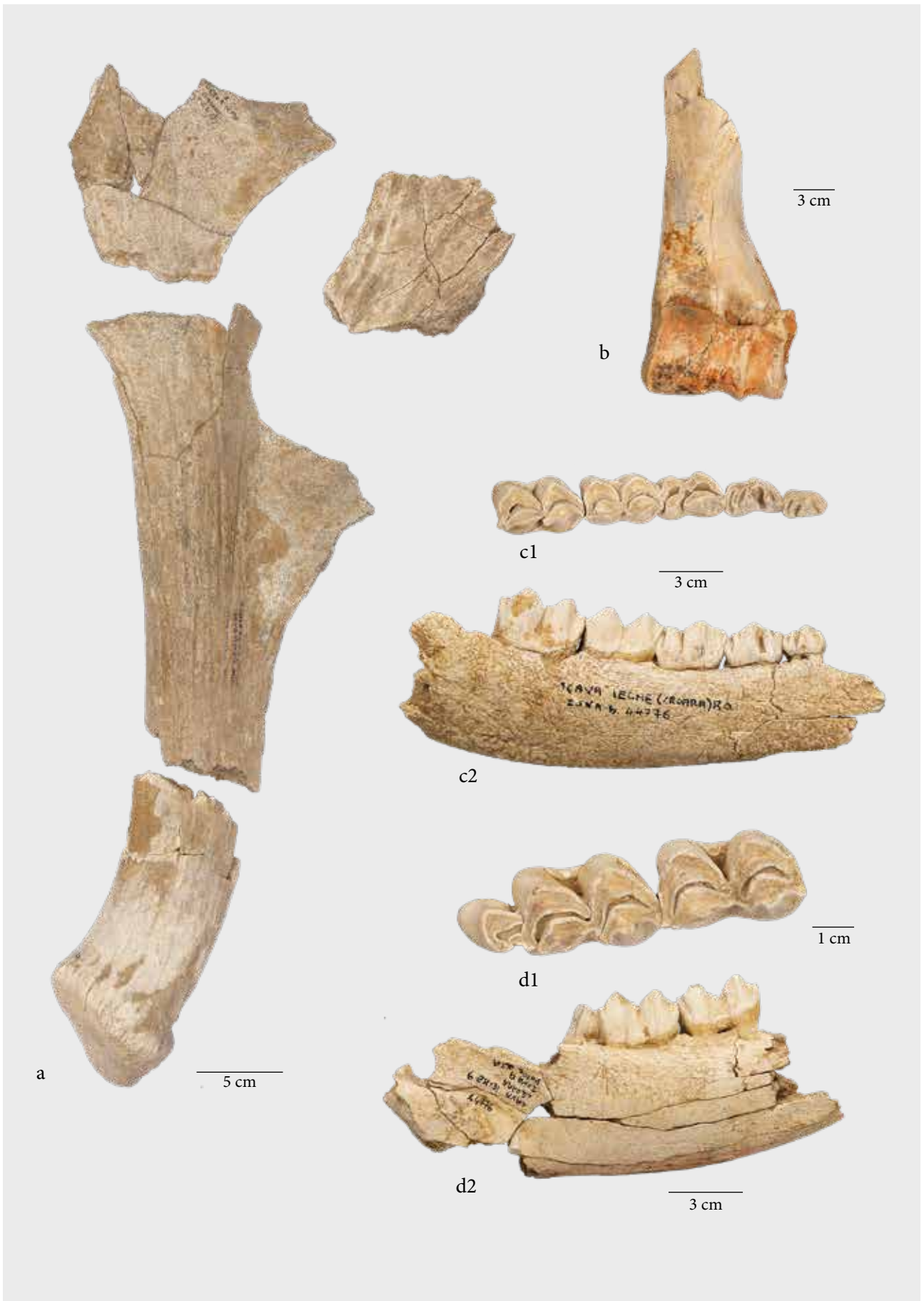


Fig. 7 - a) *Megaloceros giganteus*, CA.IEC 055 palco di caduta, porzione prossimale; b) *M. giganteus*, CA.IEC 057, omero sinistro, norma craniale; c) *M. giganteus*, mandibola sinistra con P2-M2, c1) norma occlusale, c2) norma linguale; d) *M. giganteus*, mandibola sinistra con M₂-M₃, d1) norma occlusale, d2) norma linguale.

Reperto	GL	KD	Bp	Dp.	Bd	Dd
Falange CA.IEC 056	54,1	25,38	31,45	34,43	29,09	41,53
Reperto	LAT	BT	LHT	MHT		
Omero CA.IEC 057	26,43	91,88	44,32	67,14		

Tab. 10 – Misure in mm di omero e falange di *Megaloceros giganteus*. Acronimi da Von den Driesch (1976) e Martin (1986): GL - Lunghezza massima; KD - Minima ampiezza della diafisi; Bp - Ampiezza dell'epifisi prossimale; Dp - Profondità dell'epifisi prossimale; Bd - Ampiezza dell'epifisi distale; Dd - Profondità dell'epifisi distale; LAT - Larghezza della sezione laterale della *Troclea humeri*; BT - Larghezza della *Troclea humeri*; LHT - Altezza laterale della *Troclea humeri*; MHT - Altezza mediale della *Troclea humeri*.

nenti a questo grande ungulato: una II falange del IV dito (CA.IEC 056), un frammento distale di omero sinistro (CA.IEC 057 - fig. 7.b) e un P² sinistro (CA.IEC 058) (tab. 10).

Il dente presenta la forma e il disegno occlusale tipici del megacero ma è in cattive condizioni per cui è stato possibile misurarne solo la lunghezza: mm 23,84.

Discussione

La lista faunistica di Cava I.E.C.M.E. comprende *Equus* sp., *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Bos* vel *Bison*, *Megaloceros giganteus*, ai quali si aggiunge *Alectoris graeca*, non segnalata in occasione del primo studio dedicato al giacimento.

La coturnice vive in ambiente roccioso e scoperto, montano e al limite tra tundra e taiga. Specie ad areale euroasiatico, è presente nel record archeologico del livello A9 della Grotta di Fumane (VR), datato 47,6-45 ky (FIORE *et alii* 2016), in cui compaiono anche grandi mammiferi adatti a spazi aperti e freddi come *Bos primigenius*, *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus* (ROMANDINI *et alii* 2014).

Il bisonte fa la sua comparsa nella nostra penisola nel corso del Pleistocene Medio in ambiente aperto fresco o freddo, prima con la specie *B. schoetensacki* (U.F. Slivia), poi sostituita da *B. priscus* (U.F. Fontana Ranuccio) che scomparirà nel Tardoglaciale.

Il Megacero è attestato in Italia durante l'Aureliano inferiore (UF Torre in Pietra correlabile al MIS 9) per scomparire nel Würmiano superiore. In mancanza di datazioni radiometriche, Bisi *et alii* (1977) avevano attribuito lo strato 4, contenente i grandi ungulati, al Würm II, in base all'associazione pollinica con *Pinus silvestris*, e per la presenza di un tecnocomplesso riferibile al Paleolitico medio (NENZIONI

in questo volume).

Nel 2017 sono stati raccolti nuovi campioni per arricchire la ricerca palinologica del sito e al contempo si è provveduto a effettuare una datazione radiometrica su osso di *Bison priscus* proveniente dall'Inghiottitoio A². Lo spettro pollinico conferma un regime climatico sostanzialmente freddo, tendente all'arido, inquadrabile nella fase centrale dello Stadio Isotopico 3 (MARCHESINI *et alii* in questo volume).

Alle successive ricerche condotte nei primi anni Ottanta dal G.S.B.-U.S.B. si deve invece il recupero di resti di *Glis glis*, *Vulpes vulpes*, *Sus scrofa* insieme a nuovi reperti ascrivibili alle specie già note in letteratura. La volpe e il cinghiale sono adattabili a vari ambienti e tuttora presenti nella zona, ma preferiscono un ambiente con copertura forestale o un ambiente più temperato/umido rispetto alla steppa favorita dai grandi ungulati (SPAGNESI, DE MARINIS 2002). Il ghio è presente dal Pleistocene in Italia in ambiente forestale e si caratterizza per la dentatura adatta a un'alimentazione a base di frutti e germogli (SPAGNESI, DE MARINIS 2002). Viene indicato come proveniente dalla zona A parte alta e non risulta in associazione con le altre faune dello strato 4.

Cava Fiorini

Il sito coincide con l'estremo margine orientale degli affioramenti gessosi del sistema Osteriola-Budriolo. La cava, ora cessata, ma attiva da lungo tempo, ha progressivamente asportato il fronte della collina prospiciente il torrente Zena. La segnalazione di faune, già attribuite all'Ultimo Glaciale, associate a testimonianze antropiche, si deve alle pionieristiche ricerche condotte dall'U.S.B. - Unione Speleologica Bolognese sul finire degli anni Cinquanta e nei primi anni Ses-

² Laboratorio di Groningen (GrA-52969): data radiocarbonica 39720±360 B.P. La calibrazione 2σ (P. Paronuzzi, con CALIB RADIO-CARBON CALIBRATION PROGRAM -Copyright 1986-2011 M. Stuiver and P.J. Reimer - utilizzato insieme a M. Stuiver, P.J. Reimer, "Radiocarbon", 35,1993, pp. 215-230) assegna al campione la data 44412-43100 BP).

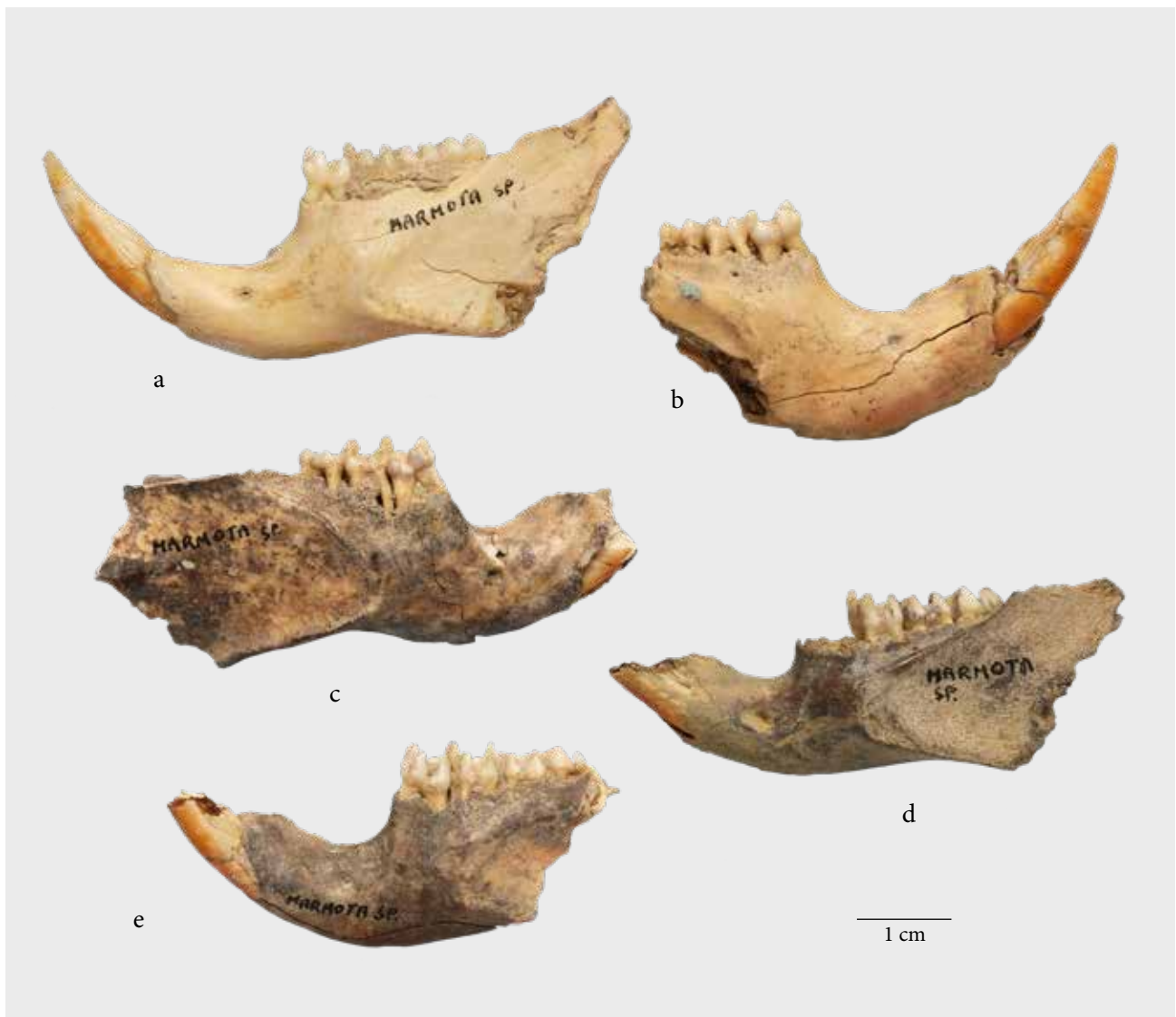


Fig. 8 – *Marmota marmota*: a) CA.FIO 01 emi-mandibola sinistra, norma labiale; b) CA.FIO 02 emi-mandibola destra, norma labiale; c) CA.FIO 03 emi-mandibola destra, norma labiale; d) CA.FIO 04 emi-mandibola sinistra, norma labiale; e) CA.FIO 05 emi-mandibola sinistra, norma labiale.

santa del secolo scorso, illustrate in più occasioni da Carlo Cencini (1962, 1965, 1977), che dedica molta attenzione ai reperti di ghiottone (*Gulo gulo*), e marmotta (*Marmota marmota*), i primi allora ritrovati nell'Appennino bolognese.

Un lotto di resti paleontologici e faunistici, confluito nel frattempo nelle collezioni del Museo "Luigi Donini", fu successivamente oggetto di ulteriori brevi note descrittive (SALA 1985; GASPARRI 1996; NENZIONI 1996).

Per far luce sulla frequentazione umana dei Gessi Bolognesi durante il Paleolitico medio e superiore nel 2016-2017 sono stati promossi nuovi studi di carattere palinologico. L'analisi della documentazione inedita presso l'archivio del Museo "L. Donini" ha inoltre permesso di puntualizzare quale principale luogo di raccolta dei resti faunistici e della litotecnica il sito denominato dai ricercatori HK. Si tratta di una profonda

frattura verticale, costipata da sedimenti pleistocenici, posta sul fronte meridionale della cava, intercettata e in seguito demolita dai lavori estrattivi (NENZIONI *et alii* 2018; MARCHESINI *et alii* in questo volume).

Classe MAMMALIA

Ordine RODENTIA

Famiglia Sciuridae

Genere *Marmota* Blumenbach, 1779

Marmota marmota (Linnaeus, 1758)

Il materiale pubblicato da Cencini (1965) risulta in parte disperso. Sono conservate presso il Museo "L. Donini" di San Lazzaro di Savena (BO) soltanto 5 mandibole frammentarie di cui è possibile il riconoscimento specifico (fig. 8). I reperti dispersi (4 branche mandibolari, una decina di mandibole incomplete,

Reperto	Diastema	Lunghezza P ₄ -M ₃	Lunghezza I	H P ₄ -M ₁
CA.FIO 01	17,91	21,65	38,18	18,1
CA.FIO 02	20,65	-	-	18,36
CA.FIO 03	18,55	22,02	40,44	19,83
CA.FIO 04	14,27	22,36	35,07	14,24
CA.FIO 05	17,61	21,98	38,57	17,88
Cava Filo (314)	21,00	21,1	-	17,00

Tab. 11 – Confronto delle misure mandibolari di *Marmota marmota* in mm effettuate. Diastema: misura della lunghezza del diastema dal bordo dell'alveolo di P₄-Infradentale. Lunghezza P₄-M₃: lunghezza della serie dentaria P₄-M₃. I: lunghezza dal bordo dell'alveolo M₃-Infradentale. H: altezza del ramo mandibolare tra P₄-M₁.

Reperto: mandibola di <i>Gulo gulo</i> CA.FIO 06	Misure
Lunghezza massima mandibola	111
Spazio alveolare PM + M	57
Spazio alveolare C + PM +M	68,5
Spazio alveolare del canino (diam. antero-posteriore)	13
Altezza della branca montante	55
Altezza tra il 3 PM e il 4 PM	22,5
Altezza anteriormente al 1 M	24
Altezza posteriormente al 1 M	28
Altezza al 1 M	25
Diametro antero-posteriore del 3 PM	9
Diametro trasverso del 3 PM (massimo)	7
Diametro trasverso del 3 PM (minimo)	6
Diametro antero-posteriore del 4 PM	13
Diametro trasverso del 4 PM (massimo)	8,3
Diametro trasverso del 3 PM (minimo)	7,2
Diametro antero-posteriore del 1 M	24,5
Diametro trasverso del 1M	11

Tab. 12 – Misure in mm di mandibola di *Gulo gulo* (da CENCINI 1965).

parti anteriori del cranio, incisivi superiori e inferiori) venivano attribuiti da Cencini alla sottospecie *M. marmota primigenia* per le dimensioni e l'inclinazione dell'incisivo senza tener conto della presenza o meno del mesostilo nei molari superiori, carattere peculiare per la distinzione sottospecifica (CHALINE 1972).

I frammenti superstiti corrispondono a: una emi-mandibola sinistra con serie dentaria completa di un individuo adulto (CA.FIO 01), una emi-mandibola destra interrotta tra M₂ e M₃ (CA.FIO 02), una emi-mandibola destra frammentata a cui manca M₃ e con l'incisivo spezzato (CA.FIO 03), una emi-mandibola sini-

stra fratturata a cui manca il P₄, sempre con l'incisivo incompleto (CA.FIO 04), una emi-mandibola sinistra con incisivo incompleto ma fila giugale completa (CA.FIO 05). Le misure effettuate sui reperti sono state confrontate con quelle di una marmotta ritrovata nella vicina ex Cava a Filo (tab. 11).

Ordine CARNIVORA

Famiglia Mustelidae

Genere *Gulo* Pallas, 1780

Gulo gulo (Linnaeus, 1758)

Viene riferita al ghiottone una mandibola (CA.FIO 06) ampiamente descritta da Cencini (1962, 1965, 1977) (tab. 12). Al momento del recupero era presente anche il canino destro superiore, oggi perduto. Il reperto (fig. 9) appare robusto; sono conservati la serie dentaria C-M₁ destra, C sinistro e serie dentaria P₃-M₁ sinistra. Presenta la conformazione dentaria illustrata da Hillson (1996) e dimensioni simili a quelle di altri reperti fossili di simile età.

Il ghiottone, il più grande tra le specie di mustelidi terrestri, è attualmente diffuso nelle zone artiche a tundra e taiga e nelle zone montuose boscate a clima alpino dell'emisfero boreale (in Europa quindi penisola scandinava, stati baltici e Russia settentrionale). Questo temibile predatore, in grado di abbattere anche prede di grandi dimensioni come gli alci, ha un corpo tozzo e robusto con corte zampe a postura semi-plantigrada e pianta larga che gli consente di non sprofondare nella neve. La pelliccia è lunga e folta e la coda relativamente corta per non congelare nel clima rigido a cui è adattato. Durante le fasi glaciali del Quaternario, insieme ad altri elementi a significato freddo della fauna, il ghiottone è sceso latitudinalmente ad occupare varie regioni del centro Europa. Essendo l'Italia chiusa a nord dall'arco alpino, che blocca la migrazione latitudinale, l'ingresso di specie a significato freddo nella nostra penisola, avveniva attraverso l'Adriatico settentrionale che,



Fig. 9 – *Gulo gulo*, CA.FIO 06, mandibola in norma: a1) occlusale, a2) labiale destra; a3) labiale sinistra.

Reperto	altezza Ht	H	LF - lunghezza occlusale del postflexide	LO - lunghezza occlusale	Lo - larghezza occlusale	IF*
Molare CA.FIO 08	49,05		11,72	27,78	15,68	42,18
Premolare CA.FIO 09		27,45	17,70	33,38	14,80	53,02

Tab. 13 – Misure in mm dei reperti di *Equus* sp.

* L'indice IF rappresenta la percentuale di Lo occupata dal postflexide.

nelle fasi glaciali, con l'abbassamento del livello del mare per l'imprigionamento di grosse masse d'acqua nelle calotte glaciali, emergeva divenendo una grande pianura.

I resti di ghiottone nella nostra penisola sono abbastanza rari e la loro distribuzione ricalca la principale rotta di immigrazione sopra descritta, essendo maggiormente documentati nella zona del Carso (caverna di Gabrovizza, grotta di Castagnavizza, cave di Aurisina: FABIANI 1919) e prealpi friulane (Grotta di Viganti) o venete (Grotta Minore di San Bernardino e Grotta del Cerè: GHEZZO *et alii* 2015). Gli individui rinvenuti in Liguria (Arene Candide, Grotta Grimaldi e Grotta dei Colombi), potrebbe invece essere arrivati dalla retrostante piana del Rodano. La mandibola di Cava Fiorini costituisce una delle rare attestazioni a sud del Po: il ghiottone è segnalato anche in Toscana (livelli Tardoglaciali del Riparo Fredian: CILLI *et alii* 1998), Lazio (Grotta Polesini: RADMILLI 1974) e Gargano (INGARANO, SARDELLA 2001).

Ordine CARNIVORA

Famiglia Canidae

Genere *Canis* Linnaeus, 1758

Canis sp.

Appartiene a un canide un dente M_1 sinistro (CA.FIO 07) con le seguenti misure: lunghezza mm 18,74 e larghezza mm 7,83. La provenienza è incerta; non compare tra il materiale pubblicato da Cencini (1977) e deriva probabilmente da ricerche successive protrattesi sino ai primi anni Settanta del secolo scorso.

Ordine PERISSODACTYLA

Famiglia Equidae

Genere *Equus* Linnaeus, 1758

Equus sp.

Sono da attribuire al cavallo un M_2 sinistro (CA.FIO 08) e un P_2 destro (CA.FIO 09) che non fanno parte del record pubblicato da Cencini (1965), ma provengono presumibilmente da raccolte del gruppo P.A.S.S. (Pattuglia Archeologica Speleologica Scout)³ (figg. 10.a, b).

Le misure tipiche di un equide di taglia grande (EISENMANN 1981) portano ad escludere che si tratti di un asino, ma non è possibile pervenire alla determinazione specifica. I valori rientrano tra la variabilità di diverse forme cavalline pleistoceniche e attuali (tab. 13).

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bison* Smith, 1827

Bison priscus Bojanus, 1827

Sono da attribuire al bisonte due frammenti di tibia (CA.FIO 010, CA.FIO 011 - rispettivamente fig. 10.c e fig. 11.a1, a2) e un femore destro (CA.FIO 012) (fig. 10.d1, d2) (tab. 14). Cencini (1965) determina tutti i reperti di bovidi come *Bos taurus* cf. *primigenius* Boj, sostenendo di non poter distinguere il bue domestico dall'uro in quanto non presenti crani ed esclude si possa trattare di *Bison* per lo spessore dello smalto di alcuni denti isolati. Negli anni seguenti sono emerse nuove conoscenze che hanno permesso di determinare questi resti in maniera più accurata.

La tibia (CA.FIO 010) è frammentata e manca buona parte dell'epifisi distale e parte della prossimale. Dalle misure effettuate si possono ricavare gli indici KD·100/GL 11,099 e KT·100/KD 87,63.

L'altra tibia (CA.FIO 011) ha la diafisi in ottime condizioni ma manca l'epifisi prossimale. Dalle misure effettuate si ottiene l'indice KT·100/KD 79,76. Questo reperto è stato oggetto di prelievo del sedimento ancora aderente alla frattura presso il Laboratorio di

³ In un quaderno di appunti di Luigi Donini, uno dei membri della P.A.S.S. (Archivio del Museo "L. Donini"), è citato e raffigurato sommariamente fra i materiali raccolti nel 1959 dal ricercatore nella zona HK della Cava Fiorini un dente evidenziante fortissime similitudini con uno dei due reperti descritti, cui potrebbe in effetti corrispondere, associato a «...ossami vari di parti lunghe di corpi probabilmente di Erbivori (BUE CAVALLO ecc ecc)?». L'elenco dei recuperi comprende: «N. 1 vertebra, N. x di ossa lunghe, UNA SCAPOLA, UNA MANDIBOLA, UN DENTE».

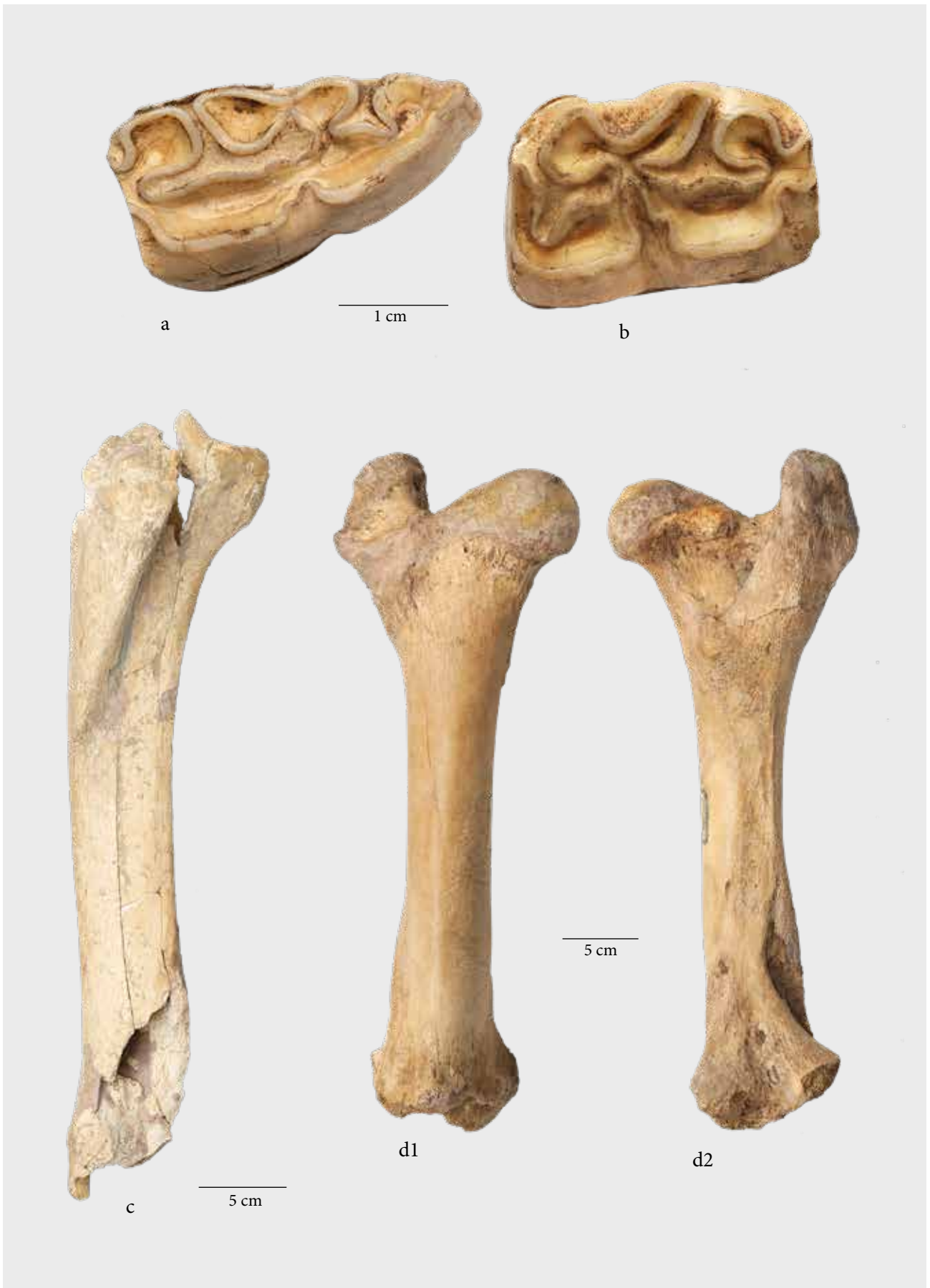


Fig. 10 – *Equus* sp., a) CA.FIO 09, P₂ destro, norma oclusale; b) CA.FIO 08, M₂ sinistro, norma oclusale; *Bison priscus*, c) CA.FIO 010, tibia sinistra, norma dorsale; d) CA.FIO 012, femore destro, d1) norma craniale, d2) norma caudale.



Reperto	TC	BC	GL	Bd	Bp	KD	KT	BvF	BFd	TFd
Tibia CA.FIO 010			440,19		113,82	48,86	42,82			
Tibia CA.FIO 011				85,01		54,02	43,09	16,52	59,38	58,85
Femore CA.FIO 012	65,10	87,09			165,54	54,74	53,3			

Tab.14 – Misure in mm dei reperti di *Bison priscus*. Acronimi da MARTIN (1987): TC - Profondità maggiore del *Caput femoris*; BC - Ampiezza maggiore del *Caput femoris*; GL - Massima lunghezza; Bd - Ampiezza dell'epifisi distale (medio-laterale); Bp - Ampiezza dell'epifisi prossimale (medio-laterale); KD - diametro minore della diafisi (medio-laterale); KT - minore profondità della diafisi (dorso-plantare); BvF - Ampiezza del prolungamento medio-laterale della Faccetta plantare della superficie articolare distale; BFd - Ampiezza della superficie articolare distale (medio-laterale); TFd - Profondità della superficie articolare distale (dorso-plantare).

Reperto	L	B	Bp	Dp	GLC	KD	Bd	Dd	BT	LAT	MHT	LHT
M1 superiore CA.FIO 013	25,58	23,07										
Seconda falange CA.FIO 014	52,26		43,35	45,12		37,02	39,6	40,1				
Omero CA.FIO 015					332,9	49,19			89,96	27,91	61,02	40,90

Tab. 15 – Misure in mm dei reperti di *Bos primigenius*. Acronimi per falange da Von den Driesch (1976), per omero da Martin (1987): L – Lunghezza; B – Larghezza; Bp - Ampiezza dell'epifisi prossimale; Dp - Profondità dell'epifisi prossimale; GLC - Lunghezza dell'omero misurato sopra il *Caput humeri*; KD - Diametro minore della diafisi; Bd - Ampiezza dell'epifisi distale; Dd - Profondità dell'epifisi distale; BT - Larghezza della *Troclea humeri*; LAT - Larghezza della sezione laterale della *Troclea humeri*; MHT - Altezza mediale della *Troclea humeri*; LHT - Altezza laterale della *Troclea humeri*.

Palinologia - Laboratorio Archeoambientale - C.A.A. Giorgio Nicoli S.r.l. di San Giovanni in Persiceto (BO) allo scopo di eseguire analisi palinologiche.

Il femore (CA.FIO 012) manca della epifisi distale ma è altrimenti ottimamente conservato. Si hanno i seguenti indici: indice del *Caput* TC·100/BC 74,75, indice della diafisi KD·100/KT 102,70.

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bos* Linnaeus, 1758

Bos primigenius (Bojanus, 1827)

Appartengono all'uro un omero destro (CA.FIO 015 - fig. 11.b), incluso nel lotto dei reperti descritti da Cencini, mentre un M¹ destro (CA.FIO 013 - fig. 11.d) e una seconda falange anteriore (CA.FIO 014 - fig. 11.c1, c2) derivano da raccolte successive (tab. 15).

Il molare presenta parastilo, mesostilo e metastilo sottili, e un entostilo molto sviluppato che riconduce al *Bos* (SALA 1986).

L'omero destro manca completamente dell'epifisi prossimale.

Discussione

La lista faunistica completa comprendeva anche reperti attualmente dispersi: *Erinaceus europeus italicus*, *Lepus europeus*, *Arvicola* sp., *Meles meles*, *Vulpes vulpes*, *Felis silvestris*, *Sus scrofa*, *Bos primigenius*. Salvo l'uro, si tratta di specie ancora presenti nella zona collinare degli Appennini, che frequentano foreste poco estese, alternate a zone più aperte.

La marmotta e il ghiottone forniscono indicazioni climatiche. La prima compare in Italia durante la fase fredda del MIS 6 e sopravvive dopo l'Ultimo Glaciale solo sulle Alpi. Vive in ambiente di prateria, ai limiti delle nevi perenni fino a m 3500 s.l.m. e mai al di sotto di m 1000 s.l.m. Il ghiottone è scomparso dalla nostra penisola nel Tardoglaciale: la presenza nel Bolognese di questo carnivoro adatto ad un clima subartico costituisce un indizio di un clima più rigido rispetto a quello attuale.

Come il bisonte, anche l'uro è attestato in Italia nel Pleistocene Medio (UF Isernia), ma durante una fase climatica più calda rispetto al *Bison*. Frequenta spazi

Fig 11. (nella pagina accanto) – a) *Bison priscus*, CA.FIO 011, tibia sinistra, a1) norma dorsale, a2) norma plantare; *Bos primigenius*: b) CA.FIO 015, omero destro, norma craniale; c) CA.FIO 014, II falange, c1) norma plantare, c2) norma asiale; d) CA.FIO 013, M¹ destro, norma occlusale.

aperti o con rade coperture arboree, e quindi è adatto ad un clima fresco e temperato. Questo grande ungulato, scomparso in epoca storica, potrebbe non aver condiviso gli spazi con il bisonte, ma appartenere a una fase climatica meno fredda. Del resto, la genesi del deposito non esclude la rideposizione di faune più antiche o fenomeni di interdigitazione fra i livelli a causa dei ripetuti eventi erosivi.

La ridotta quantità di reperti ritrovati non è sufficiente a dare indicazioni sulla popolazione, ma offre indizi interessanti sulle condizioni climatiche della zona. *Equus*, *Bos* e *Bison* sono animali di prateria che prediligono spazi aperti, in linea con i risultati ottenuti dalle indagini palinologiche. L'associazione di *Bison* con *Marmota* si riscontra anche nel record dell'ex Cava a Filo (PASINI 1970: livelli c/d/e.; PARONUZZI *et alii* in questo volume: unità faunistica intermedia/Cava a Filo 2). Si aggiunga che il giacimento ha restituito i resti di un grande predatore, il ghiottone, il cui habitat attuale corrisponde alle zone artiche a tundra e taiga, oltre alle foreste di conifere e alle zone montuose a clima alpino. Le analisi polliniche rivelano un ambiente dominato dalla prateria aperta fredda, con poche macchie alberate, in accordo con una datazione radiometrica⁴ su osso di *Bison prisus* che riconduce all'UMG - Ultimo Massimo Glaciale.

In altri siti italiani, come Caverna degli Orsi (San Dorligo della Valle Dolina, Trieste: BERTO, RUBINATO 2013) o europei come Tournal Cave (Bize-Minervois, Francia: MAGNIEZ, BOULBES 2014) il record è completato da grandi predatori quali *Ursus* e *Panthera*, che difficilmente potevano trovare riparo nelle locali ristrette morfologie carsiche.

Oltre ai resti faunistici, nel punto denominato HK, è documentato un litocomplesso con elementi laminari che la datazione radiometrica consente di collocare nell'Epigravettiano (NENZIONI *et alii* 2018).

Grotta Serafino Calindri

La Grotta Serafino Calindri, ubicata nel contrafforte gessoso a occidente di Cava Fiorini, con un'estensione di circa m 1800 e un dislivello di m 25,8 costituisce uno dei sistemi carsici bolognesi più sviluppati. Si presenta come un insieme di condotti e meandri sovrapposti (tre livelli), uno dei quali - l'inferiore - corrisponde al ramo attivo di deflusso delle acque meteoriche convogliate dall'antistante Dolina del Budriolo. I rami superiori si caratterizzano per i complessi e articolati fenomeni paleo-erosivi, con andamenti mean-

driformi pensili e ingenti depositi sedimentari, frutto dello smantellamento del substrato pleistocenico a monte della cavità.

Scoperta nel 1964 da G. Zuffa del G.S.B - Gruppo Speleologico Bolognese, la grotta è nota da tempo per la presenza di un deposito archeologico ipogeo, esplorato negli anni successivi alla scoperta, mentre una serie di reperti paleontologici, rinvenuti per lo più nelle ghiaie di riempimento, fu a più riprese campionata da C. Busi del G.S.B.- U.S.B. nel 1983 (BOCCUCCIA *et alii* 2018, p. 95: area 3).

Nel 1993, nel ramo intermedio (RM) della cavità fu estratta una serie di resti faunistici, fra i quali si distingueva per stato di conservazione una mandibola di iena delle caverne (REGGIANI 1998).

Tutti i materiali esaminati in questo lavoro sono riferibili all'Unità RM - US 4, fatta eccezione per l'emi-mandibola e l'astragalo di *Sus scrofa*, il radio destro di *Capreolus capreolus*, le ossa di *Lagopus* sp., *Lyrurus tetrrix* e *Corvus corax* che provengono invece dai depositi ghiaiosi intrusivi affioranti nel ramo superiore (RS - area 3), nei pressi della cosiddetta "Sala Archeologica". Probabilmente frutto di più apporti erosivo-sedimentari, veloci e massivi, i reperti sono distribuiti senza particolare concentrazione e si connotano per la presenza di patine/laccature di FeMn e fratture attribuibili al trasporto idrico. Entrambe le unità (RM - US 4 e RS - area 3) hanno restituito sporadici reperti litici.

Classe AVES

Ordine GALLIFORMES

Famiglia Phasianidae

Genere *Lyrurus* Swainson, 1832

Lyrurus tetrrix (Linnaeus, 1758)

Appartengono al fagiano di monte un frammento distale di omero sinistro (SE.CAL 01), un frammento di scapola destra (SE.CAL 02), un'ulna sinistra (SE.CAL 03) (tab. 16). Provengono da RS - area 3.

L'omero sinistro (fig.12.a) presenta una frattura a metà della diafisi, ma conserva sufficienti caratteri per la determinazione specifica. Le misure rientrano nei valori della specie secondo Erbersdobler (1968).

Della scapola (fig. 12.b) rimangono *acromion*, tuberculo coracoideo e collo, mentre manca la porzione più distale. Si nota la pneumatizzazione nella superficie articolare della scapola tipica della sottofamiglia dei Tetraoninae. Le misure effettuate confermano l'attribuzione.

L'ulna sinistra (fig. 12.c) è sostanzialmente completa.

⁴ Data radiocarbonica 17018 ± 45 BP (CEDAD - LTL17435A - Campione CA.FIO 1959/01-A). Calibrazione 2σ: 20695-20340 BP.



Fig. 12 – *Lyrurus tetrrix*, a) SE.CAL 01, omero sinistro, norma caudale; b) SE.CAL 02, scapola destra, norma laterale; c) SE.CAL 03, ulna sinistra, norma caudo-laterale; *Corvus* cf. *C. corax*, d) SE.CAL 05, omero destro, d1) norma caudale, d2) norma craniale; e) SE.CAL 06, ulna destra, e1) norma caudale, e2) norma craniale.

Reperto	BD	KS	KT	
Omero sinistro SE.CAL 01	16,11	7,01	5,2	
Reperto	BC	KC		
Scapola destra SE.CAL 02	12,69	6,14		
Reperto	GL	DD	Bp	TP
Ulna sinistra SE.CAL 03	72,45	10,47	10,98	8,78

Tab. 16 – Misure in mm dei reperti di *Lyrurus tetrrix*. Acronimi da Erbersdobler (1968): BD - Ampiezza dell'epifisi distale; KS - Minor ampiezza della diafisi; KT - Minor profondità della diafisi; BC - Ampiezza craniale; KC - Minor ampiezza del corpo; GL - Lunghezza massima; DD - Diagonale dell'epifisi distale; Bp - Ampiezza dell'epifisi prossimale; TP - Profondità dell'epifisi prossimale.

Ordine GALLIFORMES

Famiglia Phasianidae

Genere *Lagopus* Brisson, 1760

Lagopus sp.

Appartiene alla pernice bianca un frammento di sterno (SE.CAL 04) di cui si può solo misurare HC mm 32,48 a causa dei processi laterali mancanti, la *Crista sterni* e

Metasternum fratturati. Proviene da RS - area 3.

Ordine PASSERIFORMES

Famiglia Corvidae

Genere *Corvus* Linnaeus, 1758

Corvus cf. *C. corax* (Linnaeus, 1758)

Vengono attribuiti al corvo imperiale un frammento

prossimale di omero destro (SE.CAL 05 – fig. 12.d1, d2) e un'ulna destra (SE.CAL 06 – fig. 12.e1, e2). Per l'ulna sono state rilevate le seguenti misure: GL mm 112,3; KC mm 6,17; DD mm 12,08; Dip mm 14,66; Bp mm 12,98. Per la determinazione sono stati essenziali i seguenti caratteri morfologici: la rotazione dell'epifisi distale, la diafisi dritta e le linee formate dalle protuberanze d'inserzione delle penne che si fondono prossimalmente (COHEN, SERJEANTSON 1996). Proviene da RS - area 3.

Classe MAMMALIA

Ordine CARNIVORA

Famiglia Hyaenidae

Genere *Crocuta* Kaup, 1828

Crocuta crocuta spelaea (Goldfuss, 1810)

Appartiene alla iena delle caverne una emi-mandibola sinistra (SE.CAL 054 - fig.13), descritta da Paolo Reggiani (2000) (tab. 17) e rinvenuta nelle ghiaie di RM - US 4. Il reperto è grossomodo completo, conservando il ramo orizzontale con il canino e i primi due premolari, P₂ e P₃. L'estremità della branca montante della mandibola, il condilo articolare ed il processo angolare sono parzialmente abrasi. Nel P₂ la porzione

Reperto	Lungh.	Largh.	Alt.
P2	16,5	12,7	13,0
P3	21,6	16,2	24,0
Lunghezza margine processo condiloideo-infradentale			178
Distanza margine mesiale processo condiloideo-lato distale M1			51
Altezza della branca orizzontale davanti al P2			37
Altezza della branca orizzontale fra il P3 e il P4			34
Altezza della branca orizzontale dietro M1			45
Altezza della corona del canino			30

Tab. 17 – Misure in mm della mandibola e dei denti di *Crocuta crocuta spelaea* (da REGGIANI 2000).

distale si presenta decisamente allargata rispetto alla porzione prossimale, caratteristica tipica delle iene wurmiane secondo Bonfay (1971). La morfologia è la stessa di alcuni reperti conservati presso il Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova (PICCOLI *et alii* 1979). L'animale era un adulto morto



Fig. 13 – *Crocuta crocuta spelaea*, SE.CAL 054, mandibola sinistra, sopra norma labiale; sotto norma occlusale.

in età non avanzata, per l'usura poco accentuata dei denti (REGGIANI 2000).

Ordine PERISSODACTYLA

Famiglia Equidae

Genere *Equus* Linnaeus, 1758

Equus sp.

Appartiene ad un equide un dente M¹ sinistro (SE.CAL 055 - fig. 15.c - tab. 18), poco usurato. Le misure rilevate portano ad escludere i cavalli domestici, che hanno IP molto elevati, gli equidi stenonoidi, che hanno IP inferiore a 40, e la forma di asino domestico *E. hydruntinus* (EISENMANN 1980). Si tratta quindi di un equide würmiano con denti grandi e protocono medio, ma indeterminabile a livello specifico. Proviene da RM - US 4.

Reperto	Ht	LO	Lo	Lp
M1 sinistro SE.CAL 055	54,93	27,23	25,30	12,78

Tab. 18 – Misure in mm del dente di *Equus* sp. L'indice protoconico IP è 46,93% e rappresenta la percentuale della lunghezza occlusale Lo occupata dal protocono. Legenda: Ht - Altezza corona; LO - Lunghezza occlusale; Lo - Larghezza occlusale; Lp - Lunghezza occlusale del protocono.

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Suidae

Genere *Sus* Linnaeus, 1758

Sus scrofa (Linnaeus, 1758)

Il cinghiale è rappresentato da una emi-mandibola sinistra (SE.CAL 067) (tab. 19), un canino incompleto (SE.CAL 068) e un astragalo sinistro (SE.CAL 056) (fig. 14.a, b, c) (tab. 20), rinvenuti in RS - area 3.

La mandibola conserva il ramo mandibolare e la serie dentaria da P₃ a M₃, con ridottissimo grado di usura.

Reperto	L	B	8	9a	16a	16b
Man-dibola SE.CAL 067			78,23	32,71	52,22	50,49
M3	36,86	17,49				
M2	22,64	15,45				
M1	15,87	13,33				

Tab. 19 – Misure in mm dei denti di *Sus scrofa*. Legenda: L - lunghezza del singolo dente; B - larghezza del singolo dente; 8 - Lunghezza della serie molare misurata in corrispondenza degli alveoli in norma buccale; 9a - Lunghezza della serie premolare 16a - Altezza della mandibola al di sotto di M3; 16b - Altezza della mandibola tra P4 e M1.

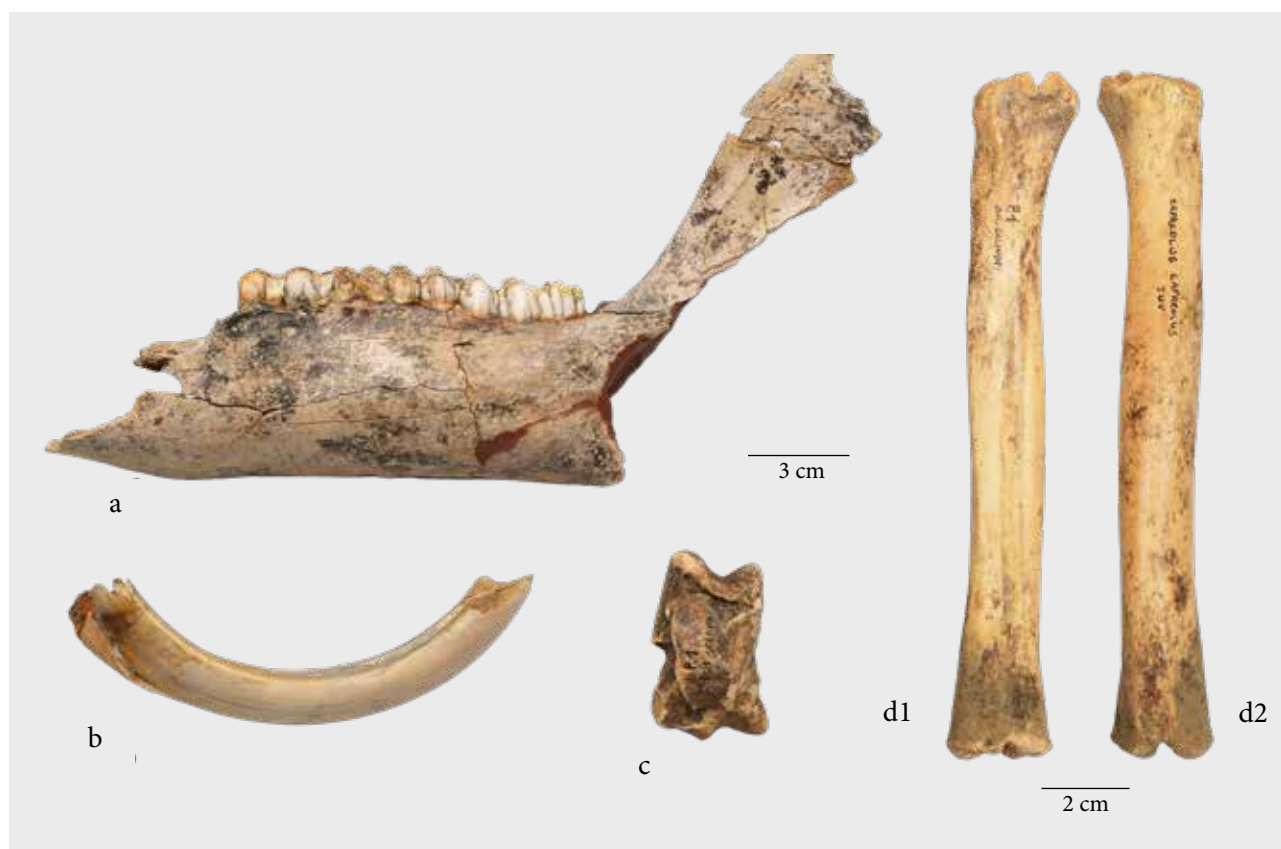


Fig. 14 – *Sus scrofa*, a) SE.CAL 067, emi-mandibola sinistra, norma labiale; b) SE.CAL 068, canino, norma distale; c) SE.CAL 056, astragalo sinistro, norma plantare; d) *Capreolus capreolus*, SE.CAL 057, radio destro, d1) norma ventrale; d2) norma dorsale.

Reperto	GLI	GLm	Bd	DI	Dm
Astragalo sinistro SE.CAL 056	48,43	43,88	27,28	25,08	26,59

Tab. 20 – Misure in mm dell’astragalo di *Sus scrofa*. Acronimi da Von den Driesch (1976) GLI - Maggior lunghezza della metà laterale; GLm - Maggior lunghezza della metà mediale; Bd - Ampiezza dell’epifisi distale; DI - Profondità della metà laterale; Dm - Profondità della metà mediale.

I denti, bunodonti, hanno base arrotondata e cuspidi accessorie tipiche della specie (HILLSON 2005).

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Cervidae

Genere *Capreolus* Gray, 1821

Capreolus cf. capreolus (Linnaeus, 1758)

Appartiene al capriolo un radio destro (SE.CAL 057 - fig. 14.d - tab. 21) di individuo giovanile (manca l’epifisi distale a partire dalla cartilagine di accrescimento). Proviene da RS - area 3.

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bison* Smith, 1827

Bison priscus (Bojanus, 1827)

Il materiale, già attribuito da Reggiani (2000) al bi-

Reperto	GL	SD	Bp	Bd	BFp
Radio destro SE.CAL 057	155,49	17,68	24,76	24,24	23,5

Tab. 21 – Misure in mm di radio di *Capreolus capreolus*. Acronimi da Martin (1987): GL Maggiore lunghezza del radio; SD Diametro minore della diafisi; Bp Maggiore ampiezza dell’epifisi prossimale; Bd Maggiore ampiezza dell’epifisi distale; BFp Maggiore ampiezza della superficie articolare prossimale (dorso-volare).

sonte, comprende una vertebra toracica (SE.CAL 058) (tab. 22), una costola (SE.CAL 059), un frammento di scapola (SE.CAL 060 - fig.15.d1, d2 - tab. 22), due radii (SE.CAL 061 - fig. 15.a1, a2) e un metatarso (SE.CAL 063 - fig. 15.b) (tab. 23). I reperti provengono tutti da RM - US 4.

La vertebra ha i processi trasversi fratturati vicino al corpo ed è fratturata anche la spina neurale. Anteriormente la forma del corpo è a cuore.

La costola si presenta frammentata, ma conserva le faccette per l’articolazione con il corpo vertebrale e la tuberosità della costa per l’articolazione con il processo trasverso della vertebra. Si è potuto misurare la distanza tra faccetta e tuberosità pari a mm 24,36, la lunghezza del collo pari a mm 88,44 e il diametro pari

Reperto	GLP	LG	BG	GLPa	PL	BFcr	BFcd	HFcr	HFcd
Vertebra SE.CAL 058				120,2	81,59	60,7	66,75	59,92	56,86
Scapola fr. SE.CAL 060	105,82	95,88	68,19						

Tab. 22 – Misure in mm di vertebra e scapola di *Bison priscus*. Acronimi da Von den Driesch (1976): GLP - Massima lunghezza del *Processus articularis*; LG - Lunghezza della cavità glenoidea; BG - Ampiezza della cavità glenoidea; GLPa - Lunghezza dal *Processus articulares craniales* al *Processus articulares caudales*; PL Lunghezza fisiologica del corpo; BFcr - Ampiezza della superficie articolare craniale; BFcd - Ampiezza della superficie articolare caudale; HFcr - Altezza della superficie articolare craniale; HFcd - Altezza della superficie articolare caudale.

Reperto	GL	Bd	BFd	BFdl	Bfdm	BI	Bfp	BUd	BUdd	KD	TFpm
Radio sinistro SE.CAL 061	357,58	94,42	89,2	45,41	40,43	40,99	88,51	39,58	18,49	57,15	53,49
Metatarso SE.CAL 063		79,31								39,04	

Tab. 23 – Misure in mm di radii e metatarso di *Bison priscus*. Acronimi da Martin (1987): GL - Maggior lunghezza del Radio; Bd - Maggiore ampiezza dell’epifisi distale (medio-laterale); BFD - Maggiore ampiezza della superficie articolare distale (medio-laterale); BFdl - Ampiezza della sezione laterale della superficie articolare distale; Bfdm - Ampiezza della sezione mediale della superficie articolare distale; BI - Ampiezza della faccetta per l’Intermedio; Bfp - Maggiore ampiezza della superficie articolare prossimale (medio-laterale); BUd - Ampiezza della faccetta per l’Ulnare (misurato sul bordo dorsale); BUdd - Ampiezza della faccetta per l’Ulnare (dorsale); KD - Diametro minore della diafisi; TFpm - Maggiore profondità della parte mediale della superficie articolare prossimale (dorso-volare).

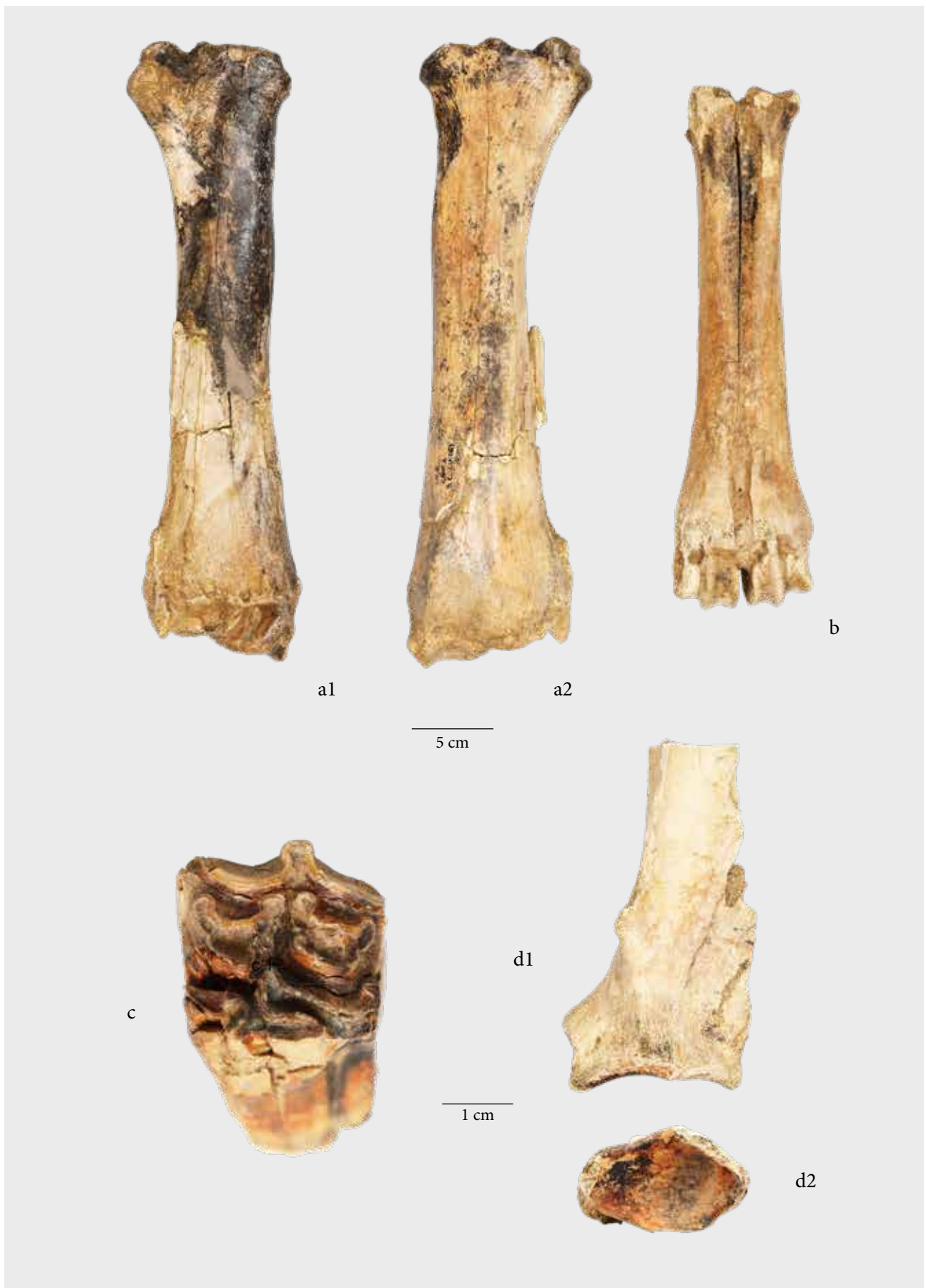


Fig. 15 – *Bison priscus*, a) SE.CAL 061, radio sinistro, a1) norma ventrale, a2) norma dorsale; b) SE.CAL 063, metatarso destro, norma dorsale; c) *Equus* sp., SE.CAL 055, M1 sinistro, norma occlusale; d) SE.CAL 060, scapola sinistra, d1) norma laterale; d2) norma articolare.

a mm 20,69-36,03.

Il frammento di scapola sinistra conserva la *fossa articularis*, il *tuber scapulae* ed il *collum*, mentre l'*acromion* è mancante. Per la distinzione tra *Bos* e *Bison* si sono utilizzati i caratteri descritti da Olsen (1960) e le misure, che rientrano nei valori tipici del bisonte, confermano questa determinazione.

Il radio sinistro SE.CAL 061, fratturato ma ricomposto, è completo e ben conservato. Sono presenti piccoli frammenti di ulna saldati alla diafisi del radio. L'epifisi prossimale ha una colorazione nera, dovuta a impregnazione di ossidi di ferro e manganese, che interessa anche parte della diafisi. Si sono calcolati alcuni indici utili per l'identificazione: Indice Lehman BI-100/BUd 103,56, KD-100/GL 15,98, Bd-100/GL 26,40.

Il metatarso destro ha fratture lungo tutta la diafisi; si nota inoltre una laccatura di Fe-Mn sulla superficie dorsale fino all'epifisi prossimale, che è troppo deteriorata per ogni valutazione o misurazione.

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bos* Linnaeus, 1758 vel *Bison* Smith, 1827

Il frammento SE.CAL 064, precedentemente determinato come scapola di bovide (REGGIANI 2000) sembra più verosimilmente un frammento di ischio sinistro di un grosso ungulato, ma la sua incompletezza non consente una determinazione e neppure una misurazione affidabile.

Appare di incerta determinazione anche il dente M₃ sinistro (SE.CAL 065) non usurato e in cattivo stato di conservazione. La misura della profondità è mm e 15,5 e la lunghezza mm 47,7.

Il reperto SE.CAL 066 è il frammento di una vertebra non determinabile a livello specifico, ma che conserva le dimensioni e le forme di un grande bovide come *Bos* e *Bison*. I resti provengono da RM - US 4.

Discussione

L'avifauna è rappresentata da *Lagopus* sp., *Lyrurus tetrrix* e *Corvus corax*, tutte specie oggi scomparse dall'Appennino e adattate a climi più rigidi. La pernice bianca ha sviluppato un adattamento ai terreni freddi e spesso innevati, con un piumaggio invernale bianco e una zona termoisolante che le permette di non disperdere il calore corporeo verso il terreno. Come anche il fagiano di monte, essa mostra un piumaggio più

folto sul becco e sulle zampe per difendersi dal freddo intenso, condizione climatica che oggi non interessa le pendici dell'Appennino bolognese. Il corvo imperiale abita gli anfratti rocciosi e predilige l'ambiente montano; è una specie a distribuzione paleoartica che in Italia vive solo lungo la catena alpina. *Lagopus mutus* e *Lyrurus tetrrix* figurano anche nel più recente e vicino deposito di ex Cava a Filo, in cui gli ultimi scavi hanno svelato un'ancora maggiore ricchezza ornitologica (PARONUZZI *et alii*, in questo volume).

Altre specie, ascrivibili ai mammiferi adatti a steppe e praterie aperte e fredde, sono il bisonte delle steppe, il cavallo e la iena delle caverne. Quest'ultima, apparsa in Europa con il Pleistocene Medio, e adattabile agli ambienti più vari, dalle savane alle steppe microtermiche, si estingue scomparendo da Asia ed Europa con la fine dell'Ultimo Glaciale (REGGIANI 2000).

Le datazioni radiometriche eseguite su osso⁵ permettono di inquadrare il lotto più rilevante della collezione nella parte medio-alta del MIS 3, in concomitanza con un ambiente a prateria, con aree boschive sparse a *Pinus sylvestris* e *Pinus mugo*.

Nella collezione sono documentate anche specie adatte a una maggiore copertura arborea, come il capriolo e il cinghiale, presente in Italia dopo la fine del Würm in tutti gli ambienti fino a m 2000 s.l.m. I loro resti provengono dalla porzione del ramo superiore (RS - area 3) più prossima all'ingresso attuale, entro depositi siltosi-ciottolosi affioranti nelle vicinanze della cosiddetta "Sala Archeologica", per i quali non si dispone di datazioni radiometriche. Queste due specie sono attestate però anche nel record dell'ex Cava a Filo (PASINI 1970: livelli f/g/h/i; PARONUZZI *et alii* in questo volume: unità faunistica recente/Cava a Filo 3).

Ritenuti olocenici per il loro stato di conservazione e lo stato fisico, altri resti faunistici (*Talpa europaea*, *Lepus* sp., *Martes foina*, *Chiroptera*) non sono stati presi in considerazione dal presente studio.

Farneto

Sulla destra idrografica del torrente Zena, in località Farneto, si apre la celebre grotta omonima che durante l'età del Bronzo è stata più volte utilizzata a scopo di culto e come luogo di frequentazione stagionale (BONOMETTI 2018: ivi bibliografia precedente). Dagli scavi ottocenteschi e da quelli eseguiti negli anni Cinquanta è emersa un'ingente quantità di archeofau-

⁵ Per il deposito sono disponibili tre datazioni radiometriche eseguite su osso eseguite presso il Laboratorio CEDAD di Lecce. Campione SE.CAL 193/03-A (LTL17437A): data radiocarbonica 26711±120 BP (calibrazione 2σ: 31107-30700 BP); campione SE.CAL 193/04-B (LTL17438A): data radiocarbonica 26757±150 BP (calibrazione 2σ: 31147- 30701 BP); campione SE.CAL 193/06-C (LTL17439A): data radiocarbonica 33159±200 BP (calibrazione 2σ: 38160-36605 BP).

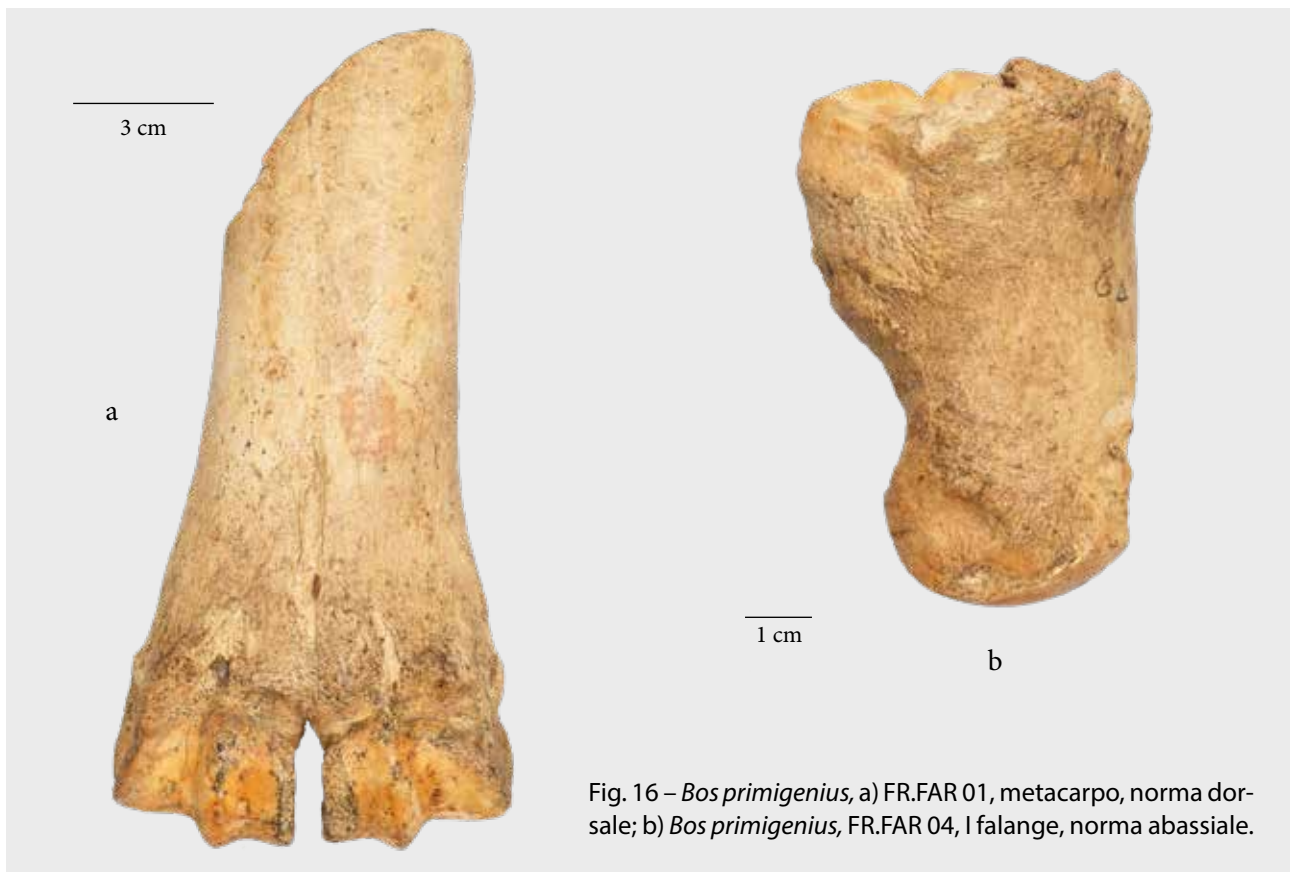


Fig. 16 – *Bos primigenius*, a) FR.FAR 01, metacarpo, norma dorsale; b) *Bos primigenius*, FR.FAR 04, I falange, norma abassiale.

na, fra cui 723 reperti determinati da Benedetto Sala (1980), oggi conservati presso il Museo Civico Archeologico di Bologna. Dall'interno della grotta provengono: *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Ovicaprinae* indet., *Bos taurus*, *Canis familiaris*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Felis silvestris*, *Lepus europaeus*, *Castor fiber*. Il 97% del record è rappresentato da ungulati, il restante dai carnivori e roditori. Il 45% degli Ungulati è rappresentato da specie selvatiche, probabilmente connesse con pratiche di sostentamento da parte delle comunità umane che frequentavano la cavità durante l'età del Bronzo.

Nel tempo le attività di cava hanno causato numerosi smottamenti, provocando frane, modificazioni del contesto ambientale e crollo del versante in cui si apriva l'entrata originaria della cavità.

I materiali paleontologici analizzati in questa sede sono conservati presso il Museo "L. Donini" e provengono da un paleoinghiottitoio o pozzo carsico ubicato a monte della grotta e completamente demolito dagli smottamenti. I reperti individuati fra i detriti gessosi franati dal riempimento del deposito erano in parte inglobati in matrice sabbioso-argillosa ricca di frustuli carboniosi (GASPARRI 1996).

Ordine ARTIODACTYLA
Famiglia Bovidae
Genere *Bos* Linnaeus, 1758

Bos primigenius (Bojanus, 1827)

Appartengono all'uro un frammento distale di metacarpo (FR.FAR 01 - fig. 16.a) e una prima falange (FR.FAR 04 - fig. 16.b). L'unica misura possibile per il metatarso è Bd mm 82,32. Per la falange FR.FAR 04 si rilevano le seguenti misure in mm: Bp 37,59; Dp 39,77; L 72, 37; Bd 34,29.

Ordine ARTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bos* Linnaeus, 1758 vel *Bison* Bojanus 1827

Appartengono all'uro o al bisonte un frammento prossimale di metacarpo (FR.FAR 02), una prima falange (FR.FAR 03) con epifisi distale frammentata, un frammento prossimale di metatarso (FR.FAR 05) (tab. 24).

Reperto	Bp	Dp	L
Metacarpo FR.FAR 02	63,83	66,07	
Falange FR. FAR 03	41,36	38,8	74,7
Metatarso FR.FAR 05	79,86		

Tab. 24 – Misure in mm di reperti di *Bos* vel *Bison*. Acronimi da Von den Driesch (1976): Bp - Ampiezza dell'epifisi prossimale; Dp - Profondità dell'epifisi prossimale; L - Lunghezza.

Discussione

I reperti recuperati occasionalmente presso il Farneto sono numericamente pochi e non consentono considerazioni di tipo analitico. Si può solamente rilevare che appartengono a grandi ungulati che vivevano in ambiente di steppa tipico di un clima più arido e fresco di quello attuale. Oggi la cava che prelevava il materiale dalle pendici del Farneto non è più attiva e pertanto non è possibile promuovere ulteriori approfondimenti sul deposito di provenienza di questi resti fossili.

Conclusioni

I dati desunti dalle associazioni faunistiche riconducibili ai quattro giacimenti dei Gessi Bolognesi esaminati, integrati con le analisi polliniche e le datazioni radiometriche, permettono di focalizzare diverse fasi dell'evoluzione del primo Appennino bolognese durante il Pleistocene Superiore e si integrano, e in parte affiancano, il quadro paleoecologico offerto dal deposito di ex Cava a Filo ancora in corso di esplorazione. L'insieme informativo acquisito con questa revisione copre un arco cronologico compreso fra 44000 e 20000 c.a. anni da oggi e fornisce dunque elementi utili per definire a grandi linee il quadro ambientale che in parte precede la serie stratigrafica del meglio conservato sito di ex Cava a Filo.

Il contesto più antico, rappresentato da Cava I.E.C.M.E. Inghiotto A e B, può essere fatto risalire ai momenti iniziali della fase centrale dello Stadio Isotopico 3, intorno a 44000-43000 anni dal presente, e comprende un'associazione faunistica a grandi ungulati, quali *Megaloceros giganteus*, *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Equus* sp. adatti a un ambiente di steppa fredda e in accordo con la contestuale presenza di *Alectoris graeca*, unico volatile documentato.

Sempre a Cava I.E.C.M.E., la presenza di riempimenti polifasici o comunque posteriori è chiaramente identificabile nel record dove compaiono anche *Vulpes vulpes* e *Sus scrofa* entrambi animali assai adattabili, ma che prediligono le zone con copertura forestale, in particolare le foreste a latifoglie. Nello stesso clima temperato umido vive il ghio, *Glis glis*, il quale non può che appartenere ad un periodo successivo all'Ultimo Glaciale

I materiali paleontologici della Grotta Serafini Calindri - RM - US 4, assegnabili sulla base delle datazioni radiometriche disponibili a un intervallo temporale compreso fra 38000/36000 e 30000 anni dal presente, coincidente con la parte medio-alta dello Stadio Isotopico 3, arricchiscono il quadro con una serie di specie non presenti nel deposito precedente: oltre a *Bison*

priscus, sono infatti attestati *Crocota crocuta spelaea* ed *Equus* sp. I pollini rimandano a condizioni rigide che favoriscono la prateria con aree boscate sparse, dominate da *Pinus sylvestris* e *Pinus mugo*.

La progressiva mitigazione registrabile a cominciare dal Tardoglaciale e dal successivo Dryas antichissimo, momenti nei quali continuano comunque a permanere condizioni fredde, è testimoniata dall'associazione faunistica a capriolo e cinghiale e da alcune avifaune adatte a climi rigidi (*Lyrurus tetris*, *Lagopus* sp. e *Corvus corax*), specie tutte documentate in RS - area 3. L'unica datazione radiometrica disponibile per il deposito HK di Cava Fiorini rinvia ai momenti centrali dell'ultimo picco glaciale (UMG) e trova conforto nella presenza di *Bison priscus*, *Marmota marmota*, *Gulo gulo*. Il ghiottone è senza dubbio il reperto più interessante: è assai raro, infatti, registrare uno di questi grossi mustelidi alle nostre latitudini. Questo deposito trova una puntuale correlazione cronologica con le datazioni radiometriche - intorno a 22000-20000 anni fa - che caratterizzano l'associazione faunistica intermedia della ex Cava a Filo, secondo la recente revisione di Paronuzzi *et alii* (in questo volume), dove oltre al bisonte e alla marmotta si segnalano il megacero, nonché la volpe e la lepre dei livelli c, d, e, di Pasini (1970).

Filo conduttore faunistico, segnalato in tutti i depositi dei Gessi, è il *Bison priscus* e, in misura più limitata, il *Megaloceros giganteus*, quest'ultimo distribuito fra gli estremi cronologici della serie rilevata con le datazioni radiometriche di Cava I.E.C.M.E. Inghiotto A e di ex Cava a Filo - serie recente (Cava Filo 3). Il dato rimanda all'esistenza per buona parte del Pleistocene Superiore e finale di ambienti a prateria aperta e fredda.

Peraltro è da rilevare che la massiccia presenza di lupo nei livelli basali di ex Cava a Filo non trova riscontro nei depositi qui revisionati che, viceversa, hanno restituito - scalati cronologicamente - resti di *Crocota crocuta spelaea* e *Gulo gulo*. Va comunque sottolineato che queste differenze possono essere attribuite a due diversi fenomeni: le particolari condizioni micro-ambientali che sono alla base della formazione sedimentaria dell'ex Cava a Filo (sequenze anche continue in buono stato di conservazione) e la situazione deposizionale del record faunistico degli altri siti, molto frammentato per la struttura fisica dei giacimenti (trasporti anche massivi di origine fluvio-carsica) causa di selezione/dispersione dei reperti ossei prima della loro definitiva messa in posto.

Appendice

CAVA I.E.C.M.E.	Specie	Elemento anatomico
CA.IEC 01	<i>Alectoris graeca</i>	tibio-tarso destro
CA.IEC 02	<i>Glis glis</i>	M1 destro
CA.IEC 03		M3 sinistro
CA.IEC 04		P4 sinistro
CA.IEC 05	<i>Vulpes vulpes</i>	P3 destro
CA.IEC 06		P4 destro
CA.IEC 07		M2 destro
CA.IEC 08		M3 destro
CA.IEC 09		P2 destro
CA.IEC 010		P3 destro
CA.IEC 011	<i>Equus sp.</i>	P2 sinistro
CA.IEC 012		molare fr.
CA.IEC 013	<i>Sus scrofa</i>	P2 sinistro
CA.IEC 014		P3 sinistro
CA.IEC 015		P4 sinistro
CA.IEC 016		M3 destro
CA.IEC 017		I1 destro
CA.IEC 018		I3 sinistro
CA.IEC 019		coste fr.
CA.IEC 020		coste fr.
CA.IEC 021		coste fr.
CA.IEC 022		coste fr.
CA.IEC 023	<i>Bison priscus</i>	astragalo destro
CA.IEC 024		omero destro frr. distali
CA.IEC 025		trapezoide destro
CA.IEC 026		neurocranio con cavicchie
CA.IEC 027		emi-mandibola destra
CA.IEC 028		emi-mandibola sinistra
CA.IEC 029	<i>Bos vel Bison</i>	M2 sinistro
CA.IEC 030		M1 sinistro
CA.IEC 031		M2 destro

CA.IEC 032		I3 destro
CA.IEC 033		M2 destro
CA.IEC 034		M2 sinistro
CA.IEC 035		M2 sinistro
CA.IEC 036		M3 destro
CA.IEC 037		scapola destra fr. distale
CA.IEC 038		diafisi di omero destro
CA.IEC 039		diafisi di tibia sinistra
CA.IEC 040		metatarso sinistro fr.
CA.IEC 041		cubonavicolare sinistro
CA.IEC 042		I falange
CA.IEC 043		III falange
CA.IEC 044		omero sinistro fr. distale
CA.IEC 045		omero destro
CA.IEC 046		diafisi di radio destro
CA.IEC 047		vertebra dorsale
CA.IEC 048		trapezoide sinistro
CA.IEC 049		mandibola frr.
CA.IEC 050	<i>Bos primigenius</i>	M3 sinistro
CA.IEC 051		M3 destro
CA.IEC 052		radio-ulna sinistra
CA.IEC 053	<i>Megaloceros giganteus</i>	mandibola fr.
CA.IEC 054		mandibola fr.
CA.IEC 055		palco frr.
CA.IEC 056		II falange
CA.IEC 057		omero sinistro fr. distale
CA.IEC 058		P2 sinistro
CA.IEC 059	Ungulati Indet.	bacino frr.
CA.IEC 060		bacino frr.
CA.IEC 061		bacino frr.
CA.IEC 062		costola frr.
CA.IEC 063		costola frr
CA.IEC 064		costola frr.
CA.IEC 065		costola frr.
CA.IEC 066		costola frr.

CA.IEC 067		costola frr.
CA.IEC 068	Indet.	-
CA.IEC 069		-
CA.IEC 070		-
CA.IEC 071		-
CA.IEC 072		-
CA.IEC 073		-
CA.IEC 074		-
CA.IEC 075		-
CA.IEC 076		-
CA.IEC 077		-
CA.IEC 078		-
CA.IEC 079		-
CA.IEC 080		-
CA.IEC 081		-
CA.IEC 082		-
CA.IEC 083		-
CA.IEC 084		-
CA.IEC 085		-
CA.IEC 086		-
CA.IEC 087		-
CA.IEC 088		-
CA.IEC 089		-
CA.IEC 090		-
CA.IEC 091		-
CA.IEC 092		-
CA.IEC 093		-
CA.IEC 094		-
CA.IEC 095		-
CA.IEC 096		-
CA.IEC 097		-
CA.IEC 098		-
CA.IEC 099		-
CA.IEC 0100		-
CA.IEC 0101		-
CA.IEC 0102		-
CA.IEC 0103		-
CA.IEC 0104		-
CA.IEC 0105		-
CA.IEC 0106		-
CA.IEC 0107		-
CA.IEC 0108		-
CA.IEC 0109		-

CA.IEC 0110		-
CA.IEC 0111		-
CA.IEC 0112		-
CA.IEC 0113		-
CA.IEC 0114		-
CA.IEC 0115		-
CA.IEC 0116		-
CA.IEC 0117		-
CA.IEC 0118		-
CA.IEC 0119		-
CA.IEC 0120		-
CA.IEC 0121		-
CA.IEC 0122		-
CA.IEC 0123		-
CA.IEC 0124		-
CA.IEC 0125		-
CA.IEC 0126		-
CA.IEC 0127		-
CA.IEC 0128		-
CA.IEC 0129		-
CA.IEC 0130		-
CA.IEC 0131		-
CA.IEC 0132		-
CA.IEC 0133		-
CA.IEC 0134		-
CA.IEC 0135		-
CA.IEC 0136		-
CA.IEC 0137		-
CA.IEC 0138		-
CA.IEC 0139		-
CA.IEC 0140		-
CA.IEC 0141		-
CA.IEC 0142		-
CA.IEC 0143		-
CA.IEC 0144		-
CA.IEC 0145		-
CA.IEC 0146		-
CA.IEC 0147		scapola frr.
CA.IEC 0148		scapola frr.
CA.IEC 0149		scapola frr.
CA.IEC 0150		scapola frr.

Tab. 25 – Cava I.E.C.M.E.: lista completa dei reperti faunistici.

CAVA FIORINI	Specie	Elemento anatomico
CA.FIO 01	<i>Marmota marmota</i>	emi-mandibola sinistra
CA.FIO 02		emi-mandibola destra
CA.FIO 03		emi-mandibola destra
CA.FIO 04		emi-mandibola sinistra
CA.FIO 05		emi-mandibola sinistra
CA.FIO 06	<i>Gulo gulo</i>	mandibola
CA.FIO 07	<i>Canis sp.</i>	M1 sinistro
CA.FIO 08	<i>Equus sp.</i>	M2 sinistro
CA.FIO 09		P2 destro
CA.FIO 010	<i>Bison priscus</i>	tibia fr.
CA.FIO 011		tibia fr
CA.FIO 012		femore destro
CA.FIO 013	<i>Bos primigenius</i>	M1 destro
CA.FIO 014		II falange
CA.FIO 015		omero destro
CA.FIO 016	Indet.	vertebra
CA.FIO 017		vertebra
CA.FIO 018		vertebra
CA.FIO 019		vertebra
CA.FIO 020		vertebra
CA.FIO 021		vertebra
CA.FIO 022		vertebra
CA.FIO 023		vertebra
CA.FIO 024		vertebra
CA.FIO 025		vertebra
CA.FIO 026		vertebra
CA.FIO 027		vertebra
CA.FIO 028		vertebra
CA.FIO 029		vertebra
CA.FIO 030		vertebra

GROTTA CALINDRI	Specie	Elemento anatomico
SE.CAL 01	<i>Lyrurus tetrix</i>	omero sinistro
SE.CAL 02		scapola destra
SE.CAL 03		ulna sinistra
SE.CAL 04	<i>Lagopus sp.</i>	frammento di sterno
SE.CAL 05	<i>Corvus cf. corvus corax</i>	omero destro
SE.CAL 06		ulna destra
SE.CAL 07	<i>Talpa europaea</i>	M2 sinistro
SE.CAL 024	<i>Lepus sp.</i>	III metatarso
SE.CAL 025	<i>Martes foina</i>	Cranio con P2-M1 sin, C sin fr., C destro, P2 destro fr., P4-M1 destro.
SE.CAL 026)		mandibola
SE.CAL 027		vertebra
SE.CAL 028		vertebra
SE.CAL 029		vertebra
SE.CAL 030		vertebra
SE.CAL 031		costola
SE.CAL 032		costola
SE.CAL 033		costola
SE.CAL 034		costola
SE.CAL 035		scapola destra
SE.CAL 036		scapola sinistra
SE.CAL 037		omero destro
SE.CAL 038		ulna sin fr.
SE.CAL 039		ulna destra
SE.CAL 040		radio destro
SE.CAL 041		pelvi
SE.CAL 042		femore sinistro
SE.CAL 043		tibia destra
SE.CAL 044		tibia sinistra
SE.CAL 045		fibula
SE.CAL 046		I falange
SE.CAL 045		calcagno
SE.CAL 054	<i>Crocuta crocuta spelea</i>	emi-mandibola sinistra

Tab. 26 – Cava Fiorini: lista completa dei reperti faunistici.

SE.CAL 055	<i>Equus sp.</i>	M1 sinistro
SE.CAL 057	<i>Capreolus capreolus</i>	radio destro
SE.CAL 067	<i>Sus scrofa</i>	emi-mandibola sinistra
SE.CAL 068		canino fr.
SE.CAL 056		astragalo sinistro
SE.CAL 058	<i>Bison priscus</i>	vertebra toracica
SE.CAL 059		costola
SE.CAL 060		scapola fr.
SE.CAL 061		radio sinistro
SE.CAL 063		metatarso destro
SE.CAL 064	<i>Bos vel Bison</i>	Ischio fr.
SE.CAL 065		M3 sinistro
SE.CAL 066		vertebra
SE.CAL 08	Chiroptera	ossa lunghe fr.
SE.CAL 09		ossa lunghe fr.
SE.CAL 010		ossa lunghe fr.
SE.CAL 011		ossa lunghe fr.
SE.CAL 012		ossa lunghe fr.
SE.CAL 013		ossa lunghe fr.
SE.CAL 014		ossa lunghe fr.
SE.CAL 015		ossa lunghe fr.
SE.CAL 016		ossa lunghe fr.
SE.CAL 017		ossa lunghe fr.
SE.CAL 018		ossa lunghe fr.
SE.CAL 019		ossa lunghe fr.
SE.CAL 020		ossa lunghe fr.
SE.CAL 021		ossa lunghe fr.
SE.CAL 022		ossa lunghe fr.
SE.CAL 023		ossa lunghe fr.
SE.CAL 062	Indet.	radio
SE.CAL 193/03-A	Indet.	-
SE.CAL 193/04-B	Indet.	-
SE.CAL 193/06-C	Indet.	-

Tab. 27 – Grotta Serafino Calindri: lista completa dei reperti faunistici.

FARNETO	Specie	Elemento anatomico
FR. FAR 01	<i>Bos primigenius</i>	metacarpo fr. distale
FR.FAR 04		I falange
FR.FAR 02	<i>Bos vel Bison</i>	metacarpo fr. prossimale
FR.FAR 03		I falange
FR.FAR 05		metatarso fr. prossimale
FR.FAR 06	Indet.	coste fr.
FR.FAR 07		coste fr.
FR.FAR 08		coste fr.
FR.FAR 09		coste fr.

Tab. 28 – Farneto: lista completa dei reperti faunistici.

Bibliografia

- M. ALESSIO, F. BELLA, C. CORTESI, B. TURI 1969, *University of Rome Carbon 14 Dates VII, Radiocarbon*, 11(2), pp. 482-498.
- F. ANELLI 1941, *Un importante reperto di Gulo gulo L. nella Grotta di Castagnavizza*, "le Grotte d'Italia", v. 2, IV.
- G. BADINI 1967, *Le grotte Bolognesi*, Como.
- C. BERTO, P. BOSCATO, F. BOSCHIN, E. LUZI, A. RONCHITELLI 2017a, *Paleoenvironmental and paleoclimatic context during the Upper Palaeolithic (late Upper Pleistocene) in the Italian Peninsula. The small mammal record from Grotta Paglicci (Rignano Garganico, Foggia, Southern Italy)*, "Quat. Sci. Rev.", 168, pp. 30-41.
- C. BERTO, E. LUZI, G. MONTANARI CANINI, A. GUERRESCHI, F. FONTANA 2017b, *Climate and landscape in Italy during Late Epigravettian. The Late Glacial small mammal sequence of Riparo Tagliente (Stallavena di Grezzana, Verona, Italy)*, "Quat. Sci. Rev.", pp. 1-11.
- C. BERTO, G. RUBINATO 2013, *The upper Pleistocene mammal record from Caverna degli Orsi (San Dorligo della Valle e Dolina, Trieste, Italy): A faunal complex between eastern and western Europe*, "Quaternary International", 284, pp. 7-14.
- D. BERTOLANI MARCHETTI 1960, *Reperti paleobotanici in un inghiottitoio fossile dei gessi bolognesi*, "Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena", XCI, Modena, pp. 1-11.

- F. BISI, L. CATTANI, C. PERETTO, B. SALA, M. CREMASCHI 1977, *Il riempimento würmiano di alcuni inghiottitoi fossili nei gessi bolognesi: sedimenti, pollini, faune, industrie*, "Preistoria Alpina", 13, pp. 11-19.
- P. BOCCUCCIA, C. BUSI, F. FINOTELLI, R. GABUSI, L. MINARINI 2018, *La Grotta Serafino Calindri (S. Lazzaro di Savena - BO). Frequentazione antropica di una cavità dei gessi bolognesi durante l'età del bronzo*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), «... nel sotterraneo Mondo». *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del convegno (Brisighella 2018), pp. 87-98.
- B. BOLOGNA 1978, *Uccelli*, Milano.
- P. BONOMETTI 2018, *La frequentazione della Grotta del Farneto dal Bronzo Antico al Bronzo Recente*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), «... nel sotterraneo Mondo». *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del convegno (Brisighella 2017), FSRE Editore, pp. 77-84.
- E. BRIZIO 1882, *La grotta del Farnè nel comune di San Lazzaro presso Bologna*, "Memorie dell'Accademia dell'Istituto delle Scienze di Bologna", Bologna, pp. 1-41.
- Le cavità naturali dell'Emilia Romagna 1966, Parte 2., Le grotte del territorio gessoso tra i torrenti Zena e Olmatello*, "Rassegna speleologica italiana", 18, 1-2.
- C. CENCINI 1962, *Sul rinvenimento di una breccia ossifera a fauna pleistocenica appenninica*, "Natura e Montagna", IX, 3, pp. 111-119.
- C. CENCINI 1965, *Fauna pleistocenica con «Gulo gulo L.» e «Marmota primigenia» in cavità naturali nei gessi miocenici presso il Farneto (Appennino Bolognese)*, "Speleologia Emiliana", II, 3, pp. 113-124.
- C. CENCINI 1977, *Fauna pleistocenica nei gessi bolognesi. Nuove conoscenze sulla distribuzione geografica del Ghiottone europeo nel Quaternario*, "Minerama", I, 2, pp. 35-39.
- J. CHALINE 1972, *Les rongeurs de l'aven I° des Abimes de la Fage a Noailles (Corrèze)*, "Nov. Arch. Mus. Hist. Nat.", 10, pp. 61-78.
- C. CILLI, G. MALERBA, C. TOZZI 1998, *Analyse archeozoologique et modifications de surface des restes fauniques de deux sites du Paléolithique supérieur de Toscane (Italie)*, in Atti U.I.S.P.P., XIII, 2, Forlì, pp. 675-679.
- A. COHEN, D. SERJEANTSON 1996, *A manual for the identification of bird bones from archaeological sites*, London.
- L. DAL POZZO 1996, *Cava Filo*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 826-845.
- D. DEMARIA, P. GRIMANDI 2000, *Il sistema carsico della Grotta Calindri*, in *La Grotta Serafino Calindri*, pp. 7-30.
- E. DONARD 1982, *Reserches sur les Leporines Quaternaires (Pléistocène Moyen et Supérieur, Holocène)*, Thèse in Geologie du Quaternaire et Préhistoire, Bordeaux.
- V. EISENMANN 1980, *Les chevaux (Equus sensu lato) fossiles et actuels: crânes et dents jugales superieures*, Paris.
- V. EISENMANN 1981, *Étude des dents jugales inférieures des Equus (Mammalia, Perissodactyla actuels et fossiles)*, "Palaeovertebrata", 10, fasc. 3-4.
- K. ERBERSDOBLER 1968, *Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des postcranialen Skeletts in Mitteleuropa vorkommender mittelgroßer Hüntervögel*, München.
- S. FINLAYSON, C. FINLAYSON 2016, *The birdmen of the Pleistocene: On the relationship between Neanderthals and scavenging birds*, "Quaternary International", 421, pp.78-84.
- I. FIORE, M. GALA, M. ROMANDINI, E. COCCA, A. TAGLIACCOZZO, M. PERESANI 2016, *From feathers to food: Reconstructing the complete exploitation of avifaunal resources by Neanderthals at Fumane cave, unit A9*, "Quaternary International", 421, pp. 134-153
- F. GASPARRI 1996, schede: *Cava I.E.M.E., Cava Fiorini, Farneto*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 845-850.
- H. GEE 1993, *The distinction between postcranial bones of Bos Primigenius Bojanus, 1827 and Bison priscus Bojanus, 1827 from the British Pleistocene and the taxonomic status of Bos and Bison*, "Journal of Quaternary Science", 8, pp. 79-92.
- E. GHEZZO, D. BERTÉ, B. SALA 2014, *The revaluation of Galerian Canidae, Felidae and Mustelidae of the Ceré Cave (Verona, Northeastern Italy)*, "Quaternary International", 339-340, pp. 76-89.
- P. GRIMANDI 1998, *La Grotta Serafino Calindri*, "Sottoterra", 107, pp. 29-32.
- La Grotta Serafino Calindri*, numero monografico di "Sottoterra", XXXIX, n. 110, Bologna.
- S. HILLSON 1996, *Mammal bones and teeth. An introductory guide to methods of identification*, London.
- S. HILLSON 2005, *Teeth*, London.
- E. KRAFT 1972, *Vergleichend morphologische untersuchungen an einzelknochen nord- und mitteleuropäischer kleinerer hüntelvögel*, München.
- E. KOPY 1958, *Les leporidés magdaléniens de la Grotte de*

- la Vache, « Bull. Soc. Préhist. Ariège », tome XIII.
- V. LAROUHANDIE, J. FAIVRE, M. GERBE, V. MOURRE 2016, *Who brought the bird remains to the Middle Palaeolithic site of Les Fieux (Southwestern, France)? Direct evidence of a complex taphonomic story*, "Quaternary International", 421, pp. 116-133.
- R. LAVOCAT 1966, *Atlas de préhistoire. Tome III Faunes et flores préhistoriques de l'Europe Occidentale*, Paris.
- F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO (a cura di) 1985, *Materiali e documenti per un museo della preistoria. San Lazzaro di Savena e il suo territorio*, Bologna.
- F. LENZI, G. NENZIONI (a cura di) 1996, *Lettere di pietra. I depositi pleistocenici: sedimenti, industrie e faune del margine appenninico bolognese*, Bologna.
- P. MAGNIEZ, N. BOULBES 2014, *Environment during the Middle to Late Palaeolithic transition in southern France: The archaeological sequence of Tournal Cave (Bize-Minervois, France)*, "Quaternary International", 337, pp. 43-63.
- T. MARTIN 1987, *Artunterschiede an den Langknochen großer Artiodactyla des Jungpleistozäns Mitteleuropas, mit 134 albidungen*, "Courier Forschung-Institut Senckenberg", 96, pp. 1-124.
- G. NENZIONI, M. MARCHESINI, S. MARVELLI 2018, *Fenomeni carsici e primo popolamento nel territorio bolognese orientale: paleoambienti e litocomplessi*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "... nel sotterraneo Mondo". *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del convegno (Brisighella 2017), FSRE Editore, pp. 21-31.
- S. J. OLSEN 1960, *Post-cranial skeletal characters of Bison and Bos*, "Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University", XXXV, 4, Cambridge, pp. 15 + 24 tavole.
- G. PASINI 1968, *Contributo alla conoscenza del tardo würmiano e del post-würmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", 2, XXXVI (1968), 1970, pp. 687-696.
- G. PASINI 1970, *Fauna a mammiferi del Pleistocene superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna)*, "Le Grotte d'Italia", II (1968-1969), pp. 1-36.
- G. PICCOLI, F. FRANCO, S. MIOR, M.L. BACCHIN, P. MARETTO, M. F. MARUNA 1979, *Grandi carnivori fossili quaternari conservati nel Museo Universitario padovano di Geologia e Paleontologia*, "Mem. Sc. Geol.", 32, pp. 1-20.
- A.M. RADMILLI 1974, *Gli scavi nella Grotta Polesini a Ponte Lucano di Tivoli e la più antica arte nel Lazio*, Sansoni, Firenze.
- S. REIG, A. RUPRECHT 1989, *Skull Variability of Martes martes and Martes foina from Poland*, "Acta Theriologica", 34, 41, pp. 595-624.
- P. REGGIANI, *La iena della Grotta Serafino Calindri*, "Sottoterra", 107, 1998, pp. 52-55.
- P. REGGIANI 2000, *I reperti fossili würmiani*, in *La Grotta Serafino Calindri 2000*, pp. 67-70.
- S. H. REYNOLDS 1927, *A monograph on the British Pleistocene Mammalia. Vol. III, Part III. The Giant Deer*, London.
- M. ROMANDINI, N. NANNINI, A. TAGLIACOZZO, M. PERESANI 2014, *The ungulate assemblage from layer A9 at Grotta di Fumane, Italy: A zooarchaeological contribution to the reconstruction of Neanderthal ecology*, "Quaternary International", 337, pp. 11-27.
- B. SALA 1980, *La fauna della Grotta del Farneto (Bologna)*, "Emilia preromana", 8, pp. 85-86.
- B. SALA 1985, *Le faune dell'ultimo glaciale nell'appennino Emiliano*, in LENZI et alii 1985, pp. 173-177.
- B. SALA 1986, *Bison schoetensacki Freud. from Isernia la Pineta (early Mid-Pleistocene - Italy) and revision of the european species of bison*, "Palaeontographia Italica", 74, pp. 113-170.
- R. SARDELLA 2001, *Segnalazione di Gulo gulo Linnaeus nel deposito fossilifero del Pleistocene di Ingarano (Foggia, Italia meridionale)*, "Giornale di Geologia", 62 (suppl. 1), pp. 111-114.
- E. SCHMIDT 1972, *Atlas of Animal Bones for Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- M. SPAGNESI, A.M. DE MARINIS (a cura di) 2002, *Mammiferi d'Italia*, Quad. Cons. Natura, 14, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- I vertebrati fossili italiani 1980*, Verona.

Ringraziamenti. Ringraziamo il dr. Paolo Reggiani (Museo Civico di Storia Naturale di Venezia) per i consigli, il prof. Benedetto Sala (Università di Ferrara) per l'aiuto durante la fase di determinazione del materiale con la messa a disposizione della sua ineguagliabile collezione osteologica, il dr. Claudio Berto (Università di Ferrara) per la determinazione dei micromammiferi. Il dr. Carlo Sarti (curatore del Museo Geologico Giovanni Capellini di Bologna), la famiglia Ruberti (e in particolare Alberto Ruberti), la direzione del G.S.B.- U.S.B., per aver tutti fornito utili informazioni. Ringraziamo inoltre Claudio Busi del G.S.B.- U.S.B. per i materiali di Cava I.E.C.M.E. e Grotta Serafino Calindri. Francesco Grazioli è autore delle fotografie, con la valente collaborazione di Sergio Orsini.

Claudio Busi*

La scoperta del paleoinghiottitoio della ex “Cava a Filo” (S. Lazzaro di Savena - Bologna)

Riassunto

L'articolo illustra le vicende che portarono alla scoperta di un importante giacimento di ossa fossili pleistoceniche nei Gessi Bolognesi della Croara. A partire dagli anni '50 del Novecento i lavori di una cava per l'estrazione del gesso rivelarono la presenza di un inghiottitoio carsico occluso da strati d'argilla e massi di crollo. Gli scavi misero in luce una copiosa serie di ossami riferibili principalmente a mammiferi, anche di grandi dimensioni come bisonti e cervidi, vissuti durante l'ultimo periodo glaciale del Quaternario.

Parole chiave: inghiottitoio fossile, GSB-USB, cava di gesso, fauna pleistocenica.

Abstract

This paper describes the events that led to the discovery of an important deposit of fossilised pleistocene bones in Gessi Bolognesi of the Croara area. Since the 1950th digs in a gypsum quarry have revealed the presence of a karstic sinkhole occluded by several clay layers and collapsed rocks. Excavation researches brought to light a great quantity of skeletal remains that can be attributed mainly to mammals, even of large dimensions as bisons and deers, lived during the last glacial period of the Quaternary.

Keywords: fossil sinkhole, GSB-USB, Pleistocene fauna, gypsum quarry.

La ricerca paleontologica nel territorio della nostra regione ha profonde radici nel passato. Le collezioni naturalistiche raccolte e donate allo Studio Bolognese dai facoltosi dotti del XVII Secolo, Luigi Ferdinando Marsigli, Ulisse Aldrovandi e Ferdinando Cospi, furono oggetto di grande ispirazione per gli studiosi dei secoli successivi.

Molti di questi primi scienziati bolognesi come Gaetano Monti, Camillo Galvani (nipote del più famoso Luigi), l'abate Camillo Ranzani, i Santagata padre e figlio ecc., si impegnarono in estese ricerche effettuando a volte scoperte di notevole interesse che contribuirono in maniera determinante alla conoscenza della complessa geologia dell'Appennino.

Oggi buona parte di quei ritrovamenti sono conservati fra le collezioni del Museo Geologico G. Capellini dell'Università di Bologna. Lo stesso prof. Capellini, nel corso della sua lunga carriera, ampliò e arricchì il Museo con esemplari di fossili e minerali provenienti da tutto il mondo. La fama raggiunta da queste raccolte richiamò in città prestigiosi geologi,

paleontologi e naturalisti di livello internazionale quali Georges Cuvier e Hugo Falconer desiderosi di vedere e studiare i reperti direttamente sul posto.

Notevole interesse destarono i resti delle antichissime faune recuperate sulle colline bolognesi. Oltre agli scheletri di animali marini come balenottere e delfini, incuriosivano i resti ossei dei grandi mammiferi terrestri che erano vissuti nella regione. Fra questi, i rinoceronti di Monte Biancano, del Rio Secco presso Sasso Marconi, di Pradalbino, di Montelungo e del Colle della Casazza.

A Monte S. Pietro, Riosto e Ca' Castellina furono raccolti denti molari di mastodonte, mentre rare ossa di tapiro vennero alla luce nelle ligniti di Livergnano e nelle molasse della Rupe del Sasso.

La zona dei gessi bolognesi ha restituito alcuni molari di altre specie di elefante. Uno di questi fu trovato a Gaibola e altri due raccolti nelle ghiaie alluvionali della Croara. Ma i gessi, oltre alla straordinaria serie di grotte, hanno anche fornito un notevole contributo alla conoscenza delle faune a mammiferi vissute alla

* Gruppo Speleologico Bolognese - Unione Speleologica Bolognese.

fine dell'ultima glaciazione, come testimoniato dalla scoperta di un paleoinghiottitoio carsico di enorme importanza scientifica.

Nel 1950 sul monte "Il Castello" alla Croara iniziarono i lavori di estrazione del gesso per l'edilizia da parte della società *Cava Madonna dei Boschi, di Primo Tura - Esercente, Davide Venturi* che aveva ottenuto la concessione per l'apertura di una nuova cava. Il luogo era tuttavia già stato sfruttato in un'epoca precedente come dimostrava la presenza dell'elemento abbandonato in pietra di una grande macina e le tracce di un forno per la cottura del gesso.

Il metodo scelto per la nuova estrazione era quello del "filo", vale a dire l'utilizzo di una fune d'acciaio a sezione elicoidale per segare e ricavare dal banco gessoso dei grossi parallelepipedi di roccia, con la procedura analoga a quella delle cave di marmo delle Alpi Apuane in Toscana.

I lavori di avanzamento della cava proseguirono fino al punto in cui venne sezionato verticalmente il fianco di una cavità fossile occlusa naturalmente da strati di argilla e massi crollati il cui imbocco superiore era ad andamento imbutiforme, la tipica morfologia dell'inghiottitoio carsico. Il "filo", oltre al gesso, aveva inciso il riempimento dell'inghiottitoio rivelando una serie di livelli stratigrafici nei quali erano presenti una quantità di ossami anche di notevoli dimensioni, fra i quali spiccavano quelli di grandi mammiferi estinti da migliaia di anni.

La notizia del ritrovamento si diffuse velocemente in ambito cittadino destando grande curiosità fra gli escursionisti e gli amanti della natura che in quegli anni frequentavano la Croara. Fra essi c'erano gli speleologi del Gruppo Grotte "Francesco Orsoni" che regolarmente compivano uscite sull'altopiano. All'inizio del 1956 un paio di giovani del Gruppo prelevarono un campionario delle ossa estratte dall'inghiottitoio e le portarono al Museo Capellini sperando di ottenere un parere sulla loro antichità.

Il responso, emesso dal prof. Vittorio Viali, fu positivo. Egli dichiarò che si trattava di materiali provenienti da un importante deposito paleontologico che sembrava risalire al Pleistocene e che meritava di essere studiato approfonditamente.

Bisogna ricordare che sebbene gli scavi archeologici, paleontologici e storici fossero disciplinati dalla Legge n. 1089 del 1° giugno 1939 riguardante la *Tutela delle cose di interesse artistico e storico*, per quanto concerneva le ossa fossili di animali tale normativa veniva generalmente applicata con una certa elasticità. Nel nostro caso la ricerca era condotta in maniera piuttosto approssimativa e pressoché all'oscuro dalla Soprintendenza alle Antichità (poi Soprintendenza ai Beni Archeologici), l'ente che aveva la competenza assoluta al riguardo.

Da un punto di vista scientifico questo stato di cose si rivelò piuttosto deleterio perché l'inghiottitoio della ex "Cava a Filo", come veniva ormai chiamata la loca-



Fig. 1 – Il paleoinghiottitoio della ex Cava a Filo alla Croara intorno al 1962 (foto L. Fantini).



Fig. 2 – Ex Cava a Filo 1967. Scavo di una emi-mandibola di grosso erbivoro (foto C. Busi).


lità, essendo a cielo aperto e privo di qualsiasi protezione, risultava facilmente raggiungibile da chiunque si trovasse da quelle parti.

Una simile incertezza facilitò l'afflusso di una quantità di persone animate solo dalla febbre della raccolta che intrapresero operazioni di scavo nella più totale anarchia. Per lo più si trattava di improvvisati *paleontologi*, niente di più che collezionisti di fossili e minerali o da gruppetti di amici che desideravano semplicemente provare il brivido di poter estrarre dal terreno reperti preistorici con le proprie mani.

Considerate le rivalità esistenti nel variegato mondo dell'escursionismo e del collezionismo di allora, fu quasi inevitabile lo scontro fra fazioni contrapposte di ricercatori. Si verificarono vere e proprie azioni di *rappresaglia* che giunsero al punto di distruggere il lavoro compiuto dai componenti della parte avversa. L'ovvio e triste risultato fu la disgraziata perdita di una quantità di reperti e informazioni scientifiche che privarono gli studiosi di importanti sequenze di dati. Una simile, disastrosa situazione si prolungò per alcuni anni, fino al 1960.

Facendo un passo indietro, nella seconda metà degli anni Cinquanta a Bologna era stato rifondato il Gruppo Speleologico Bolognese il quale, dopo i fasti degli anni Trenta, si stava faticosamente risolvendo dal lento declino patito con lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale.

I soci del GSB erano consci dell'importanza costitu-


 SOPRINTENDENZA ALLE ANTICHITÀ
 DELL'EMILIA E DELLA ROMAGNA
 BOLOGNA

Bologna 7 maggio 1965
 Via Sallè Ant. 52
 Tel. 22.37.73 - 22.06.75

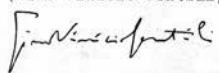
(1) Al Consiglio Direttivo = B O L O G N A =
 del GSB-CAI e SCB-ENAL
 Via Indipendenza, 15

Prot. N. 1069 Pos. B/2 All.
 Resp. a F.° del N.

OGGETTO: Cava e fili - Croara - S. Lezzerò di Savena -

Nulla osta questa Soprintendenza per eventuali
 saggi di scavo da compiersi nella cava di cui all'og-
 getto.

Sarà compito di codesta Associazione d'informare
 questo Ufficio di ogni rinvenimento, di redigere alla
 fine una relazione dei lavori compiuti, e un elenco
 dei reperti rinvenuti.

IL SOPRINTENDENTE
 (Gino Vinicio Gentili)


GB.ga

Fig. 3 – Nullaosta a favore del GSB per la ripresa degli scavi alla ex Cava a Filo (Archivio Storico GSB-USB).



Fig. 4 – Ex Cava a Filo 1964. Si asportano i blocchi di roccia che ostacolano la prosecuzione degli scavi (Archivio Storico GSB-USB).

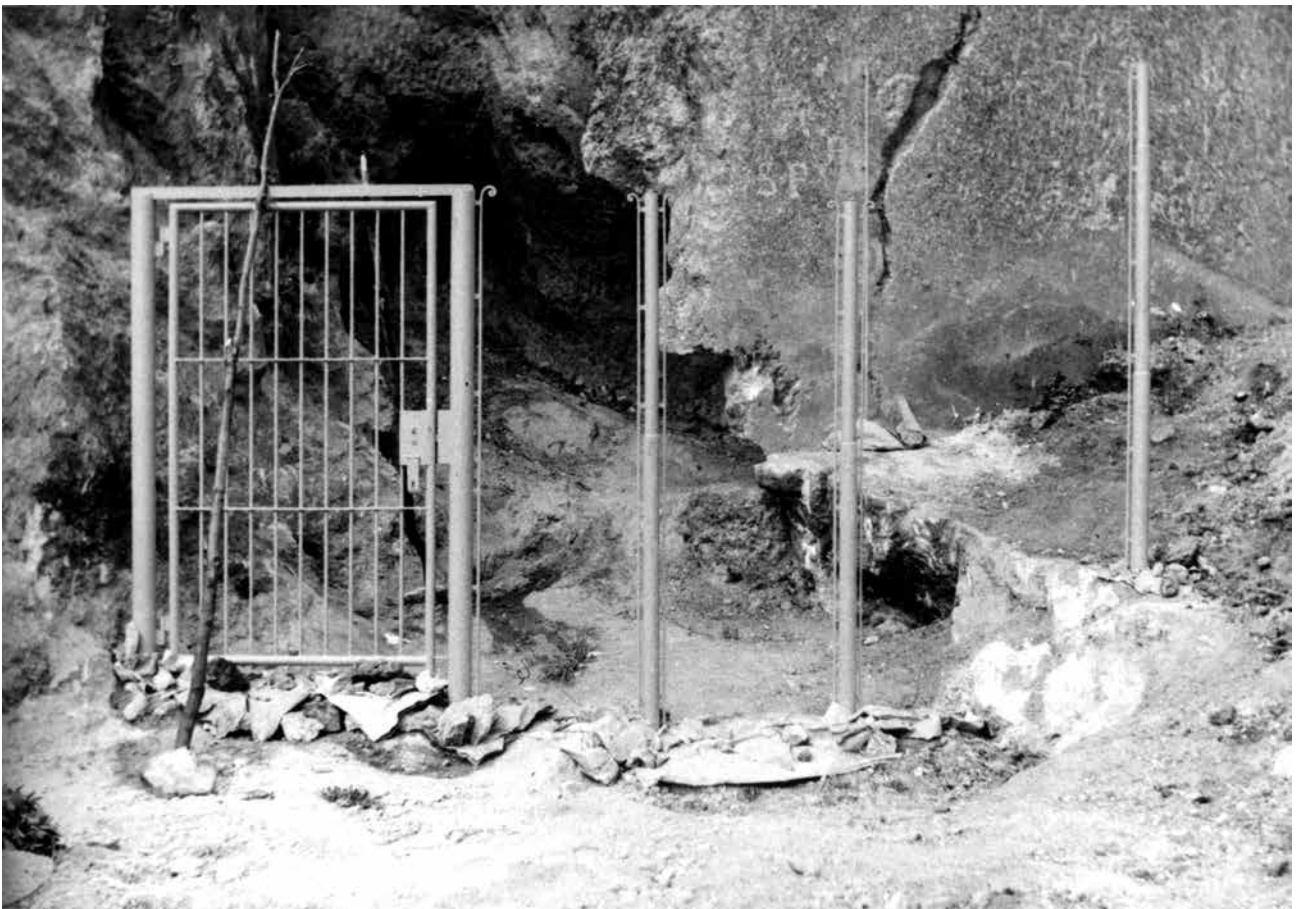


Fig. 5 – Ex Cava a Filo 1965. Ultimazione della recinzione con cancello a protezione del paleoinghiottitoio (Archivio Storico GSB-USB).

ita dall'inghiottitoio e cercarono in qualche modo di porre rimedio o quantomeno di limitare l'azione devastante dei collezionisti della domenica. Fu così avviata un'opera di sensibilizzazione nei confronti della proprietà della cava e verso le istituzioni accademiche affinché si procedesse a un minimo di salvaguardia del sito e in questo modo evitare che altri materiali andassero irrimediabilmente perduti.

L'iniziativa del Gruppo ottenne qualche risultato poiché, col permesso della proprietà e in accordo con l'Istituto di Geologia e Paleontologia, si decise di procedere alla recinzione dell'area immediatamente adiacente all'inghiottitoio e di dotarla di un cancello che impedisse, o almeno limitasse, inopportune e abusive intrusioni.

Fra il 1964 e il 1965 la recinzione venne ultimata e gli scavi nell'inghiottitoio, previa autorizzazione della Soprintendenza, poterono riprendere in maniera legale, più organizzata e scientifica sotto la supervisione dell'Università. Questo favorì una indagine organica del deposito e fu possibile effettuare uno studio stratigrafico arricchito da una serie di datazioni col metodo del Radio-carbonio (C14).

I dati ottenuti furono fondamentali per una collocazione cronologica del riempimento fossilifero e fornirono, anche col contributo delle analisi polliniche, un suggestivo quadro dell'ecosistema dei Gessi Bolognesi in epoca pleistocenica.

Sull'onda dell'entusiasmo gli scavi proseguirono per tutto il 1965 e il 1966, intervallati da qualche pausa. Nel 1967 il GSB decise, sempre col consenso della Soprintendenza, di intraprendere una serie di ricerche sulla cima de "Il Castello" e questo impegno, sebbene raggiungesse importanti risultati di tipo archeologico riguardanti l'occupazione antropica della collina nelle varie epoche, causò una certa battuta d'arresto negli scavi dell'inghiottitoio.

Di tanto in tanto, comunque, venivano effettuati brevi sondaggi e nel corso di uno di questi, avvenuto fra marzo e aprile del 1968, si verificò uno dei ritrovamenti più importanti di tutta la serie di ricerche intra-

prese fino a quel momento nell'inghiottitoio. Durante le operazioni di ravvivamento dei livelli stratigrafici ancora *in situ*, un colpo di zappetta vibrato sul terreno emise un suono stridente impattando su un piccolo oggetto rossastro dall'apparenza di un frammento osseo, come ne erano già stati scavati a centinaia. Solo il colore era diverso, poi, ad un esame più attento, fu estratta dallo strato d'argilla una piccola lama di selce rossa chiaramente lavorata dall'uomo che lasciò senza parole gli scavatori.

Si trattò del primo ritrovamento litico riferibile al Paleolitico Superiore proveniente da uno specifico livello stratigrafico mai effettuato nel territorio bolognese. Sebbene lo si fosse sempre sospettato, quel semplice utensile consentì di confermare senza tema di smentita l'effettiva presenza umana in un'epoca preistorica estremamente povera di testimonianze

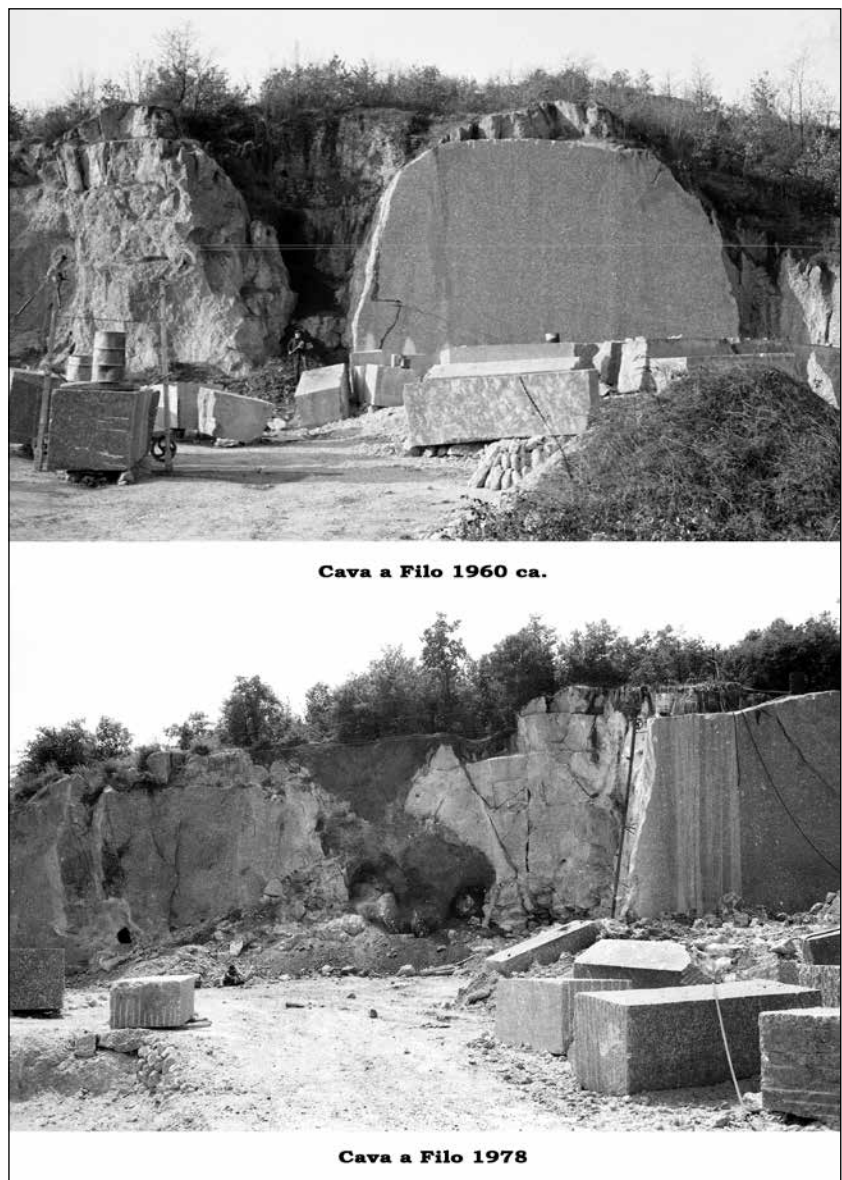


Fig. 6 – Fotoconfronto dei lavori di cava in 18 anni di attività (Archivio Storico GSB-USB).



Fig. 7 – Sistemazione definitiva della ex Cava a Filo effettuata nel 1992 (foto P. G. Fabretti - GSB-USB).

nei Gessi Bolognesi.

In quel periodo la proprietà della Cava a Filo si trovò nelle condizioni di dover sospendere l'estrazione del gesso. Tale situazione era dovuta in parte alla presenza dell'inghiottitoio fossile in quanto di interesse paleontologico e per cui soggetto a una sorta di tacito vincolo dovuto alle indagini in corso da parte dell'Università, sia dal fatto che una certa porzione di territorio della Croara, compresa la collina stessa de *Il Castello*, era stata inclusa fra le zone sottoposte a servitù militare. L'attività estrattiva era anche ostacolata dal fatto che la parete rocciosa di avanzamento della cava, di una decina di metri d'altezza, era stata attrezzata a palestra di addestramento per le forze armate.

Poi, nella seconda metà degli anni Settanta, il mutare delle condizioni provocarono di fatto la completa, e colpevole, distruzione della porzione a cielo aperto del paleoinghiottitoio. La proprietà della cava aveva infatti inoltrato richieste e fatto pressioni presso gli organi competenti affinché venisse a cadere ogni sorta di vincolo che impedisse la ripresa dell'estrazione del gesso.

Le autorità militari si adeguarono e liberarono la zona dalla servitù, mentre l'Istituto di Geologia e Paleontologia, dopo la pubblicazione di due importanti lavori sul riempimento dell'inghiottitoio fossile, non avendo gli strumenti legali per bloccare ulteriormente le attività della cava, si disinteressò della sua salvaguardia. Così, di punto in bianco, l'estrazione del gesso riprese

e nel giro di un paio d'anni il fronte di lavorazione avanzò di circa dodici metri. Il piazzale venne spianato, recinzione e cancello asportati e la porzione a cielo aperto dell'inghiottitoio andò completamente distrutta assieme all'intera sezione verticale della stratigrafia ancora *in situ*.

Questa situazione, oltre a privare il territorio di un mirabile esempio di carsismo nei gessi, impedì la prosecuzione di qualsiasi ricerca per molti anni a venire. Dopo la chiusura di tutte le cave di gesso della Croara e del Farneto e con l'Istituzione del Parco dei Gessi, nel 1992 venne effettuata una pulizia generale del piazzale della ex Cava a Filo ormai completamente ingombro di rifiuti, detriti e vegetazione. Con l'occasione si rintracciò il punto esatto dove era un tempo ubicato l'antico paleoinghiottitoio. Ciò che restava erano le fessurazioni nel gesso che dal piazzale si inabissavano nella collina. La breve indagine rivelò anche la presenza di altri ossami i quali confortarono la possibilità di riprendere i sondaggi.

Così, a più di trent'anni di distanza dagli ultimi scavi, con l'instaurarsi di condizioni favorevoli, il Comune di S. Lazzaro di Savena e la sua istituzione, il Museo della Preistoria "Luigi Donini", hanno inaugurato una nuova stagione di ricerche.

I risultati fin qui ottenuti, nonostante le disavventure e le distruzioni del passato, hanno confermato l'assoluto valore naturalistico e scientifico di ciò che resta del paleoinghiottitoio carsico della Cava a Filo.

Paolo Paronuzzi*, Claudio Berto**, Elena Ghezzi***, Ursula Thun Hohenstein****,
Alice Massarenti*****, Paolo Reggiani*****

Nota preliminare sulla sequenza UMG di ex Cava a Filo (Croara, BO): gli aspetti stratigrafico-sedimentari, paleontologici e antropici alla luce delle ultime indagini (2006-2016)

Riassunto

Le faune di Cava a Filo si sono sedimentate entro un sistema di cavità carsiche a galleria. Queste gallerie costituiscono delle cavità relitte di origine fluvio-carsica, formatesi in un momento avanzato del Pleistocene Superiore.

I resti faunistici sono pertinenti a specie tipiche di climi freddi ed ambienti aperti con limitate aree boschive. La macrofauna dominante è rappresentata da grandi artiodattili quali *Bison priscus*, *Megaloceros giganteus* e *Capreolus capreolus*. *Canis lupus* è il solo carnivoro presente nel sito e i lagomorfi sono rappresentati da *Lepus timidus*. I resti animali sono costituiti da accumuli di ossa singole, con l'eccezione dello scheletro completo di lepre bianca.

I piccoli mammiferi sono rappresentati da 166 resti, corrispondenti a 132 individui. È dominante *Microtus arvalis*, una specie molto diffusa e spesso prevalente nella Penisola Italiana intorno all'Ultimo Massimo Glaciale. L'ambiente circostante il sito era caratterizzato da praterie aperte ed aride, mentre alcune aree boschive sono testimoniate dalla rara presenza di *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus cf. sylvaticus* e *Erinaceus europaeus*. *Chinomys nivalis* e *Marmota marmota*, sebbene poco comunde, indicano condizioni di clima freddo.

Dall'analisi tafonomica si deducono diverse cause d'accumulo: il sito era probabilmente una trappola per la maggior parte dei piccoli mammiferi ed alcuni di loro sono stati probabilmente predati da rapaci diurni o piccoli carnivori.

L'avifauna è rappresentata da *Lyrurus tetrix*, *Lagopus mutus*, *Perdix perdix*, *Nucifraga caryocatactes*, *Pyrrhocorax graculus*, e *Falco tinnunculu*. Tale associazione di specie conferma il contesto ambientale di Cava a Filo.

Particolarmente interessanti risultano delle tracce antropiche su una tibia di bisonte, prodotte con strumenti litici durante la macellazione dell'animale.

Parole chiave: Tardo Pleniglaciale, associazione faunistica

Abstract

The sedimentary context of ex Cava a Filo originated in a karsic system with relic fluvio-karsic galleries. Such network of tunnels were excavated during an advanced moment of the Late Pleistocene.

ex Cava a Filo testifies the presence of typical species closely related to cold climate and open environments with diffuse forested areas.

*Macromammals are represented by large artiodactyls, such as *Bison priscus*, *Megaloceros giganteus* and *Capreolus capreolus*, with the predominance of the largest species. *Canis lupus* is the only carnivorous determined in the site, and lagomorphs are represented by *Lepus timidus*. Fossils were recovered as single bones, with the exception of mountain hare, represented by a complete skeleton.*

*The small mammal assemblage of ex Cava a Filo is represented by 166 remains corresponding to 132 individuals. It is dominated by *Microtus arvalis*, a species widespread and often dominant in the Italian Peninsula around the Last Glacial Maximum. The environment surrounding the site was mainly characterized by open and dry meadows, while few low forested areas are testified by the presence of rare *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus cf. sylvaticus* and *Erinaceus europaeus*.*

* Università di Udine, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura – email: paolo.paronuzzi@uniud.it

** Università di Firenze, Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo- email: claudio.berto@unife.it

*** PaleoGeoGraphic.com, via Toffoli 38, 30175 Venezia, email: www.egpaleo@gmail.com

**** Università di Ferrara, Dipartimento di Studi Umanistici: email: u.thun@unife.it; email: alice.massarenti@student.unife.it

***** Museo di Storia Naturale di Venezia, Santa Croce 1730, 30135 Venezia, email: laboratoriomsn@fmcvenezia.it

Chinomys nivalis and *Marmota marmota*, although rare, indicate cold climate conditions. The taphonomy analysis shows different accumulation causes: the site was likely a trap for most of the small mammals and few of them was probably hunted by diurnal bird of prey or small carnivores.

Avifauna is represented by *Lyrurus tetrrix*, *Lagopus mutus*, *Perdix perdix*, *Nucifraga caryocatactes*, *Pyrrhocorax graculus*, and *Falco tinnunculus*. Such interesting association is quite rich in terms of species, and confirms the environmental context of deposition at ex Cava a Filo. An interesting tibia of bison shows anthropic signs on the bone surface, left by a lithic tool during the animal slaughtering.

Keywords: Late Pleniglacial, faunal assemblage

Introduzione (P.P.)

Le recenti ricerche promosse dal Museo della Preistoria “L. Donini” di San Lazzaro di Savena, con la direzione di Benedetto Sala e Paolo Reggiani, iniziate nell'estate 2006 e proseguite sino al 2011, sul deposito di ex Cava a Filo (225 m: Croara, San Lazzaro di Savena) hanno condotto ad una nuova interpretazione del contesto geologico e dei processi sedimentari caratteristici di questo importante sito paleontologico dell'Emilia-Romagna. L'area nota come ex “Cava a Filo” (elemento “Croara” della CTR alla scala 1:5000, Regione Emilia Romagna) o “Cava Filo”, in base ad un toponimo derivato dai lavori di estrazione che hanno interessato i gessi miocenici presenti in questo settore del rilievo, si

trova sul versante nord-orientale del rilievo denominato “il Castello” (256.7 m). Grazie al ricco deposito paleontologico contenuto nei riempimenti di cavità presenti all'interno dei gessi, il sito costituisce un giacimento di riferimento per la ricostruzione stratigrafica e paleoambientale del Pleistocene Superiore italiano, in particolare del periodo corrispondente all'Ultimo Massimo Glaciale (acronimo UMG: 24000-18000 anni fa, all'incirca). Infatti, insieme agli abbondanti resti di faune fossili, i depositi di ex Cava a Filo presentano anche un ricco contenuto palinologico che contribuisce ad incrementare i dati disponibili per la ricostruzione paleoambientale di questo settore dell'Appennino Tosco-Emiliano durante l'ultima fase di massima espansione glaciale che ha interessato il nostro pianeta.



Fig. 1 – Area di indagine durante la campagna di scavo del 2007: particolare della superficie di scavo est.

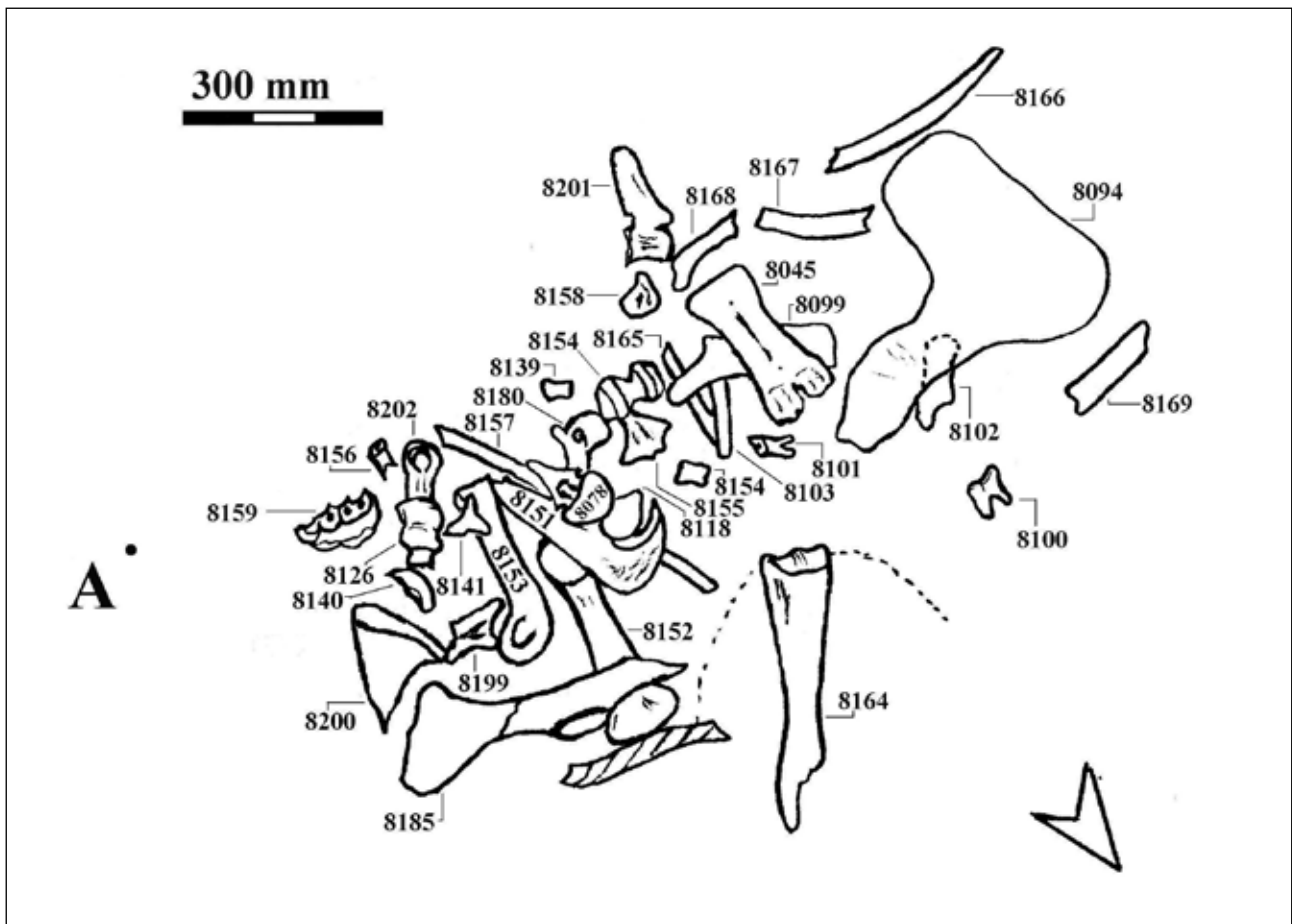


Fig. 2 – Schema grafico dell'accumulo di resti fossili nella US 99, che evidenzia la loro distribuzione caotica. La freccia indica la direzione del nord, mentre "A" è il punto quotato.

Il contesto geologico-sedimentario (P.P.)

I riempimenti quaternari del sito di ex Cava a Filo sono stati oggetto dei primi studi scientifici a partire dagli inizi degli anni sessanta dello scorso secolo quando questi depositi vennero messi in luce per la prima volta in seguito all'inizio dei lavori di cava per l'estrazione dei gessi selenitici. Il primo studio, basato su una prima campionatura dei riempimenti, prese in considerazione soprattutto gli aspetti palinologici e permise di individuare una importante successione paleobotanica con associazioni vegetazionali "fredde" riferibili al Pleistocene Superiore, cui seguivano evidenze di coperture arboree più calde tipiche dell'Olocene (BERTOLANI MARCHETTI 1960).

A questi primi studi di carattere prettamente paleobotanico, fece seguito nel 1966 una campagna di scavo paleontologico diretta da Giancarlo Pasini (PASINI 1969, 1970) che pochi anni dopo pubblicò uno studio d'insieme del giacimento nel quale venivano illustrati la stratigrafia del deposito, le faune a mammiferi rinvenute ed alcuni, in verità pochi, ipotetici manufatti di origine antropica che includevano una lama di

selce (strato *h*) ed alcuni frammenti ossei considerati dall'autore come "ossa grossolanamente scheggiate dall'uomo" (PASINI 1970, p. 691). La pubblicazione includeva uno schema stratigrafico generale dei riempimenti, nel quale venivano differenziati due complessi stratigrafici principali: un complesso inferiore (strati *b-i*: spessore 2-3 m), profondamente diverso dal punto di vista sedimentologico rispetto a quello superiore, riferito al Pleistocene Superiore in base alle faune a mammiferi rinvenute ed alle due datazioni ^{14}C (18200 ± 200 BP e 15000 ± 150 BP) effettuate dall'università di Roma su campioni di frustoli carboniosi (ALESSIO *et alii* 1969); il complesso stratigrafico superiore (strati *l-q*: spessore 5-6 m:) era invece formato prevalentemente da breccie a clasti argilloso-siltosi di età olocenica, con un sottile deposito basale limoso-sabbioso riferito all'interstediale di Alleröd in base alla datazione ^{14}C ottenuta (11150 ± 650 BP), quindi pertinente ad un momento conclusivo del Tardoglaciale. Riguardo alle datazioni radiocarboniche eseguite in quella circostanza, peraltro tra le prime che in quegli anni si incominciavano ad effettuare in Italia, bisogna osservare che allora le date ottenute non erano oggetto di

calibrazione e quindi esse in realtà devono essere considerate più recenti delle date reali (o date calendario). Secondo Pasini i depositi quaternari di ex Cava a Filo costituivano il riempimento di un inghiottitoio carsico “costituito da un pozzo iniziale profondo 11 m che prosegue in una cavernetta verso NW” (PASINI 1970, p. 688). Questa osservazione è particolarmente importante perché dimostra che già allora era stata notata la presenza di due contesti geologico-geomorfologici ben distinti: 1) il pozzo iniziale e 2) la cosiddetta cavernetta. Successivamente, quando l'autore affronta il problema della genesi del complesso stratigrafico inferiore, viene messo in evidenza il fatto che gli strati basali della sequenza più antica (strati da c ad i) “immergono verso una parete della grotta in cui si apre un cunicolo con evidenti tracce di erosione” e “testimoniano quasi certamente un trasporto idrico, per cui dovrebbero essersi formati in condizioni climatiche piuttosto piovose” (PASINI 1970, p. 693). Queste osservazioni di Pasini sono piuttosto importanti perché dimostrano che già durante le prime ricerche era stata notata la presenza di una cavità a galleria descritta nell'articolo come un cunicolo e che la stessa stratificazione inclinata dei depositi basali veniva considerata indicativa di un significativo trasporto idrico entro la cavità. Ambedue questi elementi mostrano che il complesso stratigrafico inferiore, quello riferito al cosiddetto “cunicolo”, rappresenta una sequenza sedimentaria ben diversa dal soprastante riempimento

che era invece alloggiato all'interno di una depressione topografica tronco-conica con la classica morfologia della dolina ad imbuto, come testimoniato da varie documentazioni fotografiche fatte durante i primi lavori di cava.

Gli scavi paleontologici intrapresi nel sito di ex Cava a Filo a partire dal 2006 hanno avuto l'obiettivo di acquisire nuovi dati cronologici e paleoambientali dei depositi contenenti le mammalofaune e, soprattutto, di definire meglio il contesto stratigrafico e sedimentario dei riempimenti di cavità riferibili al Pleistocene Superiore (fig. 1). I nuovi dati geologici (geomorfologici, stratigrafici e sedimentologici) hanno permesso in particolare di comprendere che le abbondanti faune pleistoceniche a mammiferi presenti nel deposito di ex Cava a Filo si sono sedimentate entro un sistema di cavità carsiche a galleria di ridotte dimensioni (sezione di flusso: 5-10 m²), interessate da flussi idrici provenienti da S (S10°E) e diretti verso N (N10°W). Queste piccole gallerie carsiche costituiscono delle cavità relitte di origine fluvio-carsica e sono pertinenti ad un sistema di gallerie fossili formatosi in un momento avanzato del Pleistocene Superiore e oggi inattivo. Dal punto di vista cronologico, in base all'età dei riempimenti presenti, la formazione del sistema di gallerie fluvio-carsiche di ex Cava a Filo può venire attribuita ad una fase climatica fredda dell'ultima espansione glaciale, verosimilmente compresa tra 50000 e 25000 anni fa.

Le gallerie fluvio-carsiche sono a sezione ellittica orizzontale (assi principali di 4-5 e 2-3 metri, rispettivamente) e risultano completamente riempite da limi sabbioso-argillosi (loam) e da limi sabbiosi massivi di colore da bruno a bruno-giallastro. Questi depositi fini sono derivati principalmente dallo smantellamento di preesistenti coltri superficiali di depositi sciolti e sono stati rimobilizzati all'interno del sistema carsico ipogeo durante eventi idrologici critici innescati da piogge intense e/o da processi di fusione nivale-glaciale. Fenomeni di erosione accelerata e di franamento superficiale hanno determinato la risedimentazione dei depositi sciolti presenti sulla superficie topografica, favorita anche dall'ambiente di steppa presente durante le fasi climatiche fredde caratteristiche dell'ultima acme glaciale würmiana. I processi di risedimentazione hanno coinvolto in particolare due distinte tipologie di materiali superficiali che erano allora presenti sui rilievi e sulle depressioni chiuse dei Gessi Bolognesi: i depositi sabbiosi della Formazione delle Sabbie Gialle (Pleistocene Inferiore: 1200000 - 800000 anni fa, all'incirca) ed i sedimenti limoso-sabbiosi di origine eolica dovuti alla copertura di *loess* allora presente. La rimobilizzazione di sedimenti provenienti dalle “Sabbie Gialle” pleistoceniche



Fig. 3 – Resti di *Bison priscus* che presentano l'asse longitudinale subverticale: un omero, un femore ed un coxale.



Fig. 4 – Protezione con garza gessata di un frammento di frontale con cavicchia ossea di *Bison priscus*, in condizioni di conservazione non ottimali, prima del recupero.

è dimostrata dalla presenza all'interno dei depositi campionati di pollini più antichi di ambiente umido temperato (*Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, ecc.), dal classico aspetto "residuale", assai diversi dai pollini della vegetazione di ambiente freddo che è invece contemporanea alla messa in posto dei sedimenti nelle condotte carsiche.

Il riempimento delle gallerie è avvenuto in diversi momenti a seguito di processi di sedimentazione fluvio-carsica dovuta a flussi di piena discontinui con carattere di flusso iperconcentrato e con modalità di trasporto di massa. La "trappola" ambientale naturale corrispondeva molto verosimilmente ad una vallecchia in corrispondenza di un inghiottitoio sub-orizzontale, assimilabile all'inghiottitoio di una valle-cieca, analogo a quello attuale del Rio dell'Acqua Fredda, dove gli animali, attratti dall'acqua, potevano rimanere intrappolati. In questo particolare contesto geologico-geomorfologico, la presenza dell'acqua, della depressione chiusa e dell'inghiottitoio carsico rappresentavano sicuramente una situazione topografico-ambientale favorevole per la caccia di varie specie animali, *in primis*

il grande bisonte delle steppe (*Bison priscus*), sia da parte dell'uomo che di predatori di taglia medio-grande come il lupo.

I resti ossei derivanti dalle carcasse degli animali morti, inclusi quelli delle prede cacciate dall'uomo del Paleolitico superiore, sono stati poi convogliati dai flussi del sistema fluvio-carsico e risedimentati all'interno delle cavità a galleria. Osservazioni di dettaglio sull'assetto dei resti ossei presenti all'interno dei sedimenti massivi limoso-sabbiosi hanno evidenziato sia situazioni con isolate ossa lunghe ad assetto sub-verticale o molto inclinato, sia, localmente, resti ossei a giacitura sub-orizzontale (prevalentemente nei livelli stratigrafici superiori). Inoltre, la maggior parte dei resti ossei rinvenuti - particolarmente quelli di maggiori dimensioni - risulta isolata e dispersa nei sedimenti ma esistono anche casi isolati di scheletri di animali di piccola taglia (come lo scheletro di lepore) ritrovati con giacitura sub-orizzontale e in uno stato di evidente connessione anatomica. Queste evidenze mostrano che, dal punto di vista tafonomico, prevale in generale la messa in posto di reperti ossei isolati e con assetto

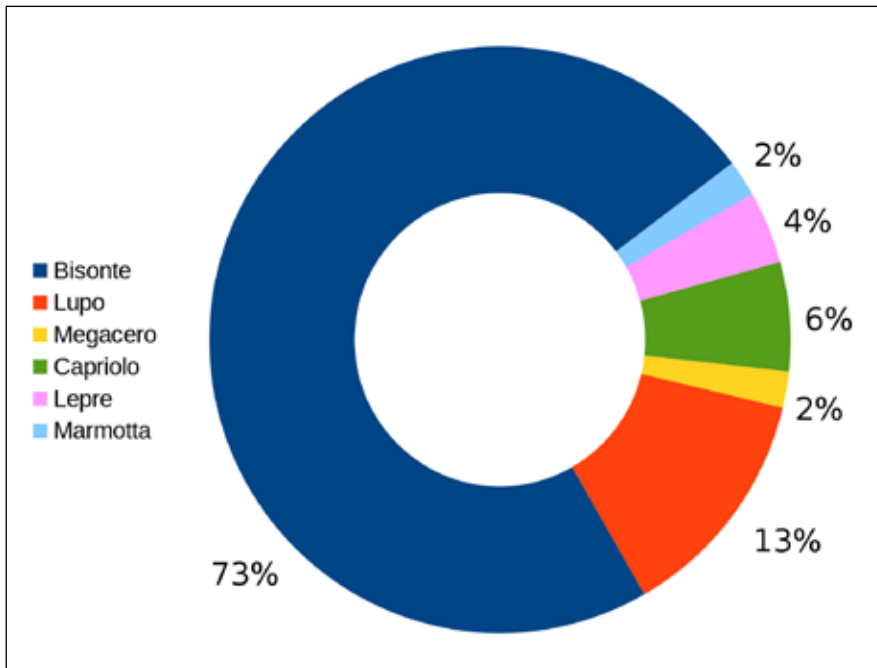


Fig. 5 – Grafico a torta che riporta, in percentuale, i resti scheletrici di grandi mammiferi determinati in ex Cava a Filo, suddivisi per specie.

caotico (particolarmente per i resti ossei più grandi), ma sono individuabili anche locali evidenze di carcasse intere di piccoli animali con disposizione sub-orizzontale, particolarmente nei livelli più recenti della sequenza. Una simile situazione può essere spiegata con la presenza di flussi sedimentari e di regimi idrici dalle caratteristiche diverse: i) flussi iperconcentrati con caratteristiche di trasporto di massa, all'interno dei quali i resti ossei vengono trasportati assumendo giaciture variabili, spesso molto inclinate, per effetto del regime turbolento e ii) flussi laminari, a più bassa energia, che possono rappresentare la fase calante del processo di trasporto fluviale, durante la quale si può verificare il trasporto di carcasse di piccoli animali che galleggiano su flussi a ridotto battente e che vengono poi abbandonate in prossimità di concavità della parete carsica della condotta.

Le numerose datazioni ^{14}C eseguite sui resti faunistici rinvenuti con gli ultimi scavi paleontologici hanno consentito di dettagliare ancora meglio la cronologia dei depositi contenenti le mammalofaune, anche alla luce delle calibrazioni effettuate secondo le curve di calibrazione più aggiornate disponibili (programma CALIB7.04: REIMER *et alii* 2013). Le datazioni radiocarboniche eseguite dal laboratorio di Groningen (Olanda) mostrano che le faune a mammiferi si sono deposte entro le gallerie carsiche un intervallo di tempo di circa 6000-7000 anni, compreso tra 24500 e 17500 anni fa. Questi dati cronologici indicano che i depositi contenenti le faune “fredde” si sono formati durante l'ultima acme glaciale (24000-18000 anni fa, all'incirca) o UMG, in un periodo di tempo assai caratteristico corrispondente al momento di massi-

mo freddo che ha investito l'intera Europa alla fine del Pleistocene Superiore (Late Pleniglacial o Tardo Pleniglaciale), determinando la diffusione di un ambiente steppico con scarsa vegetazione arborea limitata alle fasce perifluviali. Le date più recenti ottenute, sono invece indicative del momento iniziale della deglaciazione che ha avuto luogo a scala globale a partire da 19000-18000 anni fa e che segna l'inizio di un'altra fase climatica indicata come Dryas Antichissimo (Oldest Dryas, secondo gli autori anglosassoni).

Sulla base delle datazioni ^{14}C si può notare che la successione sedimentaria del tardo Pleistocene Superiore è marcatamente discontinua. Al suo interno si possono distinguere tre “momenti” cronologici principali: una fase più antica intorno a 24000 anni fa (campioni GrA-52971 e GrN-32576: date comprese tra 23842 e 24387 BP, cal 2σ) corrispondente ai depositi dell'incavo NE; una fase intermedia tra 22500 e 20000 anni fa, durante il picco di freddo dell'Ultimo Massimo Glaciale e, infine, una fase più recente che chiude la sequenza tardo pleistocenica e si colloca circa tra 18500 e 17500 anni fa, in un momento in cui ha inizio la deglaciazione a scala planetaria. Sulla base dei dati ^{14}C è possibile ipotizzare un'assenza di sedimentazione (iato) di circa 2000-3000 anni fra i tre principali episodi sedimentari che contengono le faune pleistoceniche. L'analisi delle sole caratteristiche sedimentologiche dei depositi, che di per sé risultano abbastanza omogenei e ripetitivi, non è sufficiente per individuare la presenza di queste importanti discontinuità. Tale fatto sottolinea l'importanza di fare sempre riferimento ad un numero sufficientemente elevato di datazioni ^{14}C nello studio delle successioni continentali



Fig. 6 – Neurocranio e tibia di bisonte, radio di lupo ed altri reperti ancora in sede di scavo, prima del loro recupero dalla US 99.

quaternarie. La discontinuità cronologica delle varie datazioni riflette il carattere marcatamente discontinuo dei flussi sedimentari succedutisi all'interno del sistema di gallerie carsiche. Le genesi del deposito indica che la messa in posto dei resti ossei è avvenuta in concomitanza di significativi episodi erosivi e quindi non può essere esclusa anche la locale risedimentazione di faune più antiche.

La fauna di ex Cava a Filo

Grandi mammiferi (E.G., P.R.)

Le indagini condotte dal 2006 al 2011 nell'ex Cava a Filo hanno portato alla parziale conferma dell'associazione faunistica descritta in precedenza da altri autori (PASINI 1969; DAL POZZO 1996).

Nello scavo i resti si trovavano per lo più in accumuli concentrati, con ossa disposte caoticamente (fig. 2); le ossa lunghe presentavano spesso l'asse longitudinale subverticale (fig. 3). Alcuni reperti fragili e particolarmente interessanti sono stati preconsolidati e pro-



Fig. 7 – Dettaglio dei metacarpi di lepore, facenti parte dell'unico scheletro in connessione anatomica recuperato in ex Cava a Filo.



Fig. 8 – Cranio di *Arvicola amphibius* in visione ventrale, ancora parzialmente inglobato nel sedimento.



Fig. 9 – Emi-mandibola di *Erinaceus europaeus* in giacitura originale.

	NMI	%	OD	OH	OW	W	R	Wa
<i>Apodemuscf. sylvaticus</i>	1	0,74				1		
<i>Arvicola amphibius</i>	15	11,03						1
<i>Chionomys nivalis</i>	1	0,74					1	
<i>Microtus agrestis</i>	15	11,03		0,5	0,5			
<i>Microtus arvalis</i>	95	69,85	1					
<i>Clethrionomys glareolus</i>	2	1,47			0,25	0,75		
<i>Microtus (Terricola) savii</i>	1	0,74						
<i>Marmota marmota</i>	1	0,74						
<i>Sorex gr. araneus</i>	1	0,74		0,75	0,25			
<i>Erinaceus europaes</i>	2	1,47			0,25	0,75		
<i>Plecotus gr. auritus-austriacus</i>	2	1,47				0,75	0,25	
Totale NMI	136							

Tab. 1 – Numero Minimo degli individui (NMI), percentuali di frequenza e coefficienti di habitat dei taxa determinati in ex Cava a Filo. OD: Open Dry, praterie aride; OH: Open Humid, zone aperte umide; OW: Open Woodland, foreste aperte, margini del bosco e/o foreste a parco; W: Woodland, foreste mature; R: Rocky, habitat con substrati rocciosi o con presenza di rocce esposte; Wa: Water, aree vicino a corsi d'acqua, laghi, paludi o aree umide.

tetti da una ingessatura, prima del loro recupero (fig. 4). In tutte le unità stratigrafiche indagate, il bisonte è sempre abbondantemente presente, seguito dal lupo e capriolo (fig. 5). Il resto della fauna a grandi mammiferi è rappresentata invece da relativamente pochi ma significativi reperti. Nel corso dello studio preliminare le porzioni scheletriche determinate a livello tassonomico sono state 252.

Bison priscus è rappresentato dal 73% dei resti fossili di grandi mammiferi. Di questo animale sono state trovate tutte le parti anatomiche dello scheletro, incluso un neurocranio con cavicchie di notevoli dimensioni (fig. 6), e sono state riconosciute tutte le classi di età, da animali molto giovani a esemplari senili. Alcune ossa del grande artiodattilo portano i segni della rosicchiatura di lupi, concentrate sulle parti cartilaginee ed inserzioni tendinee. Un calcaneo di bisonte è stato quasi completamente distrutto dall'azione di questo carnivoro. Diversi frammenti e schegge di diafisi di ossa lunghe sono distribuiti in tutti i settori dello scavo. In una porzione distale di tibia di bisonte sono state trovate tracce antropiche, descritte di seguito da Ursula T. Hohenstein.

Di *Megaloceros giganteus* sono presenti un neurocranio, una emi-mandibola di giovane esemplare e un premolare. *Capreolus capreolus* è rappresentato da frammenti di palco, incisivi e diverse parti anatomiche postcraniali, mentre di *Marmota marmota* sono stati recuperati un frammento di mandibola e due incisivi.

Uno scheletro completo di lepre in connessione anatomica è stato recuperato nel 2009 (fig. 7). Le carat-

teristiche anatomiche craniali e dentarie (FOSTOWICZ-FRELIK, GASPARIK 2006) hanno permesso di attribuire questi resti a *Lepus timidus*, un lagomorfo adattato ai climi freddi e maggiormente suscettibile ai cambiamenti climatici del tardo Pleistocene, tanto da aver ristretto oggi il proprio areale all'arco alpino, a quote variabili tra i 1300 ed i 3000 metri.

I resti di *Canis lupus* sono abbondanti e rappresentano il 13% del materiale identificato. Le abitudini predatorie del lupo, che lo rendono un animale alquanto generalista, hanno probabilmente favorito la loro ampia distribuzione durante il Pleistocene Superiore. Infatti, le popolazioni di lupo non hanno subito forti oscillazioni popolazionali durante i cambiamenti climatici avvenuti in questo periodo (SOMMER, BENECHE 2005). In Italia le testimonianze fossili sono abbastanza frequenti, concentrandosi maggiormente al centro e nord della Penisola.

Piccoli mammiferi (C.B.)

Il campione a micromammiferi di ex Cava a Filo è rappresentato da frammenti di ossa disarticolate, mandibole e crani raccolti tra il 2006 e il 2011 durante le campagne di scavo.

L'associazione a piccoli mammiferi include un totale di 166 resti determinati, corrispondenti a 132 individui (NMI, Tab. 1) ed è caratterizzata da una bassa biodiversità (Indice di biodiversità Simpson 1-D = 0,485) distinta da una specie dominante (69,9% del NMI totale): *Microtus arvalis*. Questo arvicolido è attualmente diffuso dalla parte settentrionale della

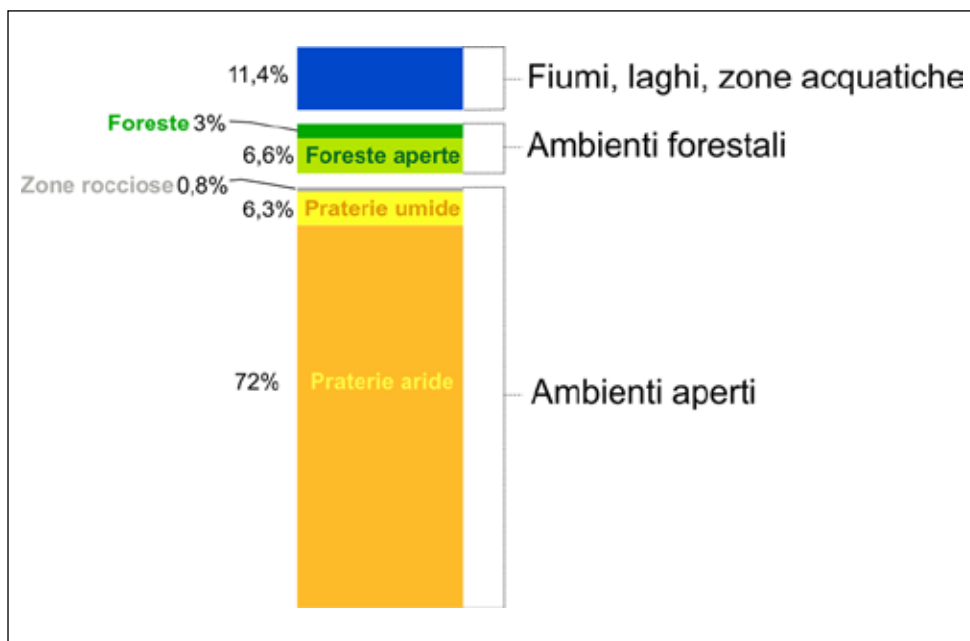


Fig. 10 – Schema grafico che riporta le percentuali degli habitat (*Habitat Weighting*) presenti nell'ex Cava a Filo durante l'accumulo dei piccoli mammiferi (disegno C. Berto).

Penisola Iberica agli Urali, mentre a nord si può trovare fino in Danimarca. Nel Pleistocene Superiore questa specie era diffusa in tutta la Penisola Italiana (BERTO 2013) ed è segnalata come dominante in giacimenti con livelli correlati all'Ultimo Massimo Glaciale o ai momenti successivi (*Dryas antico*) come a Grotta Paglicci (Strati 20a e 20b) in Puglia (BERTO *et alii* 2017a), Riparo del Romito (Strati E) in Calabria settentrionale (LÓPEZ-GARCÍA *et alii* 2014) e a Riparo Tagliente (Strati 13-14 e 12) in Veneto (BERTO *et alii* 2017b). *Microtus arvalis* è comunemente identificato assieme a *Microtus agrestis* (11% del NMI), una specie con un'ecologia simile ma che preferisce praterie più umide.

Un'altra specie ben rappresentata è l'arvicola terrestre (*Arvicola amphibius*, 11% del NMI) che fa presumere la presenza di corsi o specchi d'acqua come piccoli fiumi, laghi o paludi nelle vicinanze del sito (fig. 8).

La segnalazione di *Chionomys nivalis* e *Marmota marmota* è un ulteriore indicatore della presenza di un clima più freddo dell'attuale. Infatti, nella Penisola Italiana, queste due specie sopravvivono solo nelle Alpi e in piccole zone piuttosto elevate dell'Appennino, tra i 1000 e 2500 m la prima e tra i 1400 e 2700 m la seconda.

Infine, la presenza di una rada copertura forestale è testimoniata da *Apodemus cf. sylvaticus*, *Erinaceus europaeus* e *Clethrionomys glareolus* (fig. 9).

Dal punto di vista della ricostruzione paleoambientale il quadro è dunque piuttosto chiaro: l'ambiente circostante l'ex Cava a Filo durante l'Ultimo Massimo Glaciale e nei momenti immediatamente successivi doveva essere caratterizzato principalmente da ampie praterie aride (72% del totale) con una rada copertura

forestale (8,6%) forse vicino ai corsi d'acqua o a zone paludose (fig. 10).

Tale tipo di habitat si inserisce molto bene nel quadro degli ambienti presenti in Europa e nella Penisola Italiana durante questo momento freddo-arido del Pleistocene Superiore. In quasi tutti i giacimenti europei si registra la presenza di ambienti caratterizzati da praterie, sia grazie alle analisi polliniche che alle analisi dedotte dai macro- e micromammiferi, seppur con differenze legate alle aree geografiche (BERTO *et alii* 2017a).

L'analisi del grado di alterazione dei molari e degli incisivi permette spesso di riconoscere se l'accumulo dei micromammiferi nel giacimento è stato causato da rapaci notturni, rapaci diurni, piccoli carnivori o da altri elementi (ANDREWS 1990; FERNÁNDEZ-JALVO *et alii* 2016).

L'accumulo di microfauna in contesti di grotte e ripari sottoroccia è quasi sempre il risultato della caccia dei rapaci notturni (o Strigiformi), i quali, avendo il posatoio nelle vicinanze dell'entrata, rigurgitano ciò che resta dalla digestione delle loro prede (generalmente pelo e ossa). I succhi gastrici di questi uccelli, pur non essendo particolarmente aggressivi, lasciano spesso nelle ossa, e in particolare nei denti, inconfondibili segni di corrosione (spesso molto leggeri) che possono essere individuati facilmente. In alcuni casi, però, l'accumulo di piccoli animali può essere il frutto della caccia di rapaci diurni, di piccoli carnivori e della presenza di trappole naturali come può essere accaduto nell'ex Cava a Filo. Infatti, di 152 elementi analizzati (molari e incisivi sciolti) solo il 4,4% ha segni di digestione. In particolare, tra i molari il 3,4% presenta segni di digestione di grado forte-estremo e tra gli in-

cisivi sciolti il 6,3%. Solo un incisivo su 29 analizzati presentava un grado di digestione leggero.

Anche l'ottimo grado di conservazione del record fossile a piccoli mammiferi è a supporto dell'esclusione dei rapaci notturni come la causa principale di accumulo: di tutti gli elementi determinati (NR=166) il 73,5% sono mandibole in buono stato, mentre in alcuni casi sono stati rinvenuti dei crani interi.

Questo tipo di conservazione permette di ipotizzare che gran parte dei piccoli mammiferi siano rimasti intrappolati all'interno dell'ambiente ipogeo di ex Cava a Filo e non si siano accumulati a causa della caccia dei rapaci notturni. Visto il grado di digestione di alcuni resti, però, non si esclude che alcuni di questi piccoli animali sia stata cacciata da rapaci diurni o da piccoli carnivori quali, ad esempio, mustelidi, nelle vicinanze del sito.

Gli uccelli (A.M.)

Dai reperti recuperati durante gli scavi degli ultimi anni sono emersi diversi *taxa*, tra questi solo il fagiano di monte (*Lyrurus tetrrix*) fa parte dell'insieme faunistico analizzato nelle prime indagini. Dalle cam-

pagne 2006-2011 emergono infatti altri due fasianidi, la pernice bianca (*Lagopus mutus*) e la starna (*Perdix perdix*), la nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), il gracchio (*Pyrrhocorax graculus*) e il gheppio (*Falco tinnunculus*).

Gheppio, starna e gracchio sono stati trovati anche a Grotta di Fumane (VR), associate a livelli musteriani. Nella stessa cavità in un periodo più recente, nel tardo Musteriano, è stata determinata anche la pernice bianca (FIORE *et alii*, 2016). Abbiamo altre presenze in Italia di pernice bianca e fagiano di monte presso Grotta Serafino Calindri (BO), nocciolaia e gracchio si trovano anche alla Grotta Maggiore di San Bernardino (Vicenza), inoltre il genere *Perdix* è presente a Pirro Nord e Cava Fossellone (San Felice Circeo, LT). Si possono ritrovare associazioni simili a quella di ex Cava Filo in molti siti europei. In Francia nelle località di Abri du Maras, Saint-Marcel, Le Figuiet (MONCEL *et alii* 2015) sono presenti gheppio, starna, gracchio e nocciolaia. Nella località di Les Fieux (LAROULANDIE *et alii* 2016), nei livelli musteriani invece l'avifauna comprende fagiano di monte, pernice bianca, starna e gracchio. Anche in Spagna e nei Balcani si possono notare associazioni simili per il Paleolitico medio

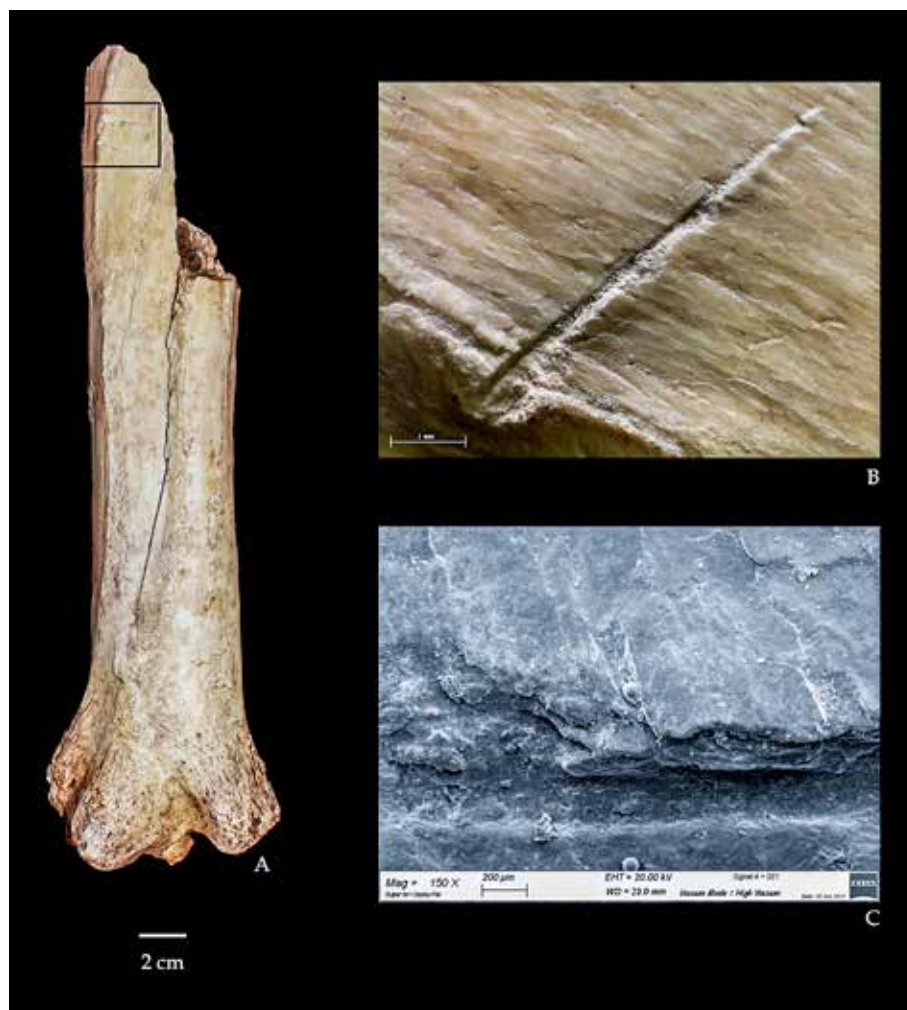


Fig. 11 – Tibia destra di *Bison priscus* (A), che presenta due tracce lineari parallele all'altezza dell'inserzione del muscolo popliteo; il solco delle strie è obliterato dai sedimenti (B, immagine allo stereomicroscopio) che rendono difficile analizzare il fondo, ma sulla parete del solco è possibile intravedere delle striature secondarie prodotte dallo strumento litico (C, immagine al SEM).



Fig. 12 – Accumulo di resti fossili di *Bison priscus* ancora parzialmente inglobati nel sedimento.

e superiore, anche se gli uccelli più rappresentati in associazione con industria litica sono corvidi e rapaci (FIORE *et alii* 2016; FINLAYSON *et alii* 2016).

Le specie determinate in questo sito frequentano picchi rocciosi, praterie aride e fredde, ambienti artici o alpini con alberi radi.

Tracce antropiche (U.T.H.)

Tra i reperti paleontologici analizzati, è stata individuata una tibia destra di *Bison priscus*, quasi completa (11.064). Essa è priva dell'epifisi prossimale e i margini irregolari e l'andamento poligonale dei piani di frattura indicano che la frammentazione è post-deposizionale, cioè avvenuta successivamente al seppellimento di questo elemento osseo nella cavità carsica (LYMAN 1994).

Questa tibia, però, presenta due tracce lineari parallele in veduta caudale sul margine mediale superiore proprio all'altezza dell'inserzione del muscolo popliteo (fig. 11). Queste tracce sono state osservate allo stereomicroscopio ottico in luce riflessa nel laboratorio di archeozoologia e tafonomia dell'Università di

Ferrara con il fine di analizzare le caratteristiche micromorfologiche e confermare la loro origine antropica, escludendo che questa potesse essere attribuita ad altri agenti naturali e biologici (solchi vascolari, radici e rosicchiature di carnivori e roditori). Le tracce antropiche sono state calcate con materiali ad alta precisione e non deformabili per essere osservate anche al microscopio elettronico a scansione, che consente di osservare a maggiori ingrandimenti le microcaratteristiche all'interno del solco principale (CILLI *et alii* 2000; THUN HOHENSTEIN 2003).

Queste strie sono state sicuramente prodotte dall'uomo per il recupero della massa muscolare: infatti, sono molto nette e la sezione del solco è a V. Le concrezioni hanno completamente ricoperto il fondo delle strie ma in alcuni tratti delle pareti sono visibili le microstriature secondarie che indicano l'impiego di un bordo tagliente di uno strumento litico.

L'eccezionalità di questo rinvenimento sta nel fatto che queste tracce indicano chiaramente che il bisonte, cui apparteneva questa tibia, è stato macellato dall'uomo con degli strumenti litici. Dall'unità stratigrafica 201, in cui è stata rinvenuta la tibia, proviene anche

un molare di *Megaloceros giganteus* radiodato ^{14}C : 20161 - 20577 cal BP, età che è compatibile con la frequentazione di gruppi di cacciatori-raccoglitori del Paleolitico superiore.

Conclusioni (P.P.)

Il deposito di ex Cava a Filo, con la sua ricca fauna a bisonte delle steppe e lupo (ma non solo), costituisce un giacimento paleontologico di grandissima importanza per lo studio e la ricostruzione paleoambientale dell'ultimo scorcio del Pleistocene Superiore corrispondente all'Ultimo Massimo Glaciale (24000-18000 anni fa, all'incirca), vale a dire durante lo stadio MIS2 in termini di crono-stratigrafia isotopica marina. La grande ricchezza delle faune, l'associazione con sedimenti ad elevato contenuto palinologico, il particolare contesto sedimentario, ne fanno un sito di straordinaria importanza scientifica non solo per la regione Emilia-Romagna, ma anche a livello nazionale ed internazionale.

Dal punto di vista della ricerca preistorica, si tratta di un sito di notevole particolarità perché pur non essendo un "classico" sito archeologico primario, presenta diverse evidenze antropiche "secondarie" che dimostrano l'esistenza, a non grande distanza, di attività di caccia al bisonte praticate da parte di uomini del Paleolitico superiore. Queste attività di caccia, rivolte in modo particolare al grande bisonte delle steppe (fig. 12), si dovevano svolgere in corrispondenza ad un inghiottitoio carsico formato dal Rio dell'Acqua fredda - nel contesto morfologico-topografico di allora - che costituiva una trappola naturale molto favorevole per la caccia ai grandi erbivori. Uomini e lupi si sono trovati così a frequentare lo stesso ambiente, avendo in comune lo stesso obiettivo: la caccia al grande bisonte delle steppe. Per questo motivo, i depositi di ex Cava a Filo costituiscono un'evidenza indiretta molto importante per ricostruire le modalità di caccia ed il contesto paleo-ambientale dei cacciatori del Paleolitico superiore anche se i riempimenti fluvio-carsici contenenti le faune pleistoceniche sono assai diversi dalle tradizionali sequenze antropico-sedimentarie dei ripari e delle grotte frequentate dall'uomo preistorico. Tutto ciò aggiunge complessità allo studio dei reperti paleontologici e delle tracce di utilizzo antropico ma rende indubbiamente più affascinante ed intrigante la ricerca e l'analisi in corso.

Bibliografia

- M. ALESSIO, F. BELLA, C. CORTESI, B. TURI 1969, *University of Rome Carbon 14 Dates VII*, "Radiocarbon", 11(2), pp. 482-498.
- P. ANDREWS 1990, *Owls, Caves and Fossils. Predation, preservation and accumulation of small mammals bones in caves, with an analysis of the Pleistocene cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK*. Natural History Museum, London.
- C. BERTO, P. BOSCATO, F. BOSCHIN, E. LUZI, A. RONCHITELLI 2017a, *Paleoenvironmental and paleoclimatic context during the Upper Palaeolithic (late Upper Pleistocene) in the Italian Peninsula. The small mammal record from Grotta Paglicci (Rignano Garganico, Foggia, Southern Italy)*, "Quaternary science reviews", 168, pp. 30-41.
- C. BERTO, E. LUZI, G. MONTANARI CANINI, A. GUERRESCHI, F. FONTANA 2017b, *Climate and landscape in Italy during Late Epigravettian. The Late Glacial small mammal sequence of Riparo Tagliente (Stallavena di Grezzana, Verona, Italy)*, "Quaternary science reviews", 1-11. DOI: 10.1016/j.quascirev.2017.07.022
- D. BERTOLANI MARCHETTI 1960, *Reperti paleobotanici in un «inghiottitoio fossile» dei gessi bolognesi*, "Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena", 91, pp. 1-11.
- C. CILLI, G. MALERBA, G. GIACOBINI 2000, *Le modifiche di superficie dei reperti in materia dura animale provenienti da siti archeologici. Aspetti metodologici e considerazioni tafonomiche*, "Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona", 24, pp. 73-98.
- L. DAL POZZO 1996, *Croara - Cava Filo*, in F. LENZI, G. NENZIONI (a cura di), *Lettere di pietra - I depositi pleistocenici: sedimenti, industrie e faune del margine appenninico bolognese*, Editrice Compositori, Bologna, pp. 826-845.
- Y. FERNÁNDEZ-JALVO, P. ANDREWS, C. DENYS, C. SESÉ, E. STOETZEL, D. MARIN-MONFORT, D. PESQUERO 2016, *Taphonomy for taxonomists: Implications of predation in small mammal studies*, "Quaternary science reviews", 139, pp. 138-157.
- S. FINLAYSON, C. FINLAYSON 2016, *The birdmen of the Pleistocene: On the relationship between Neanderthals and scavenging birds*, "Quaternary International", 421, pp. 78-84.
- I. FIORE, M. GALA, M. ROMANDINI, E. COCCA, A. TAGLIACOZZO, M. PERESANI 2016, *From feathers*

- to food: Reconstructing the complete exploitation of avifaunal resources by Neanderthals at Fumane cave, unit A9, "Quaternary International", 421, pp. 134-153.
- L. FOSTOWICZ FRELIK, M. GASPARIK 2006, *The taxonomic status of leporid remains from Ordogyuk Cave, Solymar (Hungary)*, "Acta zoologica cracoviensia", 49A, 1-2, pp. 151-161.
- V. LAROULANDIE, J. FAIVRE, M. GERBE, V. MOURRE 2016, *Who brought the bird remains to the Middle Palaeolithic site of Les Fieux (Southwestern, France)? Direct evidence of a complex taphonomic story*, "Quaternary International", 421, pp. 116-133
- J.M. LÓPEZ-GARCÍA, C. BERTO, V. COLAMUSSI, C. DALLA VALLE, D. LO VETRO, E. LUZI, G. MALAVASI, F. MARTINI, B. SALA 2014, *Palaeoenvironmental and palaeoclimatic reconstruction of the latest Pleistocene-Holocene sequence from Grotta del Romito (Calabria, southern Italy) using the small-mammal assemblages*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 409, pp. 169-179.
- R.L. LYMAN 1994, *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge.
- M. MONCEL, E. ALLUÈ, S. BAILON, C. BARSHAY-SZMIDT, P. BEAREZ, E. CREGUT, C. DAUJEARD, E. DESCLAUX, E. DEBARD, A. LARTIGOT-CAMPIN, S. PUAUD, T. ROGER 2015, *Evaluating the integrity of palaeoenvironmental and archaeological records in MIS 5 to 3 karst sequences from southeastern France*, "Quaternary International", 378, pp. 22-39.
- G. PASINI 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso Monte Croara (Bologna)*, "Le Grotte d'Italia", (4) II, pp. 1-46.
- G. PASINI 1970, *Contributo alla conoscenza del tardo-Würmiano e del post-Würmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", Ann. Mus. Geol. Bologna (ser. II), 36 (2), 1968, pp. 687-700.
- P.J. REIMER, E. BARD, A. BAYLISS, J.W. BECK, P.G. BLACKWELL, C. BRONK RAMSEY, C.E. BUCK, H. CHENG, R.L. EDWARDS, M. FRIEDRICH, P.M. GROTTES, T.P. GUILDERSON, H. HAFLIDASON, I. HAJDAS, C. HATTÉ, T.J. HEATON, D. HOFFMANN, A.G. HOGG, K.A. HUGHEN, K.F. KAISER, B. KROMER, S.W. MANNING, M. NIU, R.W. REIMER, D.A. RICHARDS, E.M. SCOTT, J.R. SOUTHON, R.A. STAFF, C.S.M. TURNEY, J. VAN DER PLICHT 2013, *IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years calBP*, "Radiocarbon", 55(4), pp. 1869-1887. DOI: 10.2458/azu_js_rc.55.16947.
- R. SOMMER, N. BENECKE 2005, *Late-Pleistocene and early Holocene history of the canid fauna of Europe (Canidae)*, "Mammalian Biology", 70 (A), pp. 227-241.
- U. THUN HOHENSTEIN 2003, *Lo studio archeozoologico: il caso di Isernia La Pineta*, in C. PERETTO, A. MINELLI (a cura di), *Metodologie per lo scavo archeologico: il caso di Isernia La Pineta (Molise)*, Editrice CERP.

Ringraziamenti. Si ringraziano tutti coloro che hanno contribuito, a vario livello, al buon esito delle indagini: la Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, la Direzione dell'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità - Emilia Orientale e il Dott. David Bianco per aver favorito con ogni mezzo gli aspetti logistici; il direttore del Museo della Preistoria "L. Donini" Gabriele Nenzioni per aver organizzato le campagne di scavo geopaleontologico; il Comune di S. Lazzaro di Savena - Ufficio Mobilità - nelle persone di Fabio Bellinato e Fabio Sassi per il supporto tecnico e cartografico; il G.S.B./U.S.B. nella persona di Paolo Grimandi per il sostegno e i lavori di predisposizione dell'area di scavo e tutti i collaboratori e volontari che hanno sostenuto e condiviso le diverse fasi del lavoro sul campo: Federica Fontana, Davide Mengoli, Sonia Ferrari, Pasquale Barile, Giuseppe Barile, Paola Cavallari, Marco Chili, Michele Iuso, Valerio Lucano, Ramona Melli, Elena Maini, Giorgio Patuelli, Susi Venier.

Paolo Paronuzzi*, Marzia Breda**, Elena Ghezzi***, Paolo Reggiani****

La fauna tardo-pleistocenica a macromammiferi del sito di ex Cava a Filo (indagini 2006-2011): tassonomia e quadro cronologico-paleoambientale

Riassunto

Dal sito di ex Cava a Filo provengono centinaia di reperti fossili risalenti all'Ultimo Massimo Glaciale (UMG) e al Dryas Antichissimo, all'inizio del Tardoglaciale. Le associazioni faunistiche rinvenute documentano la presenza di condizioni climatiche fredde sui rilievi dei Gessi Bolognesi durante il Pleistocene Superiore. I caratteri stratigrafici dei depositi di cavità indagati, insieme alle datazioni ^{14}C , hanno permesso di differenziare tre principali associazioni faunistiche (Cava Filo-1, Cava Filo-2 e Cava Filo-3) che coprono un intervallo di tempo compreso tra 24500 e 17500 cal BP. Queste associazioni faunistiche, separate da discontinuità cronologiche, corrispondono a varie condizioni climatiche fredde, prevalentemente dominate da un ambiente di steppa. Alla fine dell'Ultimo Massimo Glaciale (all'incirca 19000 anni fa) si è verificato un improvviso miglioramento climatico (Optimum Tardo Pleniglaciale) evidenziato da una considerevole ri-forestazione e dalla diffusione di habitat diversi che comprendevano anche aree forestate con boschi di pino (*Pinus mugo* e *Pinus sylvestris*). Tra i macromammiferi rinvenuti negli ultimi scavi geo-paleontologici (2006-2011), *Bison priscus* è la specie più rappresentata per numero di resti ossei, seguita da *Canis lupus*, *Capreolus capreolus*, *Lepus timidus*, *Megaloceros giganteus* e *Marmota marmota*. Oltre alla descrizione delle varie parti anatomiche, sono fornite le immagini dei resti osteologici più rappresentativi di ognuna di queste specie.

Parole chiave: tassonomia, Pleistocene Superiore, Ultimo Massimo Glaciale, Dryas Antichissimo, macromammiferi, deposito di cavità, Gessi Bolognesi

Abstract

Hundreds of fossils were discovered at ex Cava a Filo (Bologna, Italy), dating back to the Last Glacial Maximum (LGM) and to the initial stage of the Oldest Dryas, at the beginning of the Tardiglacial period. Such faunal assemblage testifies to cold climatic conditions during the Late Pleistocene on the Gessi Bolognesi hills near Bologna. Stratigraphical features of the excavated cave deposits, together with ^{14}C dating, allow us to distinguish three main faunal associations (Cava Filo-1, Cava Filo-2 and Cava Filo-3) covering a time interval ranging from about 24500 to 17500 cal BP. These faunal associations, separated by temporal gaps, correspond to various climatic cold conditions, prevalently dominated by a steppe environment. At the end of the Last Glacial Maximum (about 19000 years ago) occurred an abrupt climate amelioration (Late Pleniglacial Optimum) evidenced by a considerable re-forestation and by the spread of different habitats, including pinewood areas (*Pinus mugo* and *Pinus sylvestris*). Among the identified large mammals discovered during last palaeontological excavations (2006-2011), the best represented specie is *Bison priscus*, followed by *Canis lupus*, *Capreolus capreolus*, *Lepus timidus*, *Megaloceros giganteus*, and *Marmota marmota*. Here, we provide the anatomical description of the specimens and photos of the most representative for each species.

Key words: taxonomy, Upper Pleistocene, Last Glacial Maximum, Oldest Dryas, large mammals, cave deposit, Gessi Bolognesi

* Università di Udine, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura, email: paolo.paronuzzi@uniud.it

** Università di Ferrara, Dipartimento di Studi Umanistici, email: marzia.breda@unife.it

*** Via Toffoli 38, 30135 Venezia, www.paleogeographic.com, email: egpaleo@gmail.com

**** Museo di Storia Naturale di Venezia, Santa Croce 1730, 30135 Venezia, email: laboratorio.msn@fmcvenezia.it

Introduzione

In questo lavoro vengono descritti i reperti più significativi dell'associazione macrofaunistica scoperta nel sito di ex Cava a Filo durante le ultime campagne di scavo geopaleontologico, che hanno avuto luogo fra il 2006 e il 2011, nell'ambito di una ricostruzione complessiva della genesi del giacimento fossilifero tenendo conto anche dei vari dati cronologici, sedimentari e paleo-ambientali. Il materiale è conservato presso il Museo della Preistoria "Luigi Donini" di San Lazzaro di Savena (BO), insieme ai reperti recuperati nelle prime indagini del Gruppo Speleologico Bolognese, pubblicati da Pasini (1969, 1970) e Dal Pozzo (1996), ai quali si debbono la segnalazione e la successiva revisione dei vari *taxa* descritti di seguito. Tutte le misure biometriche sono state rilevate seguendo il metodo e utilizzando gli acronimi proposti da von den Driesch (1976).

L'obiettivo principale del contributo è presentare in dettaglio i più significativi resti fossili di macromammiferi rinvenuti nelle campagne di scavo svoltesi tra il 2006 e il 2011, associando la descrizione dei reperti a un ricco apparato iconografico di elevata qualità. La dettagliata descrizione tassonomica è accompagnata da un riesame generale delle principali associazioni faunistiche individuate nel giacimento. Il riesame tiene conto dei numerosi elementi cronologici sinora acquisiti (datazioni ^{14}C) e dei vari indicatori paleoambientali (macrofaune, microfaune, pollini) presenti nei depositi. In tal modo le faune descritte vengono inserite in un più articolato quadro generale che consente di chiarire meglio la genesi del deposito e, soprattutto, di comprendere i vari ambienti succedutisi

in un arco di tempo di circa settemila anni compreso tra 24500 e 17500 anni fa (in cronologia calibrata da oggi - indicata come cal BP - ossia in età calendario).

Il quadro cronologico (P.P.)

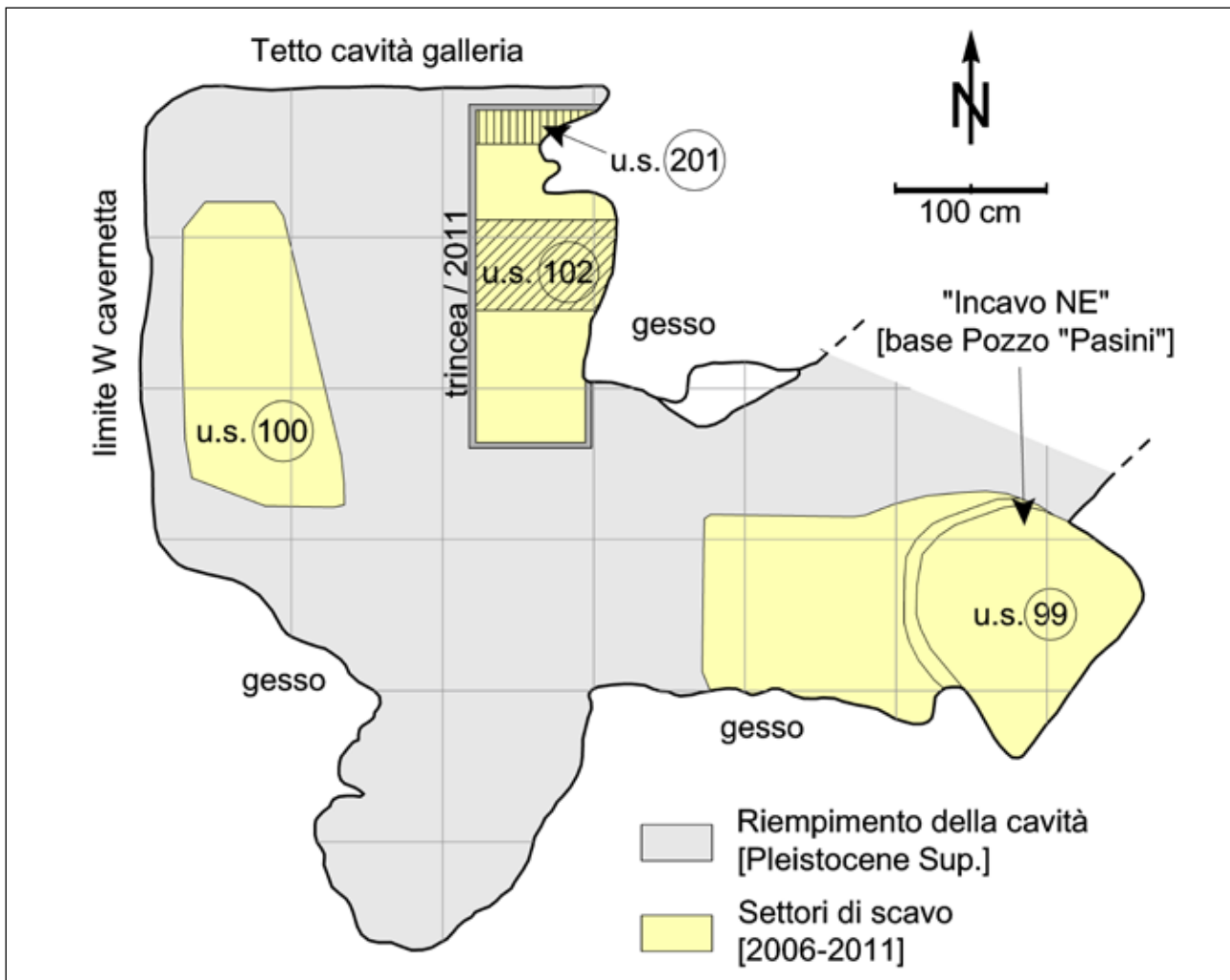
Le faune rinvenute nel giacimento possono essere attribuite a un intervallo cronologico piuttosto preciso grazie alle numerose datazioni ^{14}C disponibili ad oggi. Si tratta infatti di ben 9 datazioni: le prime tre ottenute su campioni di frustoli carboniosi (ALESSIO *et alii* 1969; PASINI 1970), mentre le datazioni più recenti (2010-2017) sono state effettuate su resti ossei provenienti da varie unità stratigrafiche (US) indagate durante gli scavi geopaleontologici che hanno avuto luogo tra 2006 e 2011. Le datazioni ^{14}C sono state realizzate da tre laboratori diversi: Roma (1969), Groningen (2010 e 2011) e infine Zurigo (2017).

Le prime datazioni ricavate dall'università di Roma (ALESSIO *et alii* 1969) non erano state calibrate perché a quel tempo questa procedura di correzione del dato non era nota. Per avere a disposizione un campione cronologico omogeneo di riferimento, tutte le nove datazioni radiocarboniche sono state calibrate mediante programma CALIB7.04 (REIMER *et alii* 2013) secondo le curve di calibrazione più aggiornate e vengono indicate come "cal BP", specificando l'intervallo di incertezza di riferimento (deviazione standard 1σ oppure 2σ).

La tab. 1 riporta tutte le datazioni ^{14}C attualmente ottenute per il giacimento di ex Cava a Filo, con i principali dati di riferimento: l'unità stratigrafica, l'anno di esecuzione, il laboratorio e i dati calibrati riferiti agli intervalli 1σ e 2σ .

Anno	US	Settore	Specie	Laboratorio	Codice	Anni BP	Cal BP 1σ	Cal BP 2σ
1969	l	-	-	Roma	R-361	11150 \pm 650	12127 - 13764	11204 - 14842
1969	f	-	-	Roma	R-362	15000 \pm 150	18039 - 18407	17890 - 18586
1969	d	-	-	Roma	R-363	18200 \pm 200	21843 - 22310	21551 - 22463
2011	100	cunicolo	<i>Bison priscus</i>	Groningen	GrA-52970	14450 \pm 50	17509 - 17695	17437 - 17838
2011	201	cunicolo	<i>Megaloceros giganteus</i>	Groningen	GrA-52973	16900 \pm 60	20285 - 20495	20161 - 20577
2011	102	cunicolo	<i>Bison priscus</i>	Groningen	GrA-52972	17690 \pm 65	21281 - 21544	21124 - 21677
2011	99	incavo NE	<i>Bison priscus</i>	Groningen	GrA-52971	20010 \pm 75	23952 - 24188	23842 - 24309
2010	99	incavo NE	<i>Bison priscus</i>	Groningen	GrN-32576	20050 \pm 100	23979 - 24252	23844 - 24387
2017	99	incavo NE	<i>Canis lupus</i>	Zurigo	ETH-82629	20517 \pm 63	24517 - 24848	24407 - 25005

Tab. 1 – Sintesi generale delle datazioni ^{14}C effettuate su campioni provenienti dal sito paleontologico di ex Cava a Filo. Le datazioni effettuate dal laboratorio di Roma sono state eseguite su campioni di frustoli carboniosi mentre quelle più recenti hanno riguardato solamente resti ossei, di cui è riportata anche la specie.



Planimetria generale degli scavi geo-paleontologici di ex Cava a Filo (scavi 2006-2011). Sono riportate le diverse aree di scavo (in giallo) con l'indicazione delle unità stratigrafiche (US) indagate.

L'insieme delle datazioni calibrate mostra un quadro piuttosto omogeneo, a prescindere dal laboratorio, dall'anno di esecuzione della misura e dal materiale impiegato per la datazione (frustoli carboniosi o reperti ossei). Fatta eccezione per la datazione più recente (11150 ± 650 BP) relativa al livello soprastante il deposito con le faune pleistoceniche (PASINI 1970: livello I), tutti i materiali datati con il radiocarbonio sono attribuibili a un intervallo di tempo compreso all'incirca tra 17500 cal BP e 25000 cal BP (intervallo 2σ). Le varie faune rinvenute nel sito devono essere pertanto inquadrare all'interno di un periodo complessivo di tempo di circa 7000 anni che si colloca tra l'Ultimo Massimo Glaciale (UMG o LGM - *Last Glacial Maximum*) e l'inizio del Tardoglaciale. Tuttavia, se si osserva il campione di datazioni ^{14}C si nota che le date tendono a concentrarsi entro tre intervalli cronologici principali, separati da altrettanti iati e/o assenze di sedimentazione: 25005-23842 2σ cal BP (Cava Filo-1), 22285-19620 2σ cal BP (Cava Filo-2) e

18586-17437 2σ cal BP (Cava Filo-3).

La disponibilità di un numero significativo di datazioni ^{14}C , insieme all'analisi delle caratteristiche sedimentarie del deposito, consente, quindi, di differenziare tre "momenti" cronologici distinti nella formazione del giacimento fossilifero. Nonostante la presenza di tali discontinuità cronologiche, le *facies* sedimentarie presenti all'interno della cavità, conseguenti al processo fluvio-carsico di formazione del deposito, rimangono piuttosto simili. È interessante notare che la sequenza stratigrafica contenente le mammalofaune descritte da Pasini si riferisce alle due fasi cronologiche più recenti (Cava Filo-2 e Cava Filo-3), ascrivibili sostanzialmente all'intervallo di tempo compreso tra 22463 e 17890 2σ cal BP. Le faune più antiche (Cava Filo-1) corrispondono invece a quelle rinvenute durante gli ultimi scavi geo-paleontologici, in particolare presenti nel deposito limoso-sabbioso-argilloso identificato come US 99, indagato nel 2006-2007 e localizzato nel cosiddetto "incavo NE".

Le associazioni faunistiche (P.P.)

L'analisi della successione stratigrafica dei depositi contenenti le faune tardo pleistoceniche, insieme ai significativi riferimenti cronologici forniti dalle nove datazioni ^{14}C , consentono oggi un riesame complessivo delle faune fossili segnalate nei primi lavori (PASINI 1969, 1970) e rianalizzate anche più recentemente (DAL POZZO 1996). Le faune rinvenute negli scavi iniziali sono state confrontate con il nuovo campione di reperti ossei acquisito durante le esplorazioni successive (2006-2011). Le indagini hanno interessato i depositi limosi bruno giallastri presenti all'interno della cavità a galleria, indicata come "cunicolo" nei lavori precedenti (PASINI 1970). Le nuove stratigrafie messe in luce sono state confrontate con lo schema stratigrafico proposto a suo tempo da Pasini per verificare possibili differenze e/o eventuali correlazioni.

L'esistenza di una certa evoluzione temporale nelle faune era già individuabile nel primo schema stratigrafico proposto (PASINI 1970, tav.1) che evidenziava due "concentrazioni" principali di resti fossili, nelle quali il complesso superiore (livelli f/g/h/i) presentava una maggiore variabilità di specie rispetto a quello inferiore (livelli c/d/e). Allo stato attuale, considerando i dati ^{14}C calibrati dei due campioni prelevati dalla sequenza (livello d e livello f) e le datazioni eseguite più recentemente, si possono attribuire le faune descritte da Pasini a un intervallo di tempo compreso sostanzialmente tra 22500 cal BP e 17500 cal BP (2σ).

Il riesame complessivo della stratigrafia del deposito e delle faune ha consentito di individuare tre principali associazioni faunistiche (AF) tardo pleistoceniche, separate da importanti fasi di assenza di sedimentazione: Cava Filo-1 (25000-24000 cal BP), Cava Filo-2 (22000-20000 cal BP) e Cava Filo-3 (18500-17500 cal BP). All'interno della sequenza sono riconoscibili degli iati e/o interruzioni di sedimentazione di circa 2000-3000 anni. Complessivamente le tre associazioni faunistiche permettono di ricostruire con un certo dettaglio il popolamento animale nel territorio dei Gessi Bolognesi, in un arco di tempo di circa 7000 anni che include due fasi fredde dell'Ultimo Massimo Glaciale ed il momento iniziale del Tardoglaciale, con il miglioramento climatico finale (Optimum Climatico Pleniglaciale) e il momento iniziale del Dryas Antichissimo (*Oldest Dryas*), talora indicato anche come Dryas 1.

Allo stato attuale della ricerca, l'associazione faunistica più antica (Cava Filo-1) è stata individuata, solamente nelle campagne di scavo più recenti (2006-2007), all'interno dell'unità stratigrafica US 99 presente in corrispondenza del cosiddetto "incavo NE". I tre campioni radiodatati coprono un intervallo di tempo compreso all'incirca tra 24000 cal BP e

25000 cal BP, con riferimento all'intervallo 2σ (tab. 1). Se si considera l'area di sovrapposizione delle tre datazioni ^{14}C (calibrate 2σ) si può ritenere come più probabile una data di circa 24300-24500 cal BP come momento della formazione del deposito dell'US 99. Questa unità stratigrafica contiene una fauna molto monotona caratterizzata dalla diffusa presenza di resti di bisonte delle steppe (*Bison priscus*), in stretta associazione con resti di lupo (*Canis lupus*). A parte queste due specie, nell'US 99 sono stati rinvenuti alcuni reperti di capriolo (*Capreolus capreolus*) la cui presenza, allo stato attuale, non è ancora sicuramente interpretabile (giacitura primaria o possibile "inquinamento" da unità stratigrafiche superiori). Particolarmente notevole è il rinvenimento in questa stessa unità, assieme ai resti ossei di bisonte e di lupo, di un frammento osseo di *Canis lupus* che, in base all'analisi genetica (campione OWW9), è stato riferito a un "proto-cane" preistorico in quanto rappresenta un aplotipo che rientra nella variabilità genetica attualmente riscontrabile in razze canine, prevalentemente ancestrali (PALUMBO *et alii* in questo volume). Il campione di "proto-cane", analizzato dal laboratorio di Zurigo (codice ETH-82629) ha fornito la datazione di 25005-24407 2σ cal BP, risultando quindi coerente con le due datazioni ottenute in precedenza dal laboratorio di Groningen su resti ossei di *Bison priscus* ad esso associati: 24387-23844 2σ cal BP (campione GrN-32576) e 24309-23842 2σ cal BP (campione GrA-52971).

I dati esposti sembrano indicare l'assenza della associazione faunistica più antica, corrispondente all'US 99, nello schema stratigrafico descritto da Pasini (1970), tenuto conto anche delle due datazioni citate (e calibrate) che indicano per queste faune un intervallo cronologico più recente e compreso all'incirca tra 22285 e 17869 2σ cal BP (tab. 1).

L'associazione faunistica intermedia (Cava Filo-2) è ben riconoscibile nei livelli c/d/e della successione stratigrafica descritta per la prima volta (PASINI 1970, tav.1). Questa associazione di faune, in base ai dati ^{14}C attualmente disponibili, può venire riferita ad un intervallo di tempo compreso tra 22285 e 19620 2σ cal BP (tab. 1), quindi per lo più intorno a 22000-20000 anni fa. I dati faunistici più importanti riferiti a tale arco temporale provengono dai materiali forniti dai primi scavi, mentre scarse informazioni sono desumibili dalle indagini più recenti poiché le unità stratigrafiche corrispondenti (US 101, *partim*, e US 102) non sono state ancora indagate in dettaglio. Può venire riferito a questa unità faunistica il dente di megacero rinvenuto nel 2011 in un riempimento recente (US 201) che conteneva vari resti fossili provenienti da precedenti attività di scavo del giacimento



Fig. 1– Neurocranio di *Bison priscus*, n. 09.029, norma frontale (US 99).

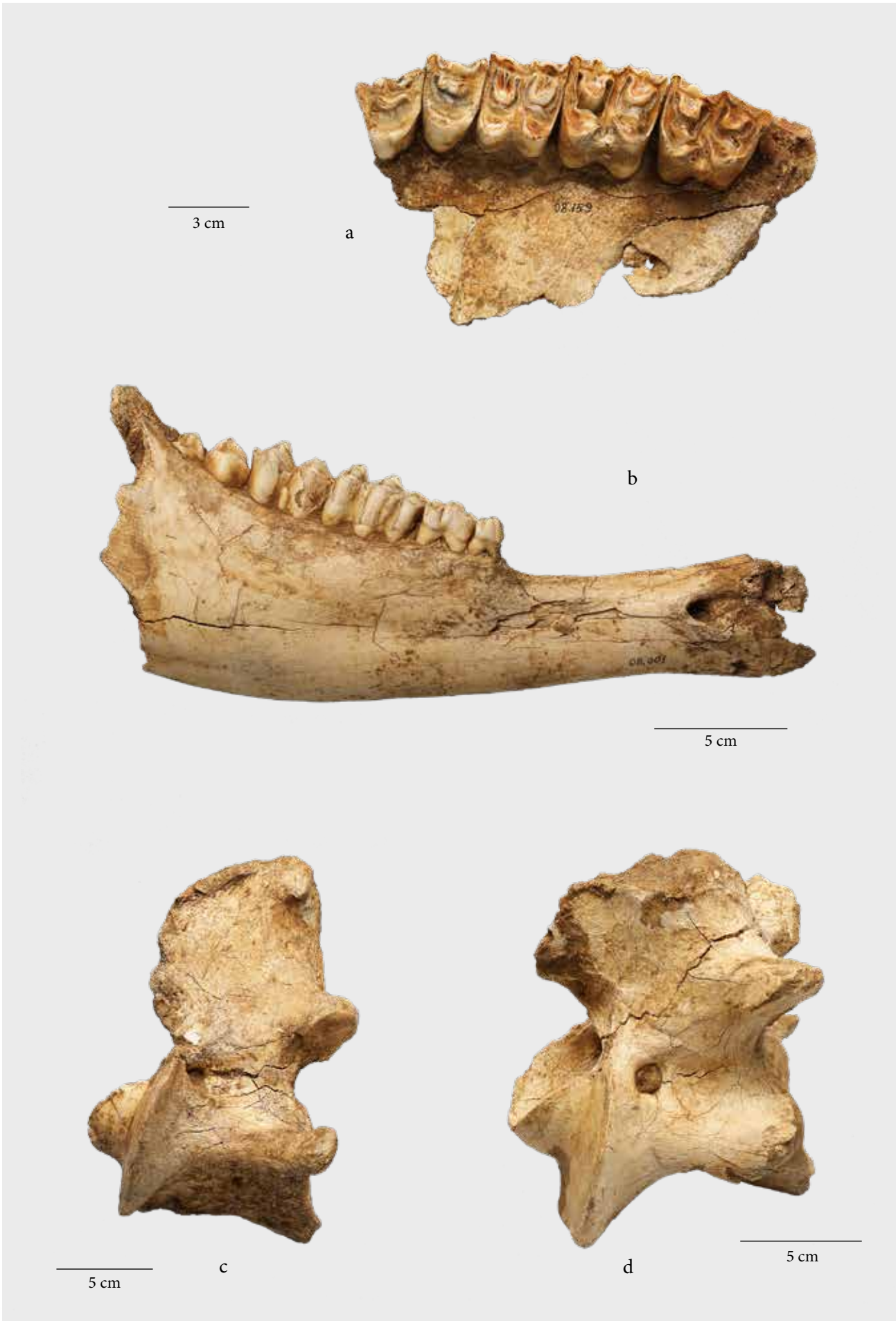
(anni 1960-1980). Il reperto (campione GrA-52973) ha infatti fornito un'età di 20577-20161 2σ cal BP (tab. 1). In base, soprattutto, ai dati forniti da Pasini questa associazione faunistica si caratterizza per la presenza di bisonte (*Bison priscus*), megacero (*Megaloceros giganteus*), volpe (*Vulpes vulpes*), marmotta (*Marmota marmota*), lepre (*Lepus timidus*) (PASINI 1970: livelli c/d/e). Rispetto alla associazione faunistica più antica si nota un incremento nei *taxa* presenti con una presenza di resti di altri animali insieme ai tipici resti di bisonte e megacero e, verosimilmente, anche di lupo (anche se questo animale non compare nei corrispondenti livelli descritti da Pasini).

L'associazione più recente (Cava Filo-3) corrisponde alla fauna fossile rinvenuta nei livelli più alti dello schema stratigrafico di Pasini (1970: livelli f/g/h/i) ed è ben correlabile con l'unità stratigrafica US 100 indagata negli scavi più recenti, in corrispondenza dei depositi più superficiali presenti presso la parete occidentale della cavità a galleria. Le due datazioni sino ad oggi disponibili (tab. 1) permettono di collocare questa associazione faunistica nell'intervallo temporale 18586-17437 2σ cal BP, vale a dire in un momento successivo alla conclusione dell'Ultimo Massimo Glaciale e in un momento iniziale del Tardoglaciale. L'associazione faunistica più recente, descritta da Pasini (1970) nei livelli f/g/h/i, comprendeva le seguenti specie: bisonte, lupo, megacero, volpe, lepre, ermellino, cinghiale, capriolo, tasso. Una situazione piuttosto simile è stata identificata nel deposito limoso-sabbio-

so-argilloso dell'US 100 indagato negli scavi più recenti, in corrispondenza della parete occidentale della cavità a galleria. In questa unità stratigrafica sono state infatti riconosciute le seguenti specie: bisonte, lupo, megacero, marmotta, lepre, capriolo e tasso, insieme a diversi resti di uccelli e di micromammiferi. Reperti relativi a uccelli erano già stati descritti tra le faune presenti nel sito; in particolare erano stati riconosciuti resti di aquila reale e di fagiano di monte (DAL POZZO 1996). Alla luce dei dati crono-stratigrafici attuali è molto probabile che i resti di volatili si riferiscano all'unità faunistica più recente attribuibile all'inizio del Tardoglaciale.

Le faune a macromammiferi: scavi 2006-2011

Nel corso degli scavi geo-paleontologici eseguiti nel giacimento tra il 2006 e il 2011 sono stati rinvenuti numerosi resti ossei di macromammiferi che costituiscono una preziosa fonte documentaria. I reperti si aggiungono al già cospicuo materiale paleontologico proveniente da questo importante sito del tardo Pleistocene Superiore e conservato presso il Museo della Preistoria "L. Donini" di S. Lazzaro di Savena (BO). Trattandosi di rinvenimenti ancora inediti, nei capitoli successivi vengono descritti in dettaglio dal punto di vista morfologico i reperti principali, organizzati in ordine tassonomico. Tutte le misure biometriche sono state rilevate seguendo il metodo proposto da von den Driesch (1976) e sono stati utilizzati gli acronimi riportati in questo lavoro.



Bisonte (P.R.)

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Bovidae

Genere *Bison* Smith, 1827

Bison priscus (Bojanus, 1827)

Tutti i resti di bovide determinati sono attribuibili a *Bison priscus*, un bisonte di grandi dimensioni, che poteva raggiungere i due metri di altezza al garrese. In generale i maschi avevano dimensioni maggiori delle femmine.

L'attribuzione tassonomica dei resti di *B. priscus* si è basata principalmente sui lavori di Olsen (1960), Stampfli (1963), Balkwill & Cumbaa (1992) e Gee (1993), mentre per il dimorfismo sessuale sono stati usati prevalentemente i lavori di Prat *et alii* (2003) e Shpansky *et alii* (2016).

Di questo animale sono rappresentate praticamente tutte le parti anatomiche, di esemplari diversi per sesso ed età; appartengono infatti ad individui giovani alcuni metapodi, tibie e omeri che, essendo privi delle epifisi a partire dalla cartilagine di accrescimento, testimoniano una crescita ancora in atto, come le molte vertebre prive dei dischi vertebrali. Il ritrovamento di numerosi incisivi con diversi gradi di usura conferma la presenza di resti di vitelli ed esemplari senili.

Un neurocranio di grandi dimensioni, recuperato nel 2009, risulta essere il più grande e completo fino ad ora qui recuperato (fig. 1). La cavicchia ossea sinistra è completa, mentre della destra manca la porzione apicale. Generalmente la morfologia del cranio di questi animali è molto variabile. Nei maschi le corna sono più robuste di quelle delle femmine. Il diametro massimo dorso ventrale delle cavicchie ossee del reperto in questione, preso in prossimità della corona, è di mm 99-102, misure leggermente inferiori a quelle delle cavicchie di un neurocranio scoperto nei sedimenti del fiume Oglio, a Bompensiero di Villachiarà, nel Bresciano (REGGIANI 2005). I valori rientrano nella gamma di variabilità attribuita ai maschi di *B. priscus*. In vicinanza del neurocranio, nella US 99, erano presenti diversi altri resti di bisonte, il radio di lupo 09.050 e la scapola di capriolo 09.071. Una costola di bisonte proveniente da questo accumulo di resti è stata radiodatata con il metodo del ^{14}C e ha fornito una età di 23842 - 24309 2σ cal BP. Il mascellare 08.159, relativo a un esemplare adulto, presenta la serie dentaria compresa fra il P³ e

l'M³ (fig. 2.a), mentre in una emimandibola destra di un giovane esemplare si possono osservare il caratteristico ultimo premolare da latte (D₄), che presenta una corona trilobata, e il secondo molare in eruzione con le cuspidi non ancora usurate (fig. 2.b).

Gli epistrofei presentano tutti un dente inclinato, due di questi sono ben conservati e di ragguardevoli dimensioni: la lunghezza del corpo incluso il dente (LCDe) è di mm 137-142 (fig. 2.c, d). Una vertebra toracica mostra una calcificazione fibrosa anulare del disco intervertebrale caudale (fig. 3). Il reperto apparteneva a un animale affetto da spondilosi deformante (spondilartrosi), una malattia degenerativa caratterizzata dalla formazione di osteofiti (proliferazioni ossee), che può portare alla fusione delle vertebre (ROTHSCHILD, WOODS 1992). Lo stadio avanzato della patologia deve aver reso questo bisonte poco agile, con andatura rigida.

Sono stati recuperati diversi radi interi di diverse dimensioni (fig. 4.a, b, c, d). La tuberosità laterale poco pronunciata e un'incisione poco profonda sulla faccetta prossimale di articolazione con l'omero sono caratteri che distinguono il genere *Bison* dal genere *Bos*. Due grandi ulne in buono stato di conservazione presentano un olecrano molto ampio (DPA = mm 113-115) e un *processus anconaeus* decisamente sporgente (fig.4.e, f). Le faccette laterali di articolazione con il radio sono molto sviluppate.

L'aspetto dei metacarpi risulta massiccio, nei resti riferibili a esemplari maschili questa caratteristica è ancora più marcata, risultano quindi colonnari, con margini laterale e mediale poco curvi, come si può osservare nei tre metacarpi di maschi rappresentati in fig. 4.g, h, i. La faccetta di articolazione con l'uncinato risulta triangolare. Il metacarpo 08.045 presenta una consistente esostosi in prossimità delle articolazioni con le falangi; questa proliferazione di tessuto osseo, dovuto a processi degenerativi a carico della cartilagine articolare, è indicativa di una osteoartrite, che può essere determinata da un trauma o infiammazione (BOYD 1961). In *Bos primigenius* di Castel di Guido (BARBI 1994) i metacarpi risultano più esili, con un valore minore del diametro trasverso minimo della diafisi.

Il femore di grandi dimensioni 08.152 presenta il labbro laterale della troclea subrettilineo e un collo allungato, caratteristiche che lo diversificano dai femori pertinenti al genere *Bos* (fig. 6.a1, a2). La lunghezza massima (GL) è di mm 510. Sulle tibie si può notare un'impronta per l'inserzione dei muscoli popliteo

Fig. 2 (nella pagina accanto) – *Bison priscus*: a) mascellare sinistro n. 08.159 con P³- M³, norma occlusale (US 99); b) emimandibola destra, n. 08.001, norma laterale (US 100); c) epistrofeo, n. R.197, norma laterale (US 99); d) epistrofeo, n. 09.030, norma laterale (US 99).



Fig. 3 – Vertebra toracica artrosica di *Bison priscus*, n. 09.045, a) norma craniale, b) norma laterale (US 99).

e flessore laterale delle falangi molto estesa. La tibia 09.032, lunga (GL) mm 475, presenta le due faccette di articolazione con il malleolo, nettamente separate l'una dall'altra e l'anteriore dal profilo rotondo, caratteristiche considerate peculiari del genere *Bison* (fig. 6.b1, b2). Nel genere *Bos* queste due faccette sono collegate e quella anteriore risulta piatta (BRUGAL 1983). Nei tre astragali, recuperati integri (fig. 5.a, b, c), il profilo della troclea palmare (superficie di articolazione con il calcagno) si presenta subrettangolare con il bordo laterale posteriore rettilineo, una caratteristica tipica del genere *Bison*, secondo Gee (1993) nel *Bos* questo lato della troclea risulta convesso. Il calcagno 08.102, lungo (GL) mm 187, in veduta mediale presenta un profilo del *sustentaculum tali* rotondeggiante (fig. 5.d). Sono presenti inoltre numerosi altri carpali e tarsali e diverse prime e seconde falangi di dimen-

sioni diverse (fig. 5.e, f, g, h, i).

Il giacimento fossilifero di ex Cava a Filo risulta essere il più importante in Italia per il bisonte delle steppe, per quanto riguarda la quantità e la qualità del materiale recuperato. Resti isolati di *B. priscus* sono frequentemente rinvenuti nei sedimenti alluvionali dei fiumi padani, in particolare del Po e dei suoi affluenti. Vengono spesso trovati durante l'estrazione di sabbia e ghiaia o durante la coltivazione di cave di limi. Spesso le ossa si raccolgono sugli arenili situati lungo i fiumi dopo periodi di piena. Quasi sempre però si tratta di raccolte occasionali e mancano di dati stratigrafici e sedimentologici precisi sulle unità di provenienza. Un giacimento fossilifero importante è quello di Settepolesini di Bondeno, in provincia di Ferrara (SALA, GALLINI 2002).

Fin dall'inizio dell'Ottocento diversi autori descrivo-



Fig. 4 – *Bison priscus* : a) radio destro, n. 08.164, norma dorsale (US 99); b) radio destro, n. 11.065, norma dorsale (US 201); c) radio destro, n. 11.114, norma dorsale (US 102); d) radio sinistro, n. 11.121, norma dorsale (US_102); e) ulna destra, n. 08.164, norma mediale (in connessione anatomica con il radio n. 08.164); f) ulna sinistra, n. 08.151, norma mediale (US 99); g) metacarpo destro, n. 11.086, norma dorsale (US 99); h) metacarpo sinistro, n. 08.202, norma dorsale (US 99); i) metacarpo sinistro, n. 08.045, norma dorsale (US 99).

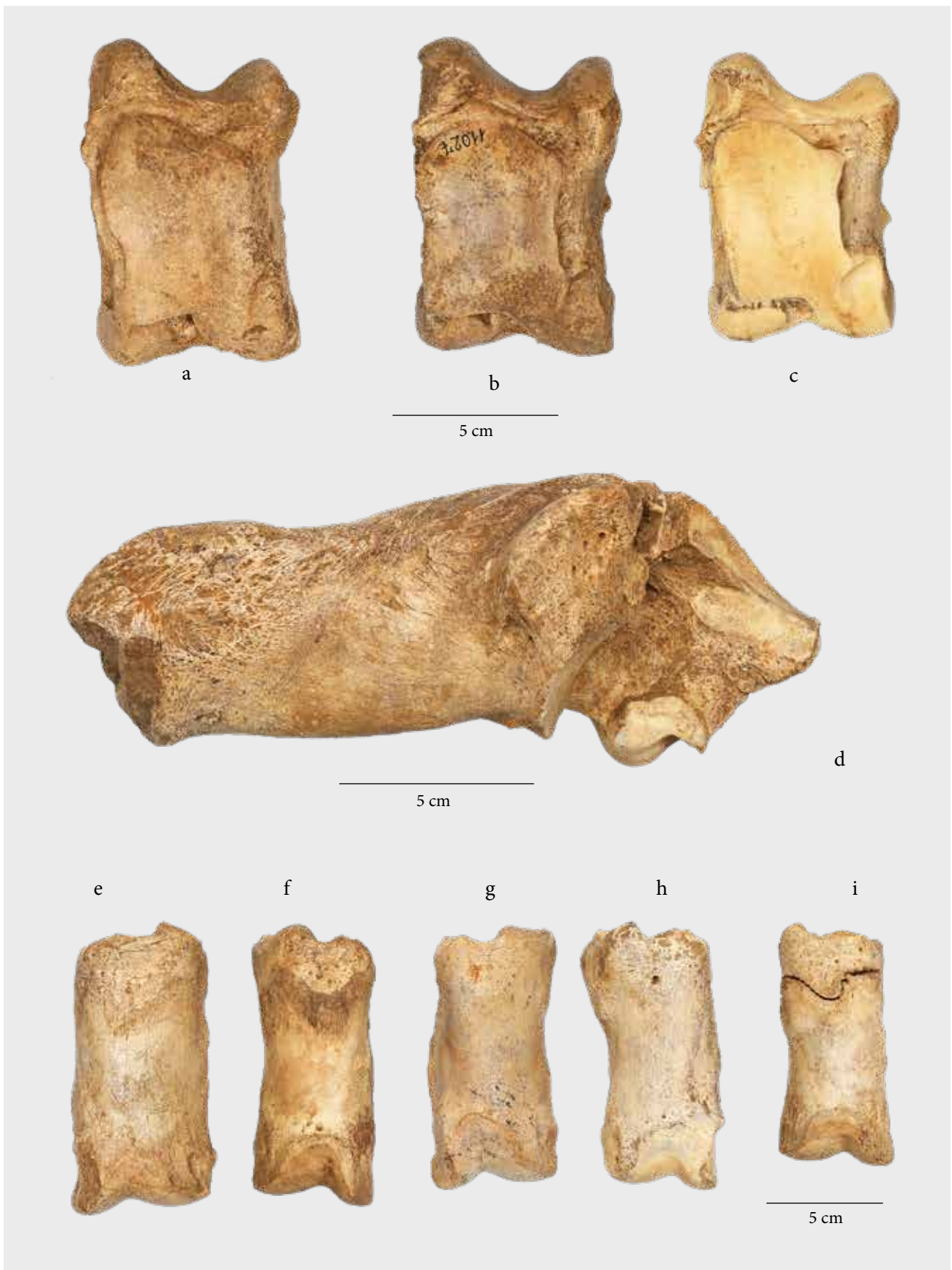


Fig. 5 – *Bison priscus* ; a) astragalo sinistro, n. R.120, norma plantare (US 100); b) astragalo sinistro, n. 11.027, norma plantare (US 100); c) astragalo sinistro, n. 08.026, norma plantare (US 100); d) calcagno destro, n. 08.102, norma mediale (US 99); e) prima falange, n. 08.081, norma dorsale (US 100); f) prima falange, n. 08.035, norma dorsale (US 100); g) prima falange, n. 09.065, norma dorsale (US 99); h) prima falange, n. 09.083, norma dorsale (US 99); i) prima falange, n. R. 83/84, norma dorsale. (US 100).

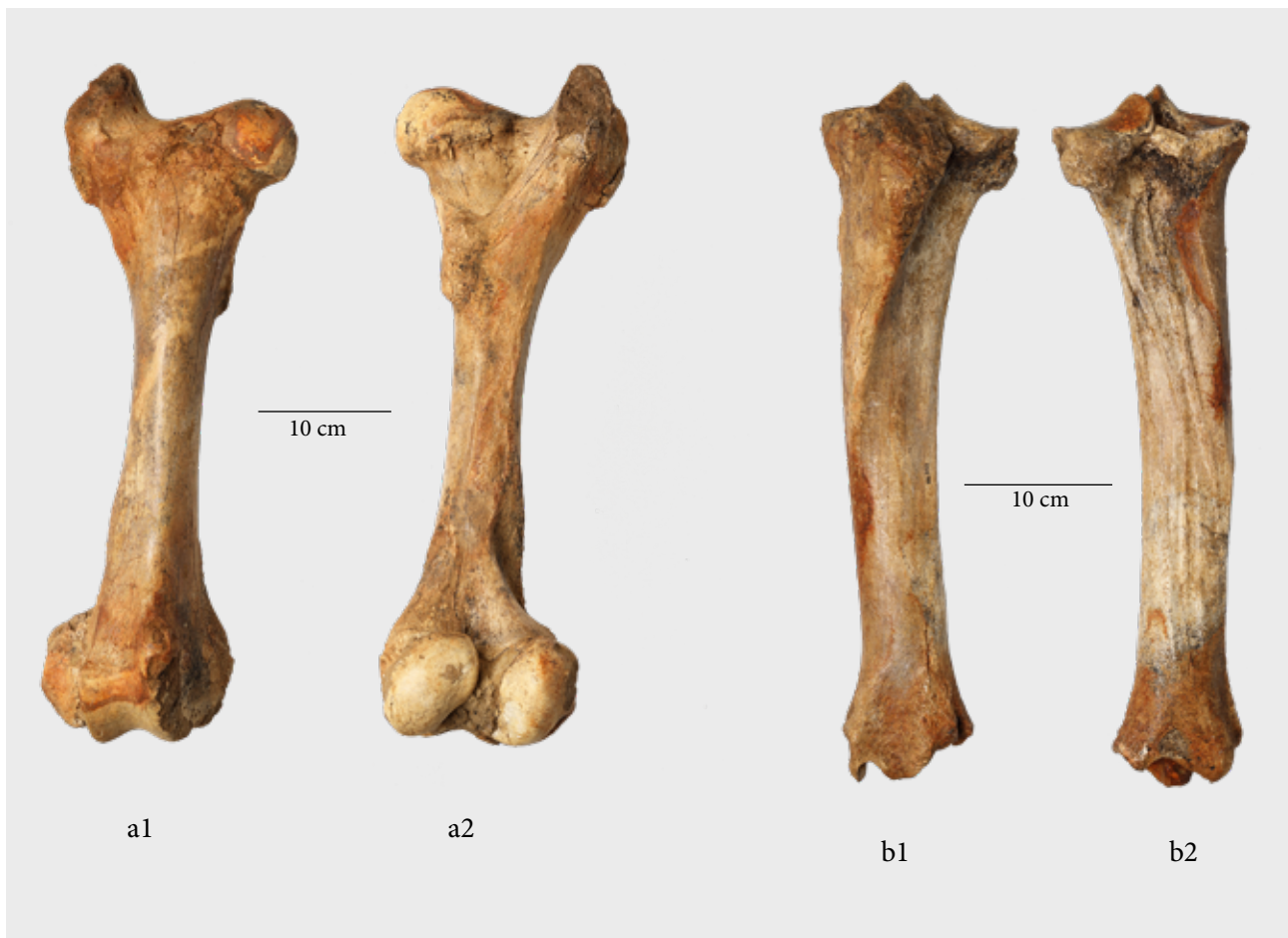


Fig. 6 – *Bison priscus*: femore destro, n. 08.152, a1) norma craniale, a2) norma caudale (US 99); tibia sinistra, n. 09.032, b1) norma dorsale, b2) norma plantare (US 99).

no resti di *B. priscus* provenienti dai sedimenti alluvionali padani, in particolare scoperti in Piemonte (BORSON 1833) e Lombardia (CORNALIA 1858-71; BRENTANA 1935; SACCHI-VIALLI 1954; ANFOSSI *et alii* 1999; REGGIANI 2005).

Questo animale diviene comune durante il Pleistocene Superiore euroasiatico. Abitatore delle steppe aride e fredde dell'ultimo periodo glaciale, nei giacimenti fossiliferi della Val Padana si trova spesso in associazione con *Mammuthus primigenius* e *Megaloceros giganteus* (SALA 1987; SALA *et alii* 1992).

Cervidi (M.B.)

I cervi rinvenuti durante le campagne di scavo 2006-2011 appartengono a due specie di taglia molto diversa tra loro: il cosiddetto cervo gigante d'Irlanda o megacero, *Megaloceros giganteus* ed il capriolo, *Capreolus capreolus*. Il materiale, seppur numericamente scarso, risulta interessante.

Ordine ARCTIODACTYLA
Famiglia Cervidae

Genere *Megaloceros* Brookes, 1828

Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1799)

Il megacero, *M. giganteus*, è rappresentato da un neurocranio femminile (n. 11.071) abbastanza completo ma deformato per compressione laterale. La sutura tra occipitale e parietali ha forma ad arco come tipico di questa specie (LISTER *et alii* 2005). Il lato sinistro è il più completo (fig. 7.a1, a2) e conserva buona parte del frontale con i fori sopraorbitari e porzione dell'orbita. Le suture fronto-parietali sono completamente obliterate e così pure la sutura interfrontale. Al centro della volta cranica c'è una sviluppata protuberanza ossea. In norma ventrale spiccano il grande basi occipitale con sviluppato tubercolo basale e i processi zigomatici del temporale che fungono da superficie articolare per i condili mandibolari. La morfologia è tipicamente da erbivoro, per consentire gli ampi movimenti laterali necessari al processo di masticazione.

Un altro interessante resto di questa specie è un'emi-mandibola destra giovanile, R-126, rinvenuta nel 2007 (fig.7.b). La mandibola è sostanzialmente completa con i tre denti decidui giugali scarsamente usurati ed

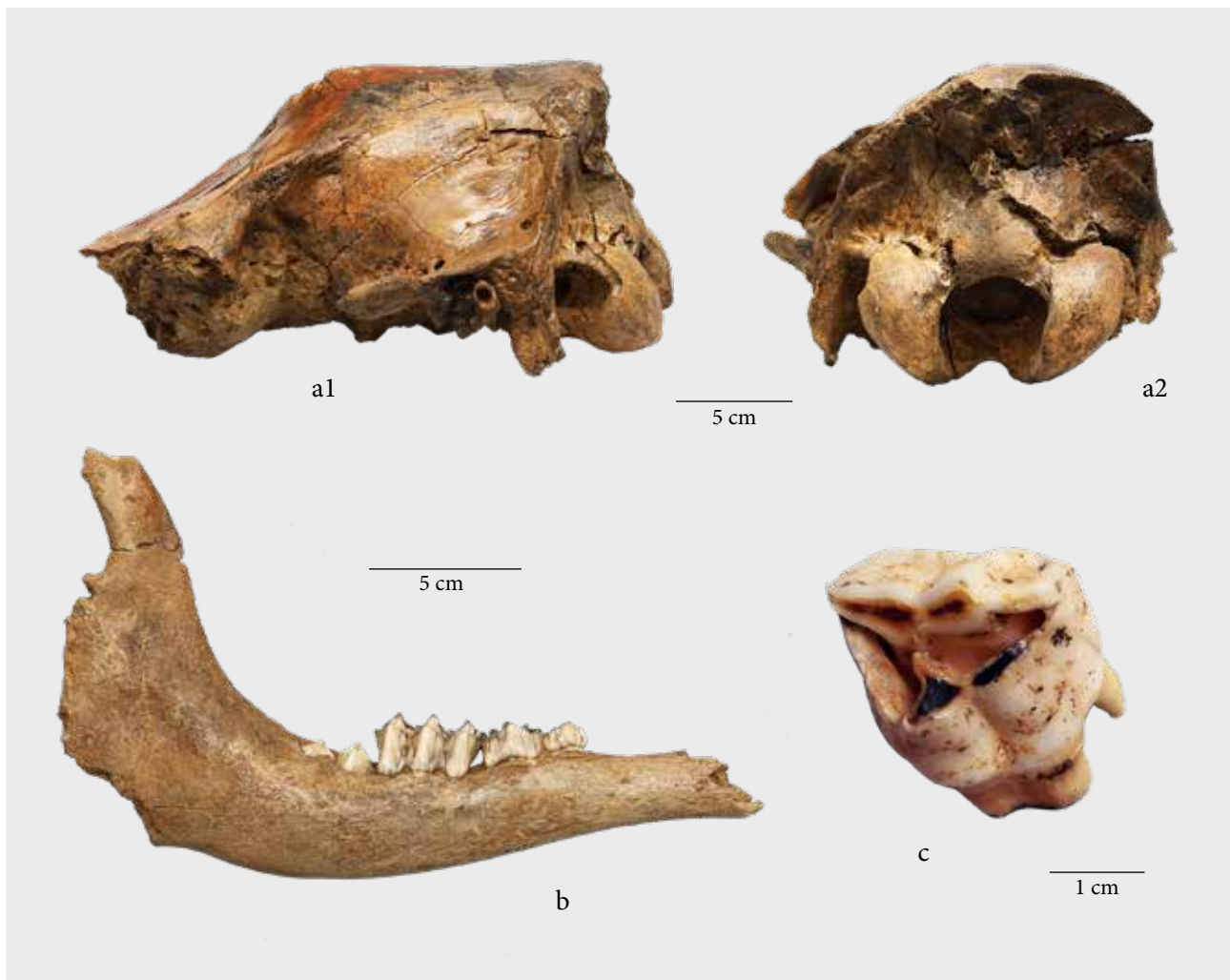


Fig. 7 – *Megaloceros giganteus*: neurocranio, n. 11.071, a1) norma laterale, a2) norma nucale (US 201); b) emimandibola destra, n. R. 126, norma laterale (US 100); c) premolare superiore destro (P^2), n. 11.072, norma oclusale (US 201).

il primo molare definitivo, M_1 , ancora in fase di eruzione. Nonostante la giovane età, il ramo mandibolare è già relativamente pachistotico (ovvero robusto, con una sezione tendente al circolare) come tipico degli adulti di questa specie. Anteriormente, rimane parte del diastema che si interrompe però prima della zona di sinfisi all'altra emimandibola. Il margine ventrale del ramo è completo, ma manca il processo angolare. La branca ascendente è grossomodo completa, mancando solo l'estremità del processo coronoideo. Il condilo mandibolare è stato però rosicchiato da qualche animale necrofago, come documentano i segni lasciati sul margine caudale della branca montante stessa. I tre decidui hanno tutti stilidi e tubercoli molto sviluppati. In particolare, il D_4 ha due possenti ectostilidi tra i tre lobi labiali ed un tubercolo linguale tra secondo e terzo lobo linguale. L'ala posteriore dell'ipoconide (lobo labio-distale) è molto sviluppata e ad andatura sigmoide come tipico dei molari inferiori di daini e megaceri (LISTER *et alii* 2005; BREDI, LISTER 2013).

L'ultimo reperto ascrivibile con certezza al megacero è un premolare superiore destro, P^2 n.11.072 (fig. 7.c). Il dente è stato utilizzato per la datazione al radiocarbonio, ma ne rimane un preciso calco in resina da cui possiamo constatare che morfologia e dimensioni fossero assolutamente tipiche per i P^2 e P^3 di questa specie. Sulla parete linguale è presente uno sviluppato solco, il *lingual cleft* degli autori di lingua inglese, che divide il cono linguo-mesiale da quello linguo-distale. La base della parete labiale, subito sopra al colletto del dente (linea di demarcazione radice-corona dentaria), presenta l'ingrossamento tipico dei megacerini (LISTER *et alii* 2005). La datazione al radiocarbonio del premolare ha fornito un'età di 20577-20161 cal BP (cronologia calibrata riferita alla deviazione standard 2σ).

M. giganteus è uno dei mammiferi più iconici dell'Era Glaciale. Comparso nello stadio isotopico 9 (circa 320000 anni fa), e presto diffusosi in tutta l'Eurasia, era un cervide di grosse dimensioni, che poteva rag-



Fig. 8 – *Capreolus capreolus*: a) palco destro, n. 09.054 (US 99); b) palco destro, n. 09.068 (US 99); c) scapola destra, n. 09.071, norma mediale (US 99); d) astragalo sinistro, n. 09.002, norma plantare (US 99).

giungere i 2 metri al garrese. I maschi possedevano enormi palchi palmati che raggiungevano un'ampiezza di m 3,5 circa. Dati morfologici e molecolari suggeriscono che, tra i cervi attuali, il suo parente più vicino sia il daino (LISTER *et alii* 2005). Abbandonò l'Italia nel Würmiano superiore, per sopravvivere più a lungo in altre regioni (nella Siberia occidentale una popolazione sarebbe sopravvissuta addirittura fino a 7800 anni fa). *M. giganteus* occupava ambienti freddi, aperti, di steppa o steppa-prateria e aree microtermiche umide a taiga aperta. Probabilmente l'ampiezza dei suoi palchi gli impediva di frequentare zone propriamente forestali.

Ordine ARCTIODACTYLA

Famiglia Cervidae

Genere *Capreolus* Gray, 1821

Capreolus capreolus (Linnaeus, 1758)

Il capriolo, *C. capreolus*, è rappresentato da un maggior numero di resti rispetto al megacero. Le misu-

re dei reperti sono raccolte in tab. 1. In particolare, sono da notare le porzioni di due palchi destri, 09.054 e 09.068 (fig. 8.a, b). Il primo consta della punta terminale (detta vertice), del pugnale posteriore (detto stocco) e della porzione di asta immediatamente inferiore alla diramazione di quest'ultimo. Il secondo consta del pugnale anteriore (talvolta detto oculare, ma da non confondere con il pugnale oculare del cervo nobile, che è in posizione molto più basale) e la porzione di asta alla sua base.

I due frammenti non entrano in contatto tra loro ma sono compatibili per colore, diametro e proporzioni generali, tanto che potrebbero appartenere a uno stesso esemplare. La porzione terminale ha scanalature dei vasi sanguigni meno marcate di quella prossimale, ma questo è compatibile con il normale sviluppo dell'ornamentazione nei palchi di capriolo, con forte perlinatura nella parte più prossimale (rosetta e prima porzione dell'asta) che poi diminuisce gradualmente nella porzione mediana, fino a scomparire quasi del

tutto appunto in quella terminale.

L'arto anteriore è rappresentato da una scapola destra, 09.071 (fig. 8.c), che preserva l'ala fin quasi alla partenza della porzione cartilaginea e la spina sostanzialmente completa. La fossa glenoide è circolare come tipico di tutti i cervidi, ma manca interamente il processo coracoideo. Nonostante la mancanza di questa importante porzione anatomica a valore determinante, le dimensioni e proporzioni sono chiaramente da capriolo.

L'arto posteriore è rappresentato da più elementi scheletrici: un astragalo sinistro, 09.002, un metatarso sinistro giovanile, R.129, una troclea distale di metapode, 08.071, e due falangi.

L'astragalo è completo e perfettamente preservato (fig. 8.d). In esso sono visibili due caratteri che distinguono il capriolo attuale e i suoi antenati (*C. cusanoides* della fine del Pleistocene Inferiore di Untermassfeld e *C. suessenbornensis* dell'inizio del Pleistocene Medio di Süssenborn e Voigtstedt - BREDA *et alii* in press), dalla linea del daino, l'altro cervide di piccole dimensioni presente nel Pleistocene italiano. Si tratta della presenza di una cavità tra le superfici articolari al *sustentaculum talii* del calcagno e al navicocuboide; e di una estremità prossimale del labbro mediale della troclea prossimale estremamente sviluppata. È curioso notare come entrambi questi caratteri siano condivisi con l'alce (BREDA 2005) e sembrano quindi differenziare le tribù Alcini e Capreolini dai cervi pleiometarcarpali del Vecchio Mondo.

Il metatarso giovanile R.129 è anch'esso completo e ben conservato, ma è privo delle troclee distali a partire dalla superficie dove si trovava la cartilagine di accrescimento. Nella superficie dorsale della diafisi distale, si vede come i due lati del solco mediano non siano perfettamente chiusi, come capita spesso negli individui giovanili. Confrontato dimensionalmente con individui attuali nella collezione del Prof. Benedetto Sala (Università di Ferrara), si nota come questo individuo sia di taglia decisamente robusta. Tuttavia, da un punto di vista morfologico, il reperto mostra due morfologie tipiche del capriolo attuale e dei suoi antenati pleistocenici, che lo differenziano dalla linea del daino: la superficie articolare plantare al navicocuboide è molto corta in senso medio-laterale (BREDA *et alii* in press); il margine latero-plantare della superficie articolare laterale (principale) al navicocuboide è piatta come nei caprioli (BREDA *et alii* in press) e in *Alces* e *Cervalces* (BREDA 2005), mentre piega prossimalmente nei daini (BREDA *et alii* in press).

A questo metatarso potrebbe appartenere una troclea distale di metapode, 08.071, che si interrompe anch'essa alla cartilagine di accrescimento.

Infine, le due falangi, entrambe sinistre rispetto l'asse

della zampa, potrebbero essere associate tra loro. Si tratta di una falange prima, rinvenuta nel 2009, e di una falange seconda, R202.

Il capriolo è un piccolo cervo dalla pelliccia da rossastra a grigio-bruna, alto cm 65-75 al garrese. I maschi

reperto scapola destra 9.071	Ld 87	HS 149	DHA >145	SLC 19	BG 21,8
reperto astragalo sinistro 9.002	GB 20,4	GLI 31,2	GLm 29,6		
reperto metatarso giovanile R.129	Bp 20,9	Dp 22,1	SB 10,8	SD 13	
reperto I falange sinistra rinv. 2009	Bp 11,5	Bd 9,8	GL 36,9	SD 8,3	
reperto II falange sinistra R202	Bp 10,5	Bd 7,6	GLpe 25,7	SD 7,2	

Tab. 2 – Misure in mm di reperti di *Capreolus capreolus*. Metodo e acronimi di von den Driesch (1976).

sono dotati di piccoli palchi a tre punte inseriti verticalmente sul cranio. È ben adattato ad ambienti freddi con una certa copertura arborea. Pur prediligendo la foresta, si può spingere infatti anche in praterie arborate.

Il più antico capriolo fino ad ora rinvenuto data al Miocene medio della Russia e appartiene al genere *Procapreolus*. Il genere *Capreolus* arriva in Europa con *C. cusanoides* alla fine del Pleistocene Inferiore di Untermassfeld (Germania: KAHLKE 2001). Si trattava di una forma di taglia superiore a quella attuale, ma morfologicamente estremamente simile, a parte un appiattimento laterale dei palchi. Questa specie è stata sostituita da *C. suessenbornensis* all'inizio del Pleistocene Medio e quindi dalla specie nominale tuttora vivente circa 40000 anni fa.

È diffuso in Europa dal Mediterraneo ai paesi scandinavi e dalla Gran Bretagna al Caucaso.

Carnivori (P.R.)

Dal deposito provengono molti resti di lupo, distribuiti in tutte le unità stratigrafiche, e solo tre reperti attribuiti al tasso, scoperti nella US 100.

Ordine CARNIVORA

Famiglia Canidae

Genere *Canis* Linnaeus, 1758

Canis lupus Linnaeus, 1758

Il lupo, *Canis lupus* è ben rappresentato nel giacimento. Di questo animale sono stati recuperati due incisivi superiori e diversi elementi anatomici postcraniali. L'incipiente usura di uno degli incisivi indica l'appartenenza ad un individuo anziano: i lupi utilizzano gli incisivi per spolpare le prede (fig. 9). La colonna vertebrale è rappresentata da alcune vertebre toraciche e caudali (fig. 10.a1, a2). Il radio 09.050 e l'ulna R 27 sono ben conservati e attribuibili a lupi adulti (fig. 10.g, h), che presentavano caratteristiche morfometriche simili a quelle di *Canis lupus italicus* attuale. Queste parti anatomiche hanno dimensioni analoghe a quelle del lupo ID T101, conservato presso il Parco Naturale delle Alpi Marittime: un esemplare maschile che ha una altezza al garrese di cm 69.

Tra i reperti meglio conservati ci sono tre metacarpi, quattro metatarsi, e molte falangi intere ben ossificate, attribuibili ad esemplari adulti di dimensioni comparabili con quelle del lupo appenninico (fig. 10.b, c, d, e, f). Un cuboide ed uno scafoide risultano piuttosto grandi e massicci (fig. 10.i1, i2, i1, i2).

La dentizione eterodonte di tipo generalista del lupo gli permette di sviluppare differenti tecniche di presa e uccisione delle prede. Con la sua forte dentatura e

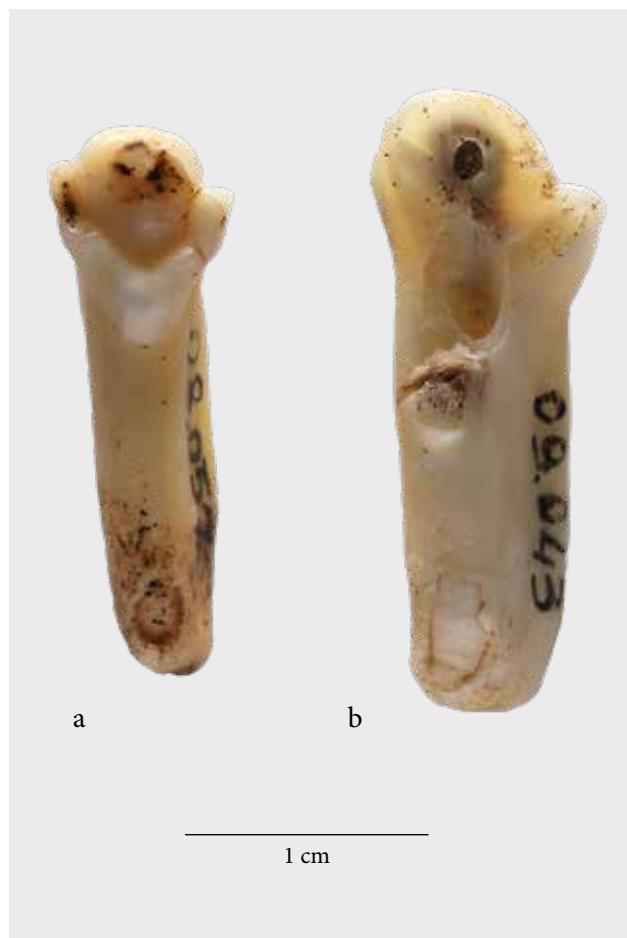


Fig. 9 – Incisivi superiori di *Canis lupus*, norma oclusale, a) n. 08.057, b) n. 09.043 (US 100).

muscoli potenti può afferrare ed abbattere anche prede di grosse dimensioni.

I lupi di Cava a Filo si nutrivano di bisonti, mangiando anche legamenti e cartilagini, tanto da rosicchiare alcune ossa in maniera tale da renderle appena riconoscibili, come alcuni frammenti di calcagni (fig. 11.a, b) e la testa articolare di un femore di un giovane esemplare. Dallo studio dell'alimentazione di lupi in cattività si è potuto constatare che nei bovini il *tuber calcanei* dei calcagni viene consumato durante le fasi iniziali della sequenza di distruzione della carcassa; si staccano così i legamenti della cavaglia, liberando l'autopodio (CAMPAS, BEAUVAL 2008). È probabile che questi animali cacciassero attivamente i bisonti come avviene oggi con il *Bison bison*, ma potevano anche cibarsi dei resti scartati da cacciatori paleolitici.

Negli ambienti dove coesistono lupi e bisonti, come nel Wood Buffalo National Park negli Stati Uniti d'America e lo Slave River Lowlands in Canada, i lupi cacciano regolarmente i bisonti; alcuni branchi si specializzano nella loro caccia sviluppando tecniche efficaci (SMITH 2000). Nello Yellowstone National Park i lupi predano sia i bisonti che gli alci, ma la percentuale di esemplari di alci abbattuti è molto maggiore, probabilmente perché si tratta di prede più abbondanti e facili da uccidere (JAFFE 2001; SMITH 2000). Oggi in Italia ed in Europa le prede principali dei lupi sono rappresentate dagli ungulati di medie e grosse dimensioni (BOITANI *et alii* 2003; PETERS 1993). Nelle praterie fredde dell'Ultimo Massimo Glaciale i bisonti dovevano essere gli artiodattili più abbondanti, dobbiamo quindi aspettarci che fossero le prede abituali di branchi di lupi, specializzati nel loro abbattimento, che probabilmente privilegiavano esemplari giovani o indeboliti.

Questo animale sembra aver avuto origine nel continente euroasiatico dal quale colonizza il Nord America durante il Pleistocene (KURTÉN, ANDERSON 1980). In Italia il lupo appare nel Pleistocene Medio e risulta ampiamente diffuso nei diversi ambienti dal Pleistocene Superiore fino ad oggi. La specie è adattabile alla gran parte degli habitat e sembra limitata maggiormente dalla quantità e qualità delle sue prede (BOITANI *et alii* 2003).

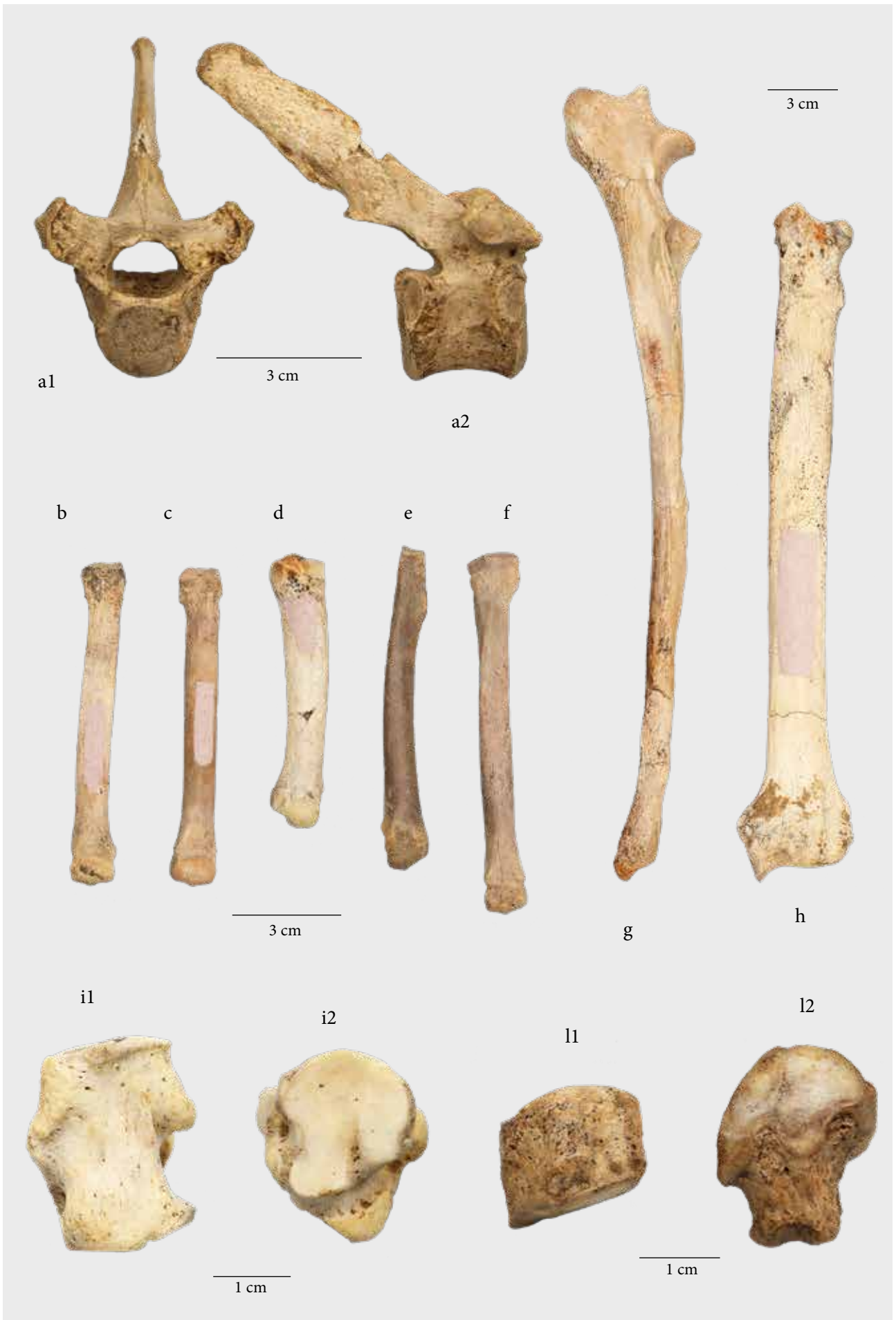
Ordine CARNIVORA

Famiglia Mustelidae

Genere *Meles* Brisson, 1762

Meles meles (Linnaeus, 1758)

Del tasso, *Meles meles*, sono stati recuperati solo pochi resti: un frammento di premaxillare sinistro con un incisivo, il cantone (08.042), una diafisi di omero destro (R.182) e l'epifisi distale di un femore sinistro



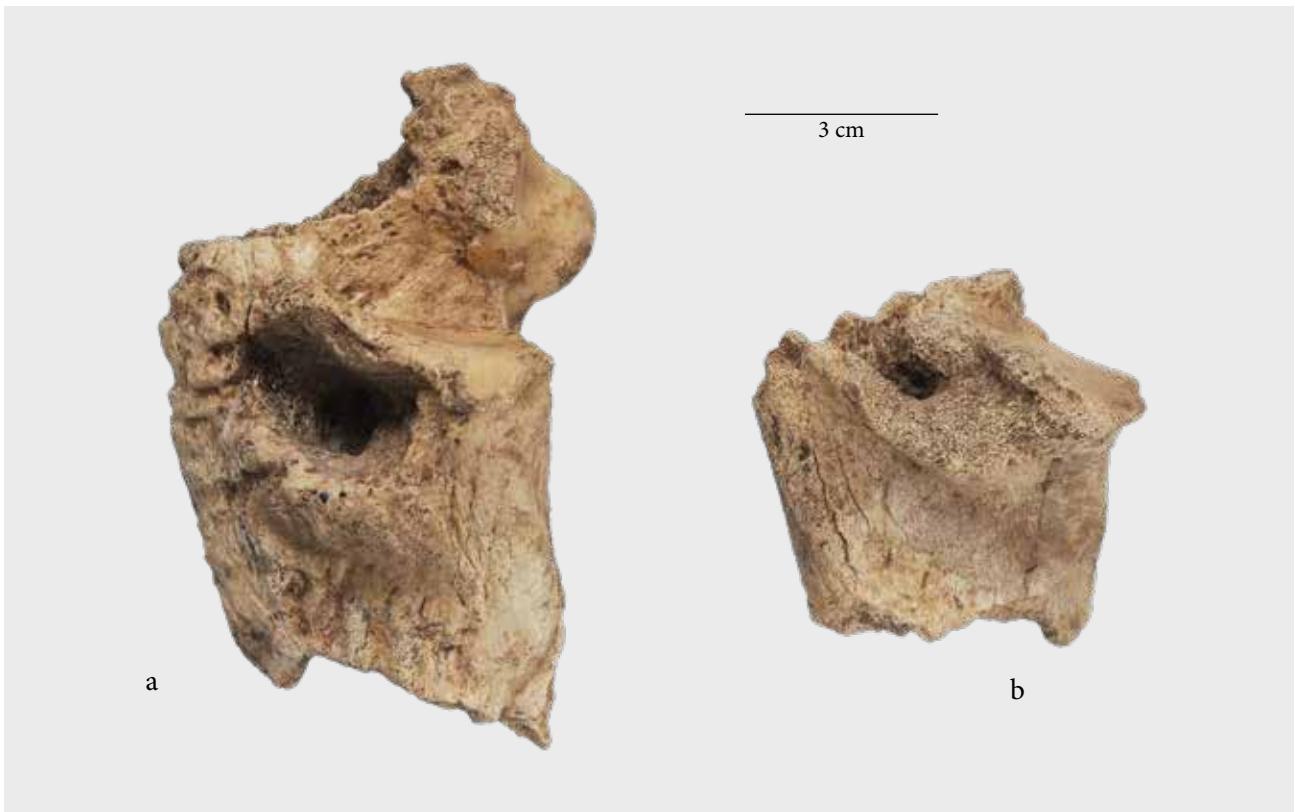


Fig. 11 – Calcagni di bisonte rosicchiati da lupi, in norma mediale: a) n. 219 (US 100), b) n. 08.198/b (US 100).

(R.220) pertinenti ad esemplari giovani.

Il tasso è un animale dal comportamento trofico generalista, legato ad ambienti caratterizzati da una buona copertura arborea od arbustiva. Negli ambienti forestali il mustelide trova rifugio e risorse trofiche adeguate.

In Italia resti di tasso si trovano in associazioni faunistiche a partire dal Pleistocene Medio (CALOI, PALOMBO 1994).

Lepre (E.G.)

Ordine LAGOMORPHA

Famiglia Leporidae

Genere *Lepus* Linnaeus, 1758

Lepus timidus Linnaeus, 1758

Alcuni reperti isolati di lepre sono stati recuperati durante le campagne di scavo 2006 (una falange prossimale e due femori), 2008 (un calcagno sinistro – fig.

12.e) e 2011 (un frammento di tibia ed un IV/III mt di grandi dimensioni). Il reperto più interessante è stato invece recuperato nel 2009, e consiste in uno scheletro pressoché completo di lepre, in cui risultano mancanti unicamente il femore e il coxale destri e alcune porzioni degli autopodi. Lo scheletro giaceva alla base della US 100 (riconosciuta come “area A” durante lo scavo), adagiato su un fianco.

La sutura frontale non è ancora saldata e l'area occipitale si è parzialmente scomposta nelle singole ossa del parietale e temporale (fig. 12.a1). Lo stato di ossificazione delle suture frontali indica un'età approssimativa dell'animale al momento della morte di circa 6-8 mesi di vita, probabilmente nella stagione autunnale o durante l'inverno (*Stage 2* secondo CABOŃ-RACZYŃSKA 1964). Le ossa lunghe degli arti, con l'eccezione della parte distale dell'ulna, sono completamente saldate, e non è più visibile la giunzione tra epifisi e diafisi (fig. 12.c, d).

Fig. 10 (nella pagina accanto) – *Canis lupus*: vertebra toracica, n. 11.029, a1) norma craniale, a2) norma laterale (US 99); b) metacarpo 3°, n. 11.018, norma dorsale (US 99); c) metacarpo 4°, n. 11.031, norma dorsale (US 99); d) metacarpo 5°, n. 09.049, norma dorsale (US 99); e) metatarso 2°, n. 11.035, norma dorsale (US 100); f) metatarso 4°, n. 11.055, norma dorsale (US 99); g) ulna destra, n. R.27, norma laterale (US 99); h) radio sinistro, n. 09.050, norma dorsale (US 99); cuboide, n. 09.004, i1) norma dorsale, i2) norma distale (US 100); scafoide, n. 08.041, l1) norma dorsale, l2) norma distale (US 100).

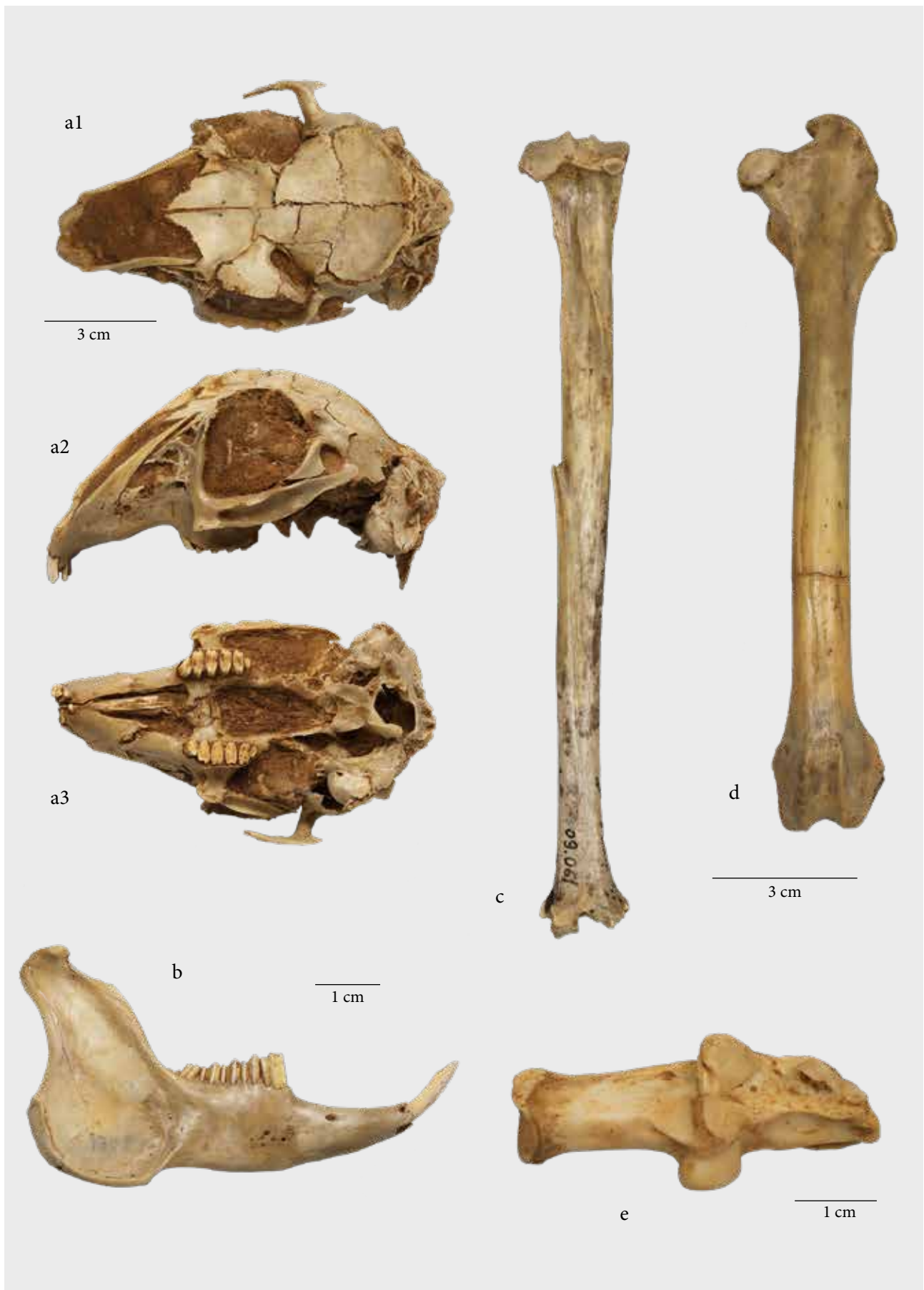


Fig. 12 - *Lepus timidus*: cranio, n. 09.061, a1) norma frontale, a2) norma laterale, a3) norma basale (US 100); b) emimandibola destra, n. 09.061, norma laterale; c) tibia sinistra n. 09.061, norma plantare; d) femore sinistro, n. 09.061, norma dorsale; e) calcagno sinistro n. 08.171, norma mediale (US 100).

Nonostante l'eccezionale recupero di uno scheletro pressoché intero, l'identificazione specifica della lepre non è del tutto sicura. Alcuni caratteri suggeriscono l'appartenenza a *Lepus europaeus*, la lepre comune (o europea), mentre le caratteristiche dentarie la avvicinano a *Lepus corsicanus*, la lepre italiana (o corsa). Le dimensioni delle varie parti scheletriche, invece, conducono ad una determinazione come *L. timidus*, la lepre bianca. Il confronto con il materiale zoologico attuale, suggerisce che lo scheletro in studio appartenga a quest'ultima specie. La cronica mancanza di studi morfologici di comparazione riguardanti la lepre bianca, sia in Italia che in Europa, non permette comunque ancora di stabilire con sicurezza quali siano i caratteri specifici distintivi oltre alle generiche ridotte dimensioni della lepre bianca rispetto a quella comune.

Nel cranio, l'estremità radicale del primo incisivo superiore termina in corrispondenza della sutura premaxillare-massellare. Palacios (1996) considera questo carattere importante per la distinzione tra *L. europaeus* e *L. corsicanus* (fig. 12.a2).

La morfologia dell'incisivo superiore e del secondo premolare superiore ricalca quella tipica della lepre europea, mentre il terzo premolare superiore non presenta il caratteristico infossamento dello smalto (fig. 12.a3). La mandibola presenta la serie dentaria completa (fig. 12.b). Il disegno dello smalto nel terzo premolare inferiore è semplice come nella lepre italiana.

Come detto, le dimensioni corporee sono simili alla lepre bianca (*L. timidus*).

I primi reperti di lepre compaiono in Nord America nel Pleistocene Inferiore, all'incirca 2,5 milioni di anni fa (LÓPEZ-MARTÍNEZ 2008). In Italia, il genere

Lepus viene segnalato per la prima volta nel Pleistocene Medio.

Nel periodo di sedimentazione dell'accumulo fossilifero di Cava a Filo, tra la fase strettamente relazionata all'Ultimo Massimo Glaciale e il primo successivo periodo di miglioramento climatico, in Italia vengono riconosciute tre specie di lepri. *L. timidus*, o lepre bianca, godeva di una distribuzione continua tra il Nord Europa e l'Asia al di sotto del limite dei ghiacciai, come dimostrato dalla bassa differenziazione genetica all'interno della specie (MELO-FERREIRA *et alii* 2007) e dai ritrovamenti fossili in Spagna, Germania e Belgio, raggiungendo latitudini corrispondenti al versante Italiano delle Alpi. A tutt'oggi, la lepre bianca è presente in Italia solo come una popolazione ristretta lungo l'arco alpino in ambienti forestali misti.

Ad oggi, la lepre comune è una specie abbastanza plastica, adattata a vivere in ambienti aperti, e la sua frequenza diminuisce notevolmente con l'altitudine e la presenza di coperture boschive. *Lepus corsicanus* occupa invece il sud della penisola, dalla Sicilia fino alla Toscana ed è una specie strettamente legata al clima mediterraneo. Quest'ultimo fattore di fatto esclude la sua presenza nel deposito. Reperti fossili di *L. corsicanus* vengono segnalati da Salari *et alii* (2011) nel Lazio, in una fase più recente rispetto all'ex Cava a Filo (circa 13000 anni fa). Essendo un animale adatto a diversi ambienti, ma preferendo climi tendenzialmente secchi, la sua distribuzione durante il Pleistocene Superiore è probabilmente il risultato di un arretramento di latitudine in risposta all'avanzamento verso sud di climi freddi correlabili alla fase glaciale del MIS 2.



Fig. 13 - Emi-mandibola destra di *Marmota marmota*, n. 08.086, norma laterale (US 100).

Marmotta (E.G.)

Ordine RODENTIA

Famiglia Sciuridae

Genere *Marmota* Blumenbach, 1779

Marmota marmota (Linnaeus, 1758)

La marmotta è rappresentata solo da due incisivi e da un frammento di mandibola (fig. 13) determinati come *Marmota marmota*, o marmotta alpina.

La mandibola recuperata è esile e di piccole dimensioni. Il quarto premolare ed il primo molare, gli unici ancora presenti oltre all'incisivo, non presentano usura dello smalto lungo la superficie di masticazione, ad indicare un'età abbastanza giovane dell'animale al momento del decesso.

Il genere *Marmota* compare per la prima volta nel Miocene in nord America, per poi diffondersi in Asia ed Europa durante il Pleistocene Inferiore, differenziandosi in numerose specie (STEPAN *et alii*, 1999). In Italia, reperti fossili appartenenti a questa specie sono diffusi in tutto l'arco alpino e a basse altitudini (BON *et alii* 1991). Nell'area dei Gessi Bolognesi, resti di marmotta sono stati recuperati nel sito di Cava Fiorini (CENCINI 1965).

Quando la specie è presente con un numero consistente di reperti, il suo accumulo in contesti fossiliferi è solitamente riconducibile alla caccia da parte dell'uomo per l'utilizzo delle pelli (GURIOLI *et alii* 2006a) o alla presenza di colonie ipogee che disturbano il record stratigrafico. Nel deposito in esame, invece, il contesto di accumulo e la presenza di soli tre reperti sembra riconducibile al semplice trasporto passivo dei resti dell'animale all'interno della cavità.

L'evoluzione paleoambientale (P.P.)

I numerosi dati crono-stratigrafici acquisiti sul deposito fluvio-carsico di ex Cava a Filo consentono oggi di delineare una ricostruzione paleoambientale piuttosto dettagliata del territorio dei Gessi Bolognesi in un periodo di circa 7000 anni compreso tra l'Ultimo Massimo Glaciale (25000-24500 2σ cal BP) e l'inizio del Tardoglaciale (18500-17500 2σ cal BP). La ricostruzione paleoambientale presentata in questo capitolo si basa sull'analisi stratigrafico-sedimentologica dei depositi, sulle faune riconosciute (macromammiferi, micromammiferi, uccelli) e sulle evidenze vegetazionali fornite dalle prime campionature polliniche (MARCHESINI *et alii* in questo volume). Riguardo questo ultimo aspetto, è da tenere sempre presente la complessità dell'interpretazione dei diagrammi pollinici per effetto della coesistenza di due piogge polliniche contenute nei sedimenti pleistocenici: una com-

ponente primaria coeva alla formazione del deposito e sostanzialmente riferibile a un momento avanzato, a clima freddo, del Pleistocene Superiore (25000-17500 2σ cal BP) e una componente secondaria, con essenze di clima temperato-caldo (come *Carya*, *Pterocaria* e *Tsuga*), proveniente dai depositi superficiali delle Sabbie Gialle datate alla fine del Pleistocene inferiore (1200000-730000 anni fa, all'incirca). Questo contesto sedimentario, che può complicare l'interpretazione del dato pollinico poiché i pollini "residuali" non sono sempre facilmente identificabili, era stato già messo in evidenza durante lo studio di altri riempimenti quaternari presenti entro tasche superficiali, come nel caso dei depositi del Pleistocene Superiore di Cava I.E.C.M.E. (BISI *et alii* 1977).

Significativo, nel caso dei depositi di ex Cava a Filo, è il rinvenimento di pollini di essenze arboree riferibili al querceto misto (come *Quercus*, *Carpinus*, *Acer*, *Ostrya*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ulmus*) all'interno dei sedimenti messi in posto durante l'Ultimo Massimo Glaciale e associate a essenze arboree di clima freddo come *Pinus mugo*, *Pinus sylvestris* e *Betula pubescens*. Il fatto che queste specie siano presenti con percentuali più elevate nei livelli che mostrano la maggiore concentrazione di essenze arcaiche del Pleistocene Inferiore (MARCHESINI *et alii* in questo volume) potrebbe essere indicativo di una giacitura secondaria e di una loro rimobilizzazione dai depositi delle Sabbie Gialle. Tutto ciò sottolinea, una volta di più, la necessità di interpretare i diagrammi pollinici considerando gli eventuali processi di risedimentazione di materiali provenienti da depositi superficiali più antichi. L'importanza di questi fenomeni di rimobilizzazione è confermata dalle indagini palinologiche più recenti effettuate su vari depositi del Pleistocene Superiore presenti nel territorio dei Gessi Bolognesi (MARCHESINI *et alii* in questo volume).

La rilevanza scientifica della successione stratigrafica dei depositi di ex Cava a Filo, può essere adeguatamente valutata se si considera il fatto che le sequenze contenenti faune e/o manufatti antropici riferibili all'Ultimo Massimo Glaciale sono in genere scarse e, per questo motivo, poco note. Questo fatto dipende da motivazioni stratigrafiche, sedimentologiche e paleoambientali: fenomeni erosivi e/o di ruscamento superficiale, attivatisi alla fine dell'ultima acme glaciale würmiana, hanno determinato frequentemente lo smantellamento dei depositi di questo periodo, causando la loro erosione e la loro rimobilizzazione (come nel caso dei depositi di ex Cava a Filo). Anche le condizioni ambientali particolarmente gravose di questo periodo, legate al clima freddo e arido che ha favorito la diffusione degli ambienti di steppa, hanno agevolato la demolizione delle coltri di depositi

superficiali. Nel Pleistocene Superiore, sulle colline dei Gessi Bolognesi, i materiali superficiali quaternari erano caratterizzati dalla presenza di estese coperture di *loess*, localmente sovrapposte a lembi residui di Sabbie Gialle legate al ciclo sedimentario della fine del Pleistocene Inferiore. Solo condizioni particolari, come quella che ha determinato la messa in posto dei depositi fluvio-carsici di ex Cava a Filo, hanno consentito la conservazione dei depositi riferibili all'Ultimo Massimo Glaciale. In questo caso i materiali quaternari superficiali, erosi e rimobilizzati, sono stati convogliati all'interno di un inghiottitoio carsico, dal quale poi sono stati immessi entro un sistema di cavità sub-orizzontali dove si sono depositati, permettendo la conservazione del ricco contenuto paleontologico e palinologico.

Considerando le tre principali fasi di sedimentazione riconosciute all'interno dei depositi di ex Cava a Filo, è possibile delineare una certa evoluzione degli antichi ambienti che hanno interessato questo settore dell'Appennino bolognese. La fase più antica del deposito (Cava Filo-1) corrisponde a un'acme fredda dell'Ultimo Massimo Glaciale würmiano contraddistinto dalla grande diffusione delle praterie fredde e aride in cui dominano il bisonte delle steppe e il lupo, insieme, verosimilmente, anche al megacero, che frequentava inoltre ambienti di taiga aperta. La grande concentrazione di resti di bisonte delle steppe rende il giacimento in esame quasi un *unicum* nel panorama paleontologico italiano, sottolineando, ancora una volta, l'importanza di questo sito nella ricostruzione ambientale dell'Ultimo Massimo Glaciale. L'ambiente di steppa che identifica questo particolare periodo, contrassegnato dalle piante erbacee, risulta popolato da faune poco differenziate, capaci di adattarsi a condizioni climatiche particolarmente difficili e selettive, e fra queste faune un ruolo primario è assunto proprio dal bisonte delle steppe, in genere assai più raro nei depositi italiani del Pleistocene Superiore. Il periodo in questione è dunque caratterizzato da un popolamento faunistico monotono, con poche specie adatte a vivere in condizioni climatiche di freddo intenso e di notevole aridità. Una situazione climatica, questa, comune a molte aree dell'Europa durante l'Ultimo Massimo Glaciale che caratterizza l'ultima fase della glaciazione würmiana.

Un ambiente dominato dalla steppa e da climi arido-freddi contraddistingue anche la fase Cava Filo-2 che corrisponde, con ogni probabilità, all'ultimo picco glaciale registratosi all'interno del periodo di tempo oggi identificato come Ultimo Massimo Glaciale o LGM (all'incirca tra 27000 e 19000 anni fa). Le condizioni climatiche, e anche gli stessi processi sedimentari, sembrano molto simili a quelle che han-

no determinato la messa in posto dei primi depositi all'interno del sistema di cavità a sviluppo sub-orizzontale. La principale differenza sembra essere legata alla diffusione di un maggior numero di specie animali (bisonte, megacero, lupo, volpe, marmotta e lepre) rispetto alla fase precedente (bisonte, lupo), verosimilmente connesso con una maggiore varietà ambientale. Tale fatto è da mettere in relazione con un progressivo miglioramento climatico, contraddistinto da condizioni maggiormente umide, che prelude l'instaurarsi del miglioramento climatico noto come "Optimum Climatico Pleniglaciale" che contrassegna la fine dell'UMG.

L'ultima fase sedimentaria (Cava Filo-3), con la quale in pratica si determina l'obliterazione pressoché completa della cavità a galleria, inizia all'incirca 18500 anni fa e documenta il miglioramento climatico del cosiddetto "Optimum Climatico Pleniglaciale" (19000-18000 anni fa, all'incirca) e, successivamente, l'avvento del Tardoglaciale con l'inizio del Dryas Antichissimo (*Oldest Dryas* o Dryas 1), tra 18000 e 17500 anni fa. In questo caso si tratta di situazioni ambientali piuttosto diverse. Durante l'Optimum Climatico Pleniglaciale avviene un sensibile miglioramento climatico che determina, in particolare, un aumento dell'umidità e delle temperature. In queste circostanze si registra un deciso aumento delle aree boscate, con boschi "freddi" caratterizzati da pino mugo (*Pinus mugo*) e pino silvestre (*Pinus sylvestris*), talvolta associati a betulla (*Betula pubescens*). L'ambiente passa dalle precedenti praterie arido-fredde della steppa periglaciale a ambienti di steppa-tundra con praterie alternate a consorzi forestali "a parco" dominati dalle pinete. Si tratta di specie forestali pioniere che segnalano l'avvio della ri-colonizzazione arborea delle colline e della Pianura Padana dopo le fasi più fredde dominate dagli ambienti steppici, durante le quali la vegetazione era pressoché esclusivamente erbacea e arbustiva. Il miglioramento climatico, e soprattutto la maggiore umidità, determinano la comparsa di ambienti differenziati con aree a prateria che si alternano a zone boscate con pini e betulle, aree rocciose e piccoli specchi lacustri. In queste circostanze aumentano le varie nicchie ecologiche e viene favorita una maggiore variabilità nel popolamento animale, con la comparsa anche di specie adattate ad ambienti forestali (ermellino, cinghiale, tasso, ecc.), specie che nelle fasi precedenti più arido-fredde erano assenti. Di conseguenza aumenta notevolmente il numero di specie animali presenti nel deposito (US 100): l'associazione faunistica più recente comprende, infatti, un numero maggiore di *taxa*: bisonte, lupo, megacero, marmotta, volpe, ermellino, lepre, capriolo, tasso ed anche vari tipi di uccelli (PARONUZZI *et alii* in questo volume).

Conclusioni (P.P., M.B., E.G., P.R.)

Le tre associazioni faunistiche (Cava Filo-1, Cava Filo-2 e Cava Filo-3) rinvenute nel sito, presenti in notevole quantità e all'interno di un preciso contesto stratigrafico-sedimentologico, permettono importanti considerazioni sia sul piano paleoambientale-paleoecologico che su quello crono-stratigrafico, con dati di notevole importanza che possono venire confrontati con altri siti paleontologici già noti del Pleistocene Superiore italiano.

Innanzitutto, dal punto di vista faunistico, nell'ex Cava a Filo risulta chiaramente dominante, tra i grandi mammiferi, l'associazione bisonte/megacero/lupo, con una netta prevalenza dei resti riferibili al bisonte delle steppe (*Bison priscus*) pari al 73% dell'intero complesso di grandi mammiferi (PARONUZZI *et alii* in questo volume). La notevole abbondanza di resti di *Bison priscus* mostra la notevole diffusione di questo grande ungulato nelle steppe dell'ultima acme glaciale würmiana. La sua rarità, come già è stato sottolineato, dipende dalla sostanziale scarsità e/o rarità dei depositi ascrivibili a tale fase climatica nei vari contesti geologici italiani. Questo fatto sottolinea, ancora una volta, l'importanza scientifica del giacimento di ex Cava a Filo.

Resti di *Bison priscus* si rinvencono all'interno di tutte le principali unità stratigrafiche riconosciute negli scavi più recenti (U.S. 99, U.S. 102, U.S. 100 e U.S. 201), nell'insieme riferibili a un intervallo cronologico compreso tra 24500 e 17500 anni fa. L'associazione bisonte/megacero/lupo rappresenta, in modo molto evidente, la fauna a macromammiferi che popolava gli ambienti arido-freddi di steppa, dominati dalle piante erbacee, durante l'Ultimo Massimo Glaciale. Si tratta di specie particolarmente frugali, adatte quindi a vivere in un ambiente arido-freddo, dotato di scarse risorse alimentari vegetali, come la steppa.

Dal punto di vista cronologico, le varie datazioni ¹⁴C sinora acquisite, indicano che l'associazione bisonte/megacero/lupo può venire considerata tipica delle acmi più fredde riconducibili all'ultima fase climatica contraddistinta da freddo intenso e notevole aridità (Ultimo Massimo Glaciale o *Last Glacial Maximum*), presente in Europa in particolare tra 27000 e 19000 anni fa. Tutti i dati attualmente disponibili mostrano che le tre specie rappresentavano la popolazione di grandi mammiferi più caratteristica della Pianura Padana e i rilievi pedecollinari dei Gessi Bolognesi

durante l'ultima acme glaciale (27000-19000 cal BP). Se si confrontano questi dati con le altre evidenze già note, peraltro piuttosto scarse, di *Bison priscus* provenienti dalla Pianura Padana e dal settore italiano dell'arco alpino non si può fare a meno di notare l'elevata concentrazione di resti di bisonte delle steppe provenienti da ex Cava a Filo, mentre l'animale risulta assai più raro nei siti paleontologici e nei depositi archeologici dell'Italia settentrionale (soprattutto siti archeologici in grotte e/o ripari) risalenti all'ultimo glaciale würmiano.

Alla luce dei dati crono-stratigrafici sinora noti, le evidenze certe di *Bison priscus* nell'Italia settentrionale si datano prevalentemente a partire da circa 50000-45000 anni fa, quindi a partire da un momento centrale dello stadio isotopico marino MIS3 (60000-27000 BP). Data la stretta associazione con gli ambienti di prateria arido-fredda, da cui deriva la nota definizione di "bisonte delle steppe", è del tutto verosimile che la sua presenza sia associata ai diversi picchi "freddi" che contraddistinguono lo stadio isotopico MIS3, caratterizzato proprio dalla rapida alternanza di stadi freddi che si susseguono, con variazioni temporali piuttosto rapide, a interstadi più temperati. Ad esempio, risultano riferibili allo stadio MIS3 alcuni frammenti ossei di bisonte delle steppe che provengono dallo strato A9 della grotta di Fumane (ROMANDINI *et alii*, 2014), entro un livello contenente industria musteriana che è stato radiodato con il ¹⁴C a circa 47600-45000 cal BP. Evidenze analoghe provengono dal riempimento del cosiddetto "Inghiottitoio A" della Cava I.E.C.M.E., un sito molto prossimo al giacimento di ex Cava a Filo, dove un frammento osseo, con molte probabilità riferibile a *Bison priscus* (determinazione di Paolo Reggiani), è stato radiodato nel 2012 dal laboratorio di Groningen (campione GrA-52969) e ha fornito una datazione di 39720 +380/-340 BP (2σ cal: 43100-44412 BP)¹. Nella maggior parte dei siti sinora esplorati, i resti di *Bison priscus* si presentano in percentuali assai modeste o addirittura sono rappresentati da un singolo frammento come nel caso di quello proveniente dal livello 1g del Riparo del Broion (Colli Berici, Vicenza), riferito ad un contesto Aurignaziano datato tra 32000 e 30000 BP (GURIOLI *et alii*, 2006b).

La presenza del bisonte della steppa sembra aumentare decisamente a partire da circa 27000 anni fa, con l'avvento del successivo stadio isotopico MIS2 quando ha effettivamente inizio l'Ultimo Massimo

¹ Calibrazione di P. Paronuzzi (2011), con CALIB RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM -Copyright 1986-2011 M. Stuiver and P.J. Reimer - utilizzato insieme a M. Stuiver, P.J. Reimer, "Radiocarbon", 35,1993, pp. 215-230.

Glaciale che si concluderà intorno a 19000 anni fa, in termini di cronologia calibrata. È riferibile a questo arco di tempo e, verosimilmente anche all'inizio del Tardoglaciale, il ricco deposito ossifero pleistocenico con resti di *Bison priscus* della grotta Tilde (denominata anche grotta dell'Alce; BATTAGLIA 1924) nei pressi di Gabrovizza sul Carso triestino. Questo importante giacimento paleontologico è rappresentato da un riempimento carsico di pietrisco che occlude completamente una cavità a sviluppo sub-verticale. Il deposito fossilifero affiora alla base di un camino intercettato da un sistema ipogeo a gallerie sub-orizzontali e contiene una ricca fauna a macromammiferi considerata "fredda" (BATTAGLIA 1924), piuttosto omogenea e con diverse analogie rispetto al deposito di ex Cava a Filo. L'associazione faunistica di questa grotta (BATTAGLIA 1924; RIEDEL 1980) evidenzia infatti la presenza del bisonte di steppa insieme ad una notevole quantità di resti di cavallo (circa il 25% dei resti fossili: RIEDEL 1980), megacero, cervo, uro, lepore, lupo e leone delle caverne, insieme ad alcuni resti riferibili all'alce (FABIANI 1919).

Con l'avvento del Tardoglaciale, dopo l'Optimum Climatico Pleniglaciale (19000-18000 anni fa, all'incirca) che chiude il picco freddo dell'UMG, il bisonte delle steppe risulta ancora presente, come confermato dal reperto osseo (campione GrA-52970) proveniente dall'US 100 che è stato datato con il ^{14}C a circa 17500 anni fa (17437-17838 2σ cal BP). Questo dato cronologico dimostra che il bisonte delle steppe era ancora presente nel territorio dei Gessi Bolognesi quando ha avuto inizio il primo irrigidimento climatico dovuto all'avvento del Dryas Antichissimo (*Oldest Dryas*). In questo momento il paesaggio ritorna ad essere caratterizzato dalla diffusione degli ambienti arido-freddi di steppa, contrassegnati dalle piante erbacee e dal pascolo dei grandi erbivori. Altri, seppur sporadici, dati dimostrano che il bisonte delle steppe continuò a popolare le pianure dell'Italia settentrionale durante il Tardoglaciale. Ne è la prova, ad esempio, il campione radiodato di *Bison priscus* (campione Beta-128159: 13400 \pm 70 BP) proveniente dal sito di Settepolesini di Bondeno presso Ferrara (SALA, GALLINI 2002) che, in termini di cronologia calibrata, corrisponde all'intervallo 16339-15877 2σ cal BP. Questo dato cronologico, insieme alle evidenze di ex Cava a Filo, dimostra che il bisonte delle steppe era ancora presente nella Pianura Padana almeno sino alla fine del Dryas Antichissimo (all'incirca 15000 anni fa). È del tutto verosimile, quindi, che il *Bison priscus* si sia estinto dall'areale dell'Italia settentrionale a partire da un momento avanzato, se non finale, del Tardoglaciale.

Bibliografia

- M. ALESSIO, F. BELLA, C. CORTESI, B. TURI 1969, *University of Rome Carbon 14 Dates VII*, "Radiocarbon", 11(2), pp. 482-498.
- G. ANFOSSI, M. ROSSI, G. SANTI 1999, *Osteologia e morfologia di resti di Bison delle province di Pavia e di Como (Lombardia)*, "Atti Soc. it. Sci. Nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano", 140 (II), pp. 237-278.
- D.McC. BALKWILL, S.L. CUMBAA 1992, *A guide to the identification of postcranial bones of Bos taurus and Bison bison*, Canadian Museum of Nature Syllabus, 71, Ottawa, 277 pp.
- G. BARBI 1994, *La fauna a mammiferi del Pleistocene medio di Castel di Guido (Roma)*, Dissertazione di laurea, Corso di Laurea in Scienze Geologiche, Università degli Studi di Ferrara, 155 pp.
- R. BATTAGLIA 1924, *La grotta dell'Alce. Alpi Giulie*, "Trieste", 25 (3), pp. 66-76.
- F. BISI, L. CATTANI, C. PERETTO, B. SALA, M. CREMASCHI 1977, *Il riempimento würmiano di alcuni inghiottitoi fossili nei gessi bolognesi: sedimenti, pollini, fauna, industrie*, "Preistoria Alpina", 13, pp. 11-19.
- L. BOITANI, S. LOVARI, A. VIGNA TAGLIANTI 2003, *Fauna d'Italia - Mammalia III Carnivora Artiodactyla*. Calderini, Bologna, 434 pp.
- M. BON, G. PICCOLI, B. SALA 1991, *I giacimenti quaternari di Vertebrati fossili nell'Italia Nord-Orientale*, "Memorie di Scienze Geologiche", XLIII, Padova, pp. 185-231.
- W. BOYD 1961, *Textbook of Pathology*, Lea & Febiger, Philadelphia, 179 pp.
- E. BORSON 1833, *Mémoire sur quelques ossements fossiles trouvés en Piémont*, Mem. R. Accad. Sc. Torino", v. 36, 276 p.
- M. BREDÀ 2005, *The morphological distinction between the postcranial skeleton of Cervalces / Alces and Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1799) and comparison between the two Alcini genera from the Upper Pliocene-Holocene of Western Europe*, "Geobios", 38, pp. 151-170.
- M. BREDÀ, A.M. LISTER 2013, *Dama roberti, a new species of deer from the early Middle Pleistocene of Europe, and the origins of modern fallow deer*, "Quaternary Science Reviews", 69, pp. 155-167.
- M. BREDÀ, R.-D. KAHLKE, A.M. LISTER in stampa, *New results on cervids from the Early Pleistocene site of Untermassfeld*, in R.-D. KAHLKE (ed.), *The*

- Pleistocene of Untermassfeld near Meiningen (Thüringen, Germany)*, part 4, Römisch-Germanisches Zentralmuseum.
- D. BRENTANA 1936, *Resti di Bison priscus Boj. nel Mantovano*, "Commentario dell'Ateneo di Brescia per il 1935", pp. 139-152.
- J.-PH. BRUGAL 1983, *Application des analyses multidimensionnelles à l'étude du squelette des membres des grands Bovidés pléistocènes (grotte de Lunel-Viel, Hérault: perspective évolutives)*. Thèse de 3ème cycle, Géologie, Université d'Aix-Marseille II, 449 pp.
- K. CABOŃ-RACZYŃSKA 1964, *Studies on the European Hare. III. Morphological variation of the skull*, "Acta Theriologica", IX, 17, pp. 249-285.
- L. CALOI, M.R. PALOMBO, 1994, *Biocronologia e paleoecologia delle mammalofaune del Pleistocene medio dell'Italia centrale*, "Studi Geol. Camerti", vol. spec. (B), pp. 503-514.
- È. CAMPMAS, C. BEAUVAL 2008, *Consommation osseuse des carnivores: résultats de l'étude de l'exploitation de carcasses de boeufs (Bos taurus) par des loups captifs*, "Annales de Paléontologie", 94, pp. 67-186.
- C. CENCINI 1965, *Fauna pleistocenica con Gulo gulo L. e Marmota primigenia in cavità naturali nei gessi miocenici presso il Farneto (Appennino Bolognese)*, "Speleologia Emiliana", II, 3, pp. 113-124.
- E. CORNALIA 1858-71, *Mammifères fossiles de Lombardie*. Paléontologie Lombarde, publié par A. Stoppani, Milano, 94 pp.
- L. DAL POZZO 1996, *Croara - Cava Filo*, in F. LENZI, G. NENZIONI (a cura di), *Lettere di pietra. I depositi pleistocenici: sedimenti, industrie e faune del margine appenninico bolognese*, Editrice Compositori, Bologna, pp. 826-845.
- A. DRIESCH VON DEN 1976, *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*, Peabody Museum bull. 1, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 136 pp.
- R. FABIANI 1919, *I mammiferi quaternari della regione veneta*, Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova, V, Padova, pp. 1-173.
- H. GEE 1993, *The distinction between postcranial bones of Bos primigenius Bojanus, 1827 and Bison priscus Bojanus, 1827 from the British Pleistocene and the taxonomic status of Bos and Bison*, "Journal of Quaternary Science", 8 (1), pp. 79-92.
- F. GURIOLI, M. PERESANI, M. ROMANDINI, B. SALA 2006a, *Predazione e sfruttamento di Marmota marmota nel sito epigravettiano di Grotta del Clusantin (Altopiano di Pradis, Prealpi Carniche)*, in *Atti V Convegno nazionale di archeozoologia*, Rovereto, pp. 65-72.
- F. GURIOLI, N. CAPPATO, M. DE STEFANI, A. TAGLIACCOZZO 2006b, *Considerazioni paleontologiche, paleoecologiche e archeozoologiche sui macromammiferi dei livelli del Palolitico superiore del Riparo del Broion (Colli Berici, Vicenza)*, in *Atti del V Convegno di Archeozoologia*, Rovereto, pp. 47-56.
- R.- PH. JAFFE 2001, *Winter Wolf predation in an Alk-Bison sistem in Yellowstone National Park, Wyoming*, Master of Scienze in Fish and Wildlife Managment, Montana State University, 68 pp.
- H.-D. KAHLKE 2001, *Neufunde von Cerviden-Resten aus dem Unterpleistozän von Untermassfeld*, in R.-D. KAHLKE (Ed.), *Das Pleistozän von Untermassfeld bei Meiningen (Thüringen)*, Teil 2. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 40, pp. 461-482.
- B. KURTÉN, E. ANDERSON 1980, *Pleistocene mammals of North America*. Columbia University Press, 442 pp.
- A. M. LISTER, C.J. EDWARDS, D.A.W. NOCK, M. BUNCE, I.A. VAN PIJLEN, D.G. BRADLEY, M.G. THOMAS, I. BARNES 2005, *The phylogenetic position of the "giant deer" Megaloceros giganteus*, "Nature", 438, pp. 850-853.
- N. LÓPEZ-MARTÍNEZ 2008, *The lagomorph fossil record and the origin of the European rabbit*, in P.C. ALVES, N. FERRAND, K. HACKLÄNDER (Eds.), *Lagomorph Biology. Evolution, Ecology, and Conservation*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 27-46.
- J. MELO-FERREIRA, P. BOURSOT, E. RANDI, A. KRYUKOV, F. SUCHENTRUNK, N. FERRAND, P.C. ALVES 2007, *The rise and fall of the mountain hare (Lepus timidus) during Pleistocene glaciations: expansion and retreat with hybridization in the Iberian Peninsula*, "Molecular Ecology", 16, pp. 605-618.
- S.J. OLSEN 1960, *Post-cranial skeletal characters of Bison and Bos*. Papers Peabody Mus. Arch. and Ethnol., Harvard Univ., 35/4, Peabody Museum Cambridge, Massachusetts edit., ff. 3-24, 12 pp.
- F. PALACIOS 1996, *Systematics of the indigenous hares of Italy traditionally identified as Lepus europaeus Pallas, 1778*, *Mammalia: Leporidae*, "Bonn. Zool. Beitr.", 46, pp. 59-91.
- G. PASINI 1969, *Fauna a mammiferi del Pleistocene Superiore in un paleoinghiottitoio carsico presso*

- Monte Croara (Bologna), "Le Grotte d'Italia", (4) II, pp. 1-46.
- G. PASINI 1970, *Contributo alla conoscenza del tar-do-Würmiano e del post-Würmiano nei dintorni di Bologna (Italia)*, "Giornale di Geologia", Ann. Mus. Geol. Bologna (ser. II), 36 (2), 1968, pp. 687-700.
- G. VON PETER 1993, *Canis lupus Linnaeus, 1758 - Wolf*, in J. NIETHAMMER, F. KRAPP (Eds.), *Band 5: Raubsauger - Carnivora (Fissipedia), Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae 1*, AULA-Verlag Wiesbaden, pp. 47-106.
- F. PRAT, F. DELPECH, N. CANCEL, J.L. GUADELLI, R. SLOTT-MOLLER 2003, *Le Bison des steppes, Bison priscus Bojanus, 1827, de la grotte d'Habarra à Arudy (Pyrénées-Atlantiques)*, "Paleo-Révue d'archéologie préhistorique", 15 (2003), pp. 1-115.
- P. REGGIANI 2005, *Segnalazione del rinvenimento di resti di bisonte provenienti dai sedimenti del fiume Oglio, in provincia di Brescia (Lombardia, Italia settentrionale)*, "Natura Bresciana", Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia, 34, pp. 5-9.
- P.J. REIMER, E. BARD, A. BAYLIS, J.W. BECK, P.G. BLACKWELL, C. BRONK RAMSEY, C.E. BUCK, H. CHENG, R.L. EDWARDS, M. FRIEDRICH, P.M. GROOTES, T.P. GUILDERSON, H. HAFLIDASON, I. HAJDAS, C. HATTÉ, T.J. HEATON, D. HOFFMANN, A.G. HOGG, K.A. HUGHEN, K.F. KAISER, B. KROMER, S.W. MANNING, M. NIU, R.W. REIMER, D.A. RICHARDS, E.M. SCOTT, J.R. SOUTHON, R.A. STAFF, C.S.M. TURNER, J. VAN DER PLICHT 2013, *IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years calBP*, "Radiocarbon", 55(4), pp. 1869-1887. DOI: 10.2458/azu_js_rc.55.16947.
- A. RIEDEL 1980, *Il cavallo della grotta Tilde*, "Atti Museo Civico di Storia Naturale di Trieste", Trieste, 32 (1), pp. 19-110.
- M. ROMANDINI, N. NANNINI, A. TAGLIACOZZO, M. PERESANI 2014, *The ungulate assemblage from layer A9 at Grotta di Fumane, Italy: a zooarcheological contribution to the reconstruction of Neanderthal ecology*, "Quaternary International", 337, pp. 11-27.
- B.M. ROTHSCHILD, R.J. WOODS 1992, *Spondyloarthropathy as an Old World Phenomenon*, "Seminars in Arthritis and Rheumatism", 21 (5), pp. 306-316.
- G. SACCHI VIALI 1954, *I bisonti fossili delle alluvioni quaternarie pavese*, "Atti Istituto Geologico Univ. di Pavia", 5, pp. 1-26.
- B. SALA 1987, *Bison schoetensacki Freud. from Isernia la Pineta (early Mid-Pleistocene - Italy) and revision of the european species of bison*, "Palaeontographia Italica", 74, pp. 113-170.
- B. SALA, F. MASINI, G. FICCARELLI, L. ROOK, D. TORRE 1992, *Mammal dispersal events in the Middle and Late Pleistocene of Italy and Western Europe*, "Courier Forsch. - Inst. Senckenberg", 153, pp. 59-68.
- B. SALA, V. GALLINI 2002, *La steppa-taiga a mammut e rinoceronti lanosi di Settepolesini - Il popolamento faunistico e gli ambienti di pianura durante l'Ultimo Glaciale*, "Studi di geomorfologia, zoologia e paleontologia nel Ferrarese". Acc. delle Scienze di Ferrara e Soc. Naturalisti Ferraresi, Ferrara, pp. 39-45.
- L. SALARI L., D. PASSACANTANDO, M.F. ROLFO 2011, *First data on the latest Pleistocene mammals from Mora Cavorso Cave (Jenne, Latium, Central Italy)*, "Italian Journal of Quaternary Sciences", 24 (1), pp. 131-140.
- A.V. SHPANSKY, S.V. SVYATKO, P.J. REIMER, S.V. TITOV 2016, *Records of Bison priscus Bojanus (Artiodactyla, Bovidae) skeletons in Western Siberia*, "Russian Journal of Theriology", 15 (2), pp. 100-120.
- D.W. SMITH, L.D. MECH, M. MEAGHER, W.E. CLARK, R. JAFFE, M.K. PHILLIPS, J.A. MACK 2000, *Wolf-Bison interactions in Yellowstone National Park*, "Journal of Mammalogy", 81 (4), pp. 1128-1135.
- H. R. STAMPFLI 1963, in J. BOESSNECK, I. P. JEQUIER, H.R. STAMPFLI, *Seeberg Burgaschisee-Sud. Teil 3 - Die Tierreste*, Acta Bernensia, 2, Stampfli edit. Berne, pp. 117-196.
- S.C. STEPPAN, M.R. AKHVERDYAN, E.A. LYAPUNOVA, D.G. FRASER, N.N. VORONTSOV, R.S. HOFFMANN, M. BRAUN 1999, *Molecular phylogeny of the marmots (Rodentia, Sciuridae): tests of evolutionary and biogeographic hypotheses*, "Syst. Biol.", 48, pp. 715-734.

Ringraziamenti. Si ringrazia tutto il personale del Museo della Preistoria "Luigi Donini", in particolare il Direttore Gabriele Nenzioni, per aver agevolato lo studio dei reperti fossili. Ringraziamo inoltre Francesco Grazioli per la realizzazione delle immagini pubblicate, e il personale del Parco delle Alpi Marittime per le informazioni fornite sui lupi attuali. Francesco Grazioli è autore delle fotografie, con la valente collaborazione di Sergio Orsini.

Davide Palumbo*, Marta Maria Ciucani**, Marco Galaverni***, Patrizia Serventi****, Gloria Ravegnini*****,
Sabrina Angelini*****, Romolo Caniglia*****, Giorgio Gruppioni**, Elisabetta Cilli**

Il lupo che venne dal freddo: i reperti di ex Cava a Filo rivelano l'antica origine del lupo italiano (*Canis lupus italicus*, Altobello 1921) attraverso lo studio del DNA antico

Riassunto

L'origine e l'unicità genetica del lupo italiano (*Canis lupus italicus*) sono state oggetto di diversi studi. Recenti pubblicazioni descrivono la distribuzione spazio-temporale di due ecomorfi, uno dei quali (HG2), associato alla megafauna pleistocenica, era dominante in Eurasia e in America durante l'ultimo massimo glaciale (LGM). In seguito al successivo cambiamento climatico un "nuovo" ecomorfo (HG1) ha sostituito i lupi preesistenti in Nord America, ed è divenuto progressivamente dominante in Eurasia. La popolazione italiana attuale è l'unica sopravvissuta interamente riferibile all'ecomorfo antico, ma le dinamiche che hanno portato a questa situazione non sono ben definite. I reperti di ex Cava a Filo (16 campioni, datati da circa 25000 a circa 17400 anni fa) sono stati analizzati allo scopo di confrontare una regione del DNA mitocondriale con sequenze antiche e moderne di lupi e cani. Dai risultati emergono analogie con lupi antichi dell'Europa settentrionale e della Beringia, lupi moderni e anche cani primitivi e recenti. Alcuni campioni mostrano una notevole similitudine con i lupi italiani contemporanei. I lupi preistorici di ex Cava a Filo, associati a bisonti e megaceri, appartenevano solo alla popolazione riferita a HG2, caratterizzata da una maggiore variabilità e in continuità con la situazione attuale. Presumibilmente l'ondata migratoria dei lupi con HG1 non ha raggiunto l'Italia in numeri significativi, facendo della penisola italiana l'ultimo rifugio di un'antica popolazione di lupo un tempo diffusa nell'intero emisfero nord.

Parole chiave: *Canis lupus*, DNA antico, DNA mitocondriale, ex Cava a Filo, Pleistocene

Abstract

The origin and the genetic uniqueness of the Italian grey wolf (Canis lupus italicus) have been the subject of several studies. Recent works describe the spatial-temporal distribution of 2 ecomorphs, one of which (HG2), associated to Pleistocene megafauna, was dominant in Europe and America during the last glacial maximum (LGM). After the following climate change a "new" ecomorph (HG1) has totally replaced the pre-existing North-American wolf and has become progressively dominant in Eurasia. The contemporary Italian wolf population is the only remnant population entirely referable to the ancient ecomorph, but the dynamics that led to this situation are not well defined. The fossils from ex Cava a Filo (16 samples ranging from about 25000 ya to 17400 ya) were analysed and a region of mitochondrial DNA was compared with ancient and modern sequences of wolves and dogs. The results show similarities with ancient wolves from northern Europe and Beringia, modern wolves and also primitive and contemporary dogs. Some samples appear to be closely related to the contemporary Italian wolves. The prehistoric wolves from Cava a Filo, associated to bison and "Irish elk", belong only to the HG2 wolf population, characterised by a larger variability and in continuity with the present age. Presumably the migratory wave from East of wolf HG1 did not reach Italy in substantial numbers, making the Italian Peninsula the last stronghold of an ancient and once widespread wolf lineage.

Keywords: *Canis lupus*, ancient DNA, mitochondrial DNA, ex Cava a Filo, Pleistocene

* Biosfera Itinerari, Porretta Terme (Bo) - email: palumbodavide.biosfera@gmail.com

** Laboratori di Antropologia Fisica e DNA Antico, Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Campus di Ravenna - email: martamariaciucani@gmail.com; email: giorgio.gruppioni@unibo.it; email: elisabetta.cilli@unibo.it

*** WWF Italia, Conservation Unit, Roma - email: marco.galaverni@isprambiente.it

**** Laboratorio di Antropologia Molecolare, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Bologna; Laboratori di Antropologia Fisica e DNA Antico, Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Campus di Ravenna - email: patrizia.serventi2@unibo.it

***** Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie (FaBit), Università di Bologna, Bologna - email: gloria.ravegnini2@unibo.it; email: s.angelini@unibo.it

***** Laboratorio di Genetica, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Ozzano dell'Emilia, Bologna - email: romolo.caniglia@isprambiente.it

Canis lupus italicus

La popolazione italiana di lupo è stata descritta scientificamente per la prima volta nel 1921 da Giuseppe Altobello, basandosi sui caratteri morfologici di esemplari osservati prima in campo tra l'Abruzzo e il Molise e successivamente catturati, catalogati e studiati anche confrontandoli con altri esemplari provenienti dal resto d'Europa. Tra i criteri presi in analisi dallo zoologo Altobello vi erano la dimensione e la forma del cranio, la dimensione dei denti, colorazione della pelliccia e taglia corporea.

“Siccome questo nostro lupo differisce dalle altre forme conosciute, credo opportuno distinguere anch'esso con un nome, e siccome abita, oltre che l'Abruzzo e il Molise, tutto l'Appennino centrale e meridionale così possiamo chiamarlo per riconoscerlo dalle altre tre specie europee: *C. lupus italicus*.” (ALTOBELLO 1921).

Da allora questa suddivisione è stata sia oggetto di critica sia di supporto da numerosi studiosi. Pocock nel 1935 rigettò infatti l'ipotesi dell'esistenza di questa sottospecie affermando che i termini *C. l. lupus* e *C. l. italicus* fossero sinonimi e altrettanto fecero Corbet (1978), Sokolov e Rossolimo (1985) e Nowak (1995) senza però riconsiderare le valutazioni presentate da Altobello o promuovere un riesame dei campioni. Ellerman e Morrison-Scott (1966) invece accettarono la validità di questa sottospecie nella loro pubblicazione mentre Nowak e Federoff (2002) presentando uno studio comparativo delle misurazioni prese da 10 crani di lupi di Altobello, 91 di lupi Eurasiatici e 20 di cani domestici, poterono supportare l'ipotesi della separazione della sottospecie *Canis lupus italicus* da quella nominale (NOWAK, FEDEROFF 2002). Tale divisione è appoggiata anche dalle evidenze genetiche espresse in una pubblicazione già a partire dagli anni 90 quando Wayne e colleghi analizzarono la variabilità genetica di lupi provenienti da 26 aree geografiche di America, Europa e Asia riscontrando la presenza di un aplotipo mitocondriale¹ unico nel territorio italiano (WAYNE *et alii* 1992). Nonostante i dati genetici e morfometrici gettino luce sulla netta distinzione della sottopopolazione appenninica, attualmente lo status di sottospecie non risulta essere universalmente riconosciuto da tutti i gruppi di ricerca e da molte organizzazioni.

Poiché le evidenze genetiche mostrano livelli di divergenza tra la popolazione appenninica e le altre sotto-

specie di lupo non spiegabili con un isolamento recente dovuto a cause antropogeniche, abbiamo cercato risposte sull'origine e sull'unicità dei lupi italiani attraverso lo studio del DNA antico di esemplari rinvenuti nel contesto tardo-pleistocenico di ex Cava a Filo.

Contesto faunistico: la megafauna del Pleistocene

Nel corso del Pleistocene le temperature terrestri hanno subito intense e severe variazioni a causa dell'alternanza di fasi glaciali e interglaciali. L'ultima glaciazione, un periodo compreso tra i 125000 e i 14500 anni or sono, vide un “picco” (Last Glacial Maximum, o LGM) intorno ai 26500-24000 anni fa, momento in cui le calotte glaciali raggiunsero la massima estensione. A quel tempo una vasta steppa si estendeva dalla Spagna attraverso l'Eurasia fino all'Alaska e allo Yukon attraverso la Beringia; questo ecosistema, lungi dall'essere desertico, ospitava una vasta comunità di mega-erbivori noti come “megafauna pleistocenica”. Le foreste erano virtualmente assenti, eccettuate “isole” negli ecosistemi montani meridionali (ELIAS *et alii* 1996).

Le steppe eurasiatiche del Tardo Pleistocene (e similmente, ma con un panorama faunistico più complesso, il Nord America) erano attraversate da proboscidi (*Mammuthus* sp.), cervi megaceri (*Megaloceros* sp.), bisonti delle steppe (*Bison priscus*), rinoceronti lanosi, cavalli e buoi muschiati. La comunità dei predatori associati comprendeva tra gli altri leoni (*Panthera leo*), iene, leopardi (*Panthera pardus*) ed ecomorfi specializzati di lupo (*Canis lupus*) (BARNETT *et alii* 2009; GHEZZO, ROOK 2015). In questa fase l'Europa era molto più fredda e arida rispetto ad oggi, caratterizzata da deserto polare al nord e per gran parte coperta da tundra e steppa. Il mondo dei mammut e dei bisonti delle steppe entrò in crisi circa 18-19.000 anni fa, quando una serie di repentine oscillazioni climatiche (con variazioni a livello regionale anche di 16°C) innescarono di fatto il processo che culminò con la fine della glaciazione nell'emisfero settentrionale, circa 14500 anni dal presente. Il livello dei mari si innalzò velocemente, e il collegamento tra America ed Eurasia cessò di esistere circa 11000 anni or sono. Mentre i record fossili non mostrano segni di estinzioni durante il LGM, la maggior parte degli elementi tipici della megafauna pleistocenica iniziò una fase di forte contrazione verso la fine della glaciazione, in molti casi determinando la scomparsa di interi generi e la rapida sostituzione di specie o popolazioni all'interno dei generi sopravvissuti (COOPER *et alii* 2015).

¹ Per aplotipo si intende una combinazione di mutazioni ereditate in blocco lungo la linea parentale. Nel caso del DNA mitocondriale, la porzione di genoma ereditata solo per via materna, viene considerato come aplotipo l'insieme dei siti che risultano differenti rispetto a una sequenza presa per convenzione come riferimento.

Tra le cause viene spesso indicata la caccia operata dal genere *Homo*, ma verosimilmente l'ecosistema alla base della comunità di erbivori che caratterizzava le steppe del Pleistocene Superiore, una vasta prateria periglaciale, di fatto scomparve in un tempo relativamente breve, causando un declino numerico e un impoverimento della diversità genetica sia delle prede che dei predatori (HOFREITER 2007).

Due distinti ecomorfi: strutture criptiche di popolazione nei lupi pleistocenici

In genere è l'aumento della distanza geografica il motore del differenziamento in sottopopolazioni, tuttavia nel caso dei lupi i *pattern* di divergenza risultano peculiari, generando differenti ecomorfi anche in assenza di separazione geografica. Un esempio è quello dei lupi del nord-ovest del Canada, (area del fiume Mackenzie) i quali migrano con la loro preda principale, il caribù (*Rangifer tarandus*), e sono differenziati dalle popolazioni stanziali sia dal punto di vista genetico sia etologico. Un ulteriore studio del 2009 ha preso in analisi i lupi della British Columbia, dove è emersa una forte differenziazione genetica tra popolazioni adiacenti tra la costa e le regioni interne. Si tratta di una zona caratterizzata da una varietà di zone bioclimatiche contigue dove un lupo nel corso della sua vita può incontrare numerosi tipi di habitat. I dati genetici provenienti dalla regione di controllo del DNA mitocondriale (una regione altamente polimorfica che consente di effettuare studi di popolazione) sono stati messi in correlazione con fattori come variazione fenotipica legata alla distanza, habitat e composizione di prede e si è concluso che il maggiore fattore limitante alla dispersione del lupo è la discontinuità ambientale rafforzata anche dai fattori comportamentali. L'ipotesi che va concretizzandosi è che i lupi prediligano habitat e abitudini alimentari simili a quelle che hanno caratterizzato la prima fase del loro sviluppo e che questa differenziazione è mantenuta prevalentemente attraverso meccanismi comportamentali (MUÑOZ-FUENTES *et alii* 2009).

In Est Europa si manifesta un pattern simile di differenziazione genetica guidato dalla scelta di prede e dalla variabilità di habitat (LEONARD 2014; PILOT *et alii* 2006; Pilot *et alii* 2010; PILOT *et alii* 2012). Questa differenziazione è stata testata su diversi markers genetici (non solo mitocondriali) confermando la medesima rappresentazione della struttura di popolazione (LEONARD 2014).

Esattamente come nel presente, anche nel Pleistocene è ipotizzabile un pattern simile all'interno della stessa popolazione di lupi eurasiatici adattati alle steppe periglaciali e a prede rappresentate da vertebrati di taglie

diverse, dal caribù fino a mammut, bisonti, megaceri e cavalli, tanto da poter parlare di più ecomorfi distinti di *C. lupus* anche allora (LEONARD 2014; PERRI 2016). Per poter comprendere questi pattern è necessaria la conoscenza della biologia e dell'etologia di questo carnivoro: è noto infatti che i lupi hanno la tendenza a rimanere nel proprio nucleo familiare dalla nascita fino ad almeno 1-2 anni di vita, prima in veste di cuccioli dell'anno e successivamente come *helper* degli individui alfa. Questa iniziale dipendenza e vicinanza implica la trasmissione oltre che delle regole sociali, che regolano le gerarchie nel branco, anche di tutti quei comportamenti che influenzeranno poi il successo nella caccia, la conoscenza del proprio habitat e, quindi, la sopravvivenza.

Le differenze nella genetica dei diversi ecomorfi può essere spiegata introducendo il concetto di aplogruppo, ovvero un insieme di aplotipi (nel nostro caso mitocondriali) che condividono un'origine comune. In altre parole il differenziamento dovuto a fattori ecologici si tramuta in diversità genetiche raggruppate in "gruppi" distinti, gli aplogruppi mitocondriali. Esiste una forte connessione tra aplogruppi mitocondriali ed aree geografiche di origine, ovvero tra linee mitocondriali e migrazioni passate (CAMELLI 2009).

Nel 2010, uno studio comparativo basato sull'analisi del DNA mitocondriale proveniente da 947 lupi europei moderni e 24 antichi ha permesso di gettare luce sulle relazioni filogenetiche e sulla loro distribuzione geografica. Ne risulta che tutti gli aplotipi di individui europei antichi datati tra 44000 e 14000 anni fa ricadono all'interno dello stesso aplogruppo ("HG2") mentre l'aplogruppo 1 ("HG1"), separato dal secondo da 5 step mutazionali, compare in Russia tra 2700 e 1200 anni fa. L'antica predominanza dell'aplogruppo 2 in Europa per oltre 40000 anni, sia prima sia dopo l'ultimo massimo glaciale (LMG), non rispecchia tuttavia l'attuale distribuzione degli aplotipi mitocondriali nella popolazione europea, dove infatti la situazione di predominanza risulta invertita, lasciando maggiore spazio all'aplogruppo 1 che risulta "dominante" con un rapporto di 3:1. Questo sembra indicare infatti che nella fase successiva alla crisi della megafauna pleistocenica vi sia stata una sostituzione dell'aplogruppo 2 da parte dell'aplogruppo 1 (PILOT *et alii* 2010). Secondo lo studio di Leonard (2007), una situazione simile pare sia avvenuta anche nella popolazione di lupo del nord America in cui però l'aplogruppo 2 risulta ad oggi del tutto scomparso. Infatti dall'analisi del DNA mitocondriale di reperti pleistocenici provenienti dalla Beringia emerge come questi possedessero aplotipi condivisi con alcuni individui europei antichi e appartenerti unicamente al secondo aplogruppo.

Tipologia del campione	ID campione (laboratorio)	Provenienza campione	ID campione (scavo)	Datazione dell'unità stratigrafica (BP - cal 2 σ)
ulna	OWW5	US 99	06-027	25005 – 24407 24387- 23844 24309- 23842
metapodio	OWW8	US 99	09-049	
falange	OWW10	US 99	09-072	
metapodio	OWW11	US 99	11-018	
metapodio	OWW13	US 99	11-055	
omero (parte distale)	OWW14	US 99	11-083	
metapodio (parte distale)	OWW15	US 99	11-089	
radio	OWW9	US 99	09-050	25005 – 24407*

Tipologia del campione	ID campione (laboratorio)	Provenienza campione	ID campione (scavo)	Datazione dell'unità stratigrafica (BP - cal 2 σ)
mandibola	OWW1	Recuperi Esagono (cunicolo US 201)	124	20577-20161
mascella	OWW2	Recuperi Esagono (cunicolo US 201)	547	
radio (parte distale)	OWW4	Recuperi Esagono (cunicolo US 201)	557	
canino	OWW3	Scavi Pasini - livello g	556	post 18586 – 17890 (livello f)

Tipologia del campione	ID campione (laboratorio)	Provenienza campione	ID campione (scavo)	Datazione dell'unità stratigrafica (BP - cal 2 σ)
metatarso	OWW6	US 100	07-201	17838- 17437
incisivo	OWW7	US 100	08-057	
metapodio	OWW12	US 100	11-035	
metapodio	OWW16	US 100	11-108	

Tab. 1 – Tabella riassuntiva dei campioni in analisi, contraddistinti dalla tipologia del reperto e dal codice di laboratorio. La tabella è comprensiva delle provenienze e delle sigle identificative assegnate ai reperti, nonché delle datazioni radiocarboniche calibrate 2 σ (cfr. PARONUZZI *et alii* in questo volume) relative alle diverse unità stratigrafiche di riferimento.

* Il campione OWW9 ha fornito direttamente la datazione radiocarbonica indicata.

Le analisi genetiche sono state affiancate da analisi morfometriche e isotopiche che hanno fornito ulteriori dettagli sulla vita di questi individui come, ad esempio, la loro specializzazione a cacciare prede di grandi dimensioni, dato supportato anche dal pattern di usura dei denti (LEONARD *et alii* 2007). Per quanto riguarda l'area geografica presa in esame in questo studio è possibile attestare che anche i lupi del Pleistocene emiliano sono associati a mega-erbivori quali *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus*, ritrovati un gran quantità durante gli scavi archeologici. Con molta probabilità la popolazione di lupo pleistocenico delle steppe era un'unica popolazione continua

e panmittica, specializzata nel cacciare megafauna, geneticamente ed ecologicamente distinta dalla maggior parte delle sottospecie contemporanee. L'attuale presenza dell'aplogruppo 2 in Europa potrebbe indicare come questi lupi "arcaici" siano riusciti ad adattarsi più rapidamente alla diversa tipologia e composizione di prede (o semplicemente ne abbiano avuto il tempo) consentendone un maggiore successo evolutivo e la sopravvivenza. L'Italia è la sola area geografica del mondo in cui è avvenuta, e attualmente permane, la fissazione unicamente dell'aplogruppo 2 in tutta la popolazione del territorio nazionale (LEONARD *et alii* 2007; PILOT *et alii* 2010).

Il DNA antico e i reperti di ex Cava a Filo

I processi evolutivi ed ecologici che hanno portato alla comparsa delle attuali specie o alla sopravvivenza di determinate popolazioni, sono solitamente studiati e inferiti attraverso analisi morfometriche e genetiche di campioni moderni, i quali però possono fornire solo una evidenza indiretta della situazione e delle dinamiche del passato.

L'analisi del DNA antico comporta la possibilità di fare un salto indietro nel tempo e consente quindi di ricostruire dinamiche passate, impossibili da interpretare con i soli dati biometrici. A dispetto di questo potenziale, i reperti delle collezioni museali presentano notevoli difficoltà di analisi per quanto riguarda lo studio genetico a causa dei processi *post-mortem* di degradazione e frammentazione del materiale genetico e della contaminazione da DNA esogeno (DABNEY *et alii* 2013). A causa di tutte le problematiche connesse con l'analisi dei reperti antichi, questi devono essere analizzati esclusivamente in laboratori appositamente riservati e strutturalmente predisposti e suddivisi per le diverse fasi di analisi, secondo precise linee guida. Tali norme prevedono inoltre l'utilizzo di dispositivi di protezione individuali (es. visiere, mascherine, guanti, tute, stivali, *etc.*) atti ad evitare la contaminazione da DNA moderno (COOPER, POINAR, 2000; KNAPP *et alii* 2012, 2015). Le analisi genetiche relative a questo studio sono state svolte presso il Laboratorio del DNA Antico del Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Campus di Ravenna (fig. 1).

Nonostante i numerosi sforzi messi in campo in ambito internazionale e nonostante la posizione geneticamente unica del lupo italiano, la situazione in Italia risulta ancora poco definita. L'unico studio attualmente noto che ha preso in analisi reperti antichi

del genere *Canis* risale al 2005 quando Verginelli *et al.* hanno analizzato geneticamente 5 reperti (3 provenienti dal Lazio e 2 dalla Puglia) di età compresa tra 15000 e 3000 anni fa, alcuni dei quali attribuibili alla specie *Canis lupus* mentre in altri casi di attribuzione morfologica incerta.

Ne consegue quindi la necessità di implementare gli sforzi di campionamento di fossili antichi italiani per studiarne la variabilità genetica passata e poterla quindi confrontare con quella attuale, al fine di svelare il tracciato storico di una popolazione rimasta presumibilmente in relativo isolamento sin dal Pleistocene (BOGGIANO *et alii* 2013).

Il DNA mitocondriale (mtDNA) è un genoma extra nucleare, localizzato nel citoplasma della cellula. Questo genoma è ereditato solo per via matrilineare, non subisce ricombinazione genetica ad ogni generazione e le sue variazioni sono principalmente causate dagli effetti delle mutazioni che si manifestano con un tasso maggiore rispetto al genoma nucleare. Le mutazioni neutrali che compaiono in un DNA mitocondriale sono in generale costituite da transizioni, le quali, sono ereditate in blocchi come aplotipi, che a loro volta possono essere ricondotti a specifici aplogruppi, generalmente collegati ad una particolare zona geografica ed utili quindi a distinguere geneticamente le popolazioni (PAKENDORF, STONEKING 2005).

I reperti (n. 16) oggetto del presente studio (tab. 1 e fig. 2) provengono dal sito archeologico di ex Cava a Filo, un sito paleontologico del Pleistocene superiore localizzato sul versante nordorientale del Monte Castello (Parco dei Gessi Bolognesi) nel comune di San Lazzaro di Savena (BO) e sono stati datati, su base stratigrafica e tramite radiocarbonio, ad un arco cronologico compreso tra circa 25000 e circa 17400 anni fa. Al fine di far luce sull'origine e sulla variabilità pas-

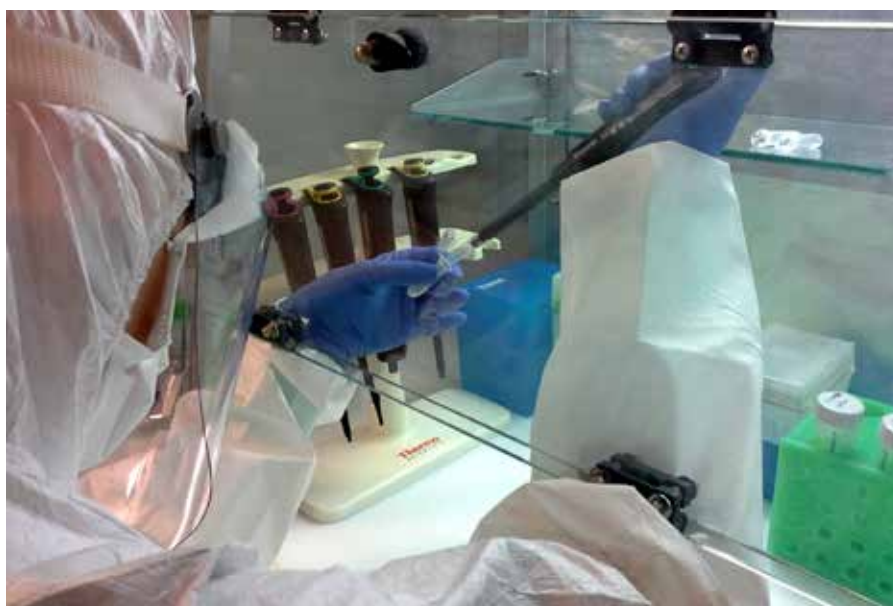


Fig. 1 – Svolgimento delle analisi dei reperti di ex Cava a Filo presso il Laboratorio del DNA antico (Università di Bologna) secondo le stringenti procedure previste dalla più recente letteratura scientifica.



Fig. 2 – Uno dei reperti di ex Cava a Filo (ID.547) da cui è stato estratto e analizzato il DNA antico: mascellare destro di lupo con P3, P4, M1 e M2.

sata della popolazione di lupo nella penisola italiana, è stato analizzato un frammento di 99 paia di basi (bp) della regione ipervariabile del DNA mitocondriale in questi reperti (STILLER *et alii* 2006).

Risultati e discussioni

La collocazione tassonomica del lupo appenninico è stata oggetto di numerose revisioni, le più recenti delle quali tendevano a concentrarsi sullo scenario in cui l'omogeneità genetica fosse spiegabile con un isolamento geografico a cui la popolazione italiana di lupo è stata costretta negli ultimi 250-300 anni principalmente per cause antropiche (RANDI *et alii* 1995; RANDI *et alii* 2000). La divergenza genetica tra la popolazione italiana e le restanti popolazioni di lupi europei, difficilmente spiegabile con la sola deriva genetica, poneva tuttavia importanti interrogativi, difficili da risolvere se non attraverso la ricostruzione della storia antica e recente del lupo appenninico a partire dal Pleistocene.

I dati disponibili a partire da lupi antichi e moderni concorrono a delineare un quadro complesso, con la compresenza di almeno due ecomorfi chiaramente distinti a livello di mtDNA e verosimilmente specializzati nella caccia a prede differenti. Uno scenario simile, con strutture criptiche di popolazione, si ri-

scontra tuttora in diversi ecosistemi americani e non solo, ove coesistono sub-popolazioni separate geneticamente ma non geograficamente, specializzate nella predazione di specie diverse. In particolare le dinamiche di questa specie evidenziano la presenza del solo aplogruppo 2 attestata in Europa almeno fino a circa 1400 anni fa e il successivo ingresso dell'aplogruppo 1 (Pilot *et alii* 2010). In Europa la sostituzione non fu completa, ma gli aplotipi "nuovi" si integrarono - con diversi gradi di admixture - con i lupi dell'ecomorfo dominante, finendo tuttavia per sovrastarli numericamente (75:25) (PILOT *et alii* 2010).

Il lupo appenninico, caratterizzato oggi dagli aplotipi mitocondriali W14 e secondo recenti segnalazioni W16 (sono stati rinvenuti 3 esemplari nel Parco Nazionale di Abruzzo Lazio e Molise), rappresenta l'unica popolazione contemporanea totalmente riferibile all'aplogruppo 2, riconducibile ad un ecomorfo che 24.000 anni fa dominava l'Eurasia fino alla Beringia e all'America del nord e non già ad un isolamento geografico recente a partire da una popolazione panmitica di lupi europei. È singolare come pattern simili ("resistenza" di ecomorfi arcaici in Italia, in discontinuità con aplotipi presenti in Europa continentale e immigrati da est nell'immediato post-glaciale) siano stati descritti per altre specie, ad esempio *Bos primigenius* (MONA *et alii* 2010).

Una situazione simile potrebbe essersi verificata nell'isola giapponese di Honshu, ma *Canis lupus hodophilax*, appartenente all'aplogruppo 2, si è estinto in epoca storica.

I dati provenienti dallo studio dei reperti antichi si sono rivelati indispensabili per la comprensione della catena di eventi all'origine della "unicità" della popolazione appenninica; esistono in letteratura dati ricavati da numerosi reperti in Europa centrale e orientale, ma pochissimi campioni provengono dalla penisola italiana, per di più oggetto di analisi ormai datate e comunque puntiformi. Questo studio rappresenta ad oggi l'indagine più estesa riguardante l'analisi genetica di lupi preistorici dell'Italia settentrionale, ancor più importante considerando l'Appennino settentrionale come area geografica cruciale (lo è tutt'oggi) per gli spostamenti dei carnivori da e verso l'arco alpino e l'Europa continentale.

È stato possibile ottenere DNA antico da 13 campioni (tab. 1) dei 16 analizzati. Inoltre, la fase di amplificazione PCR e sequenziamento Sanger è stata effettuata due volte in maniera tale da confermare e autenticare le sequenze ottenute. Le sequenze autenticate (N = 7) sono riconducibili a 3 diversi aplotipi mitocondriali per i quali è possibile formulare alcune considerazioni:

- tutti gli esemplari preistorici provenienti dal sito di ex Cava a Filo appartengono all'aplogruppo mitocondriale HG2, e risultano geneticamente affini ad alcuni lupi contemporanei dell'Europa occidentale caratterizzati da aplotipi "arcaici" (tutti i lupi italici odierni e circa il 25% dei lupi dei Balcani e dell'Europa centro-orientale), ma nettamente distinti dalla maggior parte dei lupi eurasiatici odierni (HG1);
- uno di questi presenta un aplotipo mitocondriale analogo a reperti antichi provenienti da Repubblica Ceca (STILLER *et alii* 2006) e numerosi esemplari dalla Beringia-Alaska e Russia - (LEONARD *et alii* 2007; THALMANN *et alii* 2013), di età compresa tra 15000 e 45000 anni fa. La presenza di aplotipi mitocondriali associati ai lupi beringici e russi, e quindi ad un ecomorfo specializzato nella predazione della megafauna, consente di fare parallelismi fondamentali riguardanti i lupi presenti in Europa e in Italia, ove analogamente i lupi pleistocenici erano specializzati nella caccia ai megaerbivori ai quali sono regolarmente associati (i reperti di ex Cava a Filo provengono da strati in cui dominano *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus*). Questo dato permette di ipotizzare che i lupi del Pleistocene italiano facessero parte di una popolazione eurasiatica unica, continua e panmittica;

- 5 sequenze "collassano" insieme, definendo lo stesso aplotipo mitocondriale. È anche possibile - ma non probabile - che si tratti di campioni riconducibili a due esemplari, provenendo i campioni da due unità stratigrafiche (US 99 e US 100). I campioni non rientrano in nessuno degli aplotipi di canidi attualmente presenti nel panorama mondiale. Essi corrispondono tuttavia a lupi preistorici presenti in nord Europa 21800 anni fa, esattamente in Belgio (STILLER *et alii* 2006). Di estrema rilevanza l'affinità genetica, a livello mitocondriale, con i lupi italici contemporanei, cui risultano più vicini (uno o due step mutazionali) che a qualsiasi altra sequenza di lupo nota, antica o moderna. Si tratta di un elemento cardine a sostegno dell'ipotesi di una continuità tra i lupi del Pleistocene e la popolazione appenninica contemporanea, a differenza di quanto accaduto per quasi tutte le popolazioni mondiali, che hanno visto una sostituzione più o meno completa con lupi "moderni" appartenenti all'aplogruppo HG1;
- il campione OWW9 (fig. 3) datato 25005 - 24407 cal BP presenta lo stesso aplotipo di due campioni antichi attribuiti a cani (STILLER *et alii* 2006; ZHILIN *et alii* 2014) che è presente anche nelle moderne razze canine, prevalentemente ancestrali (Akita e altri). Inoltre è associato alla stessa sequenza un individuo contemporaneo di *Canis lupus* asiatico. Si tratta del più antico rinvenimento in Italia di un aplotipo mitocondriale che si riscontra oggi nelle forme domestiche. Di estremo interesse il recente ritrovamento di segni di presenza di cacciatori-raccoglitori paleolitici (cut marks su un reperto di *Bison priscus* rinvenuto nella stessa unità stratigrafica, in stretta associazione con il reperto di *Canis* analizzato, vedi PARONUZZI *et alii* in questo volume). Tale evidenza lascia ipotizzare alcuni scenari nel processo di domesticazione, da verificare comunque in futuro con ulteriori dati genomici. La presenza del reperto OWW9 associato ad aplotipi canini e di datazione così antica potrebbe fungere da ulteriore dato a favore dell'ipotesi secondo cui la domesticazione del cane sembra aver avuto origine, secondo Thalmann *et alii* (2013), in Europa. L'ipotesi è presa in considerazione e rivisitata nel lavoro di Frantz *et alii* (2016) in cui l'origine del cane risulterebbe essere correlata a due eventi di domesticazione indipendenti; quindi il reperto potrebbe appartenere alla linea evolutiva che ha portato, per mezzo della selezione artificiale, al *Canis lupus familiaris* in Italia ed Europa.

I dati restituiti dal DNA mitocondriale dei reperti di ex Cava a Filo permettono di comprendere quanto



Fig. 3 – Reperto 09-050 (OWW9) prima del campionamento per l'estrazione del DNA.

fosse estesa, rispetto ad oggi, la variabilità genetica della popolazione pleistocenica di lupo nella regione. Inoltre la maggior parte delle sequenze ottenute non presentano omologia di sequenze con individui moderni e questo sta ad indicare come, nel corso di 25000-20000 anni, in Italia si sia persa molta della variabilità genetica presente anticamente. Deve essere anche tenuto in considerazione il fatto che la lunghezza del frammento analizzato, pur contenendo abbastanza siti polimorfici (30) da renderlo informativo per la distinzione tra i due aplogruppi (GERMONPRÉ *et alii* 2009), risulta essere molto ridotta e non permette di determinare se siano presenti ulteriori mutazioni che potrebbero consentire la descrizione di un numero ancora maggiore di aplotipi nuovi rispetto a quelli identificati. Infatti ben 5 reperti risultano identici a questo livello, ma potrebbero mostrare maggiore variabilità in un tratto più ampio, che è difficile da ottenere proprio a causa dello stato di frammentazione del DNA antico (DABNEY *et alii* 2013). Il trend di diminuzione della variabilità genetica non è esclusivo della popolazione appenninica ma risulta essere associato ad un "collo di bottiglia" geograficamente più esteso che accomuna l'intera popolazione di *Canis lupus* del Pleistocene. A sostegno di ciò uno studio pubblicato recentemente in cui si evidenzia come le traiettorie demografiche di popolazioni di lupo provenienti da numerose aree del globo, tra cui Russia, Tibet, Mongolia, Croazia e Italia, abbiano subito un drastico calo (di circa 20 volte) iniziato circa 30000 anni fa (FAN *et alii* 2016).

Ad oggi sono stati rinvenuti solo 2 aplotipi nel lupo italiano, W14 (RANDI *et alii* 2000) e W16 (BOGGIANO *et alii* 2013; MONTANA *et alii* 2017) ma nessuno

dei lupi di ex Cava a Filo rientra negli aplotipi attuali, bensì in quelli antichi campionati in nord Europa, Russia e Beringia consentendo di avvalorare l'ipotesi secondo cui la popolazione europea di lupo pleistocenico era unica, panmittica e continua fino alla penisola italiana inclusa. Dalle analisi filogenetiche emerge come nelle aree di provenienza dei reperti italiani datati a un periodo compreso tra circa 25000 e 17400 anni fa (ex Cava a Filo) vi era la sola stabile presenza dell'aplogruppo 2.

Questi risultati consentono di fornire una testimonianza importante della situazione della penisola italiana di quel periodo e di dare un contributo nello studio del lupo nel panorama europeo e mondiale. Di notevole rilevanza è la "vicinanza" genetica tra diversi aplotipi riscontrati nei reperti di ex Cava Filo e i due aplotipi caratteristici dei lupi appenninici contemporanei, ai quali risultano più affini rispetto a qualsiasi altra sequenza nota di canidi antichi e moderni.

Lo scenario che quindi sembra confermarsi è che nell'Eurasia del tardo glaciale i lupi erano adattati a cacciare megafauna e intorno a 10000 anni fa, in concomitanza con l'estinzione degli erbivori di grandi dimensioni delle steppe eurasiatiche, sia avvenuto l'ingresso di lupi aplogruppo 1 provenienti dall'America o più probabilmente da alcuni *refugia* in Asia. La transizione all'aplogruppo 1 è stata totale nella popolazione americana mentre la sostituzione è stata solo parziale in Europa dove permangono entrambi gli aplogruppi, mescolati in proporzioni differenti (con netta predominanza dell'aplogruppo immigrante HG1) e con gradi diversi di admixture a livello del genoma nucleare (PILOT *et alii* 2014). In Europa però esistono due rilevanti eccezioni a questo pattern; infatti nella popolazione spagnola si riscontra unicamente la presenza



Fig. 4 - Cacciatore-raccoglitore del Paleolitico superiore accompagnato da un "proto-cane" (Archivio del Museo "L. Donini", illustrazione di Mauro Cutrona).

dell'aplogruppo 1 mentre nella popolazione italiana si registra la "resistenza" del solo aplogruppo 2.

Il presente studio ha permesso di apportare un sostanziale contributo alla conoscenza dell'origine filogeografica della popolazione italiana di lupo; si tratta tuttavia solamente del punto di inizio di un progetto che mira ad una completa risoluzione della misteriosa evoluzione di *Canis lupus italicus* e che potrebbe avere ricadute importanti nella conservazione e nella proposizione di nuove misure di tutela di questa sottospecie.

Bibliografia

- G. ALTOBELLO 1921, *Fauna dell'Abruzzo e del Molise - Mammiferi - Carnivori*, Campobasso.
- R. BARNETT, B. SHAPIRO, I. BARNES, S.Y. W. HO, J. BURGER, N. YAMAGUCHI, T.F. G. HIGHAM, H. T. WHEELER, W. ROSENDAHL, A.V. SHER, M. SOTNIKOVA, T. KUZNETSOVA, G.F. BARYSHNIKOV, L.D. MARTIN, C.R. HARRINGTON, J.A. BURNS, A. COOPER 2009, *Phylogeography of lions (Panthera leo ssp.) reveals three distinct taxa and a late Pleistocene reduction in genetic diversity*, "Molecular Ecology", 18 (8), pp. 1668-1677.
- F. BOGGIANO, C. CIOFI, L. BOITANI, A. FORMIA, L. GROTTOLI, C. NATALI, P. CIUCCI 2013, *Detection of an East European wolf haplotype puzzles mitochondrial DNA monomorphism of the Italian wolf population*, "Mammalian Biology", 78 (5), pp. 374-378.
- D. CARAMELLI 2009, *Antropologia molecolare: manuale di base*, Firenze.
- A. COOPER, C. TURNEY, K.A. HUGHEN, B.W. BROOK, H.G. McDONALD, C.J.A. BRADSHAW 2015, *Abrupt warming events drove Late Pleistocene Holarctic megafaunal turnover*, "Science", 349 (6248), pp. 602-606.
- A. COOPER, H.N. POINAR 2000, *Ancient DNA: do it right or not at all*, "Science", 289, pp. 1139.
- J. DABNEY, M. MEYER, S. PAABO 2013, *Ancient DNA Damage*, "Cold Spring Harbor Perspectives in Biology", 5 (7), a012567-a012567.
- S.A. ELIAS, S.K. SHORT, C.H. NELSON, H.H. BIRKS 1996, *Life and times of the Bering land bridge*, "Nature", 382 (6586), pp. 60-63.
- Z. FAN, P. SILVA, I. GRONAU, S. WANG, A.S. ARMERRO, R.M. SCHWEIZER, O. RAMIREZ, J. POLLINGER, M. GALAVERNI, D.O. DEL-VECCHYO, L. DU, W. ZHANG, Z. ZHANG, J. XING, C. VILÀ, T. MARQUES-BONET, R. GODINHO, B. YUE, R.K. WAYNE 2016, *Worldwide patterns of genomic variation and admixture in gray wolves*, "Genome Research", 26 (2), pp.163-173.
- L.A.F. FRANTZ V.E. MULLIN, M. PIONNIER-CAPITAN, O. LEBRASSEUR, M. OLLIVIER, A. PERRI, A. LINDERHOLM, V. MATTIANGELI, M.D. TEASDALE, E.A. DIMOPOULOS, A. TRESSET, M. DUFFRAISSE, F. MCCORMICK, L. BARTOSIEWICZ, E. GAL, E. A. NYERGES, M. V. SABLIN, S. BREHARD, M. MASHKOUR, A. BLESU, B. GILLET, S. HUGHES, O. CHASSAING, C. HITTE, J.D. VIGNE, K. DOBNEY, C. HANNI, D. G. BRADLEY, G. LARSON 2016, *Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic dogs*, "Science", 352 (6290), pp. 1228-1231.
- M. GERMONPRÉ, M.V. SABLIN, R.E. STEVENS, R.E.M. HEDGES, M. HOFREITER, M. STILLER, V.R. DESPRÉS 2009, *Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes*, "Journal of Archaeological Science", 36 (2), pp. 473-490.
- E. GHEZZO, L. ROOK 2015, *The remarkable Panthera pardus (Felidae, Mammalia) record from Equi (Massa, Italy): taphonomy, morphology, and paleoecology*, "Quaternary Science Reviews", 110, pp. 131-151.
- M. HOFREITER 2007, *Pleistocene Extinctions: Haunting the Survivors*, "Current Biology", 17 (15), R609-R611.
- M. KNAPP, A.C. CLARKE, K.A. HORSBURGH, E.A. MATISOO-SMITH 2012, *Setting the stage? Building and working in an ancient DNA laboratory*, "Ann. Anat. - Anat. Anzeiger", 194, pp. 3-6.
- M. KNAPP, C. LALUEZA-FOX, M. HOFREITER 2015, *Re-inventing ancient human DNA*, "Investigative Genetics", 6, pp. 4.
- J.A. LEONARD, C. VILÀ, K. FOX-DOBBS, P.L. KOCH, R.K. WAYNE, B. VAN VALKENBURGH 2007, *Megafaunal Extinctions and the Disappearance of a Specialized Wolf Ecomorph*, "Current Biology", 17 (13), pp. 1146-1150.
- J.A. LEONARD 2014, *Ecology drives evolution in grey wolves*, "Evolutionary Ecology Research", 16 (6), pp. 461-473.
- S. MONA, G. CATALANO, M. LARI, G. LARSON, P. BOSCATO, A. CASOLI, L. SINEO, C. DI PATTI, E. PECCHIOLI, D. CARAMELLI, G. BERTORELLE 2010, *Population dynamic of the extinct European aurochs: genetic evidence of a north-south differentiation pattern and no evidence of post-glacial expansion*, "BMC Evolutionary Biology", 10 (1), 83.
- L. MONTANA, R. CANIGLIA, M. GALAVERNI, E. FABBRI, A. AHMED, B.Č. BOLFIKOVÁ, S.D. CZARNOMSKA,

- A. GALOV, R. GODINHO, M. HINDRIKSON, P. HULVA, B. JEĐRZEJEWSKA, M. JELENČIČ, M. KUTAL, U. SAARMA, T. SKRBINŠEK, E. RANDI 2017, *Combining phylogenetic and demographic inferences to assess the origin of the genetic diversity in an isolated wolf population*, "PLoS One", 12 (5): e0176560.
- V. MUÑOZ-FUENTES, C.T. DARIMONT, R.K. WAYNE, P.C. PAQUET, J.A. LEONARD 2009, *Ecological factors drive differentiation in wolves from British Columbia*, "Journal of Biogeography", 36 (8), pp. 1516-1531.
- R.M. NOWAK, N.E. FEDEROFF 2002, *The systematic status of the Italian wolf *Canis lupus**, "Acta Theriologica", 47 (3), pp. 333-338.
- B. PAKENDORF, M. STONEKING 2005, *Mitochondrial DNA and human evolution*, "Annual review of genomics and human genetics", 6, pp. 165-83.
- A. PERRI 2016, *A wolf in dog's clothing: Initial dog domestication and Pleistocene wolf variation*, "Journal of Archaeological Science", 68, pp. 1-4.
- M. PILOT, W. JEĐRZEJEWSKI, W. BRANICKI, V.E. SIDOROVICH, B. JEĐRZEJEWSKA, K. STACHURA, S.M. FUNK 2006, *Ecological factors influence population genetic structure of European grey wolves*, "Molecular Ecology", 15 (14), pp. 4533-4553.
- M. PILOT, W. BRANICKI, W. JEĐRZEJEWSKI, J. GOSZCZYNSKI, B. JEĐRZEJEWSKA, I. DYKYY, M. SHKVYRYA, E. TSINGARSKA 2010, *Phylogeographic history of grey wolves in Europe*, "BMC evolutionary biology", 10 (1), 104.
- M. PILOT, W. JEĐRZEJEWSKI, V.E. SIDOROVICH, W. MEIER-AUGENSTEIN, A.R. HOELZEL 2012, *Dietary differentiation and the evolution of population genetic structure in a highly mobile carnivore*, "PloS One", 7 (6).
- M. PILOT 2014, *Genome-wide signatures of population bottlenecks and diversifying selection in European wolves*. "Heredity", 112 (4), pp. 428-42.
- E. RANDI, F. FRANCISCI, V. LUCCHINI 1995, *Mitochondrial DNA restriction-fragment-length monomorphism in the Italian wolf (*Canis lupus*) population*, "Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research", 33 (3), pp. 97-100.
- E. RANDI, V. LUCCHINI, M.F. CHRISTENSEN, N. MUCCI, S.M. FUNK, G. DOLE, V. LOESCHCKE 2000, *Mitochondrial DNA variability in Italian and east European wolves: Detecting the consequences of small population size and hybridization*, "Conservation Biology", 14 (2), pp. 464-473.
- M. STILLER, R. GREEN, M. RONAN, J. SIMMONS, L. DU, W. HE, M. EGHOLM, J. ROTHBERG, S. KEATES, N. OVODOV, E. ANTIPINA, G. BARYSHNIKOV, Y. KUZMIN, J. VASILEVSKI, G. WUENSCHALL, J. TERMINI, M. HOFREITER, V. JAENICKE-DESPRÉS, S. PÄÄBO 2006, *Patterns of nucleotide misincorporations during enzymatic amplification and direct large scale sequencing of ancient DNA*, "Proceedings of the National Academy of Sciences", 103 (37), pp. 13578-13584.
- O. THALMANN, B. SHAPIRO, P. CUI, V.J. SCHUENEMANN, S.K. SAWYER, D.L. GREENFIELD, M.B. GERMONPRÉ, M.V. SABLIN, F. LÓPEZ-GIRÁLDEZ, X. DOMINGO-ROURA, H. NAPIERALA, H.-P. UERPMANN, D.M. LOPONTE, A.A. ACOSTA, L. GIEMSCH, R.W. SCHMITZ, B. WORTHINGTON, J.E. BUIKSTRA, A.S. DRUZHKOVA, A.S. GRAPHODATSKY, N.D. OVODOV, N. WAHLBER, A.H. FREEDMAN, R.M. SCHWEIZER, K.P. KOEPFLI, J.A. LEONARD, M. MEYER, J. KRAUSE, S. PÄÄBO, R.E. GREEN, R.K. WAYNE 2013, *Complete Mitochondrial Genomes of Ancient Canids Suggest a European Origin of Domestic Dogs*, "Science", 342 (6160), pp. 871-874.
- F. VERGINELLI, C. CAPELLI, V. COIA, M. MUSIANI, M. FALCHETTI, L. OTTINI, R. PALMIROTTA, A. TAGLIACCOZZO, I. DE GROSSI MAZZORIN, R. MARIANI-COSTANTINI 2005, *Mitochondrial DNA from prehistoric canids highlights relationships between dogs and South-East European wolves*, "Molecular Biology and Evolution", 22 (12), pp. 2541-2551.
- R.K. WAYNE, N. LEHMAN, M.W. ALLARD, R.L. HONEYCUTT 1992, *Mitochondrial DNA Variability of the Gray Wolf: Genetic Consequences of Population Decline and Habitat Fragmentation*, "Conservation Biology", 6 (4), pp. 559-569.
- M.G. ZHILIN, S.N. SAVCHENKO, E.A. NIKULINA, U. SCHMÖLCKE, S. HARTZ, T. TERBERGER 2014, *Eleven bone arrowheads and a dog coprolite - the Mesolithic site of Beregovaya 2, Urals region (Russia)*, "Quartär", 61, pp. 165-187.

Ringraziamenti. Gli autori sono grati al Dr. Gabriele Nenzioni del Museo della Preistoria "Luigi Donini" (San Lazzaro di Savena, BO) per aver messo a disposizione i campioni oggetto di questo studio. Vogliono inoltre ringraziare l'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale e il Dr. David Bianco per l'aiuto nella ricerca dei campioni. Infine sentiti ringraziamenti vanno al Dr. Paolo Reggiani per la disponibilità e la condivisione delle informazioni sui reperti.

Fiamma Lenzi*

Conservazione e valorizzazione del patrimonio paleontologico dell'area dei Gessi Bolognesi

Riassunto

Il valore testimoniale delle faune fossili dei Gessi Bolognesi come indicatori di ecosistemi scomparsi sviluppatasi nel corso dell'Ultimo Massimo Glaciale è stato posto al centro di un impegnativo progetto pluriennale di restauro e di valorizzazione finalizzato a garantire le migliori condizioni di conservazione di tale rilevante segmento del patrimonio paleontologico regionale e a creare le basi per la sua musealizzazione permanente presso il Museo della Preistoria "Luigi Donini" di S. Lazzaro di Savena. Oltre agli interventi conservativi necessari a consolidare i resti osteologici e assicurarne l'ottimale leggibilità espositiva, la realizzazione di calchi, assemblaggi scheletrici, diorami e di illustrazioni scientifiche, ove le specie animali riconosciute vengono raffigurate nel loro contesto ambientale, costituisce l'indispensabile connettivo informativo attraverso il quale diviene possibile ai visitatori comprendere il senso e il significato di questa importante testimonianza venuta dal passato e dell'evidenza paesaggistica che l'ha custodita sino ai giorni nostri.

Parole chiave: restauro, valorizzazione, musealizzazione, ricostruzione, diorama, illustrazione scientifica.

Abstract

The testimonial value of the fossil fauna findings unearthed in Gessi Bolognesi, as indicators markers of extinct ecosystems, which developed during the Last Glacial Maximum, is the focus of a challenging multi-year restoration and enhancement project designed to ensure the best conservation conditions of this outstanding segment of the regional paleontological heritage and to launch the basis for its permanent museum display at the "Luigi Donini" Museum of Prehistory of San Lazzaro di Savena (Bologna).

In addition to conservative interventions intended to consolidate the osteological remains and to ensure the optimal exhibition readability, the realization of casts, skeletal assemblages, dioramas and scientific illustrations, where the identified animal species are depicted in their environment, these fossil fauna findings constitute the essential link enabling visitors to understand the meaning and significance of their relevant testimony of the past and landscape evidence that has preserved them to date.

Keywords: Restoration, enhancement, museum display, reconstruction, diorama, scientific illustration

Fra gli esiti di maggiore interesse che la paleontologia, con lo studio dei giacimenti fossiliferi, e l'archeozoologia, attraverso l'esame dei resti faunistici in chiave socio-economica e antropica, assicurano il più soddisfacente è senza dubbio il poter ridare fisionomia agli ecosistemi del passato, rivisitandoli attraverso le specie animali e vegetali che lo hanno popolato, le condizioni climatiche di volta in volta instauratesi, le finestre paesaggistiche che da un certo momento in avanti hanno fornito lo sfondo entro il quale le più antiche comunità umane mossero i loro primi passi. In questo senso, l'ingente collezione di resti ossei, parte dei quali riferibili a varietà oggi estinte, raccolti nei

depositi paleontologici formati durante il Pleistocene Superiore in connessione con il riempimento degli inghiottitoi e dei pozzi carsici precedentemente evoluti nelle masse selenitiche bolognesi, costituisce un caso esemplare e, come tale, degno di una musealizzazione in grado di sottolineare e far comprendere l'estremo rilievo di tali paleofaune e del loro contesto di appartenenza, imprescindibile punto di riferimento regionale per la paleoecologia del Pedepennino emiliano-romagnolo durante l'ultimo Glaciale. L'impegno per il loro recupero ha preso avvio negli anni Ottanta quando il Comune di S. Lazzaro di Savena, in vista della rifondazione dell'attuale Museo

* Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna (BO) – email: fiamma.lenzi@regione.emilia-romagna.it

della Preistoria e in accordo con la Soprintendenza archeologica dell'Emilia-Romagna, ha intrapreso l'acquisizione in deposito dei materiali della ex Cava a Filo, dando contestualmente l'avvio a un impegnativo piano per la loro conservazione e fruizione, concretizzatosi in prima battuta nel restauro e compilazione di uno scheletro di *Bison priscus*.

Prescelto in ragione dell'abbondanza di reperti di questa specie nel deposito di ex Cava a Filo, in circostanze quindi favorevoli a una restituzione pressoché integrale, e preceduto da un accurato studio osteologico comparativo e di confronto, per molti anni, sino al riallestimento del 2003, lo scheletro ricomposto ha rappresentato l'emblema del Museo "Luigi Donini" e il solo esemplare interamente assemblato esposto in un ambiente museale italiano. L'intervento si deve a Benedetto Sala, allora docente presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Ferrara, che ha curato la selezione delle parti anatomiche fra ossa di animali della stessa taglia, ha rimosso precedenti e incongrui consolidamenti, integrato le poche porzioni mancanti con calchi di reperti provenienti da giacimenti diversi e costruito l'intelaiatura di supporto, tuttora in uso con alcune modifiche minori (fig. 1).

I principali capisaldi del programma messo a punto dal Museo consistevano in una sistematica catalogazione informatizzata delle testimonianze sino ad allora acquisite e nella promozione di campagne estensive di conservazione, due azioni che non avrebbero potuto essere attuate senza un preliminare e pazientissimo lavoro di ricognizione e di ricomposizione dei nuclei di materiali, disseminati fra sedi e soggetti diversi, indispensabile premessa anche per dare corpo alle successive operazioni di ripristino e di valorizzazione espositiva. Gli esiti della repertoriatura e schedatura degli ossami, unitamente alla determinazione delle varie specie registrate, hanno sostanziato una serie di contributi scientifici e monografie, fornendo anche la base per alcune dissertazioni di laurea.

Mentre procedevano la revisione tassonomica e l'analisi scientifica delle paleofaune, si è compreso quanto fosse necessario avviare senza indugi, e senza nessuna esclusione, il consolidamento e il restauro conservativo di tutti i reperti. Il materiale, in larga parte estratto dai pozzi fossiliferi negli anni Sessanta e Settanta in condizioni di conservazione talora proibitive a causa della lavorazione industriale del gesso, spesso con criteri operativi difformi e con prelievi non sempre

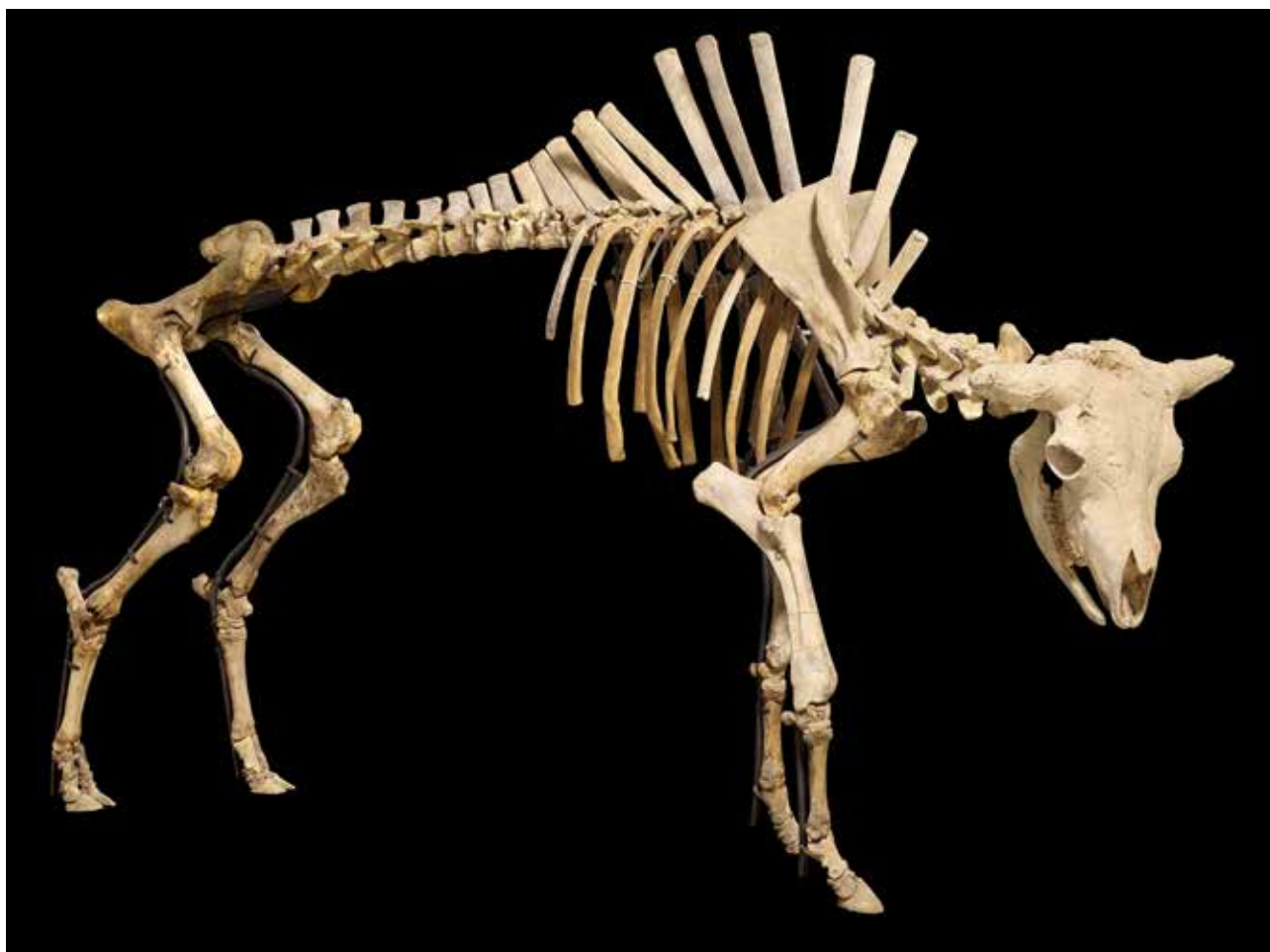


Fig. 1 – Sala dell'Ambiente, scheletro compilato di *Bison priscus* (foto F. Grazioli).



Fig. 2 – Parte scheletrica ricostruita di *Bison priscus*: autopodio posteriore prima e dopo il restauro e l'integrazione (©Catalogo del Patrimonio Culturale dell'Emilia-Romagna, foto P. Reggiani).

programmati, era anche stato sottoposto talora a ripristini oggi considerati non idonei o metodologicamente superati. Fragilità delle ossa e sensibilità ai fattori ambientali, in assenza di parametri adeguati in termini di clima, umidità, temperatura, ventilazione e irraggiamento dei luoghi di conservazione - tutte variabili in grado di influenzarne in modo molto netto la stabilità nel tempo - ne rendevano ancor più critica la situazione.

Nell'ambito delle proprie politiche di sostegno ai musei del territorio emiliano-romagnolo, l'Istituto regionale dei Beni Culturali, di concerto con il Museo, a partire dalla metà degli anni Novanta ha varato pertanto un vasto progetto mirante al recupero conservativo e integrativo, anche con obiettivi di ottimale presentazione museografica, delle faune dei Gessi Bolognesi (ex Cava a Filo, Cava Fiorini, Grotta Serafino

Calindri) creando i presupposti per un nuovo allestimento delle raccolte in una rinnovata veste museale¹. La specificità del patrimonio e la particolare tipologia dei materiali ha indirizzato gli enti promotori ad affidare il coordinamento e la realizzazione delle diverse fasi di restauro a un professionista specializzato in paleontologia del Quaternario - Paleostudy di Paolo Reggiani - dotato della capacità di affiancare alle tradizionali operazioni di pulizia, assemblaggio e trattamento consolidante l'esatta integrazione morfologica delle lacune e delle parti non sopravvissute grazie alle proprie conoscenze anatomiche e preparazione scientifica. La priorità è stata riservata ai macroresti degli scomparsi *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus*, certamente le specie più distinte fra quante restituite dai giacimenti delle Evaporiti per quantità e stato conservativo, nonché per il loro valore documentale a li-

¹ Le faune fossili dei Gessi Bolognesi sono state oggetto di cinque diversi interventi conservativi realizzati nell'ambito dei piani previsti dalle leggi regionali 20/1990 (anni 1995 e 1996) e 18/2000 (anni 2001, 2004, 2005).

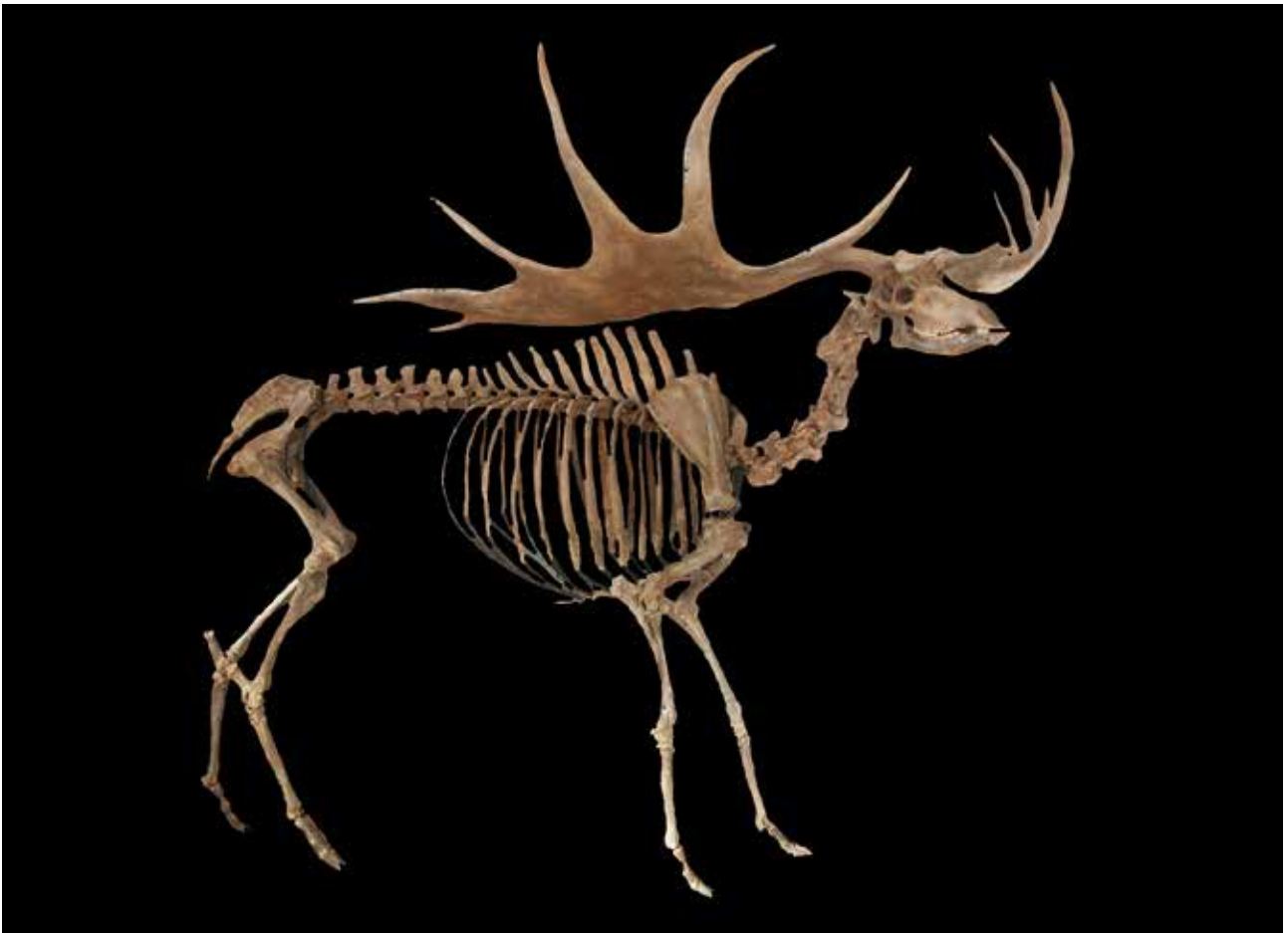


Fig. 3 – Sala dell’Ambiente, scheletro di *Megaloceros giganteus*: calco eseguito sull’esemplare del Museo di Leiden (Archivio del Museo della Preistoria “L. Donini”).



Fig. 4 – Sala dell’Ambiente: diorama con modelli a grandezza naturale di *Bison priscus* e di *Megaloceros giganteus* (foto F. Grazioli).

vello regionale e l'indiscusso interesse internazionale. In particolare, sono stati sottoposti a stabilizzazione e a integrazione coxali, scapole e mandibole di bisonte, mandibole e femore di un megacero e la mandibola di un lupo. Testimonianza estremamente preziosa, quest'ultima, delle condizioni climatiche dell'Ultimo Massimo Glaciale, e al contempo accertata riprova - insieme alle ossa estratte durante le ricerche successive - dell'origine della specie diffusa in Italia, come chiariscono Palumbo et alii in questo volume.

Con l'occhio rivolto agli aspetti più strettamente museografici, è iniziata inoltre la ricostruzione di intere parti scheletriche (processi spinosi di una colonna vertebrale di giovane bisonte, autopodio posteriore di bisonte, mandibole di bisonte) (fig. 2) mediante assemblaggio dei frammenti e ancoraggio delle porzioni ricomposte. Allo scopo di migliorare e ottimizzare l'esibizione dell'esemplare già musealizzato, infine, si è provveduto all'esecuzione *ex novo* di un modello in resina di cranio bisontino, completo delle aree nasali e premaxillari, da cui poi ricavare la struttura scheletrica nella odierna proposta, affinché le fattezze dell'animale fossero restituite per intero.

Nella logica di preparare per gradi l'espansione e l'aggiornamento del Museo, il proseguo del progetto è stato indirizzato alla realizzazione di calchi, ai quali si demandava il compito di documentare lo stato originario dei reperti prima della separazione della matrice sedimentaria, insieme quello, più "spettacolare" ed evocativo, di riconsegnare ai grandi vertebrati, attraverso la loro riproposizione tridimensionale, non solo il legame con il tempo, ma anche il rapporto con lo spazio. Fra le ricostruzioni scheletriche in dimensioni reali spicca, per proporzioni e caratteristiche anatomiche di particolare impatto, la replica della carcassa intera di *Megaloceros giganteus*, sulla base dell'originale del Museo di Storia Naturale di Leiden (NL) che ne ha concesso l'autorizzazione: un'operazione complessa, affidata alla ditta StoneAge di Trieste che, oltre all'effettuazione del calco in loco, ha contemplato l'imballaggio, il trasporto e il montaggio definitivo per l'ostensione a S. Lazzaro di Savena (fig. 3). La "lezione" dei grandi musei di storia naturale attivi in Europa e negli Stati Uniti, capaci di sorprendere il visitatore con l'iperrealismo dei loro diorami, entro i quali le faune attuali o estinte vengono messe in mostra con la massima precisione scientifica insieme al loro habitat caratteristico, filologicamente riesaminato in ogni minuto dettaglio e reso in modo conforme alla realtà, debitamente assimilata con ammodernamenti nelle tecniche e nei metodi, nonché adattata alle specifiche esigenze espositive locali, ha fornito il metaforico *baedeker* cui fare riferimento quando si è passati alla fase propriamente museografica. L'obietti-



Fig. 5 – Sala dell’Ambiente, modello a grandezza naturale di Lepre variabile (*Lepus timidus*) (foto F. Grazioli).

vo della progettazione era come far apprezzare questo straordinario episodio paleoecologico e la biocenosi testimoniata dai giacimenti sanlazzaresi, mettendo i visitatori di ogni genere e classe d'età nelle condizioni di interpretarne appieno il senso e il significato. Grazie all'arte e alla sperimentata esperienza del Laboratorio Naturalistico Friulano, nella sala museale dedicata all'Ambiente, all'interno di una scenografia in scala che ricrea, nei particolari geologici, paleobotanici e più latamente paesaggistici, uno dei tanti angoli primo-collinari, nei pressi di un affioramento gessoso messo a nudo dall'erosione, hanno così letteralmente ripreso corpo e fisionomia il *Bison* e il *Megaloceros*, le cui riproduzioni a grandezza naturale, complete del volume della massa carnea e del relativo rivestimento esterno in pelle o pelliccia campeggiano maestose a rievocare i protagonisti per eccellenza fra quanti furono gli abitatori del Paleo-Appennino durante le ultime pulsazioni climatiche fredde (fig. 4). Modelli in "carne e ossa o penne" di altri animali di taglia minore - il fagiano di monte, la lepre bianca (fig. 5), la marmotta,



Fig. 6 – Sala dell’Ambiente, modello a grandezza naturale di ghiottone (*Gulo gulo*) (foto F. Grazioli).



Fig. 7 – Ricostruzione pittorica di megacero in un paesaggio collinare invernale (illustrazione di Mauro Cutrona).

un esemplare di microtino – talora ottimi indicatori climatici, altre volte invece maggiormente ubiquitari, esemplificano la ricchezza dell’associazione faunistica, rievocando l’evolvere di un ambiente arido-freddo a steppa-prateria verso condizioni climatiche più miti e l’instaurarsi di un mutato spettro vegetazionale. Vere rarità fossili nel panorama paleontologico regionale come il ghiottone della Cava Fiorini (fig. 6) o la iena delle caverne rinvenuta nella Grotta Serafino Calindri con le loro fedeli rappresentazioni attestano, una volta di più, l’unicità del quadro ambientale delineato attraverso i sedimenti che coltavano i recessi fossili carsici.

Il processo di comunicazione del messaggio scientifico, specialmente quando si rende necessario inserire nell’assetto museografico apparati informativi, tradizionali o digitali che siano, tanto a livello primario, quanto in funzione di corollario o sussidio alla visita, non potrebbe considerarsi del tutto efficace senza il ricorso all’illustrazione. Se prima dell’avvento della fotografia e delle tecnologie avanzate, questo mezzo espressivo era l’unico *medium* disponibile per divulgare presso il visitatore o il lettore nozioni, dati e dettagli di non agevole accesso, ancora oggi l’opera artistica dell’illustratore scientifico ha un ruolo di fondamentale importanza nella rievocazione di paleohabitat e organismi estinti o, più in generale, di scene di vita animate che, come in un’istantanea, possano catturare

un frammento temporale, un ecofatto, una circostanza storicamente o geologicamente irripetibili (fig.7). Tenendo costantemente in conto questo concetto, la strategia comunicativa adottata dal museo, anche nelle continue evoluzioni che gli odierni linguaggi massmediatici mettono a disposizione, non ha mai trascurato di prevedere l'acquisizione di illustrazioni, realizzate *ad hoc* dal valente illustratore Mauro Cutrona, che col tempo sono andate a comporre un formidabile *portfolio* di immagini, una *gallery* iconografica (figg. 8, 9) da utilizzare sia a supporto della didattica museale e della divulgazione scientifica più consuete (cataloghi, guide, *folders*), sia nella costruzione di prodotti multimediali per facilitare in chi si accosta al museo l'interazione e il dialogo materiale o virtuale con i reperti, accrescendo così la partecipazione attiva del pubblico.

Una valorizzazione complessiva del principale deposito carsico - il sito dell'ex Cava a Filo - tale da consentire non solo la fruizione dei reperti musealizzati, ma una diretta presa di contatto con il contesto paesaggistico-ambientale di appartenenza, ha rappresentato il *focus* di una successiva iniziativa promossa nel 2003 dal Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa, in *partnership* con il Museo della Preistoria, mirante al ripristino ambientale e alla sistemazione ecosostenibile dell'area antistante la cava, in



Fig. 8 – L'illustratore scientifico Mauro Cutrona al lavoro mentre rappresenta una delle faune della Cava Fiorini (Archivio del Museo della Preistoria "L. Donini").



Fig. 9 – Gruppo di iene delle caverne (*Crocuta crocuta spelaea*) sullo sfondo dei rilievi gessosi della Croara (Archivio del Museo della Preistoria "L. Donini" - illustrazione di Mauro Cutrona).



Fig. 10 – L'ex Cava a Filo oggi, dopo il ripristino ambientale e la creazione del percorso informativo (foto F. Grazioli).

disordinato abbandono dopo la chiusura delle attività industriali, e del fronte estrattivo che ha posto in luce il cuore della collina (fig. 10). Materializzatasi anche attraverso un percorso turistico-informativo attrezzato, quest'operazione va considerata la premessa e la condizione necessarie per l'apertura di una nuova stagione di indagini scientifiche nel paleoinghiottitoio, in effetti riprese qualche tempo dopo dal Museo, in concessione dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, e tuttora in corso. I primi esiti delle rinnovate indagini sono confluiti nel 2008 in un ulteriore progetto congiunto di valorizzazione degli aspetti di interesse paleontologico e archeologico presenti nell'area protetta, sostenuto da fondi regionali, provinciali e degli enti consorziati per la gestione del parco, nell'ambito delle politiche di tutela esercitate da questo organismo in favore delle testimonianze dei paesaggi delle origini e dell'insediamento storico (fig. 11).

Resta infine da ricordare che, in quello stesso anno, il

Museo si è dotato di un allestimento esterno contiguo alla sede storica – il Preistopark – ovvero un itinerario didattico che grazie a una serie di esemplari tridimensionali a grandezza reale rievocanti alcuni “giganti” dell'era glaciale (fig. 12) dischiude un accesso temporale su habitat scomparsi, facendone conoscere i sorprendenti mutamenti climatici e la singolare varietà delle creature viventi, che hanno in siti quali l'ex Cava a Filo gli “archivi” più preziosi.

In conclusione, lo sforzo complessivo sotteso all'azione di valorizzazione è consistito nel far prendere coscienza che la rilevanza, e non solo scientifica, dei giacimenti non risiede esclusivamente nella presenza dei reperti in sé, pur di notevolissimo pregio paleontologico, quanto piuttosto nelle relazioni esistenti fra le diverse evidenze ivi custodite e nella possibilità di un'interazione organica fra competenze disciplinari e politiche pubbliche. È questo il presupposto perché si crei e si mantenga stabile un circuito virtuoso tale da unire in modo fattuale e concreto il museo con il terri-



Fig. 11 – Il pieghevole realizzato in occasione del progetto per la valorizzazione delle evidenze archeologiche del Parco dei Gessi Bolognesi.

torio di riferimento e con gli organismi che in diversi ruoli lo amministrano, facendo in modo che la risorsa paleontologica non sia solo una risorsa culturale, bensì un elemento essenziale per innalzare la qualità e la visibilità del luogo in cui si vive, incrementandone al tempo stesso competitività e attrattività in termini di sviluppo sociale ed economico.

Bibliografia

- L. DAL POZZO 1996, *Croara – Cava Filo*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 826-845.
- F. GASPARRI, *Cava I.E.C.M.E; Cava Fiorini*; in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 845-849.
- F. LENZI, G. NENZIONI (a cura di) 1996, *Lettere di Pietra. I depositi pleistocenici: sedimenti, industrie e faune del margine appenninico bolognese*, Editrice Compositori.
- G. NENZIONI 1999, *Fra natura e storia: un esempio di ecomuseo dell'area dei Gessi Bolognesi*, in F. LENZI (a cura di), *Archeologia e Ambiente*, Atti del Convegno internazionale (Ferrara 1998), Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, collana Documenti, n. 30, Forlì,



Fig. 12 – Una delle immagini, eseguite per corredare l'apparato didascalico del Preistopark, raffigurante un leone delle caverne (*Panthera leo spelaea*) con alle spalle gli affioramenti gessosi (illustrazione di Mauro Cutrona).



Fig. 13 – Panoramica di alcune vetrine dedicate alle faune fossili del deposito dell'ex Cava a Filo (foto F. Grazioli).

pp. 373-377.

G. NENZIONI, M. MARCHESINI, S. MARVELLI 2018, *Fenomeni carsici e primo popolamento nel territorio bolognese orientale: paleoambienti e litocomplessi*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), “...nel sotterraneo Mondo”. *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia*, Atti del Convegno (Brisighella 6-7 ottobre 2017), pp. 21-31.

Preistopark. I protagonisti dell'Era Glaciale 2008, Centro Stampa della Regione Emilia-Romagna, Bologna.

P. REGGIANI 2000, *I reperti fossili würmiani*, in *La Grotta Serafino Calindri*, “Sottoterra”, XXXIX, n. 110, pp. 67-70.

B. SALA 1985, *Le faune dell'ultimo glaciale nell'Ap-*

pennino Emiliano, in F. LENZI, G. NENZIONI, C. PERETTO (a cura di), *Materiali e documenti per un museo della preistoria. S. Lazzaro di Savena e il suo territorio*, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, pp. 173-177.

B. SALA 1987, *Bison schoetensacki Freud. From Isernia la Pineta (early Mid-Pleistocene – Italy) and revision of the European species of bison*. *Paleontographia Italica*, v. 74, Pisa.

B. SALA 1996, *I vertebrati quaternari del territorio bolognese*, in LENZI, NENZIONI 1996, pp. 821-823.

Un ambiente scomparso: il deposito dell'ex Cava a Filo 2008, Parco Naturale dei Gessi Bolognesi e dei Calanchi dell'Abbadessa e Museo della Preistoria “Luigi Donini”, Bologna.

Uomini, ambienti, animali prima della storia 2003, Museo della Preistoria “Luigi Donini”, Bologna.



Immagine ricostruttiva di bisonte della steppa al pascolo (*Bison priscus*) (Illustrazione di Mauro Cutrona).



Immagine ricostruttiva di un branco di lupi (*Canis lupus*) (Illustrazione di Mauro Cutrona).



Immagine ricostruttiva di un gruppo di marmotte (*Marmota marmota*) (Illustrazione di Mauro Cutrona).



Immagini ricostruttive di tasso (*Meles meles*), capriolo (*Capreolus capreolus*), aquila reale (*Aquila chrysaetos*), cinghiale (*Sus scrofa*) (Illustrazioni di Mauro Cutrona).

Lucia Castagna*, Nevio Preti**

Il cranio della Grotta Loubens

Riassunto

All'interno della grotta Marcel Loubens, durante l'esplorazione di un camino ascendente è stato ritrovato un cranio umano che le datazioni al radiocarbonio condotte su un dente hanno datato fra il 3600 e il 3300 a.C. Avvertite le autorità competenti si è proceduto al complicato recupero sotto la direzione dell'Università di Bologna. Nell'articolo sono descritte le ricerche speleologiche in zona, la grotta M. Loubens, il ritrovamento, le delicate fasi del recupero ed infine i primi studi preliminari.

Parole chiave: grotta Marcel Loubens, ricerche speleologiche, cranio umano, età del Rame

Abstract

During the exploration of an ascending chimney of Marcel Loubens Cave, a human cranium has been discovered. The competent authorities allowed us to collect this interesting fossil, that has been sampled and studied by expert researchers of the University of Bologna. The radiocarbon dating showed an age ranging between 3600 and 3300 years BC. Here we describe the speleological exploration, recovery and first studies conducted in the framework of this incredible discovery.

Keyword: M. Louben cave, Speleological researches, human cranium, Copper Age

La grotta Marcel Loubens e le esplorazioni del Gruppo Speleologico Bolognese

La grotta Marcel Loubens (n° catastale ER/BO 300) si trova all'interno della Dolina dell'Inferno, soprastante la grotta del Farneto, la più vasta dolina dell'area del Parco dei Gessi Bolognesi (m 900 x 600, profonda m125), nel Comune di S. Lazzaro di Savena. Tutte le cavità dell'area si aprono nella Formazione Gessoso Solfifera Messiniana (7-5.5 Ma) caratterizzata dalla ripetizione ciclica di banconi di gesso evaporitico o clastico e orizzonti argillosi che indicano l'inizio di una nuova fase di riempimento-evaporazione del bacino (PISANI 2016).

L'insieme della Dolina dell'Inferno e del suo versante esterno, volto al Farneto, ospita oltre 60 cavità naturali, facenti capo a tre distinti Sistemi (CASALI 1972; GRANDI 2016), i cui corsi d'acqua ipogei, attraverso un intricato reticolo di gallerie, sale, cunicoli e sifoni trovano recapito nel Torrente Zena. Le esplorazioni e i rilievi esperiti hanno riguardato una trentina di grotte, alcune delle quali finora del tutto ignote, mentre sono state rinvenute importanti diramazioni

all'interno di altre cavità, oggetto di indagini speleologiche fin dal 1932.

I citati tre collettori idrici differenziano la zona da altri sistemi più noti (come quello di Acquafredda-Spìpola-Prete Santo) caratterizzati da un unico collettore (dreno dominante) (DEMARIA *et alii* 2012; DE WAELE *et alii* 2011). Per questo motivo speleologi e geologi stanno studiando a fondo le connessioni esistenti fra il carsismo, la tettonica e il sistema idrologico. A questo scopo sono state aggiornate le carte geologiche soprattutto in merito alle fratture tettoniche e condotte nuove campagne di posizionamento e rilevamento delle cavità all'interno della dolina dell'Inferno (fig. 1).

La Grotta Marcel Loubens ha uno sviluppo di m 78, una profondità di m 37 ed è tuttora in esplorazione (fig. 2). Vicinissima alla Grotta Coralupo, e in particolare all'accesso 92/bis di quest'ultima, finora non è stata accertata la connessione fra le due cavità. La Loubens, a seguito di colorazioni effettuate negli anni '70 alla grotta Coralupo, è stata attribuita al sistema Coralupo-Pelagalli, ma per avere conferme su questo occorrerebbe effettuare nuove e mirate indagini.

A gennaio del 1959 speleologi del GSB (G. Badini e

*Archeologa, GSB-USB

**GSB-USB

altri) penetrarono nella grotta legando una scaletta con pioli di legno ad un albero. Dopo 6-7 metri la scala terminava su uno strato di arbusti, foglie e poca terra, tanto che con poche badilate riuscirono ad aprire un pertugio, da cui usciva aria calda, segno di prosecuzione.

Dopo qualche uscita, scavando quel tanto per passare sbucarono su un piano inclinato che penetrava in una cavernetta a sezione triangolare, tetto piatto e pavimento in ripida discesa, finché sul fondo si apriva un bel pozzo circolare, valutato profondo una ventina di metri, con strettoia iniziale.

Il pozzo, di per sé, non sarebbe stato un problema, lo sarebbe stato invece trasportare in bici da Bologna, fino al Farneto (e ritorno) tre pesanti spezzoni di scalette da 10 metri con pioli di legno, con relative corde e moschettoni, oltre a un enorme zaino contenente l'attrezzatura da grotta, infine salire con il tutto fino al crinale di Casa Coralupo, e dopo scendere nella dolina dell'Inferno, l'area più selvaggia della collina bolognese. Ma quello allora era il prezzo da pagare se si voleva fare speleologia.

Sul fondo del pozzo, rivelatosi profondo 12 metri, iniziava uno stretto meandro serpentiforme, con fango e poca acqua, quasi subito impraticabile, nonostante i numerosi sforzi per tentare di procedere. Allora si

avanzava con luce al carburo e lampade di emergenza elettriche, realizzate artigianalmente con fari da bici incollati al casco. Dopo qualche ulteriore discesa, considerarono l'esplorazione di questa grotta finita, non prima di averla dedicata al nome dello sfortunato giovane speleologo francese caduto nel 1952 durante l'esplorazione del Gouffre de la Pierre-Saint-Martin, nei Pirenei franco-spagnoli (BADINI 2018).

Dopo quasi sessanta anni di silenzio, i giovani speleologi del GSB-USB hanno fatto ritorno in questa grotta. Le nuove esplorazioni hanno avuto inizio nel mese di gennaio 2015 con la riapertura dell'ingresso, la rimozione della terra e dei detriti che nel frattempo l'avevano ostruita e il riarmo del primo pozzetto, anch'esso disostruito (fig. 3).

Con l'uscita del 18 gennaio 2015 l'attenzione si rivolge al meandro principale della grotta, dove una finestra, a metà del pozzo, lascia intravedere un possibile obiettivo. Con la terza uscita, il 30 gennaio, si scopre che la finestra costituisce la parte "larga" di uno stretto e tortuoso meandro. Viene percorso senza attrezzi, in quanto a causa delle ridottissime dimensioni merita appieno il nome che gli verrà affibbiato: "Meandro della Cattiveria". Dopo una quarantina di metri di penosi passaggi fra le sinuosità delle sporgenze-ri-

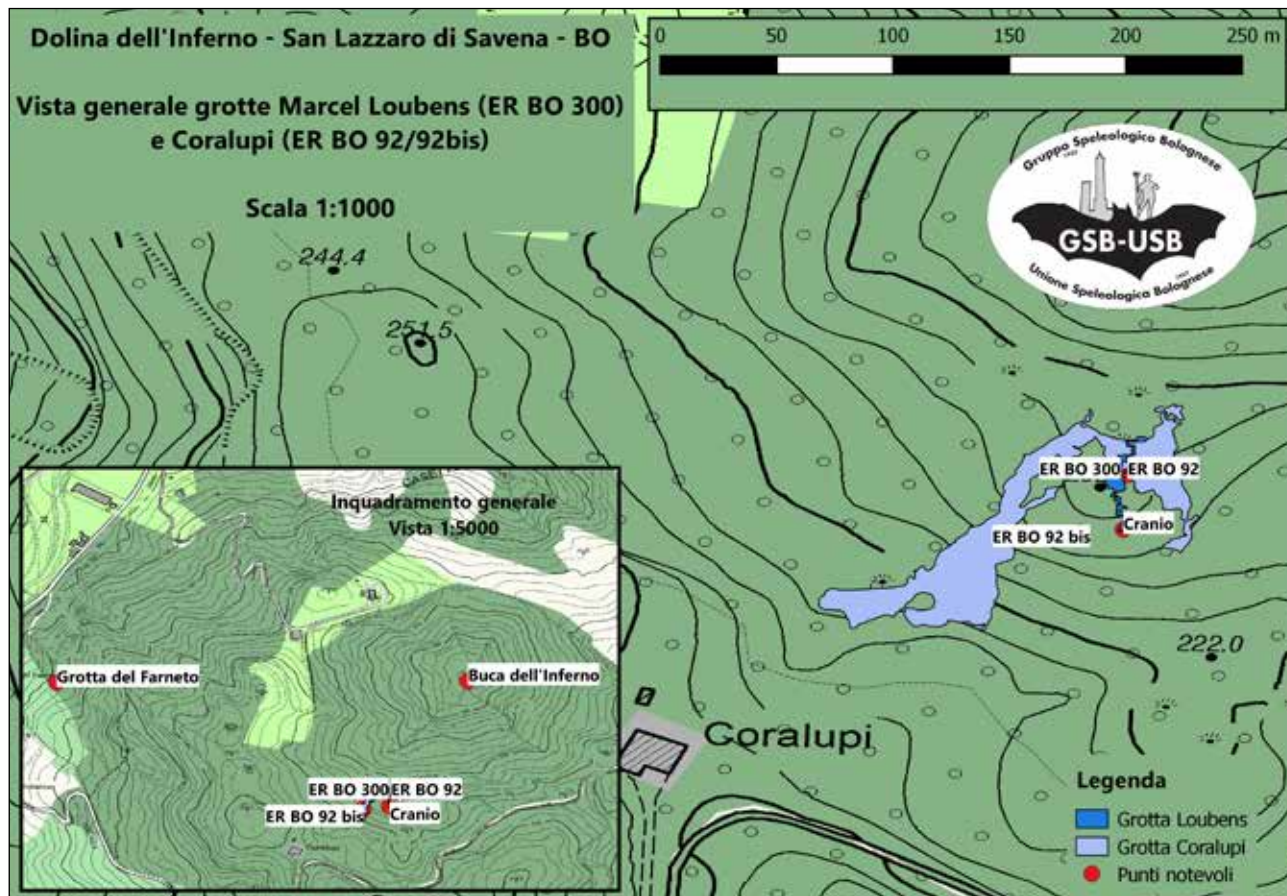


Fig. 1 – Carta topografica. Vista generale e riquadro area (Elaborazione GSB-USB G. Belvederi, M. Venturi).

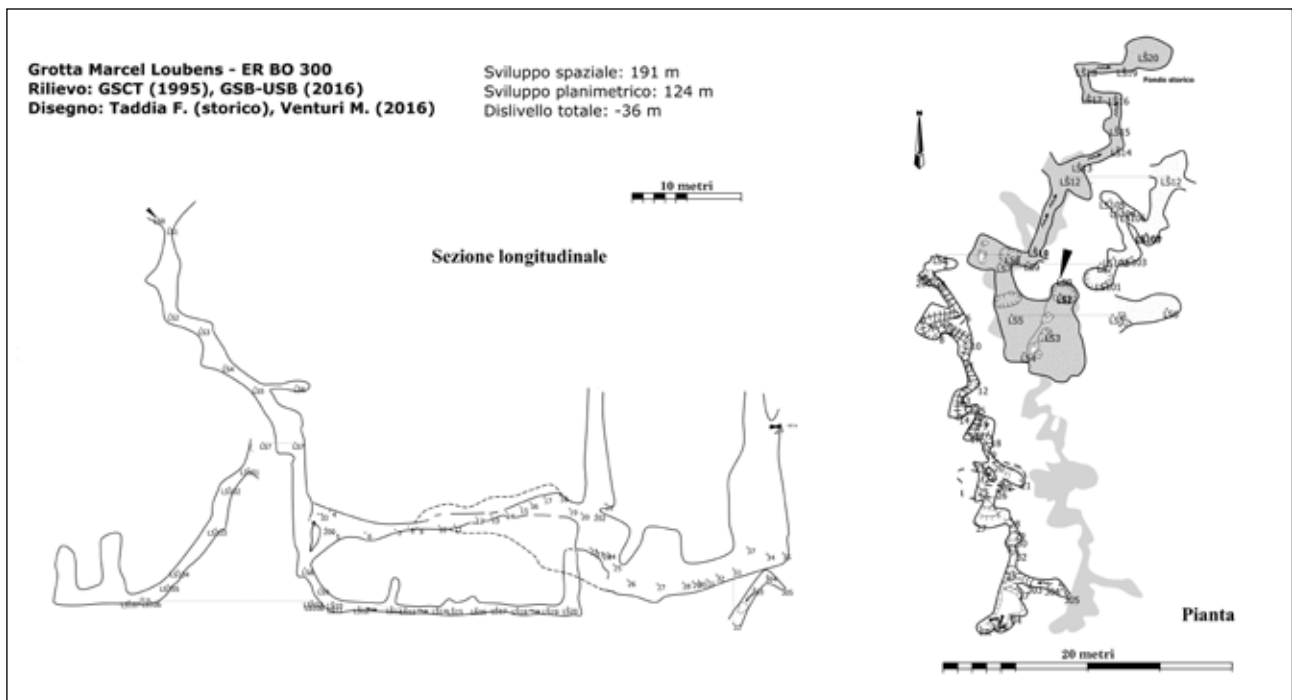


Fig. 2 – Rilievo topografico grotta M. Loubens (Elaborazione GSB-USB M. Venturi).

entranze mai percorsi prima, esso porta in una parte della grotta molto bella, relativamente ampia e concrezionata.

In questa zona sono presenti alcune salette e camini. Il primo di essi si innalza fino a una impenetrabile volta di massi, il secondo, più ampio, è ben levigato dall'acqua. Il primo marzo dello stesso anno gli speleologi L. Grandi ed E. Dalla Dea raggiungono la sua sommità mediante una risalita con tecniche artificiali (chiodatura con fix, ancoraggi con staffe, cordini e corde statiche), al di sotto di una frana dalla quale spuntano radici (CORTELLI *et alii* 2018).

Le esplorazioni successive hanno subito un improvviso arresto poiché, proprio al di sotto di quest'ultima zona di crollo, gli speleologi si sono trovati inaspettatamente di fronte a un cranio inequivocabilmente umano (fig. 4).

Rinvenimento e recupero del cranio

Il cranio si trovava rovesciato assieme ai massi e al fango della frana, appoggiato su un piano inclinato concrezionato ed esposto direttamente sul precipizio (fig. 5). Mostrava verticalmente la sua base con il palato rivolto verso il basso, il foro occipitale allargato e pieno di fango e le ossa temporali e l'occipitale percorsi da numerose fratture da compressione. Anche nelle successive operazioni non è stata trovata alcuna traccia della mandibola, mentre sui pochi denti ancora visibili nell'arcata superiore erano evidenti tracce di usura, tartaro e carie. Per i denti assenti è ipotiz-



Fig. 3 –Lo stretto ingresso-uscita della grotta (Archivio GSB-USB, foto P. Grimandi).



Fig. 4 – Particolare del cranio prima del recupero. - (Archivio SABAP-BO, GBS-USB, foto F. Grazioli).

zabile una caduta post-mortem indiziata dal mancato riassorbimento alveolare. Complessivamente lo stato di conservazione era discreto anche se minacciato dal peso dei detriti soprastanti e dall'esposizione verso il vuoto.

L'urgenza del recupero è stata dettata proprio dall'imprevedibile instabilità dell'ambiente gessoso. Le operazioni hanno richiesto un accurato studio a tavolino per adattare le tradizionali procedure archeologiche alle particolari condizioni di questa grotta. Sono state necessarie tre uscite: una preparatoria il 3 dicembre, una per il consolidamento e la documentazione il 15 maggio e quella definitiva per il recupero il 7 giugno. L'ambiente ipogeo imponeva infatti condizioni di lavoro estreme, costringendo gli speleologi a rimanere sospesi in ambienti stretti e difficilmente illuminabili. La frana incombeva dall'alto, mentre le uniformi pareti di gesso non offrivano alcuna superficie di appoggio. La documentazione metrica e fotografica ha implicato il trasporto e l'utilizzo di materiale professionale esposto al pericolo di urti, cadute e deterioramento a causa del fango e dell'umidità. Gli operatori hanno inoltre dovuto fare i conti con la difficoltà di lavorare in sospensione e al freddo per tempi molto lunghi.

Non potendo effettuare un normale scavo archeologi-

co dall'alto, tra blocchi gessosi e concrezioni, il cranio andava estratto con la massima cautela sfilandolo da sopra al precipizio. Per evitare nuove fratture o perdite di frammenti, durante l'uscita del 15 maggio si è realizzata un'incamiciatura applicando della pellicola contenitiva sulle ossa e uno strato di bende di gesso sopra di essa (fig. 6).

Si è proceduto inoltre a concludere il rilievo di dettaglio di tutta l'area del pozzo-camino (fig. 7).

Il gesso, una volta solidificato, ha anche fornito una base perfettamente modellata sulle forme del cranio, utile come primo strato d'imbballaggio. Una volta estratto, il reperto è stato chiuso in una cassetta ermetica imbottita e calato fino alla base del camino (fig. 8). Qui è iniziato il lento e difficoltoso percorso di uscita che ha visto il sentito coinvolgimento di decine di speleologi del gruppo GSB-USB. Il trasporto lungo il pozzo e il meandro, che in molti punti non supera cm 30 di larghezza è durato diverse ore, con una media di progressione di 20 cm/minuto. Come programmato, gli speleologi si erano strategicamente disposti lungo le tortuosità del faticoso "Meandro della Cattiveria" e hanno operato un lento e sicuro passamano fino alla superficie.

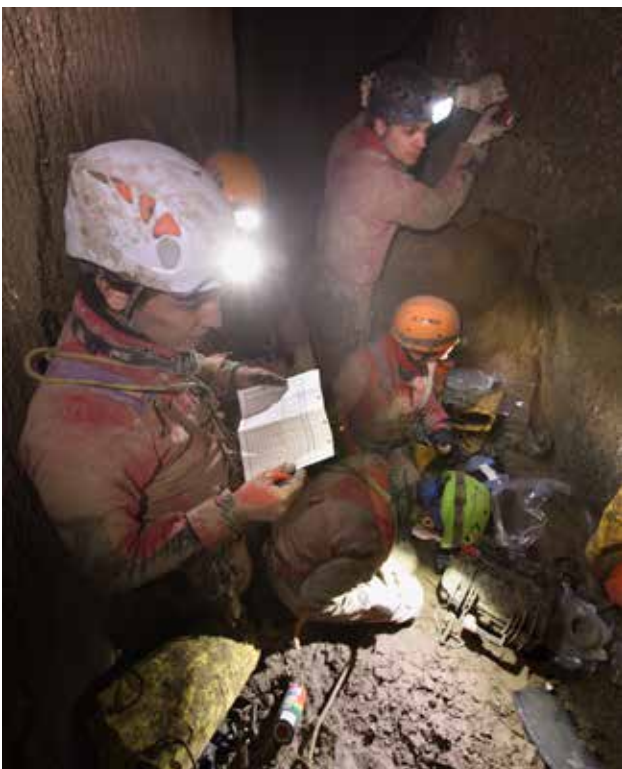
All'uscita in notturna dalla grotta erano presenti la squadra di appoggio del GSB-USB, il dott. David



Fig. 5 – Posizione del cranio a sbalzo sul pozzo (Archivio SABAP-BO, GBS-USB, foto F. Grazioli).



Fig. 6 – Il cranio dopo il consolidamento con il gesso, per procedere alla sua estrazione in sicurezza (Archivio SABAP-BO, GBS-USB, foto F. Grazioli).



Bianco dell'Ente Parchi Emilia Orientale, la prof.ssa M. G. Belcastro, il prof. F. Facchini e la dott.ssa Mariotti dell'Università di Bologna (fig. 9).

Indagini

Attualmente il cranio si trova in fase di studio presso il Laboratorio di antropologia del Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali dell'Università di Bologna (fig. 10). Non avendo riscontrato altre evidenze archeologiche utili per un inquadramento cronologico, si è scelto di fare analizzare il secondo molare superiore sinistro, grazie alla disponibilità della prof.ssa M.G. Belcastro. Le datazioni al Radiocarbonio del CEDAD (CENTRO di DATAZIONE e Diagnostica dell'Università del Salento) collocano il reperto tra 3600 e 3300 a.C. (fig. 11). Questo dato è

Fig. 7 – Rilievo topografico di dettaglio dell'area del pozzo-camino (Archivio SABAP-BO, GBS-USB, foto F. Grazioli)



Fig. 8 – Il cranio riposto nella scatola ermetica (Archivio GSB-USB, foto M. Dondi).

particolarmente interessante poiché consente di inquadrare l'individuo nell'ambito della frequentazione del territorio durante l'età del Rame. Inoltre, considerata la vicinanza con il Farneto (a meno di m 600 dalla grotta Loubens) sarebbe legittimo un confronto con i 41 soggetti che Luigi Fantini estrasse dal Sottorroccia tra il 1935 e il 1969, prima che la Cava Calgesso ne distruggesse il giacimento.

Purtroppo la situazione stratigrafica della zona alta del camino è illeggibile, compromessa dal rimescolamento causato dalla frana. È stato però eseguito un campionamento mirato sui concrezionamenti adiacenti al cranio, nella speranza che le future analisi possano chiarire la successione degli eventi ipogei. Anche le indagini antropologiche sono ancora in una fase iniziale, mentre le ragioni di questa giacitura chiaramente secondaria, potrebbero essere indagate anche tramite ulteriori esplorazioni speleologiche.

Bibliografia

- G. BADINI 1967, *Le grotte bolognesi*. Ediz. Div. di Rassegna Speleologica Italiana, Como, 148 pp.
- R. CASALI 1972, *Idrologia ipogea della zona compresa tra i torrenti Zena e Idice in località Farneto (S. Lazzaro di Savena, Bologna)*, "Rassegna speleologica italiana" - Memoria X, pp. 148-152.
- R. CORTELLI, F. GRAZIOLI, L. CASTAGNA, G. BADINI 2018, *La fanciulla della Grotta Marcel Loubens*, "Sottoterra", 145, pp. 34-49.
- R. CORTELLI, M. VENTURI 2015, *L'esplorazione della Grotta Marcel Loubens - Dolina dell'Inferno*, "Sottoterra", LIV (140), pp. 25-27.
- D. DEMARIA, C. DALMONTE 2012, *L'area carsica tra Zena e Idice.*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le Grotte Bolognesi*, Grafiche A&B, Bologna, pp. 291-326.
- D. DEMARIA, J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI 2012,



Fig. 9 – Finalmente all'esterno (Archivio SABAP-BO, GSB-USB, foto P. Grimandi).



Fig. 10 – La speleologa e archeologa L. Castagna in laboratorio all'UNIBO (Archivio SABAP-BO, GBS-USB, foto F. Grazioli).

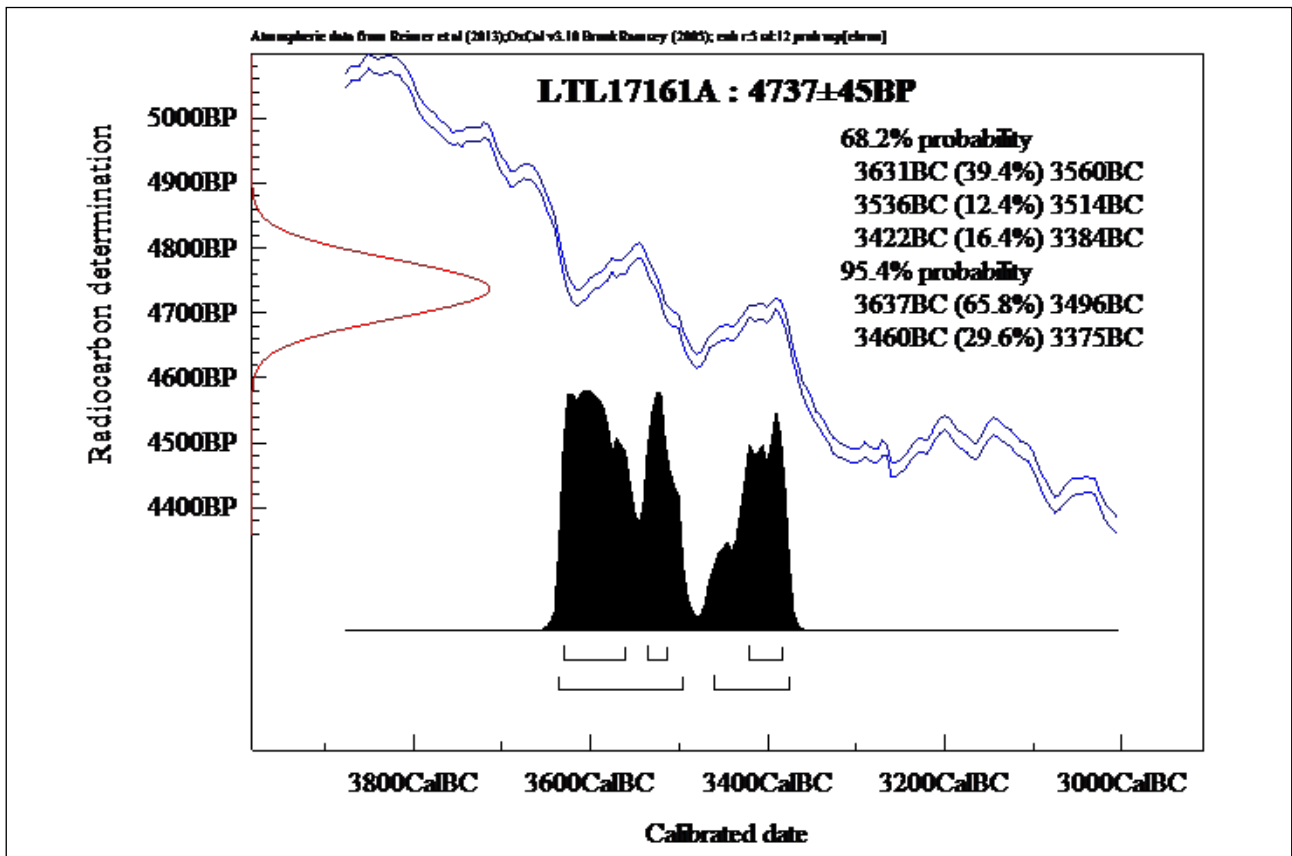


Fig. 11 – Calibrazione della data convenzionale al radiocarbonio del campione LTL17161A.

Il fenomeno carsico nei Gessi Bolognesi, ibidem, pp. 131-162.

- J. DE WAELE, P. FORTI, A. ROSSI 2011, *Il carsismo nelle evaporiti dell'Emilia Romagna*, Speleologia e Geositi carsici in Emilia-Romagna, ed. Pendragon, Bologna, pp. 25-59.
- L. GRANDI 2016, *Idrogeologia e geomorfologia dell'area carsica Buca di Ronzana, Dolina dell'Inferno e Farneto*. Tesi di laurea triennale in Scienze Geologiche - Università di Bologna.
- L. PISANI 2016, *Il controllo delle strutture tettoniche sul carsismo dei Gessi Bolognesi*, "Sottoterra", LV (142), pp. 73-82.
- L. PISANI, L. GRANDI 2017, *I gessi del Farneto sotto una nuova luce*, "Speleologia", XXXVIII (77), pp. 22-29.
- M.G. BELCASTRO, L. CASTAGNA, F. GRAZIOLI, N. PRETI, P. SALVO, M. VENTURI 2018, *Nota preliminare sul rinvenimento di un cranio umano nella Grotta Marcel Loubens*, in P. BOCCUCCIA, R. GABUSI, C. GUARNIERI, M. MIARI (a cura di), "...nel Sottoterraneo mondo". *La frequentazione delle grotte in Emilia-Romagna tra archeologia, storia e speleologia* (Atti del Convegno, Brisighella 6-7 ottobre 2017), pp. 85-86.

Siti internet

www.gsb-usb.it

Note. Il 7 giugno 2017 hanno preso parte al recupero gli speleologi del GSB-USB: Lucia Castagna, Roberto Cortelli, Elena Dalla Dea, Luca Grandi, Paola Salvo, Francesco Grazioli, Luca Pisani, Nevio Preti, Matteo Venturi, Giorgio Dondi e Massimo Dondi. In esterno, la squadra di appoggio era composta da: Sergio Orsini, Claudio Busi, Domenico Ferrara, Paolo Grimandi, Yuri Tomba, Franco Marani, Gabriella Presutto, Piero Gualandi, Lorenzo Santoro, Matteo Meli, Giuseppe Rivalta, Cecilia Valla e altri accorsi nel frattempo.

Ringraziamenti. Gli Autori ringraziano la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna, per le autorizzazioni e le concessioni su immagini e filmati, nelle persone del dott. Luigi Malnati, del dott. Paolo Boccuccia, della dott.ssa Monica Miari; l'Ente di Gestione per i Parchi e la biodiversità dell'Emilia Orientale, nelle persone del Presidente Sandro Ceccoli e del dott. David Bianco; l'Università di Bologna - Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche, ambientali, nelle persone della prof.ssa Maria Giovanna Belcastro, del prof. Fiorenzo Facchini e del prof. Jo Hilaire Agnes De Waele.



Ex Cava a Filo

25005 - 11124 BP

Cava I.E.C.M.E.
Inghiottitoi A-B-C

44412 - 43100 BP

Cava I.E.C.M.E.
Inghiottitoio SIA

**Paleolitico
superiore**





Grotta Serafino Calindri

38160 - 30700 BP

Cava Fiorini

20695 - 20340 BP

Farneto

Pleistocene Superiore?



Foto in alto
Riprese da drone:
Matteo Mioli
Rielaborazione:
Francesco Grazioli



Finito di stampare
nel mese di settembre 2018



ISBN 978-88-943271-1-3



9 788894 327113