

9. The Purga di Bolca-Vegroni sites

Luca GIUSBERTI, Letizia DEL FAVERO & Guido ROGHI

L. Giusberti, Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, Via Gradenigo 6, I-35131 Padova, Italy;
luca.giusberti@unipd.it

L. Del Favero, Museo di Geologia e Paleontologia, Università di Padova, Via Giotto 1, I-35121 Padova, Italy;
letizia.delfavero@unipd.it

G. Roghi, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Via Gradenigo 6, I-35131 Padova, Italy; guido.roghi@igg.cnr.it

In the localities of Purga di Bolca, Praticini, and Vegroni (Fig. 1), historically famous for reptiles and fossil palms, crop out freshwater and brackish sediments traditionally considered more recent than Pesciara and Monte Postale beds (e.g., Massalongo, 1861; Nicolis, 1884; Fabiani, 1912, 1915; Barbieri & Medizza, 1969; Sorbini, 1972; Medizza, 1980). The stratigraphy of these important sites was firstly outlined by Nicolis (1884).

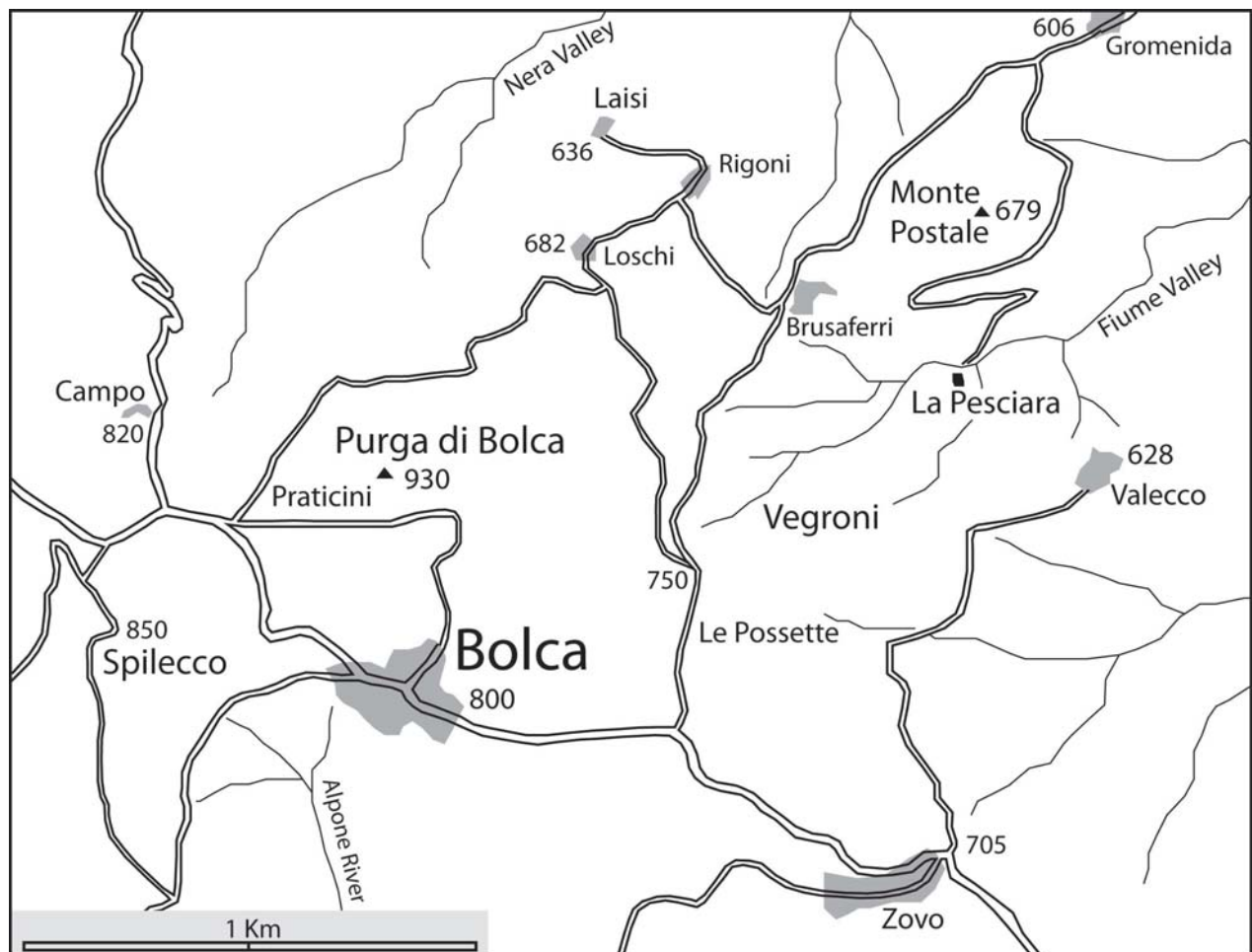


FIG. 1 - Location map of the main fossiliferous sites cropping out in the surroundings of Bolca (Verona).

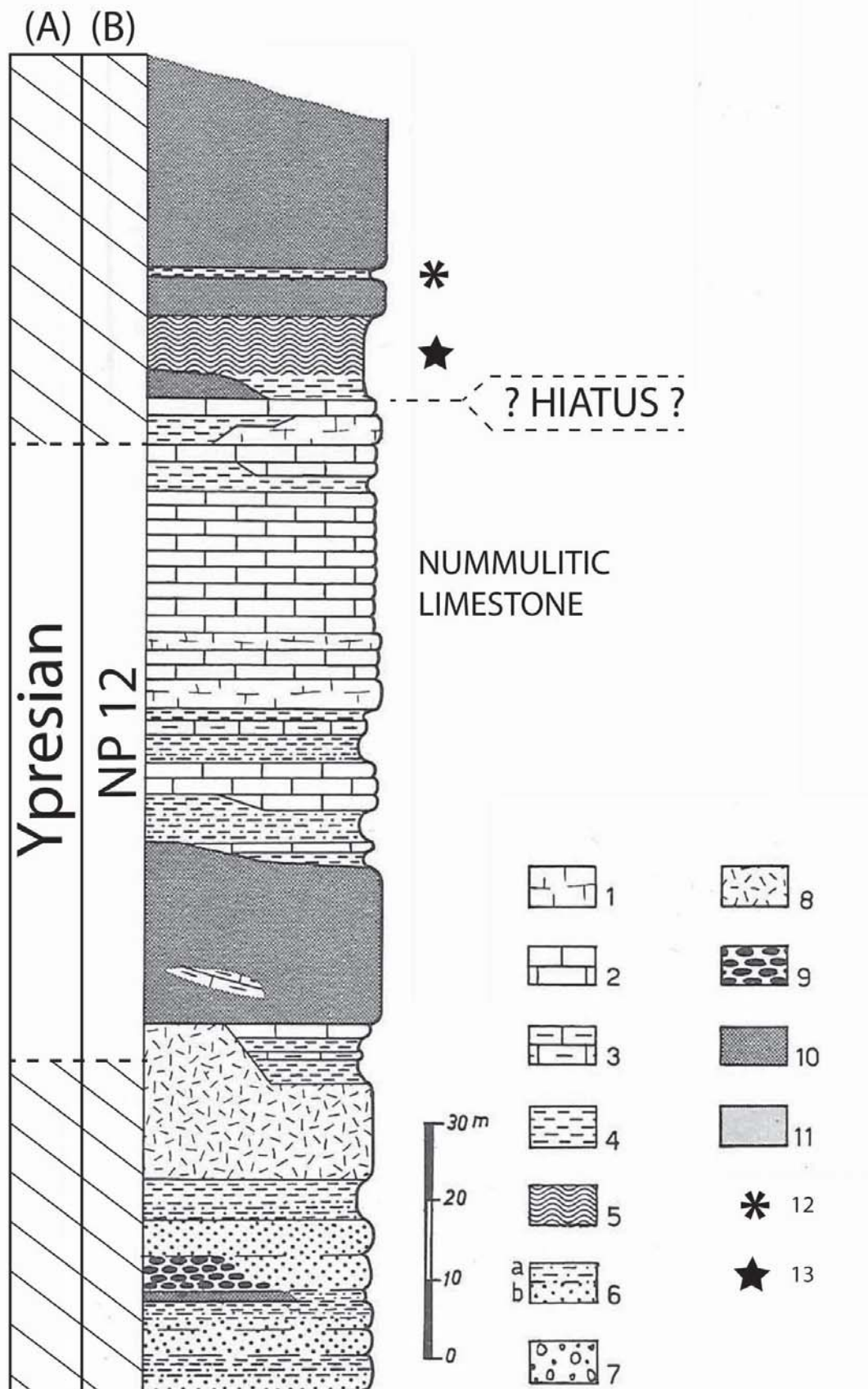


FIG. 2 - Stratigraphic log of the north-western slope of the Purga di Bolca (modified from Barbieri & Medizza, 1969). Legend: 1) Reefal limestones with algae; 2) Nummulitic limestones; 3) Marls and marly limestones with nummulites; 4) Clayey marls and volcanic clays; 5) Clays, silts and lignites; 6) Chaotic volcanoclastic rocks; 7) Chaotic, extra diatremic explosive breccias; 8) Chaotic hyaloclastites; 9) Basaltic pillow lavas; 10) Subaqueous basaltic lavas flows; 11) Sub-aerial basaltic lavas flows; 12) Vertebrate remains; 13) Plant remains. A) Chronostratigraphy; B) Calcareous Nannofossil Zonation of Martini (1971) based on data of Barbieri & Medizza (1969).

Later, Fabiani (1915), Malaroda (1954) and Barbieri & Medizza (1969) detailed the series exposed along the northern side of Purga di Bolca (Fig. 2). According to the most recent study, Ypresian (Lower Eocene) nummulitic limestones, firmly dated with calcareous nannofossils (Fig. 2), are overlaid by clays, silts and lignitic beds with vertebrates and mollusks, followed by tuffaceous layers with palms. The entire succession is interrupted and capped by volcanic rocks (Barbieri & Medizza, 1969; Fig. 2). We must underline, however, that according to Giuseppe Cerato (1860-1928) four distinct fossiliferous horizons existed: two with reptiles and two with plants (Fabiani, 1912; p. 212). The freshwater or brackish sediments of the sites near Bolca testify the ephemeral emersion of islands, probably linked with the intense volcanism which repeatedly occurred in the area during the Early and Middle Eocene (Barbieri & Medizza 1969; Antonelli et al., 1990). The age of the fossiliferous beds is quite debated: Fabiani (1915) referred them to the “Auversian” (=Bartonian), whereas Malaroda (1954) proposed a middle-late Lutetian age. Finally, Barbieri & Medizza (1969) ascribed these problematic beds to the “Cuisian”. In the 19th century, various authors correlated the palm-bearing beds of Vegroni and Praticini with the Oligocene beds cropping out in various localities of the Vicenza Province (e.g., Massalongo, 1858a, b; Molon, 1867; Nicolis, 1884). The entire continental succession of Bolca is clearly in need of a modern stratigraphic revision.

THE REPTILE FAUNA

Mostly from the lignitic beds of Purga di Bolca, several fossil reptiles have been found, namely crocodiles, freshwater turtles, and a snake (Lioy, 1865, 1896; De Zigno, 1889, 1890; Negri, 1892; Sacco 1895; Fabiani 1912, 1914, 1915; Bergonioux, 1954; Kotsakis, 1977, 1978, 1984). The bulk of the discoveries and most descriptions of those fossils dates back to the second half of the 19th century, when in the Bolca area the lignites were actively excavated by members of the Cerato family.

The only snake so far discovered here is an ophidian which De Zigno described for the first time in 1890, introducing the new species *Coluber ombonii*. This unique specimen, incomplete and scarcely preserved, was discovered in the “marls” associated to the lignite beds of the Purga and, at present, is housed in the Museo di Geologia e Paleontologia dell’Università di Padova.

The crocodylian fossil fauna from Bolca (Figs 3a-c), described for the first time by Lioy (1865) and Sacco (1895), consists of about ten specimens; some of them are almost complete and finely preserved. Lioy (1865) erected the new species “*Crocodylus*” *vicetinus* (sometimes misspelled as “*vicentinus*”) for a more than two meters long individual. Years later, the holotype was figured for the first time by Sacco (1895) and then redescribed in detail by Fabiani (1912). This latter provided also data on the stratigraphic position of that fossil, reporting that it was found on the north-western side of Monte Purga, at about 850 m a.s.l., near Col della Battaglia. Unfortunately, the holotype of *C. vicetinus* was completely destroyed during the Second World War, but replicas are housed in the Museo di Geologia e Paleontologia dell’Università di Padova, in the Museo dei Fossili di Bolca and in the Museo Naturalistico Archeologico di Vicenza (Fig. 3c).

Sacco in 1895 described five other more or less complete specimens found in the lignites of Bolca. He ascribed three of them to *C. vicetinus* and one, lacking the head and the tail, to *Crocodylus* cf. *vicetinus*. For the fifth and largest individual, about two meters long, he established the new species “*Crocodylus*” *bolcensis*. The holotype of the species is currently housed in the Museo di Storia Naturale di Torino, while another specimen attributed to the same taxon is exposed in Padova.

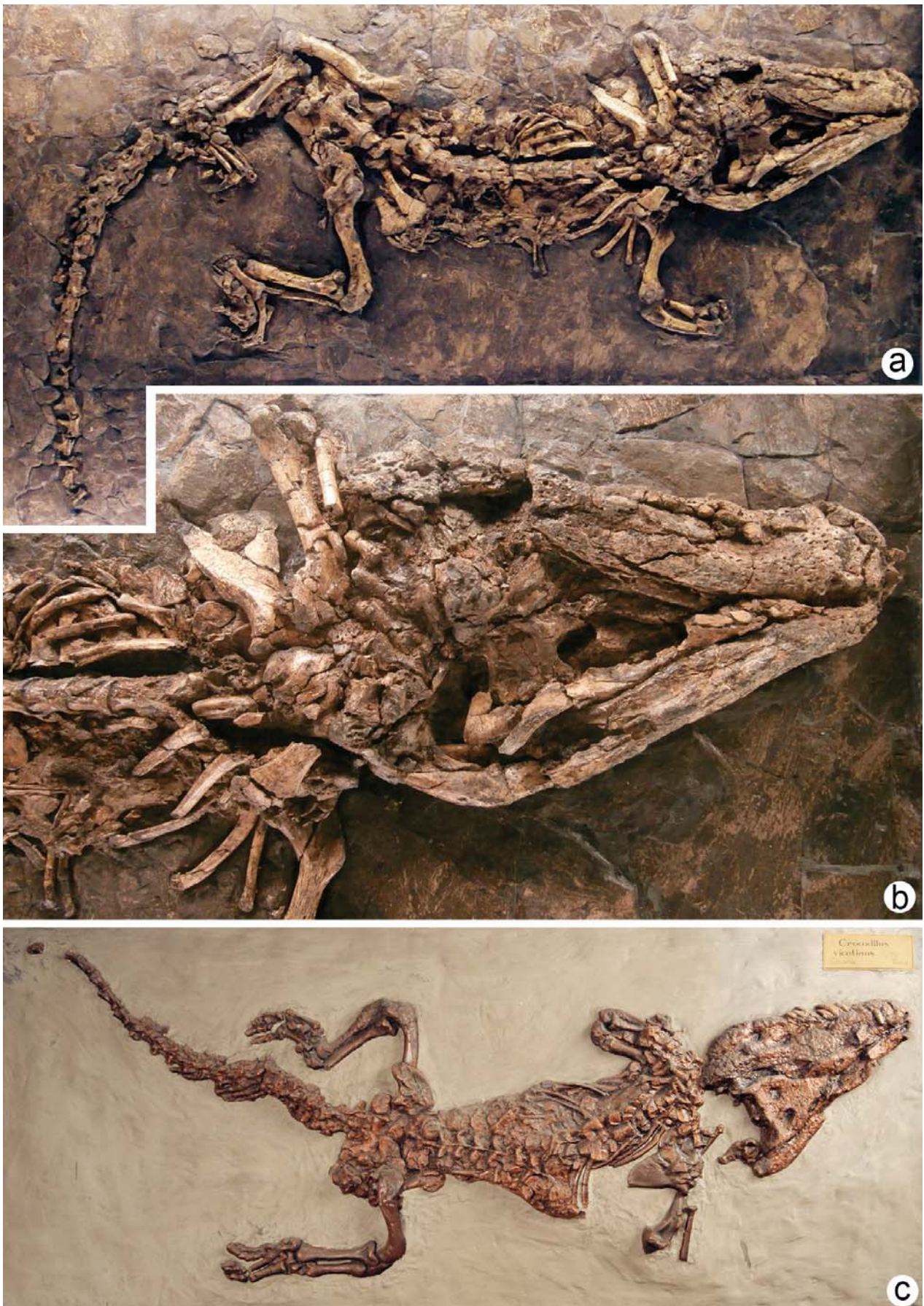


FIG. 3 - a) *Asiotosuchus ?depressifrons*. Length 135 cm. Complete skeleton in ventral view. MCSNV V.7097. b) Detail of the skull of the specimen. c) *Crocodylus vicetinus* Lioy, 1865. Replica of the holotype destroyed during the Second World War. MGP-PD 27568. Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova

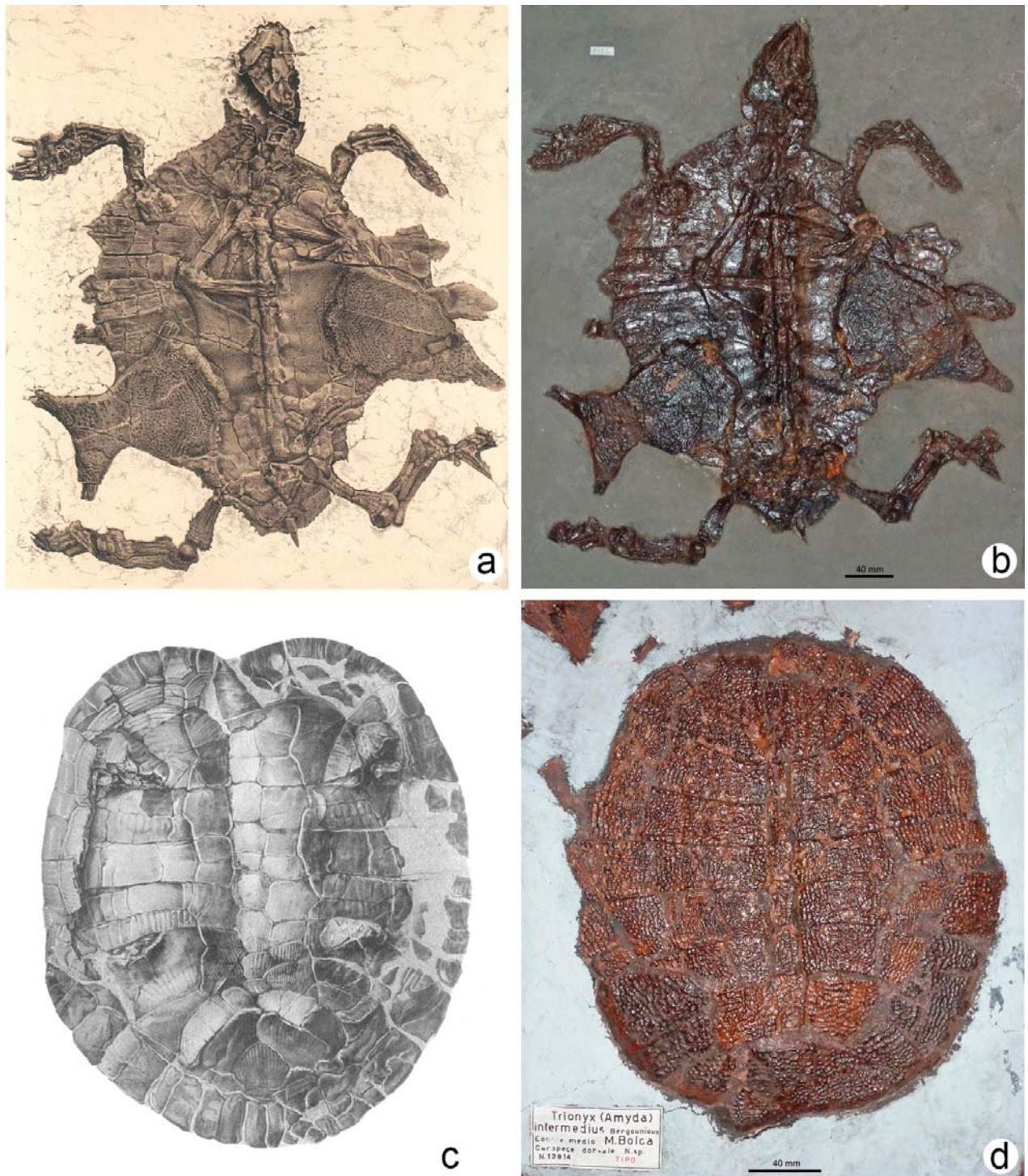


FIG. 4 - a) Holotype of *Trionyx gemmellaroi* Negri 1892 (from Negri, 1892; Plate I). b) The holotype of *Trionyx gemmellaroi* Negri 1892. MGP-PD 5157; c) *Neochelys capellinii* (De Zigno, 1889) (from De Zigno, 1889; Plate I); d) *Trionyx intermedius* Bergounioux 1954. Holotype. MGP-PD 12814. According to Kotsakis (1977), *Trionyx gemmellaroi* and *T. intermedius* are synonymous of *T. capellini* Negri 1892.

The last specimen recovered from the Monte Purga is a complete skeleton unearthed in 1946 and currently on exhibition at the Museo Civico di Storia Naturale di Verona (Figs 3a, b). In 1966 Berg (p. 65) gave a brief description of this individual, referring it to the genus *Asiatosuchus* on the basis of the long mandibular symphysis, but sometimes it is cited in literature as *Crocodylus vicetinus* (e.g., De Zanche & Mietto, 1977; Medizza, 1980; Viohl, 2008). Kotsakis et al. (2005) later ascribed this specimen to *A. ?depressifrons* (Figs 3a, b).

The fossil crocodiles from Bolca have been the subject of several revisions which led to the identification of no less than four different genera, namely *Asiatosuchus*, *Hassiacosucus* (= *Allognathosuchus*), *Pristichampsus* and *Diplocynodon* (Berg, 1966; Vasse, 1992; Rauhe & Rossmann, 1995; Rossmann, 1998, Kotsakis et al., 2004). This taxonomic richness reflects an evident morphological and possibly ecological diversification comparable to that of crocodiles faunas of others famous Eocene European *Lagerstätten*, such as Messel and Geiseltal.

The taxonomic status of Bolca material is still unclear and much debated (see for instance Del Favero, 1999; Delfino & Smith, 2008; Brochu, 2012). Further studies are needed in order to elucidate the taxonomy and the paleoecology of this exceptional crocodylian record.

The first chelonians were described by De Zigno (1889) and Negri (1892). De Zigno erected *Emys capellinii* for an almost complete carapace of a freshwater pleurodiran turtle (Fig. 4c), currently assigned to the genus *Neochelys* Bergounioux, 1954 (Kotsakis, 1978). In 1892, Negri described for the first time the rich fauna of trionychidae from Bolca, introducing three new species: *Trionyx gemmellaroi*, *T. capellinii*, and *T. affinis*, based on material housed in the Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova (Fig. 4). Later Sacco (1894) published a study regarding five other specimens of *Trionyx* from the same locality, attributing them to a new variety of *T. capellinii*.

The rich chelonian fauna of Bolca (Fig. 4) was later revised by Bergounioux (1954) and, more recently, by Broin (1977) and Kotsakis (1978, 1986). The latter author made a systematic revision of the entire material, concluding that in Bolca there are only two species of turtles: *Neochelys capellinii* (De Zigno, 1889) and *Trionyx (Amyda) capellinii* Negri, 1892 (Fig. 4). Both *Neochelys* and *Trionyx* are abundant and widely recorded freshwater (or brackish) forms in the Paleogene of Europe (Kotsakis, 1986; Perez Garcia & Lapparent de Broin, 2013). In particular *Trionyx* is a softshell turtle, whose living relatives are carnivorous and inhabit tropical or subtropical swamps (Kotsakis, 1986).

THE INVERTEBRATES

Omboni (1886) described a badly preserved coleopteran (*Dytiscus* or *Hydrophylus*) fossilized in a “shaly lignite” from Bolca, likely recovered in the Purga or nearby sites. According to Malaroda (1954) and Barbieri & Medizza (1969), ostracods (“*Cypris*”) are common in the reptile-bearing beds. The most common invertebrates of the “Purga series” are, however, freshwater and terrestrial mollusks reported from the plant-bearing beds (Fabiani, 1915). Malaroda (1954) listed the following taxa: *Helix damnata*, *Cyclotus obtusicosta*, *Melanopsis vicetina* and *Planorbis muzzolonicus*.

THE FLORA

Massalongo (1858a, b; 1861) and De Visiani (1864) described several fossil plants from Vegroni and surrounding localities, most of them belonging to palms with flabellate leaves (e.g., *Latanites*) and pinnate leaves as *Hemiphoenicites* and *Geonomites* (Figs 5a, b). Fiore (1931) reported the occurrence of fungi (*Discomycetes*, *Pyrenomycetes*, and *Deuteromycetes*) on a specimen of *Latanites* likely recovered at Vegroni or surroundings and, one year later, described new species of *Latanites* based on specimens discovered at Vegroni and Praticini (Fiore, 1932). From Praticini, Fiore also reported the occurrence



FIG. 5 - a) *Geonomites saturnia* De Visiani, 1864. Vegroni, near Bolca. Holotype. MGP-PD 904V. b) *Latanites* sp. Purga di Bolca. Both specimens are housed in the “Palm Hall” of the Museo di Geologia e Paleontologia dell’Università di Padova.

of leaves of *Salix* sp. and *Populus* sp. and erected the new taxa *Castanea integra* and *Fagus silvatica* var. *praticinensis* (Fiore, 1936a, b). Fossil palms from Bolca are presently housed in several Italian and foreign museums (Fig. 5).

REFERENCES

- ANTONELLI R., BARBIERI G., DAL PIAZ G.V., DAL PRA A., DE ZANCHE V., GRANDESSO P., MIETTO P., SEDEA R. & ZANFERRARI A. (1990). Carta Geologica del Veneto 1:250.000: Una Storia di Cinquecento Milioni di Anni. 31 pp. + a geologic map. Regione Veneto, SELCA, Firenze.

- BARBIERI G. & MEDIZZA F. (1969). Contributo alla conoscenza geologica della regione di Bolca (Monti Lessini). *Memorie dell'Istituto di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 27: 1-36.
- BERG D.E. (1966). Die Krokodile, insbesondere *Asiatosuchus* und aff. *Sebecus*?, aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, 52: 1-105.
- BERGOUNIOUX F.M. (1954). Les Chéloniens fossiles des terrains tertiaires de la Vénétie. *Memorie dell'Istituto di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 18: 1-115.
- BROIN DE F. (1977). Contribution à l'étude des Chéloniens. Chéloniens continentaux du Crétacé et du Tertiaire de France. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, série C*, 38 (I-IX): 1-366.
- BROCHU C.A. (2012). Phylogenetic relationships of Palaeogene ziphodont eusuchians and the status of *Pristichampsus* Gervais, 1853. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 103: 521-550.
- DEL FAVERO L. (1999). Un esemplare di *Diplocynodon* Pomel, 1847 (Crocodylia, Leidyosuchidae) conservato nel Museo geopaleontologico dell'Università di Padova. *Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali*, 24: 107-117.
- DELFINO M. & SMITH T. (2009). A reassessment of the morphology and taxonomic status of *Crocodylus depressifrons* Blainville, 1855 (Crocodylia, Crocodyloidea) based on the Early Eocene remains from Belgium. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156: 140-167.
- DE VISIANI R. (1864). *Palmae pinnatae tertiariae agri veneti*. Estratto dalle Memorie dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti 11, 26 pp., Venezia.
- DE ZANCHE V. & MIETTO P. (1977). Il mondo dei fossili. Arnoldo Mondadori Editore, 251 + 3 pp.
- DE ZIGNO A. (1889). Chelonii scoperti nei terreni cenozoici delle Prealpi venete. *Memorie del Reale Istituto Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, 23: 119-129.
- DE ZIGNO A. (1890). Ofidiani trovati allo stato fossile e descrizione di due colubri scoperti nei terreni terziari del Veneto. *Atti della Reale Accademia delle Scienze Lettere ed Arti di Padova*, 6: 109-114.
- FABIANI R. (1912). Contributi alla conoscenza dei Vertebrati Terziari e Quaternari del Veneto. I Il tipo del *Crocodylus vicetinus* Lioy. *Memorie dell'Istituto di Geologia della R. Università di Padova*, 1: 197-214.
- FABIANI R. (1914). La serie stratigrafica del Monte Bolca e dei suoi dintorni. *Memorie dell'Istituto di Geologia della Regia Università di Padova*, 2: 223-235.
- FABIANI R. (1915). Il Paleogene del Veneto. *Memorie dell'Istituto di Geologia della Regia Università di Padova*, 3: 1-336.
- FIGLIORE M. (1931). Miceti fossili rinvenuti su di una palma (*Latanites* sp.) del Bolca. *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli*, 43: 153-155.
- FIGLIORE M. (1932). Il genere *Latanites* Mass., illustrazione di alcune palme fossili del Paleogene Veneto. *Bollettino dell'Orto Botanico della Regia Università di Napoli*, 10: 123-153.
- FIGLIORE M. (1936a). Filliti nuove per la Pesciara di Bolca. *Bollettino dell'Orto Botanico della Regia Università di Napoli*, 14: 1-4.
- FIGLIORE M. (1936b). Presenza del gen. *Fagus* nel terreno eocenico di M. Purga di Bolca (località detta "Pratigini"). *Bollettino dell'Orto Botanico della Regia Università di Napoli*, 13: 31-33.
- KOTSAKIS T. (1977). Due nuovi *Trionyx capellini* Negri (Testudinata, Trionychidae) dell'Eocene di Monte Bolca (Verona, Italia). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 16: 203-227.
- KOTSAKIS T. (1978). Sulle specie del genere *Neochelys* Bergounioux (Testudinata, Pelomedusidae) dell'Eocene del Veneto. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 5: 211-219.
- KOTSAKIS T. (1986). Les Trionychidae (Testudinata, Reptilia) fossiles de l'Italie. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 24: 161-168.
- KOTSAKIS T., DELFINO M. & PIRAS P. (2004). Italian Cenozoic crocodylians: taxa, timing and palaeobiogeographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 210: 67-87.
- KOTSAKIS T., ARGENTI P., BARISONE G., DELFINO M., PALOMBO M.R., PAVIA M. & PIRAS P. (2005). Il Paleogene. I vertebrati continentali. In Bonfiglio L. (ed.), *Paleontologia dei vertebrati in Italia. Evoluzione biologica, significato ambientale e paleogeografia*. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona. 2 serie. Sezione di Scienze della Terra*, 6: 131-139.
- LIOY P. (1865). Cenni sopra uno scheletro di coccodrillo fossile scoperto in Monte Purga in Bolca. *Atti della Società italiana di Scienze Naturali*, 8: 393-397.
- LIOY P. (1896). I Coccodrilli fossili del Veneto. *Atti del Reale Istituto Veneto Scienze Lettere ed Arti, serie 7*, 54: 753-783.
- MALARODA R. (1954). Il Luteziano di Monte Postale (Lessini medi). *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 19 (1955-1956): 3-107.

- MARTINI E. (1971). Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci A. (ed.), Proceedings of the 2nd Planktonic Conference, vol. 2. Edizioni Tecnoscienza, Roma, pp. 739-785.
- MASSALONGO A. (1858a). Palaeophyta rariora formationis tertiariae Agri Veneti. *Atti dell'Imperiale Regio Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Serie III, Tomo III: 729-793, Venezia.
- MASSALONGO A. (1858b). Sulle piante fossili di Zovencedo e dei Vegroni. Lettera del D.^r A.B. Prof. Massalongo al Prof. Roberto De Visiani, Tipografia di Antonio Merlo, Verona, 20 pp.
- MASSALONGO A. (1861). Musacearum palmarumque fossilium Montis Vegroni (Provinciae Veronensis). *Sciagraphia*. Estratto dalle *Memorie dell'Imperiale Regio Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, Venezia, 9: 339-357.
- MEDIZZA F. (1980). Il giacimento della Purga di Bolca (Verona). In I vertebrati fossili italiani-Catalogo della Mostra. Tipografia "La Grafica", Verona, pp. 147-148.
- MOLON F. (1867). Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. Considerazioni in rapporto alla genesi della flora vivente ed alle ulteriori condizioni fisico-geografiche. *Estratto delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali*, 2 (3): 1-140.
- NEGRI A. (1892). Trionici eocenici ed oligocenici del Veneto. *Memorie della Società Italiana delle Scienze* (detta dei XL) serie 3, 8 (7): 1-53.
- NICOLIS E. (1884). Della posizione stratigrafica delle Palme e del Coccodrillo fossili, scoperti e scavati nei sedimenti del terziario inferiore del bacino di Bolca da Attilio Cerato e dallo stesso esposti alla Mostra Nazionale di Torino nel 1884. 4 pp, Civelli Editore, Verona.
- OMBONI G. (1886). Di alcuni insetti fossili del Veneto. Estratto dagli *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* ser. 6, vol 4: 1-14.
- PEREZ-GARCIA A. & LAPPARENT DE BROIN F. (2013). A new species of *Neochelys* (Chelonii, Podocnemididae) from the Ypresian (Early Eocene) of the South of France. *Comptes Rendus Palevol*, 12 (2013): 269-277.
- RAUHE M. & ROSSMANN T. (1995). News about fossil crocodiles from the middle Eocene of Messel and Geiseltales, Germany. *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften. Beiheft*, 17: 81-92.
- ROSSMANN T. (1998). Studien an kanozoischen Krokodilien: 2. Taxonomische revision der familie Pristichampsidae Efimov (Crocodylia, Eusuchia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie. Abhandlungen*, 210 (1): 85-128.
- SACCO F. (1895). I Coccodrilli di Monte Bolca. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, serie 2, 45: 75-88.
- VASSE D. (1992). Un crâne d'*Asiatosuchus germanicus* BERG du Lutetian d'Issel (Aude). Bilan sur le genre *Asiatosuchus* en Europe. *Géobios*, 25 (2): 293-304.
- VIOHL G. (2008). "Monte Bolca", eine klassische Fossil-Lagerstätte in den Lessinischen Bergen. *Archaeopteryx*, 26: 27-60.