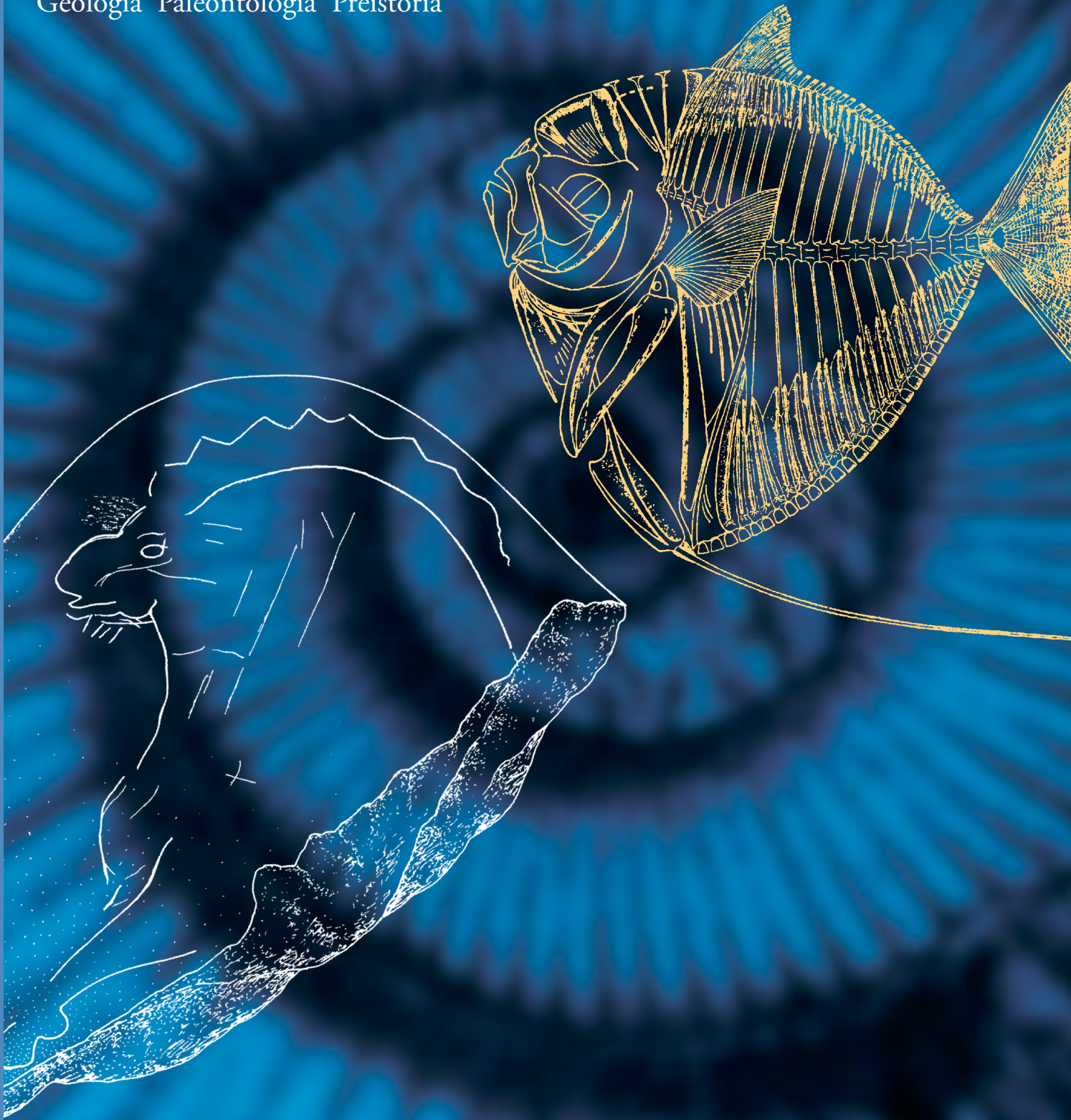


Museo Civico di Storia Naturale di Verona

anno 2021
volume 45

Geologia Paleontologia Preistoria





Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale
Redazione: Lungadige Porta Vittoria 9, I-37129 Verona
E-mail: leonardo.latella@comune.verona.it

Il "Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona" è la rivista del Museo, nata nel 1948 come "Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona" e divenuta nel 1974 "Bollettino". Dal 2000 esce annualmente in due distinte sezioni: 1. Botanica e Zoologia; 2. Geologia, Paleontologia e Preistoria, e pubblica sia estesi contributi sia brevi note riguardanti gli aspetti naturalistici di tali discipline.

The "Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona" is the Museum's journal. Founded in 1948 as "Memorie del Museo Civico di Storia Naturale", it became "Bollettino" in 1974. Since 2000 it is issued annually in two distinct parts: 1. Botany and Zoology; 2. Geology, Paleontology and Prehistory; both extended contributions and brief notes regarding the naturalistic aspects of these disciplines are published.

FOUNDING EDITOR: Sandro Ruffo †

EDITOR IN CHIEF: Leonardo Latella

EDITORS: Sebastiano Andreatta, Alessandra Aspes, Angelo Brugnoli, Roberto Zorzin

EDITORIAL BOARD

BOTANICA: C. Blasi (Roma), Giovanni Cristofolini (Bologna), David L. Hawksworth (London), Guido Moggi (Firenze), Pier Luigi Nimis (Trieste), Franco Pedrotti (Camerino), Sandro Pignatti (Roma), Livio Poldini (Trieste), Filippo Prosser (Rovereto), Harald Riedl (Wien), Giovanni Sbrulino (Venezia)

ZOOLOGIA: Roberto Argano (Roma), Paolo Audisio (Roma), Francesco Ballarin (Tokyo), Sebastiano Barbagallo (Catania), Denise Bellan-Santini (Marseille), Marco Bologna (Roma), Dan Danielopol (Mondsee), Louis Deharveng (Toulouse), Folco Giusti (Siena), Franz Krapp (Bonn), Alessandro Minelli (Padova), Giuseppe Osella (L'Aquila), Bruno Sabelli (Bologna), Valerio Sbordoni (Roma), Wim Vader (Tromsø), Aldo Zullini (Milano)

GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA: Alexandre Bannikov (Moskva), Alberto Castellarin (Bologna), Maria Bianca Cita (Milano), Mauro Cremaschi (Milano), Carlo Doglioni (Roma), Derek Ford (Hamilton), Paolo Forti (Bologna), Alexander Klimchouk (Kiev), Walter Landini (Pisa), Nevio Pugliese (Trieste), Domenico Rio (Padova), Benedetto Sala (Ferrara), Ugo Sauro (Verona), Enrico Serpagli (Modena), Andrea Tintori (Milano), James C. Tyler (Washington D.C.)

PREISTORIA: Carlo Baroni (Pisa), Alberto Broglio (Ferrara), Leone Fasani (Verona), Giacomo Giacobini (Torino), Jean Guilaine (Paris), Janusz K. Kozłowski (Kraków), Bernd Kromer (Heidelberg), Venceslas Kruta (Paris), Franco Nicolis (Trento), Carlo Peretto (Ferrara), Luciano Salzani (Verona), Christian Strahm (Freiburg), Vincenzo Tiné (Verona).

In copertina: *Mene rhombea* (Volta) Perciformes Menidae. Uno degli ittioliti più facilmente reperibili nei calcari eocenici della Pesciara (Bolca, Val d'Alpone, Monti Lessini orientali). Ciottolo inciso con raffigurazione di stambecco rinvenuto nel sito del Paleolitico superiore di Riparo Tagliente (Verona), conservato presso il Museo Civico di Storia Naturale di Verona.

Mene rhombea (Volta) Perciformes Menidae. One of the most easily found Ichthyolites in the Eocene Limestones of the Pesciara locality (Bolca, Alpone Valley, eastern Lessini hills). Engraved pebble with ibex found in the Upper Palaeolithic site of Riparo Tagliente near Verona (Northern Italy), exposed at the Museo Civico di Storia Naturale di Verona.

GRAFICA COPERTINA: Damir Jellici

© Copyright 2021 - Comune di Verona

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in qualsiasi forma, sia meccanica che elettronica senza il permesso scritto degli Editori e degli Autori.

Direttore responsabile: Angelo Brugnoli

Autorizzazione del Tribunale di Verona, 31.XII.1985. Reg. n. 61

BOLLETTINO
DEL MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI VERONA

Volume 45

Geologia Paleontologia Preistoria

Natural radioactivity, particularly radon in air, in some areas of Gunung Mulu National Park (Sarawak, Northern Borneo): first results

ELENA CALDOGNETTO¹, FLAVIO TROTTI¹, HEIN GERSTNER², ALESSANDRO ZORZIN^{3,4}, ROBERTO ZORZIN^{5,6}

1. Agenzia Regionale Protezione Ambiente Veneto, Verona, Italy

2. Park Manager, Mulu World Heritage, Sarawak, Malaysia

3. Speleological Group "Centro Ricerche Naturalistiche M. Lessini", Verona, Italy

4. Environmental Engineering, Verona, Italy

5. Department of Geology and Palaeontology, Museum of Natural History of Verona, Italy

6. Freelance geologist, Verona, Italy

ABSTRACT

Gunung Mulu (Sarawak, Borneo) is one of the most important area in the world for the study of karst phenomena. In 2019 the Geology and Paleontology Department of the Natural History Museum of Verona (Italy) started to investigate the activity concentrations of Rn-222 in air and natural gamma dose rate in some tourist areas of the Mulu National Park. For the survey, passive dosimeters and active instruments were used for measurement of the activity concentrations of Rn-222 and the gamma dose rate. During 2020, the study was also extended to some public structures in the Park. The results of this first monitoring campaign show very variable and overall not high values for the activity concentration of Rn-222 in air and gamma dose. Such low values of Rn-222 were not expected, considering that, in general, karst areas have medium-high concentrations. In 2020 the campaign was extended to investigate other aspects of local natural radioactivity, such as Rn-222, gross α and gross β activity concentrated in water, and presence of natural radioactivity in rocks.

Key words: Radon, gamma dose, Mulu environment, Sarawak, Malaysian Borneo.

INTRODUCTION

Gunung Mulu National Park with its world-renowned limestone cave systems was founded in 1974. The park is located in the Northern part of Sarawak bordering the territory of Brunei Darussalam. The Mulu area is located in the East of the Sarawak State, on the island of Borneo (Malaysia).

The study area is a UNESCO World Heritage Site since 2000. The first scientific studies in Mulu date back to the pioneering work of Wilford (1961, 1964) and Wilford *et al.* (1965), but it was only in 1977 that the Royal Geographical Society started an important campaign of studies and cave explorations, today in progress.

In 2017, two of authors (Z.A. and Z.R.) have noticed the important involvement of the local community that is busy in the management of Mulu's tourism activities. It is known that the caves are environments where large quantities of Rn-222 can be accumulate and that is potentially harmful to health.

Radon is a radioactive gas present in nature. It is colorless, odorless and chemically inert. The most dangerous isotope is Rn-222. Radon is formed in the

natural environment by the radioactive decay of the radio element (Ra-226) that come from the decay of uranium (U-238). Uranium and radio are found, in different level, in many rocks and soils (Deszö, 2002).

Hence, in order to protect the humans by reducing their exposure to radon, the European Union lays down maximum reference level for Rn-222 concentrations in indoor air to 300 Bq m⁻³ (European Council Directive, 2013). In Asian countries (Janik *et al.*, 2019), the legal regulations or recommendations regarding indoor Rn levels in dwellings or workplaces were established in China, Korea and Australia.

In the caves (Ahmad N. *et al.*, 2017; Almayahi B. *et al.*, 2013; Cigna 2003, 2005; Gillmore *et al.*, 2005; Ohms, 2003; Trotti *et al.*, 1993) but also in the surrounding areas, people (inhabitants, tourists, guides and speleologists) are exposed to natural radiation (Zunic, 2001).

The object of our study is the analysis of radon gas concentrations in different environments as the tourist caves and the visitor center of Mulu National Park. Furthermore, in external areas, the study ana-

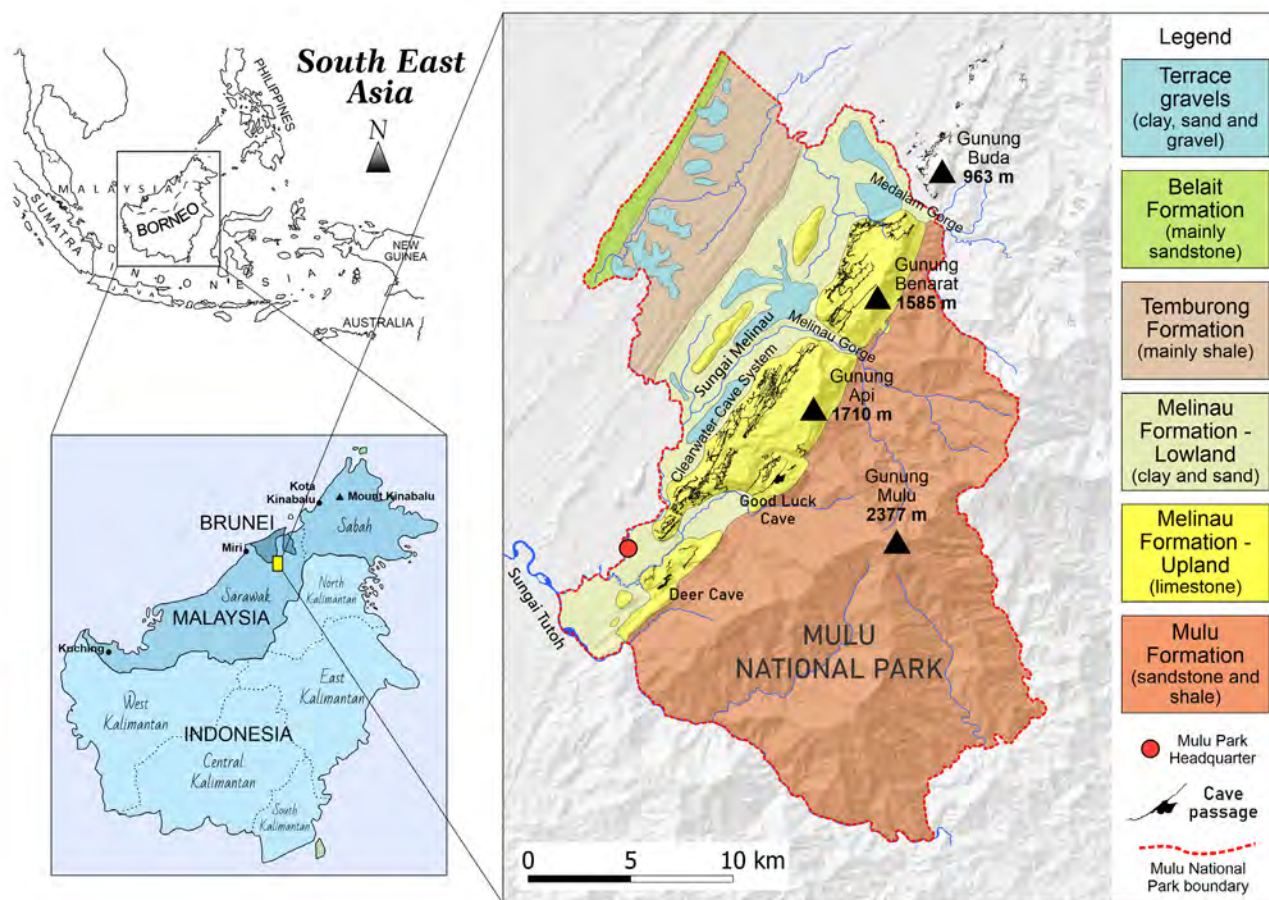


Fig. 1 – Location of Gunung Mulu National Park (drawing by S. Zannotti). Geological map (modified after Waltham and Webb, 1982)

lyzed the gamma dose along the main communication routes (roads, paths and waterways). In fact, the ionizing radiations of natural origin, present in the environment in variable measure according to the area, constitute a fund permanent radiation that constantly interacts with terrestrial organisms.

In 2019 the Natural History Museum of Verona (Italy) started an environmental research project in the Gunung Mulu National Park (Sarawak – Borneo, Malaysia) which mainly involves the analysis of radon gas concentration, gamma dose rate and dissolution of carbonate rocks (Zorzin *et al.*, 2021).

GEOLOGICAL SETTING

Three morphological units can be recognized in the study area, proceeding from West to East: the floodplain of the Melinau river (28 m), the carbonate mas-

sif of Gunung (= mountain) Mulu (1,710 m) and the arenaceous plateau of Gunung Mulu (2377 m).

The outcropping rocks are represented by a slightly metamorphosed sedimentary sequence of Palaeocene-Miocene age. Most of the local mountains belong to the Mulu Formation, which is made up of an alternation of sandstones and shale of Palaeocene-Upper Eocene age (Figure 1).

The Mulu Formation, about 4,000-5,000 m thick, emerges on the Eastern side of the park and is followed by the Melinau Limestone Formation of Upper Eocene – Lower Miocene age (Liechti *et al.*, 1960; Adams & Haak, 1962; Adams, 1965; However, Adams & Wilford, 1972; James, 1984).

The Melinau formation emerges along the Western side of the Park, creating the carbonate massif of Gunung Mulu. The massif stretches for 40 km with a NNE-SSW direction and it is composed of several escarpments each approximately 300 m (Figure 2).



Fig. 2 – Karst rock wall in the Melinau Limestone Formation (photo by R. Zorzin)

It can be divided into three main blocks: Gunung Buda (963 m), Gunung Benerat (1,585 m) and Gunung Api (1,710 m) separated by the Medalam Gorge and the Melinau Gorge respectively.

Inside the Melinau Limestone Formation there are numerous and important caves. Most of the caves which are located above the current base level (eg. Wind Cave, Lagang Cave, Stone Horse Cave, Upper Deer and Green Cave) are filled with thick alluvial deposits consisting of imbricated and cemented gravel. Such deposits also contain stratified or intermixed whitish pyroclastic materials (tefra) from a volcanic eruption in the Philippines dated about 156 ka (Lundberg *et al.*, 2012).

The Melinau Limestone Formation consists of solid, pure limestones, over 2,200 m thick (Wilson, 2002; Waltham *et al.*, 1980). The base of the Melinau Limestone Formation consists of calcareous sandstones, red-weathered to black sandy limestone (area South of Lang Cave, in Wilford, 1961) and dolomites (base of the Melinau Gorge section, in Adams, 1965).

On the Western and North-Western edge of the Mulu carbonate massif, the Melinau Limestone Formation is covered by the Temburong Formation (Tate, 1994) of Middle Oligocene-Early Miocene age. This consists mainly of dark indurated shales with local intercalations of sandstones and rare thin limestone beds (Wannier, 2009).

West of the mountains, the wide alluvial plain of the Melinau River shows large terraced fans, engraved within the Temburong Formation. The Pleistocene terraces are covered in Karangas peat swamp forest. Finally, shallow soils are visible on the surface all over the studied area.

KARST HYDROGEOLOGY

The Gunung Mulu National Park contains more than one hundred caves, some of them being world-famous for size and dimension. Clearwater Cave, 88.198 m long, is the most developed and the longest cave in South-East Asia. The Clearwater Cave System is extended for over 236 km and is considered the largest interconnected cave system in the world by volume. An underground river flows through the Clearwater Cave, with a flow rate ranging from about 0.1 m³/s to 5 m³/s (Gillieson *et al.*, 2010).

Much of the Gunung Api limestone block is drained by the Clearwater underground river whose

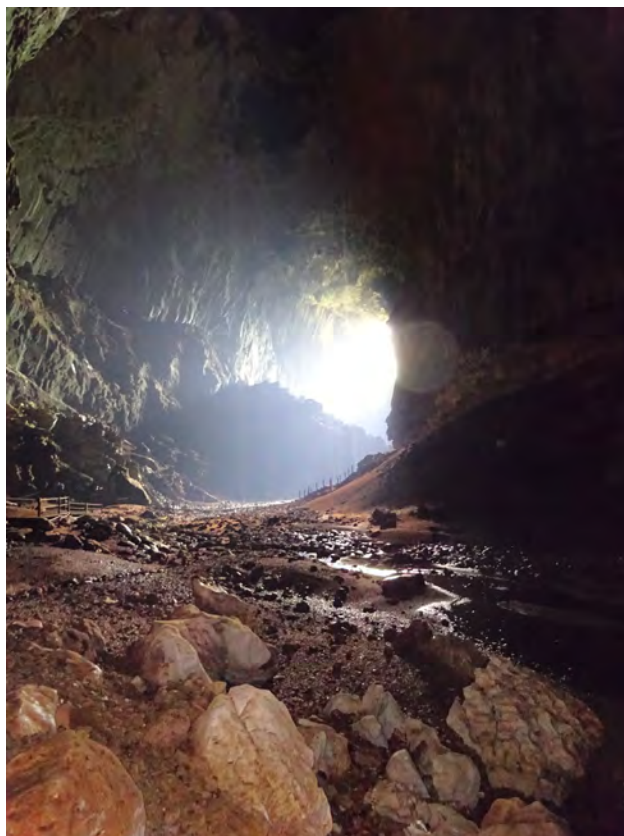


Fig. 3 – Main passage inside Deer Cave, showing waterfalls cascading from the ceiling over 122 m (photo by R. Zorzin)

base level is 28 m a.s.l. and is controlled by the Tutoh river (Farrant *et al.*, 1995).

The underground and surface waters of the Mulu carbonate massifs and those of the Melinau and Melinau Paku rivers, which drain the territory to the East of Gunung Mulu, discharge into the Baram river. The latter, with an average flow of 1,590 m³/s, is the most important river in the area.

Another famous cave is the Deer Cave which is one of the largest underground passages in the world measuring approximately 1 km in length and 120-150 m in width (Figure 3). The Deer Cave leads into the Garden of Eden, a large collapse doline that communicates with the Deer-Green Cave system.

Another important cave is the Good Luck Cave. This cave contains the Sarawak Chamber, the 2nd largest known natural chamber in the world by volume and the first largest by area. The cave is crossed by an underground river with even high flow rates.

Table 1 – Long Pala gauging station: mean monthly rainfall over 25 years

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Montly rainfall (mm)	392	374	412	453	439	319	319	305	417	456	558	446

Minimum annual rainfall (mm)	3,649
Maximun annual rainfall (mm)	6,347
Mean annual rainfall (mm)	4,887

CLIMATE AND RAINFALL

The climate of Borneo is mainly tropical and characterized by high temperature and high humidity with large amounts of rainfall. The temperatures in the Melinau lowlands range from a minimum of 23°C to a maximum of 26°C. In Gunung Mulu plateau such variabilities are included between 14°C to 18°C, with day time temperatures exceeding 32°C. The relative humidity is approximately 90% in the early morning, reducing to nearly 60% in the afternoon (Gillieson *et al.*, 2010).

The climate is governed by the regime of the North-East and South-West monsoons. The Indo-Australian monsoon system considerably affects the local climate. The North-East monsoon blows from October to March, and causes the wettest season in the Sarawak State. The South-West monsoon period occurs between May and September and is a drier period.

The two prevailing monsoon periods are separated by two one-month inter-monsoon periods. A dry season is absent (Hashim *et al.*, 2016).

Climate changes affect the spatial and temporal distribution of rainfall on the surface of Earth. The South-East Asia is considered a Climate Change hot spot, leading to important variations in rainfall amounts (Yusuf *et al.*, 2009). Nevertheless, at present, studies and researches regarding the North-Eastern Borneo region are apparently lacking (Sa'adi *et al.*, 2017). Malaysian Borneo has an average annual rainfall of 3,850 mm (Borhanazad *et al.* 2013), higher than the Malaysia average value (2,000 mm).

The Mulu area was recently investigated by Vijith *et al.* (2019) who studied the entire Baram river basin, the second largest in Sarawak. The study takes

into account 26 rainfall stations data over a period of 25 years between 1990 and 2014, identifying several areas with different rainfall rates.

It is important to note that the rainfall rate is one of the most important factor for the dissolution of carbonate rocks.

The Long Pala station, about 5 km West of the Mulu Park headquarters at an altitude of 35 m a.s.l., has one of the highest rainfall rate, with values ranging between 3,649 mm and 6,347 mm (Table 1).

MATERIALS AND METHODS

For the study of the activity concentrations of Rn-222 in air, the research project involved the use of both passive dosimeters and mobile instruments. Furthermore, the values of natural radioactivity present in rocks and water were studied.

To avoid possible damage (mobilization, gnawing, etc.) by animals (rodents) that frequent the caves, the passive dosimeters for air Rn-222 detection were protected with a metal mesh and anchored or placed in inaccessible places. Furthermore, one of the non-secondary aspects addressed in this survey was the identification of the places deemed suitable for the exposure of passive dosimeters inside the caves. The main risks, in addition to damage by rodents, are linked to identifying a place outside the tourist circuit, where there is no dripping even in the presence of abundant external rainfall and which is easily recognizable for the recovery and replacement of dosimeters after months. These problems have been overcome thanks to the collaboration of local guides who supported

the researchers during the explorations of the caves. Sometimes the same local guides have taken steps to recover the passive dosimeters in agreement with the researchers.

The passive dosimeters (RSKS – Radosys model) were provided by the CRR (Regional Radioactivity Center) of the ARPAV of Verona (Veneto Regional Environment Protection Agency – Italy) and analyzed at the same center. The dosimeters have been positioned inside 7 caves and at the Park Visitor Center. The dosimeters were placed approximately in the middle of a cave passage and suspended in the general breathing zone, such as 1.0 to 2.0 metres from the floor. In any case the dosimeter is possibly located at least 0.5 metres from any surface.

The research on the radon, gross α and gross β activity concentration in water and on the presence of Ra-226 inside the rock, was carried out in February 2020 by the collection of samples outside and inside the investigated cavities. The water samples were stored in special containers provided by the CRR.

As regards the radioactivity inside the rocks, 3 representative samples of different types (limestone, gravel and clay) were collected. In addition, 8 samples of underground water (underground rivers and springs) were collected to verify the levels of radioactivity.

As far as radioactivity on the surface is concerned, in 2019 and 2020 the gamma dose rate was measured in the forest and along the main connection routes among the investigated karstic cavities (paths, Melinau River and Melinau Paku). These measurements were carried out continuously, using a prototype of an instrument (Geiger equipped with GPS) carried with a backpack. At the end of each path or stretch of path to reach the caves, the averages of the recorded values were carried out.

In 2020, portable counters were also used to continuously measure the radon activity concentration (Correntium Plus and Radon Eye RD200P). Compared to passive dosimeters, the great advantage of some of these systems is that they can record other parameters simultaneously with the radon activity concentration as important as the internal and external temperature of the caves/buildings, atmospheric pressure, relative humidity, etc. (Minach *et al.*, 2004).

These instruments were made available by the Museum of Natural History of Verona and by R.Z. Rn-222 measurements with mobile counters were performed at the Park Visitor Center Office and in the cave.

RESULTS AND DISCUSSION

The main focus of this study is the analysis of radon gas activity concentrations in air in different environments: tourist caves, forest and the visitor center of Mulu National Park.

In 2019, 7 dosimeters were placed (Figure 4) in the median or terminal part of some caves (Fruit Bat Cave: dosimeter code 3A1706, Clearwater connection: dosimeter code 3A1513, Lang Cave: dosimeter code 3A1897, Racer Cave: dosimeter code 3A1685, Kenyalang: dosimeter code 3A1062 and Good Luck Cave: dosimeter code 3A1677) and in the Visitor Center of Mulu National Park. The dosimeter placed in Sarawak Chamber (Good Luck Cave) was not recovered in February 2020, while the dosimeter placed in the Visitor Center was inadvertently thrown in the trash. The other dosimeters were recovered by Mulu Park staff after about 4-8 months. In February 2020, 14 new dosimeters were positioned to replace those of 2019 or placed in different sites.

Radon activity concentrations in indoor air of the caves show values (Table 2) that are typical of that environment (some hundreds to some more than a thousand Bq/m³).

As far as radioactivity inside the rocks is concerned, in February 2020 3 samples were collected at Clearwater connection (Melinau Formation: sample n. 735974) and in the field (gravelly alluvial deposits: sample n. 735975 and alluvial clay deposits: sample n. 735976) (Figure 5). Altogether about 2 kg of rock were collected. Low values of radionuclides of natural series of U-238 and Th-232 were found, and ordinary levels of natural radionuclide K-40 were also obtained (Table 3).

Also, with regards to radioactivity inside the waters, 8 samples were collected (Figure 5) in 3 different caves (Good Luck Cave: samples n. 732087, n. 732088 and n. 732089; Clearwater: samples n.732092, n. 732093 and n. 732096; Deer Cave: samples n. 732094 and n. 732095) and 2 in a hot spring (samples n. 732090 and n. 732091). Altogether about 2 liters of water were collected. Two kinds of waters were sampled: underground waters from cavities and hot thermal waters. Analysis for both kind of waters assessed Gross Alpha/Gross Beta activity concentration (indicator of total content of alpha and beta emitters) and radon activity concentration. Not significant levels of radioactivity have been recorded for waters in cavities (Table 4). Not negligible values for Gross Alpha/Gross Beta activity resulted, on the contrary, in hot water: this is however compliant

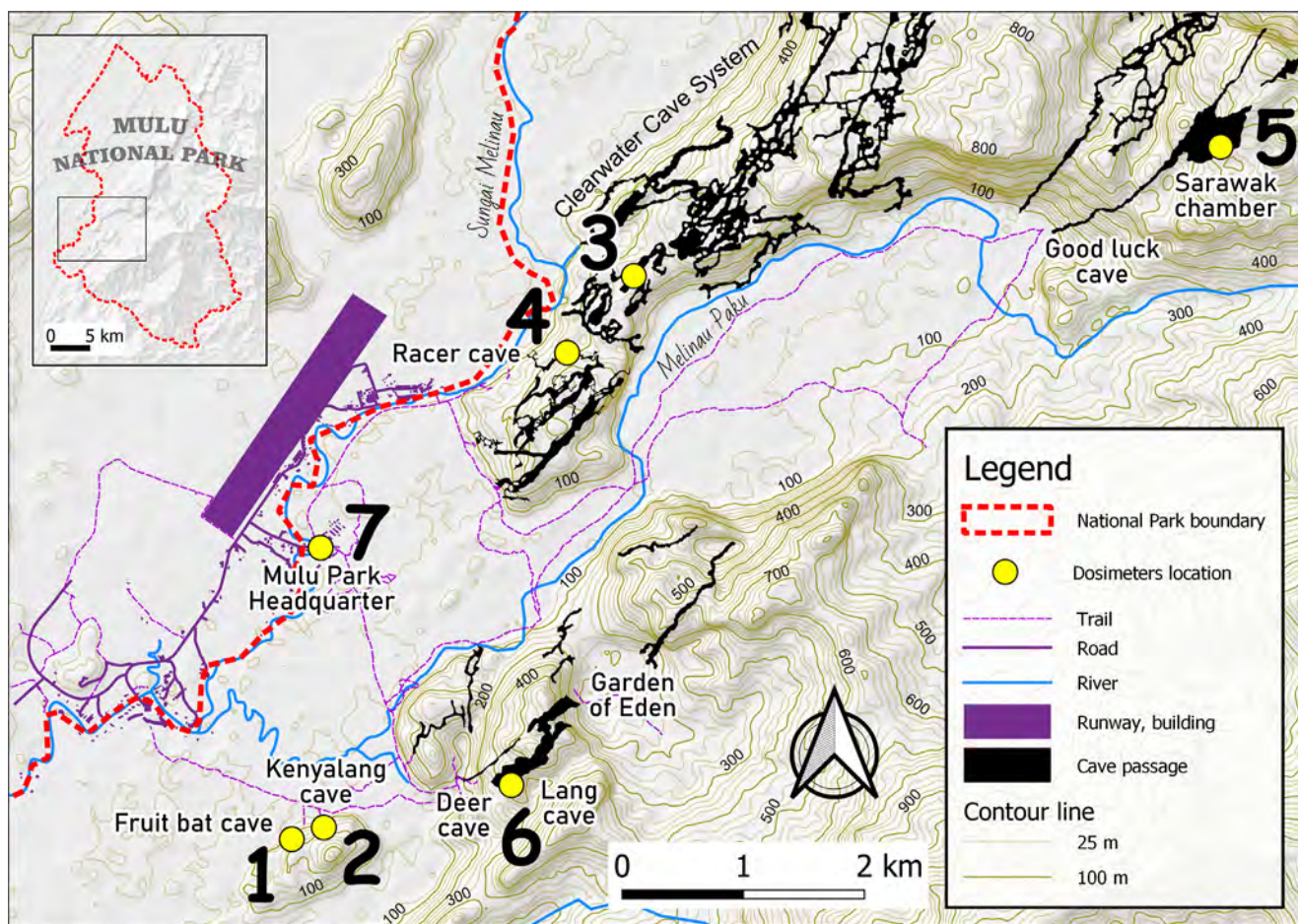


Fig. 4 – Location of the dosimeters (drawing by S. Zannotti)

Table 2 – Rn-222 activity concentration measured in air by passive dosimeters

Number of dosimeter	Location of dosimeters	Dosimeter code	Period of exposure	C _{Rn-222} (Bq/m ³)
1	Fruit Bat Cave	3A1706	11/03/2019 – 04/02/2020	208 ± 21
2	Kenyalang Cave	3A1062	05/03/2019 – 04/02/2020	608 ± 43
3	Clearwater connection	3A1513	06/03/2019 – 06/09/2019	368 ± 26
4	Racer Cave	3A1685	09/03/2019 – 04/09/2019	1387 ± 97
5	Good Luck Cave	3A1677	Not recovered	/
6	Lang Cave	3A1897	30/03/2019 – 22/09/2019	204 ± 20
7	Visitor Center	3A1914	Lost	/
	Witness dosimeter	3A2174	09/02/2020 – 11/02/2020	/

Note:
Uncertainly - coverage factor K=2, fiducial limit 95%

Table 3 – Activity concentration of natural radionuclides in rocks (Bq/kg)

Sample number	1		2		3	
Formation/Litology	Melinau Formation-Upland (light gray limestone)		Gravelly alluvial deposits (pebbles and gravels of sandstones and yellowish brown shales)		Melinau Formation-Lowland (clay deposits, yellowish silt and weakly sandy clay)	
Radionuclide	Result	Uncertainty	Result	Uncertainty ⁴	Result	Uncertainty ⁴
Cs-137 ⁵	<0.32		<0.47		<0.35	
K-40	<13		799	±80	445	±45
Ra-226 ²	20.3	±2.3	33.5	±3.8	32.6	±3.7
U-235	<3.4		<4.9		<3.7	
U-238 ¹	<14		<20		<15	
Th-232 ³	<1.9		53.2	±5.8	39.3	±4.3

Notes:

¹ The value of U-238 is estimated from the activity of Th-234.² The value of Ra-226 is estimated from the activities of Bi-214 and Pb-214³ The value of Th-232 is estimated from the activities of Ac-228 and Pb-212⁴ Uncertainty: coverage factor K=2, fiducial limit 95%⁵ Cs-137 is reported for completeness

Table 4 – Levels of natural radioactivity in cavities and hot thermal waters

Sample number and location		Rn-222 Bq/l		Gross Alpha Bq/l		Gross Beta Bq/l	
		Result	Uncertainty*	Result	Uncertainty*	Result	Uncertainty*
Sample 1	Good Luck Cave	8.7	±3.8	<0.05		<0.19	
Sample 2	Clearwater	6.1	±2.6	<0.04		<0.17	
Sample 3	Deer Cave	<3.9		<0.04		<0.14	
Sample 4	Hot spring	33.9	±5.2	2.39	±0.25	0.92	±0.14

Note:

*Coverage factor K=2, fiducial limit 95%

with values found for thermal waters in some different Countries; Radon concentration in thermal water showed to be at ordinary level.

In February 2020, indoor air Rn-222 measurements were performed at the offices of the Park's Visitor Center (Figure 6). Activity concentrations of Rn-222 recorded with Radon Eye instrument were generally very low.

Again with regard to the concentrations of Rn-222, in cave air generally varies seasonally with a maximum in summer and a minimum in winter. It is influenced by numerous factors, such as radium concentration in the rock, porosity and fracturing of the rock, air and water flow, atmospheric pressure, tectonic activity, etc.

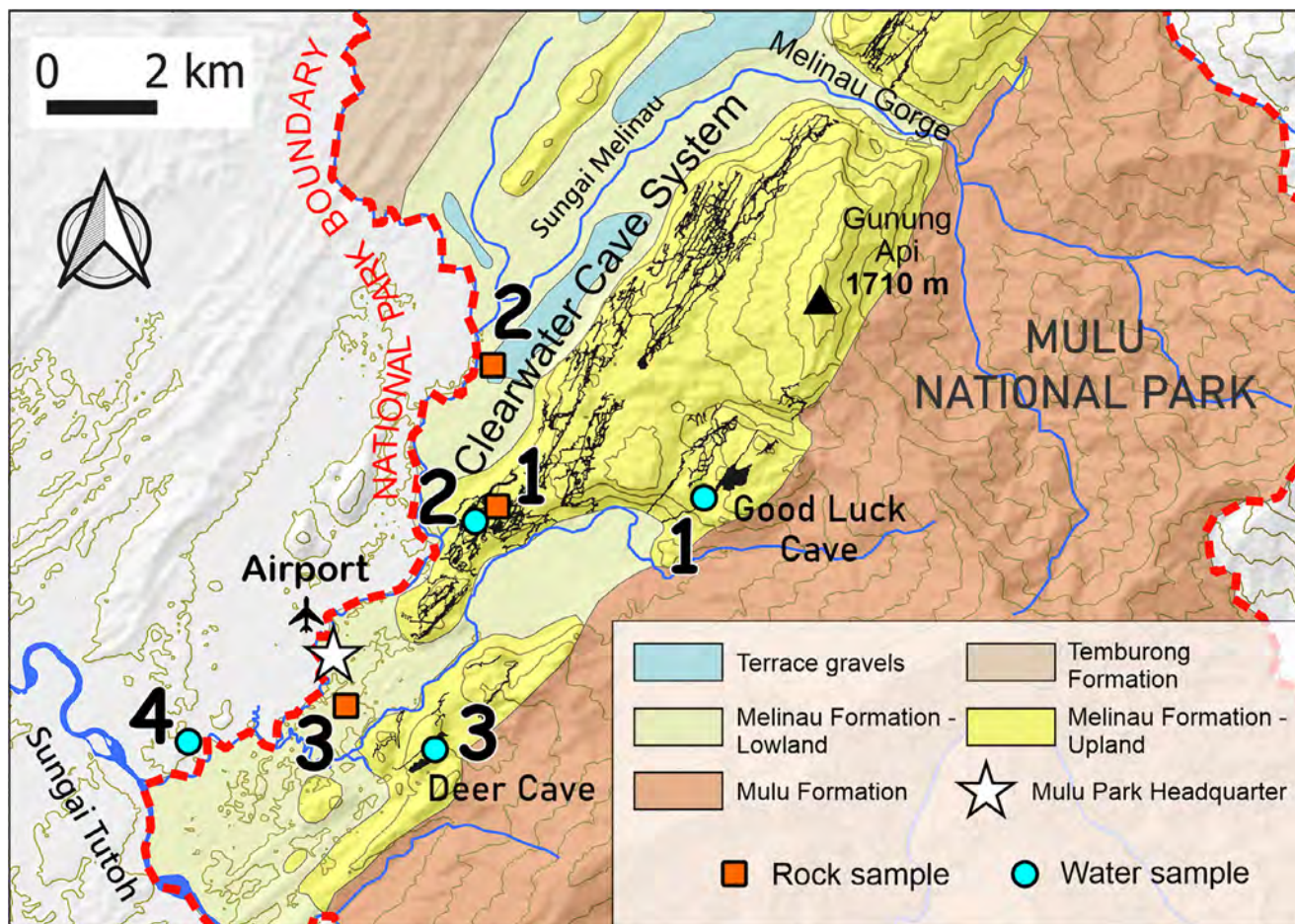


Fig. 5 – Sampling sites of rocks and waters (drawing by S. Zannotti)

The recordings made in caves in February 2020 (Good Luck and Lagang’s caves) with the mobile instrument Correntium Plus concern the activity concentration of radon, temperature and humidity of the air (Figure 7).

Radon activity concentrations are not very high, considering the measurement environment and they are certainly negligible in terms of exposure due to the limited stay (about 4 hours) in the caves. The diagram of Figure 7 also shows the high values recorded during air flights to reach the Mulu Park and return to Italy.

Furthermore, in external areas (Figure 8), the study analyzed the gamma dose rate along the main communication routes (roads, paths and water ways). From the comparison of the obtained values, differences, albeit modest, are observed as a function of the soil-geology of the study area. The high-

est values are related to the outcrop of carbonate rocks while lower values are observed where there are thick Quaternary deposits.

Finally, with regards to the gamma dose rate measured in 2019 and 2020 in Mulu, the obtained values (Table 5) were compared with data from other areas of Borneo or nearby (Malaysia and Indonesia). Mulu levels are low and, in any case, fall within those characteristic for the area under study.

A study conducted in Brunei and adjacent areas (Lai *et al.*, 1999) provided mean gamma dose rates of 34 nGy/h⁻¹.

Furthermore, a recent study (Izham *et al.*, 2017) conducted in Kuching and four other neighboring administrative divisions (West Sarawak), analyzed 241 elements to study the relationship between 9 geological formations, 7 different soil types and the dose range measured in situ. The survey provided

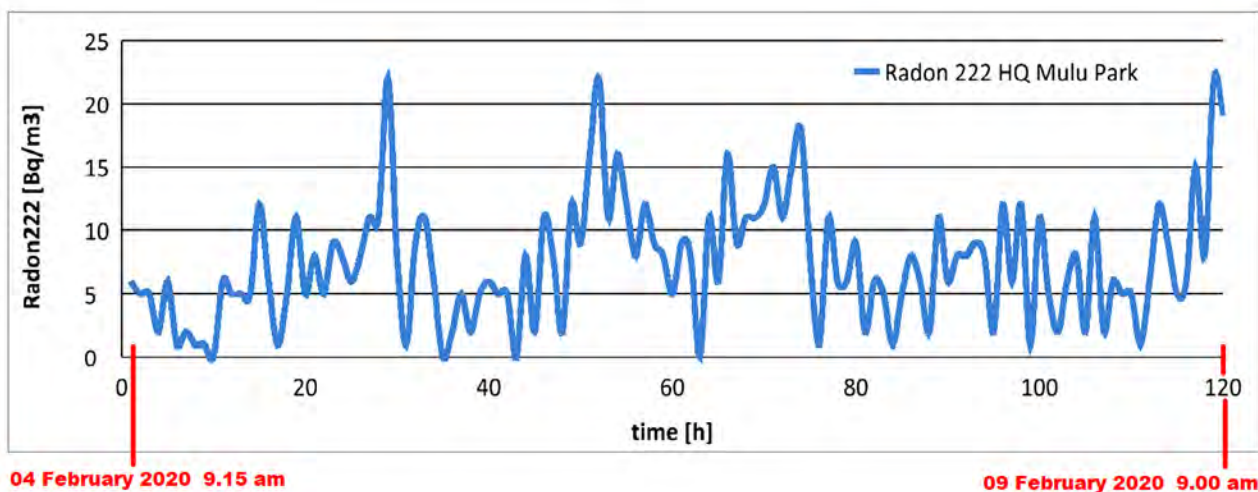


Fig. 6 – Trend of R-222 activity concentrations at the offices of the Visitor Center of the Mulu Park (data processed by A. Zorzin)

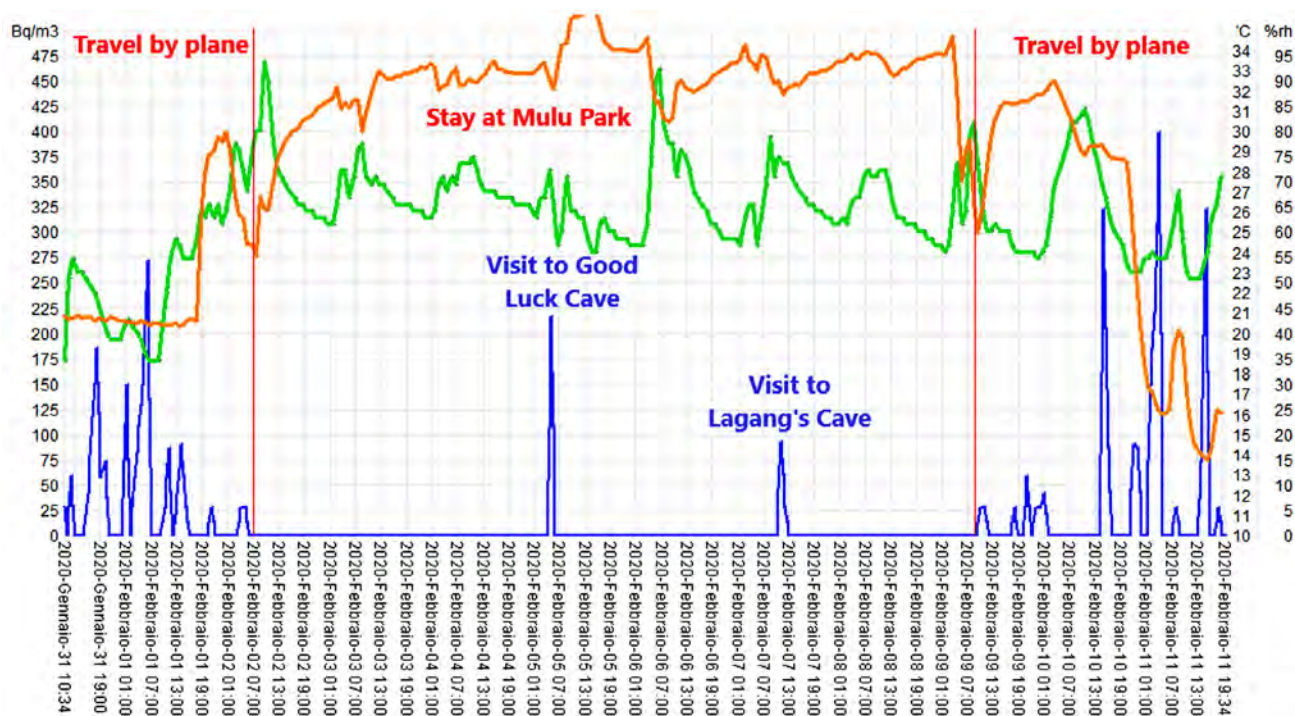


Fig. 7 – Trend of Rn-222 activity concentrations (blu line), temperature (green line) and humidity of the air (orange line) recorded during the round trip and the stay at the Mulu Park (data processed by A. Zorzin)

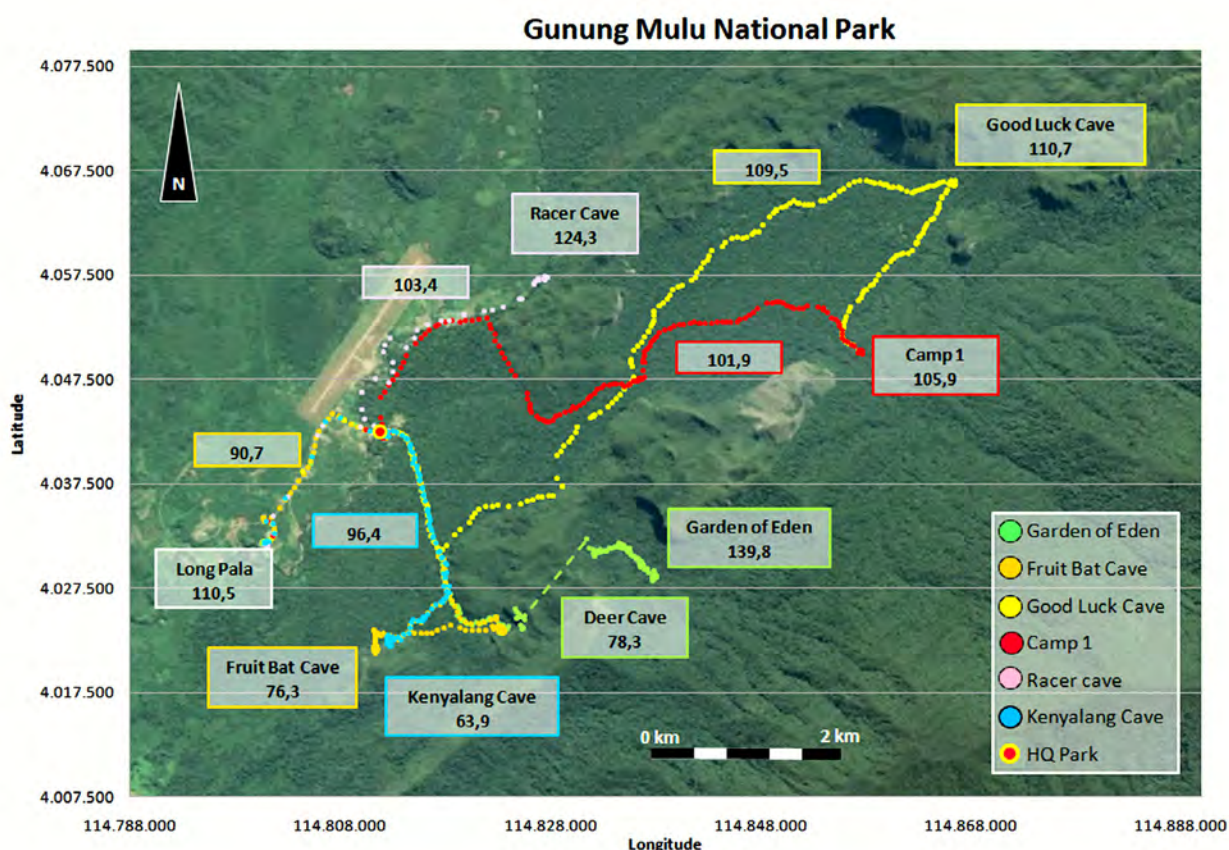


Fig. 8 – Average values of the gamma dose rate (nGy/h⁻¹) recorded during transfer to reach the studied caves. The traces of the followed path are highlighted in different colors (data processed by A. Zorzin) (Google Earth, Image © 2021 CNES / Airbus, Image © 2021 Maxar Technologies, modified)

Table 5 – Tab. 5 – Outdoor gamma dose rate in Mulu area

State	Author (year/date)	Locality	Outdoor Gamma dose nGy/h ⁻¹ (mean values)
North Sarawak	Zorzin A. & R. (2019)	Mulu	109,7
	Zorzin A. & R. (2020)	Mulu	104,2

average values of the soil gamma dose rate of 47 ± 1 nGy/h⁻¹ ranging from 5 to 103 nGy/h⁻¹. These data are below the world average value (UNSCEAR, 2000) and also these from Peninsular Malaysia (165 nGy/h⁻¹ for Johor, 172 ± 17 nGy/h⁻¹ for Melaka, 222 ± 191 nGy/h⁻¹ for Kinta, Perak, 176 ± 5 nGy/h⁻¹ for Pahang, and 182 ± 81 nGy/h⁻¹ for Selangor) (Ramli, Hussein, 2001; Lee *et al.*, 2009; Gabdo *et al.*, 2013; Sanusi *et al.*, 2014).

On the other hand, a recently study (Saleh *et al.*, 2019) provides baseline data for terrestrial gamma dose rate in Eastern region of Peninsular Malaysia. The mean value of terrestrial gamma radiation dose rate was estimated to be 172 ± 90 nGy/h⁻¹ and, therefore, higher than the world averages of 57 nGy/h⁻¹.

Finally, commonly the outdoor gamma dose rate in Indonesia (Dadong *et al.*, 2008) is in a normal range. However, there are some regions that have

anomaly of gamma dose rate, for example North Sumatra (from $22,96 \pm 0,46$ nGy/h⁻¹ to $186,08 \pm 3,72$ nGy/h⁻¹), Java (from $11,32 \pm 0,72$ nGy/h⁻¹ to $127,54 \pm 6,14$ nGy/h⁻¹) and West Kalimantan (from $10,72 \pm 8,32$ nGy/h⁻¹ to $349,48 \pm 57,21$ nGy/h⁻¹).

The comparison between the outdoor gamma dose rates values recorded in Mulu with those recovered in the bibliography allows us to state that the Mulu values are not very high and, in any case, fall within those characteristic of the area under study.

CONCLUSIONS

Radon is a rather particular component of the cave atmosphere. It is subject to change in concentration during the year for numerous reasons. At present, according to the available data, it is only possible to merely describe the distribution of Rn-222 activity concentration in caves as reported in Figures 6 and 7 and in Table 2. However, it is possible to list some very interesting aspects that deserve to be investigated in future research. In particular for rather low values, it is evident the effect of the geochemical characteristics of the rock (limestone in particular) in which it is difficult to find very high concentrations of Ra-226. Then, when the transport mechanisms of radon are considered, another factor should be taken into account as the air and water flow. Finally the source of radon in given cave should be ascertained, if it were in the bulk of the limestone or in other rocks connected to the limestone through fissures.

The preliminary results of this study provided an indicative evaluation of the existing activity concentration of Rn-222 and gamma dose rate, together with other indicators of natural radioactivity and based on these data it will be possible to decide where to continue and refine the collected initial data and provide a territorial planning activity aimed at obtaining a map of the natural radioactivity of the area, in order to adopt appropriate technical measures to contain and mitigate the effects both for the local population and for the many visitors of the Park. At the present stage of the investigations there are no reasons to limit the time spent in caves by speleological guides for radiation protection constraints unless the radon activity concentration in the cave is exceptionally high. A similar consideration can be made for tourists and/or cave amateurs (speleologists) because they spend a rather short time in caves.

A two-year extension was recently requested to complete the research started in 2019.

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no conflict of interest. Certain commercial equipment, instruments, or materials are identified in this paper to foster understanding. Such identification does not imply recommendation by the Authors, nor does it imply that the materials or equipment identified are necessarily the best available for the purpose.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Sarawak Forestry Department for providing permission to research and to collect samples of rocks and water. A special thank to the staff of Gunung Mulu National Park (Sarawak) for facilities and cooperation during our research. Furthermore, we also thank the Verona FabLab (IT), the C.R.N.M.L. of Verona (IT) and the JBL (DE) for providing the field instruments and some kits for the chemical analysis of the water.

REFERENCES

- ADAMS C.G., 1965. The foraminifera and stratigraphy of the Melinau Limestone, Sarawak, and its importance in Tertiary correlation. *Quarterly Journal of the Geological Society London*, 121 (3): 283-338.
- ADAMS C.G. & HAAK R., 1962. The stratigraphical succession in the Batu Gading area, Middle Baram, North Sarawak. In: Haile N.S. (Editor), *The Geology and Mineral Resources of the SuaiBaram area, North Sarawak*. Geological Survey Department, British Territories in Borneo, *Memoir* 13: 141-150.
- ADAMS C.G. & WILFORD G.E., 1972. On the age and origin of the Keramit and Selidong limestones, Sarawak, East Malaysia. Geological Survey of Malaysia, *Geological Papers* 1: 28-42.
- AHMAD N., ULLAH KHAN I., REHMAN J., NASIR T., 2017. An overview of radon concentration in Malaysia. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrras.2017.08.001>.
- ALMAYAH B., TAJUDDIN A. & JAAFAR M., 2013. In situ soil 222 Rn and 220 Rn and their relationship with meteorological parameters in tropical Northern Peninsular Malaysia. *Radiation Physics and Chemistry*, 90: 11-20.
- BORHANAZAD H., MEKHILEF S., SAIDUR R., BORUMANDJAZI G., 2013. Potential application of renewable energy for rural electrification in Malaysia. *Renew Energy*, 59: 210-219.

- CIGNA A.A., 2003. The distribution of radon concentration in caves. *International Journal of Speleology*, 32 (1-4): 113-115.
- CIGNA A.A., 2005. Radon in caves. *International Journal of Speleology*, 34 (1-2), reprinted: 1-35.
- DADONG I., SYARBAINI S., BUNAWAS K., 2008. Mapping the Outdoor Gamma Dose Rate in Indonesia. International congress of the International Radiation Protection Association (IRPA), 19-24 October 2008, Abstract.
- DESZÖ Z., HAKL J. & MOLNÁR L., 2002. Radon exhalation of limestone bedrock and caves deposits. *ATOMKI Annual Report 2001*, Inst. Nucl. Res. of the Hungarian Acad. of Sciences, Debrecen: 46.
- European Council Directive 2013/59/Euratom on Basic Safety Standards for Protection against the Dangers Arising from Exposure to Ionising Radiation and Repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>.
- FARRANT A.R., SMART P.L., WHITAKER F.F., TARLING D.H., 1995. Long-term Quaternary uplift rates inferred from limestone caves in Sarawak, Malaysia. *Geology*, 23 (4): 357-360.
- GABDO H.T., RAMLI A.T., SANUSI M.S., SALEH M.A., GARBA N.N., 2013. Terrestrial gamma dose rate in Pahang state Malaysia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 299, Issue 3: 1793-1798.
- GILLIESON D., CLARK B., 2010. Mulu: The World's Most Spectacular Tropical Karst. In: Migon P. (Editor), *Geomorphological Landscapes of the World*, Springer Science: 311-320.
- GILLMORE G., GILBERTSON D., GRATAN J., HUNT C., MCLAREN S., PYATT B., BANDA R.M., BARKER G., DENMAN A., PHILLIPS P. & REYNOLDSK T., 2005. The potential risk from 222 Radon posed to archaeologists and earth scientists: reconnaissance study of radon concentrations, excavations, and archaeological shelters in the Great Cave of Niah, Sarawak, Malaysia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60 (2005): 213-227.
- HASHIM M., REBA N.M., NADZRI M.I., POUR A.B., YUSOFF A.R.M., ALI M.I., JAW S.W., HOSSAIN M.S., 2016. Satellite-base runoff model for monitoring drought in Peninsular Malaysia. *Remote Sens*, 8 (8): 633.
- IZHAM A., RAMLI A.T., WAN HASSAN W.M.S, IDRIS H.N., BASRI A., 2017. Terrestrial Gamma Radiation Dose Rate of West Sarawak. *The European Physical Journal Conferences*, 153 (3): 7 pp.
- JAMES D.M.D., 1984. The geology and hydrocarbon resources of Negara Brunei Darussalam. Brunei Museum and Brunei Shell Petroleum Company: 164 pp.
- JANIK M., TOKONAMI S., IWAOKA K., KARUNAKARA N., TRILOCHANA S., MOHAN M.P., KUMARA S., YASHODHARA I., ZHUO W., ZHAO C., TANG F., HE L., CHANYOTHA S., KRANROD C., AL-AZMI D. & KURIHARA O., 2019. Comparison of Radon and Thoron Concentration Measuring Systems Among Asian Countries. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16 (24), 5019; doi:10.3390/ijerph16245019.
- LAI K.K., HU S.J. & MINATO S., 1999. Terrestrial gamma ray dose rates of Brunei Darussalam. *Applied Radiation and Isotopes*, 50: 599-608.
- LEE S.K., WAGIRAN H., RAMLI A.T., APRIONTORO N.H., WOOD A.K., 2009. Radiological monitoring: terrestrial natural radionuclides in Kinta District, Perak, Malaysia. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 368-374.
- LIECHTI P., ROE F.W. & HAILE N.S., 1960. The Geology of Sarawak, Brunei and the western part of North Borneo. Geological Survey Department, British Territories of Borneo, *Bulletin*, 3: 360 pp.
- LUNDBERG J., McFARLACE D.A., 2012. A significant middle Pleistocene tephra deposit preserved in the caves of Mulu, Borneo. *Quaternary Research* (2012), doi: 10.1016 7/j.yqres.2012.01.007.
- MINACH L., CHIABERTO E.M., BONOMI M., LAZZARON R., TROTTI F., CALDOGNETTO E., 2004. Linee Guida per le misure di Radon in ambienti residenziali. *APAT*, 4: 1-25.
- OHMS M., 2003. Twenty Seven Years of Radon Monitoring at Wind Cave National Park. *Inside Earth*, vol. 6, n. 2: 10-12.
- RAMLI A.T., HUSSEIN A.W., 2001. Geological influence on terrestrial gamma radiatio dose rate in the Malaysian State of Johore. *Applied Radiation and Isotopes*, 54: 327-333.
- SA'ADI Z., SHAHID S., ISMAIL T., CHUNG E.S., WANG X.Y., 2017. Distributional changes in rainfall and river flow in Sarawak, Malaysia. *Asia-Pac J Atmos Sci*, 53 (4): 489-500.
- SALEH M.A., RAMLI A.T., HAMZAH K., ZAINAL J., SIES M.M., GABDO H.T., GARBA N.N., 2019. In situ measurement of terrestrial gamma dose rates in eastern region of Peninsular Malaysia and its relation to geological formation and soil types. *Radiochimica Acta*, 107 (6): 14 pp.
- SANUSI M.S.M., RAMLI A.T., GABDO H.T., GARBA N.N., HERYANSHAH A., WAGIRAN H., SAID M.N., 2014. Isodose mapping of terrestrial gamma radiation dose rate of Selangor state, Kuala Lumpur, and Putrajaya, Malaysia. *Journal of Environmental Radioactivity*, 135: 67-74.
- TATE, R.B., 1994. The sedimentology and tectonics of the Temburong Formation – deformation of early Cenozoic deltaic sequence in NW Borneo. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 35: 97-112.
- TROTTI F., GIAROLA N., LANCIANI M., MOZZO P., PREDICATORI F., ROSA M. & TACCONI A., 1993. Misure di concentrazione di 222 Rn in alcune grotte del Veneto. *Atti 1° Conv. Naz. Fisica dell'Ambiente*, Brescia, A.I.F.B.-U.S.S.L. 41: 359-366.
- UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (U.N.S.C.E.A.R.), 2000. Sources, effects, and risks of ionization radiation. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes B: Exposures from Natural Radiation Sources. United Nations, New York.
- VIJITH H., DODGE-WAN D., 2019. Spatial and temporal characteristics of rainfall over forested river basin in NW

Borneo. Meteorology and Atmospheric Physics, <https://doi.org/10.1007/00703-019-00714-4>.

WALTHAM A.C., BROOK D.B., 1980. Geomorphological observations in the Limestone Caves of Gunung Mulu National Park, Sarawak. *British Cave Research Association*, 7 (3): 123-139.

WALTHAM A.C., WEBB B., 1982. Geology, Chapter 4. In: Jermy A.C., Kavanagh K.P. (Editors), Gunung Mulu National Park, Sarawak: an account etc. *Sarawak Museum Journal*, Kuching, XXX, 51 (2.1): 68-74.

WANNIER M., 2009. Carbonate platforms in the wedge-top basins: An example from the Gunung Mulu National Park, Northern Sarawak (Malaysia). *Marine and Petroleum Geology*, 26: 177-207.

WILFORD G.E., 1961. The geology and mineral resources of Brunei and adjacent parts of Sarawak with description of the Seria and Miri oilfields. *British Geological Survey Memoirs*, 10: 319 pp.

WILFORD G.E., 1964. The geology of Sarawak and Sabah Caves. Geol. Surv. Borneo Region, Malaysia, *Bull.*, 6: 1-177.

WILFORD G.E., WALL J.R.D., 1965. Karst topography in Sarawak. *Journal of Tropical Geography*, 21: 44-70.

YUSUF A.A., FRANCISCO H., 2009. Climate change vulnerability mapping for Southeast Asia. In: Economy and environment for Southeast Asia (EEPSEA), Singapore: 10-15.

ZORZIN R., ZANNOTTI S., ZORZIN A., GERSTNER H., 2021. Dissolution of carbonate rocks in Gunung Mulu – Sarawak, Northern Borneo: first results. *Asian Research Journal of Current Science*, 6 (1): 1-13.

ZUNIC Z.S., MCIAUGHLIN J., WALSH C. ET ALII, 2001. Integrated Natural Radiation Exposure Studies in Stable Yugoslav Rural Communities. *Science of the Total Environment*, 272 (1-3): 253-9.

Structural anatomy of some Pycnodont eyes

LUIGI CAPASSO

University Museum – State University “Gabriele d’Annunzio” – Piazza Trento e Trieste, 1 – 66100 Chieti (Italia)
l.capasso@unich.it

ABSTRACT

On the basis of a morphological study of new specimens of Pycnodonts recently collected from the Sannine limestone of Haqel, of the Cenomanian of Lebanon, the anatomical details of the eyeballs of some Pycnodonts are described here. In the new fossil finds, the peripheral double membrane, the vitreous body, and the lens can be recognized. Analysis of the elemental chemical composition by scanning electron microscopy supports the persistence of sulphur from proteins that represent the remains of the original eye tissues. Finally, at the morphological level, some characteristics (e.g., oval shape of the lens) define the eyes of Pycnodonts as close to those of the living selaceans, while other characteristics (e.g., anterior duplication of the ocular membrane at the level of the cornea) define these eyes as close to those of the living teleosts.

Key words: Pycnodonts, eye, Lebanon, protein remains.

RIASSUNTO

Grazie allo studio morfologico di alcuni nuovi esemplari di Pycnodonti recentemente raccolti nel calcare sannino di Haqel, del Cenomaniano del Libano, l'autore descrive dettagli anatomici del bulbo oculare dei Pycnodonti, riconoscendo nei nuovi reperti fossili sia la doppia membrana periferica, sia il corpo vitreo, sia, infine, la lente. L'analisi della composizione chimica elementare suffraga la persistenza di proteine solforate che rappresentano avanzi dei tessuti originali dell'occhio. Infine, a livello morfologico, alcuni caratteri (come la forma ovale della lente) avvicinano l'occhio del Pycnodonte a quello dei selacei attuali, mentre altri caratteri (come la duplicazione della membrana oculare in corrispondenza della cornea) lo avvicinano a quello dei teleostei attuali.

Parole chiave: Pycnodonti, occhio, Libano, resti proteici.

REMAINS OF EYES IN PYCNODONTS AND THEIR ANATOMICAL AND FUNCTIONAL INTERPRETATION

In many specimens of fossil fish from the Cenomanian limestones of the various Lebanese fossil localities, there are remains of Pycnodont eyes preserved at the orbit level (Capasso, 2020). These remains have the appearance of a patina of variable colour, from yellow to brown to black, and have very precise, well-defined, always rounded and almost elliptic outlines, which are a little elongated in the antero-posterior direction. These endo-orbital materials are attributable to the organic remains of the eyes and the peri-ocular soft tissues, and they are located below the sclerotic bones. These can also be documented in some specimens of Pycnodonts not only from the Cretaceous limestone of Lebanon (Figure 1A), but also from the Eocene limestone of Bolca, Italy (Figure 1B).

For two specimens of *Nursallia tethysiensis* from the Konservat-Lagerstätten of En Nammoura, Capasso *et al.* (2009) reported on an analysis of this endo-orbital material, both through microstructural observations conducted using scanning electron microscopy (SEM), and through micro-chemical analysis, for the determination of the chemical composition of these relevant remains (Figure 2A). These remains are almost perfectly circular in general shape and they occupy the exact centre of the orbit, with margins that are partially covered by two sclerotic bones. Examination of these remains using SEM demonstrated the structure and chemical composition of this black material, although no structural details were visible in the region covered by the black remains (Figure 2B). The chemical micro-analysis of the black material in the orbit region revealed

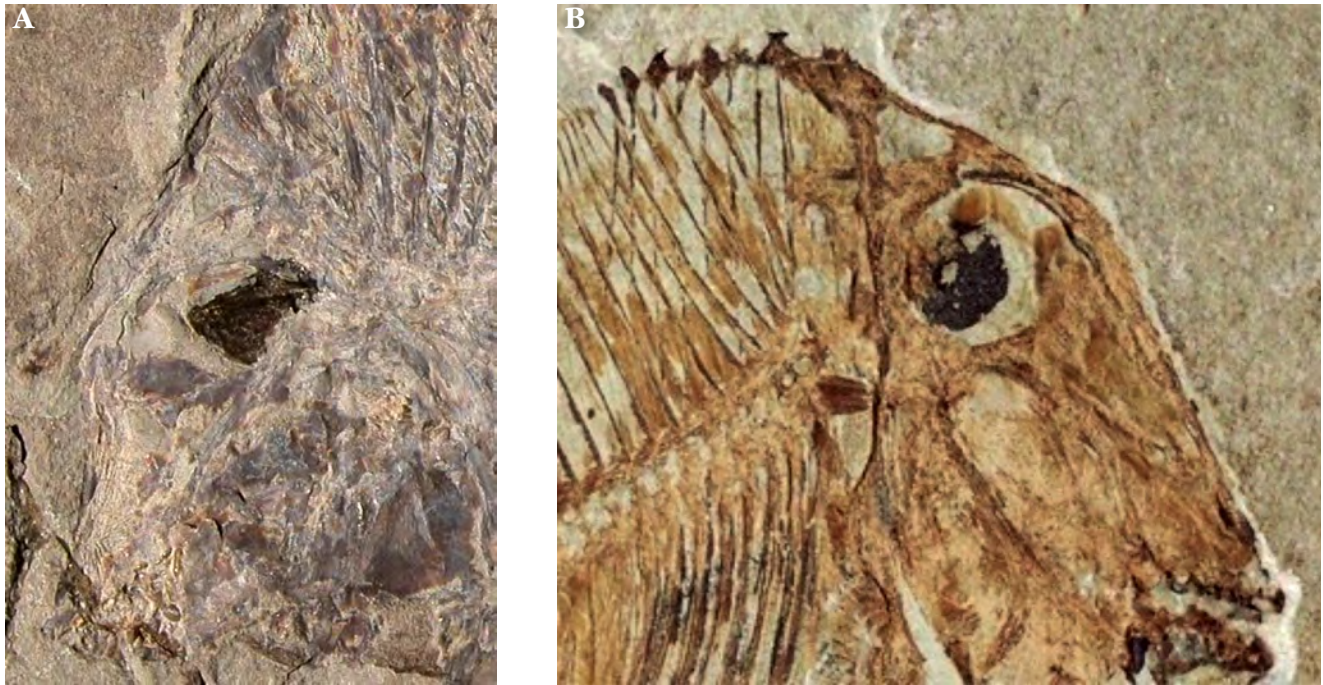


Fig. 6 – The presence of a blackish patina in the central part of the orbit has been demonstrated in Pycnodonts from both the Sannine limestone of the Cenomanian of Lebanon (**A**), and from the Eocene limestone of Bolca, Italy (**B**). Note how in both cases the patina is partially covered by the two sclerotic bones, demonstrating that it represents the fossil remains of the tissues of the eyeball

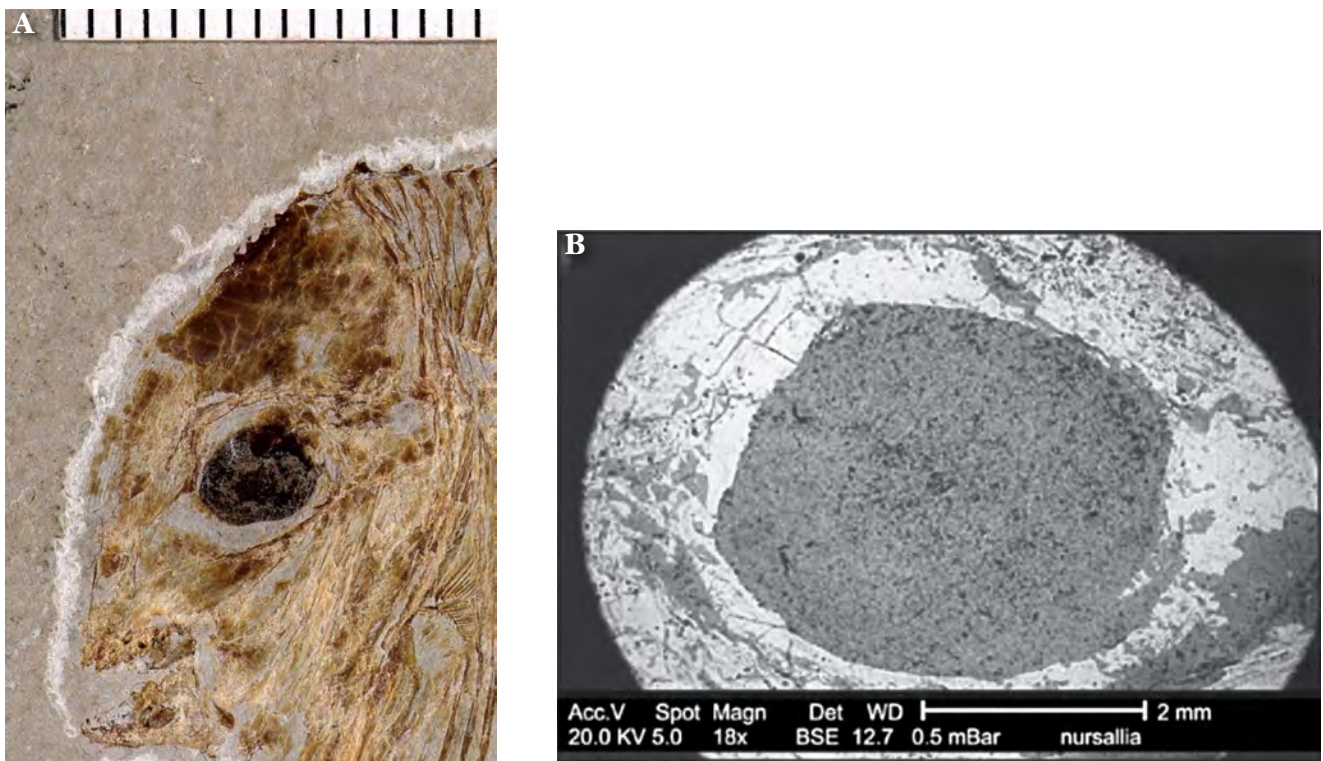


Fig. 7 – The carbonaceous remains at the center of the orbit of *Nursallia tethysiensis* of the Sannine limestone of the Cenomanian of Lebanon have a subcircular profile, thus showing the morphology of the eyeball seen in latero-lateral projection (**A**). The appearance of this patina under scanning electron microscopy shows a finely inhomogeneous structure, probably related to the lens and the vitreous body, superimposed on each other (**B**)

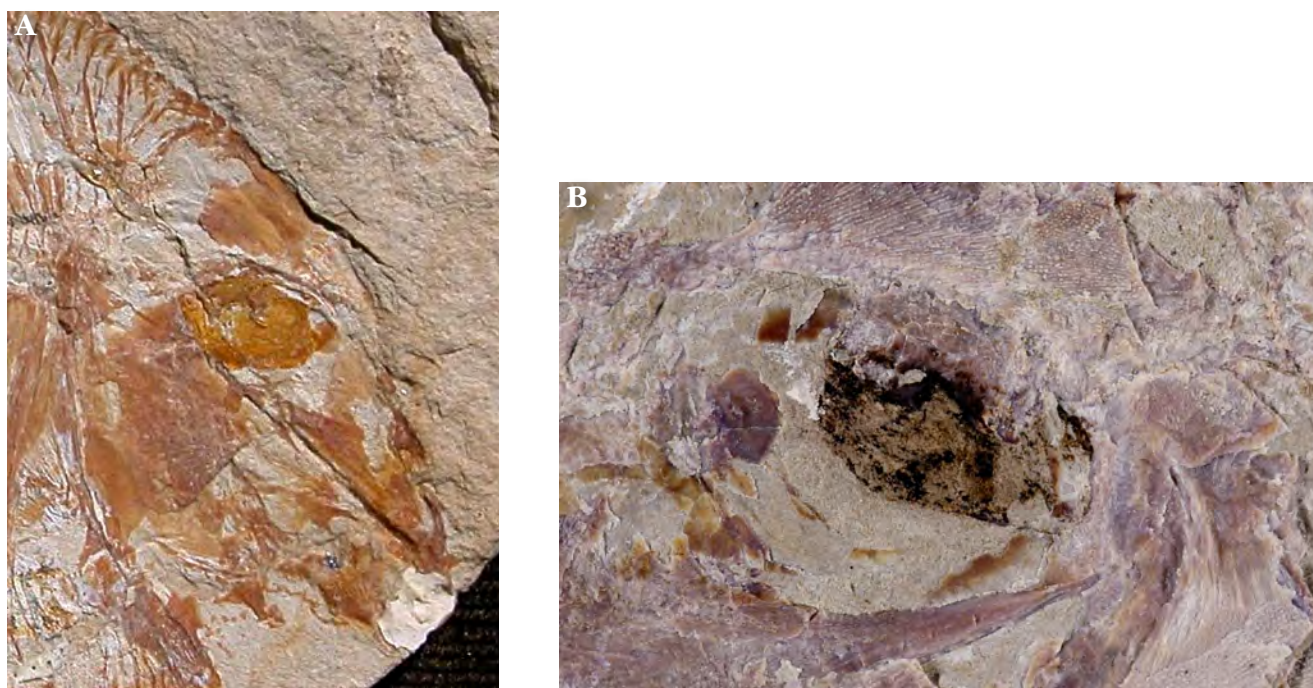


Fig. 8 – Intra-orbital soft tissue remains for two Pycnodonts from Haqel (Cenomanian of Lebanon). In both cases, these represent the fossilised ocular remains in latero-lateral projection, for *Flagellipinna* (A) and “*Palaeobalistum*” (B)

a composition similar to that of the matrix, with only one significant difference: the relevant quantity of sulphur. This element is abundant in the eye liquid (i.e., vitreous humour) in living fish. The internal surface of the sclera (the so-called “argents”), the lens (which in extant fish is very large and thick), and the large mass of the vitreous humour (also rich in protein) are possible sources for the high organic content of the orbital region. In particular, the sclera in all extant fish consists of partially ossified cartilage, which is a tissue almost completely composed of collagen, a protein characterised by a very high sulphur content (Capasso *et al.*, 2009). The conservation of the chemical characteristics of both bone and some soft tissues, which in this case includes only the eyes, reveals for the first time new and unexpected, and indeed intriguing, perspectives on the possible palaeontological analysis of fossil fish from these Lebanese locations in which the preservation of organic materials appears to be extraordinary.

Indeed, in an extensive analysis of Pycnodonts from the Cenomanian of Lebanon, the fossil remains of the soft tissues of the eye are sometimes preserved in a number of specimens (Capasso, 2020). One consequence is that it has been possible to de-

termine some additional characteristics of the eyes of these Pycnodonts:

- the position of the eyeball, as central in the orbital cavity, and which touches the upper edge of the orbit;
- the eye occupies a large part of the orbit, always with a relatively large size compared to the main cranial and somatic measurements;
- a large space is interposed between the eyeball and the bony walls of the orbit that is evidently occupied in the living fish by soft tissues, which will also have included the powerful and numerous oculomotor muscles that ensured excellent motility of the large eyeballs that were independent between the two sides (Capasso, 2021).

Capasso (2021) reported that in *Nursallia tethysiens*, the total length of the eyeball represents approximately 12.2% of the total length of the fish, which also demonstrates the metric relevance of this organ (see Figure 2A). In other genera, such as *Flagellipinna* (Figure 3A) and “*Palaeobalistum*” (Figure 3B), the shape of the ocular remains is very similar to that described in *Nursallia*; i.e., rounded, slightly elliptical, and slightly elongated in the antero-posterior direction. Again, the position within the orbit

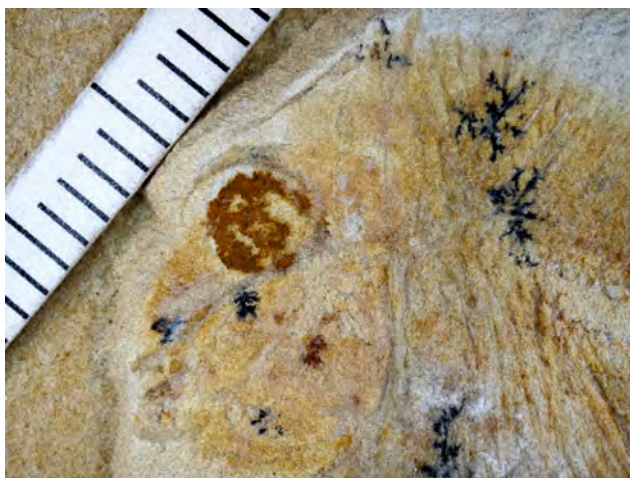


Fig. 9 – Juvenile undetermined Pycnodont from the Cenomanian of the Kem Kem formation of Morocco, where the remains of the eyeball completely occupy the orbital cavity and show how juvenile subjects in Pycnodonts had proportionally greater eye dimensions than adult individuals

also coincides, with the eyeball located almost in the centre, even though it is in contact with the upper margin. Finally, the proportions of the length of the eyeball with respect to the total length of the fish also support a ratio of approximately 12%.

Further studies are needed to confirm these currently restricted observations on a small number of samples studied by Capasso (2021); however, I can say that the conservation in the fossil state of the remains of the eyeball and other endo-orbital soft tissues is not exclusive to the Lebanese deposits. Indeed, some of my preliminary surveys have confirmed that similar remains are also present from other locations; e.g., in some juvenile specimens of Pycnodonts collected from the laminated dolomitic limestone of Gara Sbaa, Kem Kem Valley, South-Eastern Morocco, dated to the Upper Cretaceous (see chapter 8, Capasso, 2021) (Figure 4).

From a functional point of view, the size of the eye is certainly related to visual acuity: a larger eye has a larger opening, and can thus collect greater quantities of light. Therefore, even in fish, a greater eye diameter is directly related to better visual ability (Shand, 1997).

Based on this principle, Goatley *et al.* (2010) related the maximum length of the orbit (taken for the longitudinal plane) to both the length of the jaw and the standard length for a sample of 413 fossil fish

that belonged to 208 different species that were dated from the Middle Triassic to the Eocene. The result of this interesting study was an effective increase in the relative proportions of the orbit throughout the Mesozoic, and then only in the Eocene period was there an acceleration and diffusion of this phenomenon that can actually be appreciated. So Goatley *et al.* (2010) stated: «Fish with relatively larger eyes occurred more often in the Eocene and are particularly prevalent in the recent assemblage». This anatomical aspect might also have ecological implications, as fish with greater visual capacity generally have nocturnal habits. In reefs, they are generally nocturnal predators. An increase in these low-light-feeding fish was seen especially during the Eocene, and the species concerned were mainly the Teleosts.

At the same time, the data collected by Goatley *et al.* (2010) indicated that the Pycnodonts represented an exception to this evolutionary trend, in the sense that they had relatively large eyes already from the moment of their appearance; i.e., from the end of the Middle Triassic. And indeed, we have already seen how a “large orbit” represents a fundamental anatomical characteristic, common to all Pycnodonts, and even to the most archaic ones (Gyrodontidae) and to the oldest ones (Brembodidae). This condition is even more pronounced in juvenile individuals, due to slight attenuation upon reaching the adult stage, so much so that the juveniles of some species had the appearance of nocturnal fish, with huge eyes that even extended from the bone orbits.

The Pycnodonts were well adapted to life in the reef, because they had a body that was flattened laterally and rounded in profile, effectively achieving better manoeuvrability and better swimming speed to escape from predators in the complex environment of the reef. Furthermore, «this ability, along with their mode of benthonic feeding, would be complemented by increased visual abilities, as improved vision would allow the detection of both prey items and approaching predators» (Goarley *et al.*, 2010).

Of course, these conclusions are based on the theoretical relationships that would have existed between the size of the eye orbit (moreover, only the partially bony parts) and the size of the eye. As we have seen, some exceptionally well-preserved findings have shown that the organic remains of the eyeballs actually occupy only part of the bony orbit, although even in this case, we do not know how much these remains are related to the eyeballs

as a whole, or to a part of them. Certainly, in the Pycnodonts, the orbits were very large, and would have certainly contained large eyes, and also a large amount of peri-ocular tissue, such as the muscles that serve to provide great mobility to the eyeballs. Even these aspects of mobility, however, fall within the configuration of the excellent functionality of the visual apparatus. In this sense, however, the fossil remains of endo-orbital soft tissues have yet to be studied in depth, especially to understand the true nature of the corresponding living tissues.

In conclusion here, the coupling between a powerful durophageal masticatory apparatus and a fine and sensitive visual apparatus provided great success for the Pycnodonts as the «large-eyed bentonic feeding predators», which allowed them to occupy a niche as nocturnal predators. This will have been less competitive not just in the affluent reef, but also in the murky continental waters.

Naturally, in the Cenozoic era, the rapid diversification of the Teleosts plus the drastic environmental changes associated with the K/T passage triggered insurmountable ecological competition that the Teleosts won, thus leading to the extinction of the Pycnodonts (Capasso, 2021).

NEW FOSSIL MATERIAL SHEDS LIGHT ON THE MORPHOLOGY OF THE EYEBALLS IN PYCNODONTS

No previous studies have been able to perform observations of an anatomical type for the eyes of the Pycnodonts; i.e., the inherent shape and arrangement of the various anatomical parts that make up the eye. This lack of information is nearly total, especially because there is a lack of data on comparative anatomy, as the Pycnodonts are currently completely extinct and no species of living weight comes close enough to their very peculiar anatomical structure.

Two fossil remains from the famous Haqel deposit that is about 15 km east of Byblos, in Northern Lebanon, show particular conservation of the endo-orbital soft tissues. Due to the special fossilisation conditions (Capasso, 2017), these fossils were very useful for the description, for the first time, of the details of the anatomic structure of the eyeballs in Pycnodonts. These two specimens are the following:

- CPC no. S-1929: an undetermined Pycnodont, with total length of 180 mm, from the Sannine

Limestone of the Cenomanian of Haqel, Lebanon. The complete specimen was extraordinarily fossilised in the dorsal-ventral position with respect to the stratification plane, perhaps due to the explosion of the visceral cavity (the bones of which are disarticulated). In particular, this specimen shows the skull seen from above, including the orbital cavities, which contain traces of endo-orbital tissues in the form of a dark patina (Figure 5A).

- CPC no. S-317: the holotype of *Haquelpycnodus picteti* Taverne & Capasso (2018), with total length of 124 mm, from the Sannine Limestone of the Cenomanian of Haqel, Lebanon. A perfectly preserved specimen, with traces of fossilisation of soft parts, even within the orbit (Figure 6).

These cited specimens belong to the Capasso Palaeontological Collection (CPC) in Chieti (the Abruzzi, Italy). The CPC is legally registered by a Decree of the *Ministero per i Beni e le Attività Culturali* under the date of 11 October, 1999, following the disposition of Italian Law 1089/39. The specimens of the CPC are also subject to prescription in the order of conservation and availability to studies on the basis of Article 30 of Italian Law N° 42/2004.

METHODS

The fossil materials studied here were also examined under a stereomicroscope (Wild M8, Leica) of the Laboratories of the University Museum of the “G. d’Annunzio” University in Chieti (Italy).

The micro-analysis of the sampled material was performed with the purpose of determining the elemental composition of the selected samples (sampled only from specimen CPC no. S-317). This was carried out using SEM (Gemini SEM 450; Zeiss) at the Inter-Departmental Centre of Electron Microscopy of the State University of L’Aquila, Italy. As the specimen to be examined had dimensions that exceeded the maximum dimensions of the high vacuum analytical chamber used for this SEM, the sampling for chemical analysis was performed with the method described by Capasso (2020), which consisted of detaching fragments of the limestone, bone, and brown patina from the surface of the specimen. In more detail, these samples were detached from the surface of the fossil using a conductive carbon label coated with a special glue film, and the material was then transferred for the SEM.

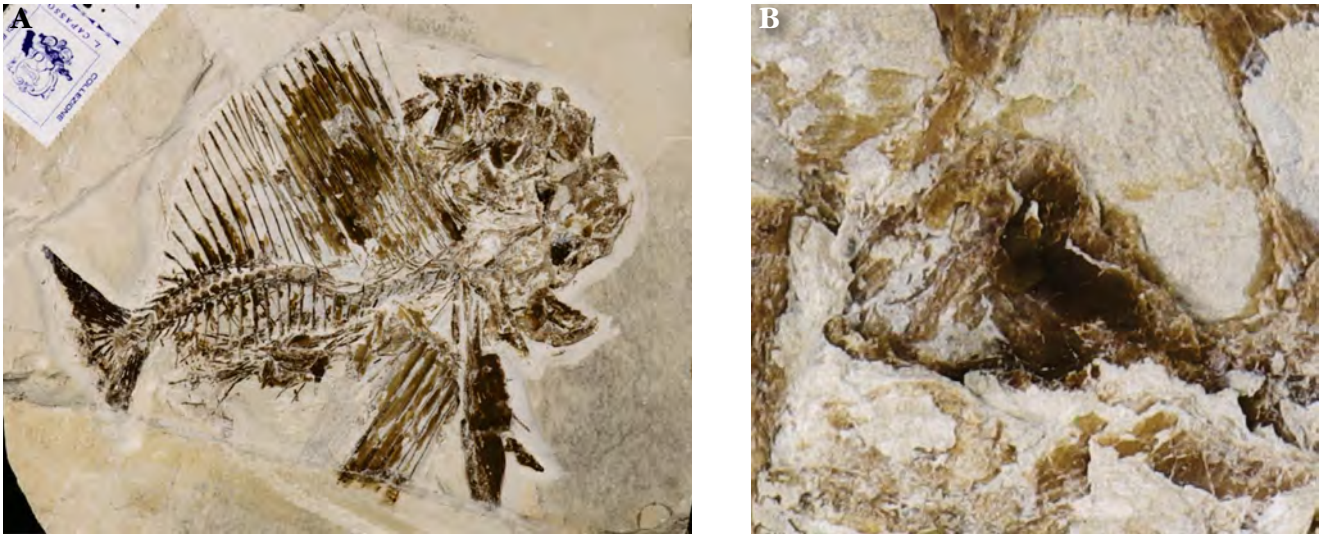


Fig. 10 – **A.** Indeterminate Pycnodont fossilised in a dorsal-ventral position (perhaps following the explosion of the visceral cavity). This is an exceptional circumstance that allows the structures of the skull to be examined from above (total length = 180 mm). **B.** Inside the eye sockets there are carbonaceous remains related to the eyeballs, which have a sub-circular profile. From the Sannine limestone of the Cenomanian of Haql, Lebanon (CPC no. S-1929)

OBSERVATIONS

The previously described fossil remains of organic substance preserved inside the orbits of Pycnodonts were all referable hypothetically to eyeballs fossilised in lateral-lateral projection, i.e., along an axis that is perpendicular to the optical axis of the eye that runs (from the outside to the inside) from the cornea, to the lens, up to the retina. Moreover, when the fish has not undergone taphonomic bioturbations, its body – which was very flattened in the lateral-lateral sense – is laid down with one side on the stratification plane, which implies that the eyeballs of the two sides overlapped.

To date, this whole series of circumstances has prevented morphological analysis of any anatomical structures that might be present inside the eyeballs, which can obviously theoretically be demonstrable only in the case of an axial view; i.e., in the dorso-ventral direction (which is, moreover, strictly unlikely, considering the general shape of the Pycnodont body, as indicated above).

The two specimens that were the object of the present study show, for different reasons, favorable conditions for precisely this type of morphological study. This is because the contents of the orbits were fossilised in a parallel sense with respect to the optical axis of the eyeball. These two specimens are described here separately.

CPC no. S-1929

Specimen CPC no. S-1929 is currently indeterminate from a taxonomic point of view. It has a brownish patina inside the orbits that can be interpreted as mineralised carbonaceous remains of endo-orbital soft tissues, fossilised in a dorso-ventral projection. No morphological details are visible inside the patina, neither for the right nor the left, perhaps also due to the overlapping of the bones that made up the roof of the orbit, in particular the frontal, which in Pycnodonts was a robust and thick bone. Thus, the brown patinas in correspondence of the orbits do not show discontinuities or details that can be interpreted as anatomical structures of the inside of the eye. Nonetheless, the general shape of the eye can be appreciated, and this is the first time such an observation has been made for a Pycnodont. The left eye in particular appears sufficiently well preserved as to show its profile in the dorso-ventral projection, as seen in the detail of Figure 5B. In this projection the eyeball appears spheroidal, even if the innermost part is missing due to a break in the fossil, with a certain protuberance at the level of the external (lateral) face of the eye.



Fig. 11 – The holotype of *Haquelpycnodus picteti* Taverne & Capasso (2018), with total length = 124 mm, from the Sannine Limestone of the Cenomanian of Haqel, Lebanon. Perfectly preserved specimen, with traces of fossilisation of soft parts, even within the orbit (CPC no. S-317)

CPC no. S-317

Specimen CPC no. S-317 is the holotype of *Haquelpycnodus picteti* Taverne & Capasso (2018), and was described in detail in terms of its skeletal anatomy and taxonomic position by Taverne & Capasso (2018). This description, however, neglected to deal with the soft tissue remains preserved in this fossil, which included those that are endo-orbital. Nevertheless, it was already established by Taverne

& Capasso (2018) themselves that both the inferior and superior sclerotic bones of the right orbit were displaced; i.e., rotated upwards and reversed.

The content of organic remains in the orbit consists of a spheroidal profile spot in which it is clearly possible to demonstrate some differences in both color and texture. In the interpretation of these eyeball remains it must be considered that the trau-

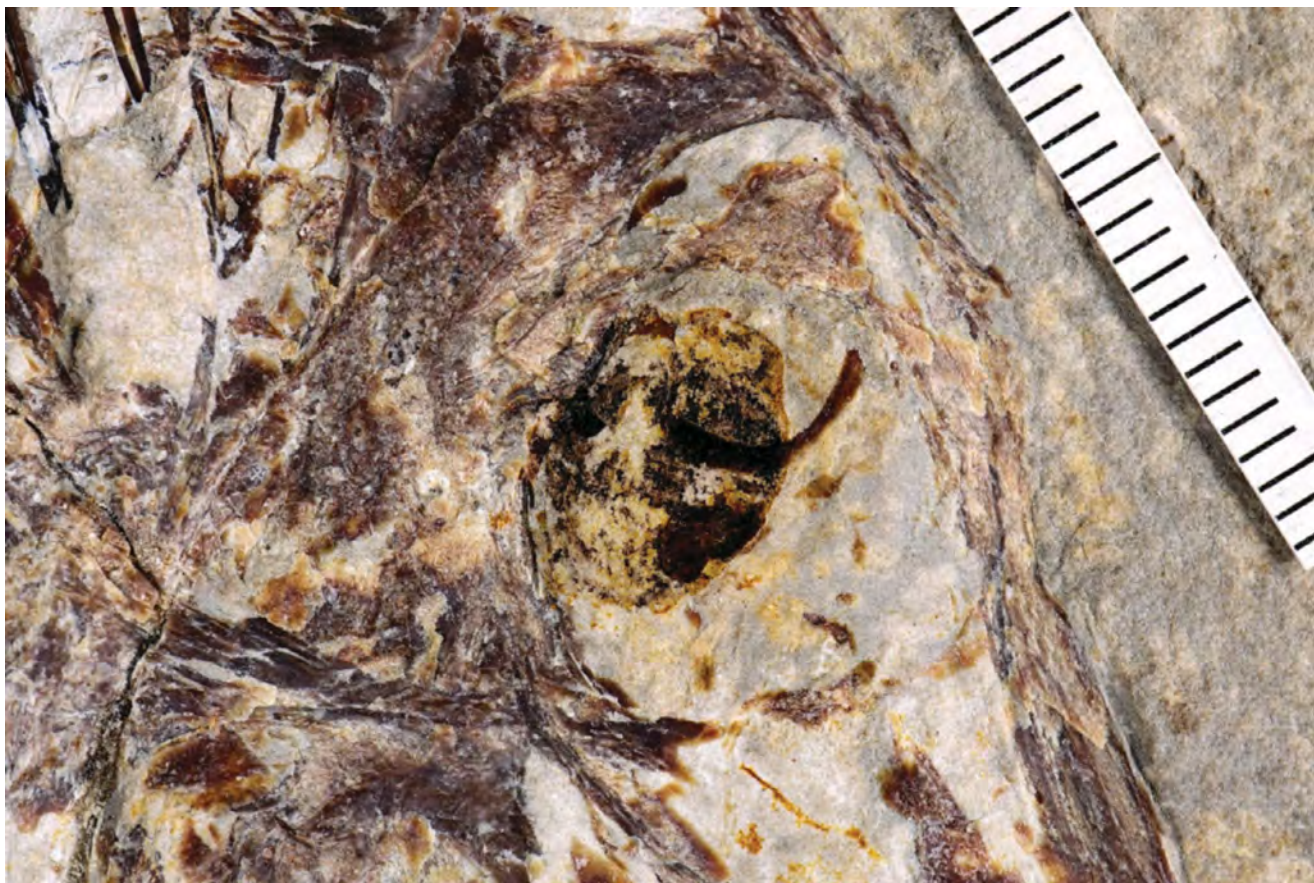


Fig. 12 – Detail of the orbital region of the holotype of *Haquelpyncnodus picteti* Taverne & Capasso (2018) from Figure 6: the two sclerotic bones are rotated and turned over, and also the eyeball appears to have been enucleated from the orbit, perhaps due to trauma just before burial. From the Sannine Limestone of the Cenomanian of Haqel, Lebanon

na that caused the dislocation and rotation of the sclerotic bones must also have involved the eyeball which can also be interpreted as rotated approximately at right angles upwards (Figure 7). If this interpretation is correct, the fossil remains of this eyeball show the lower face of the eye and the bulb appears with its optical axis parallel to the stratification plane of the limestone.

Evidently this Pycnodont suffered a trauma that was strictly limited to the region of the right orbit; the trauma caused the dislocation of both the upper and lower sclerotic bones, and the consequent rotation of about 180° upwards; the corresponding eyeball was also involved in the trauma (Figure 7). These taphonomic phenomena occurred early after death, as the soft tissues of the fish were still predominantly unaffected by the putrefaction, and do not seem to have undergone the effects of post-mortem bioturbation.

If this interpretation is correct, the variations in colour and texture within what remains of the eyeball can be interpreted by comparing our fossil with the structure of the eye of a living teleost; we have chosen here to perform this comparison using the anatomical schemes proposed by Somiya (1987). Here, as seen in Figure 8, at least three of the essential elements that characteristically constitute the eye of living teleosts can also be distinguished in this fossil specimen:

- the eye is surrounded by a thick, continuous membrane that for the anterior part (where the cornea forms) it appears to be double, as occurs characteristically in the eye of present-day teleosts;
- an ovoid profile structure is positioned far anteriorly, immediately behind the cornea, which occupies the position typically occupied by the lens in the eye of living teleosts. The general shape of the lens is elliptical, as it is compressed a little

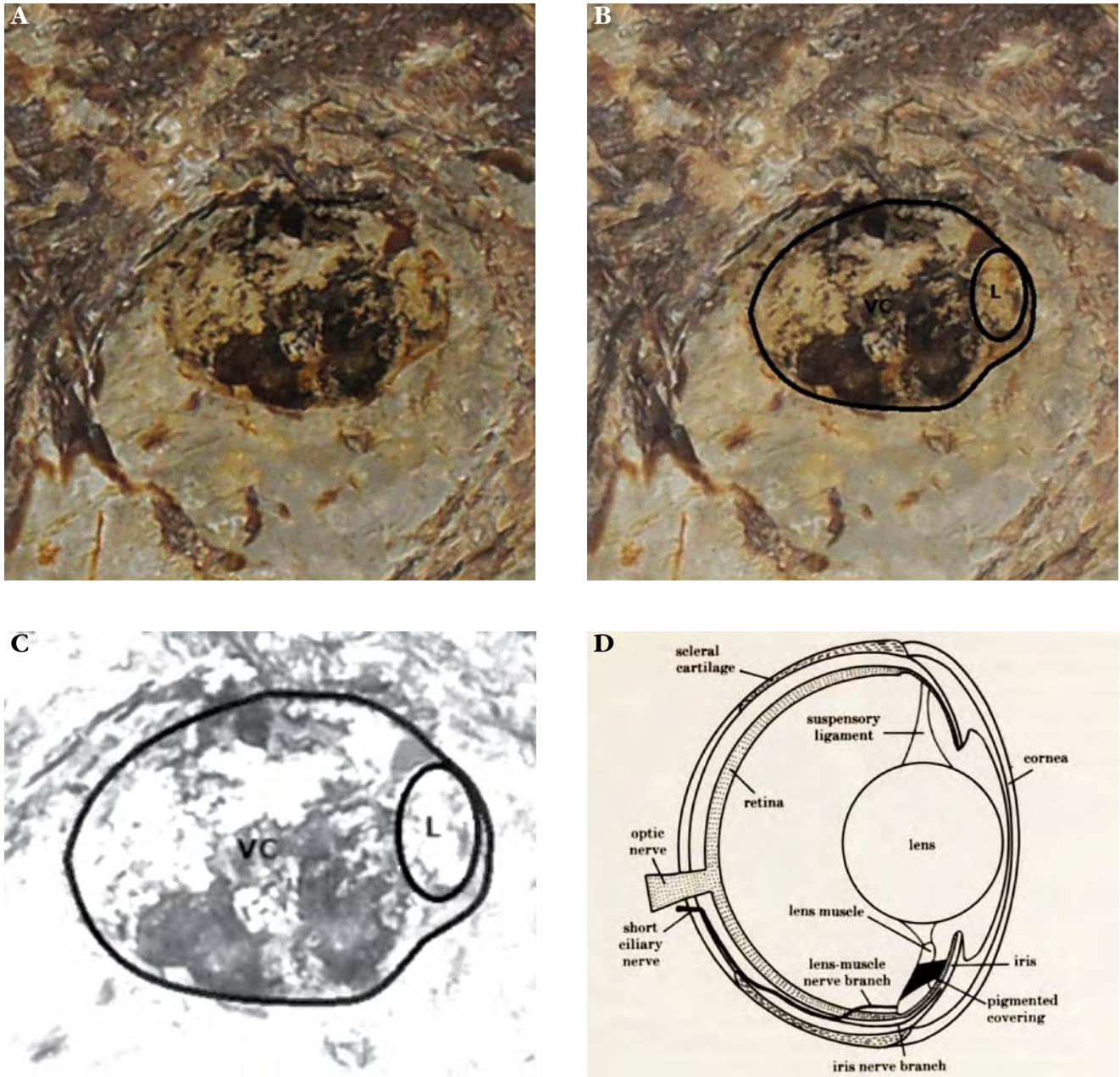


Fig. 13 – Possible interpretation of the anatomical structures visible in the fossil remains of the Pycnodont eye.
A. Rest of the eye positioned on the horizontal plane (detail from Figure 7, with the two sclerotic bones removed)
B. Profile tracing of the eyeball and lens from (A)
C. Highlighting of the the profile of the eyeball and lens
D. Anatomical diagram of the eye of a living teleost in axial projection (from Somiya, 1987)

in the latero-lateral direction, as in many living selaceans;

- in the fossil specimen, the main eye cavity is filled with a dense carbonaceous patina, which is darker in colour than the other structures described above. This might also be related to the

intense vascularisation that at least for part of the eye wall (posteriorly and inferiorly) is also present in living teleosts, or it could be related to the high content of organic substance present in the liquid that filled the eye socket (i.e., the vitreous humour).

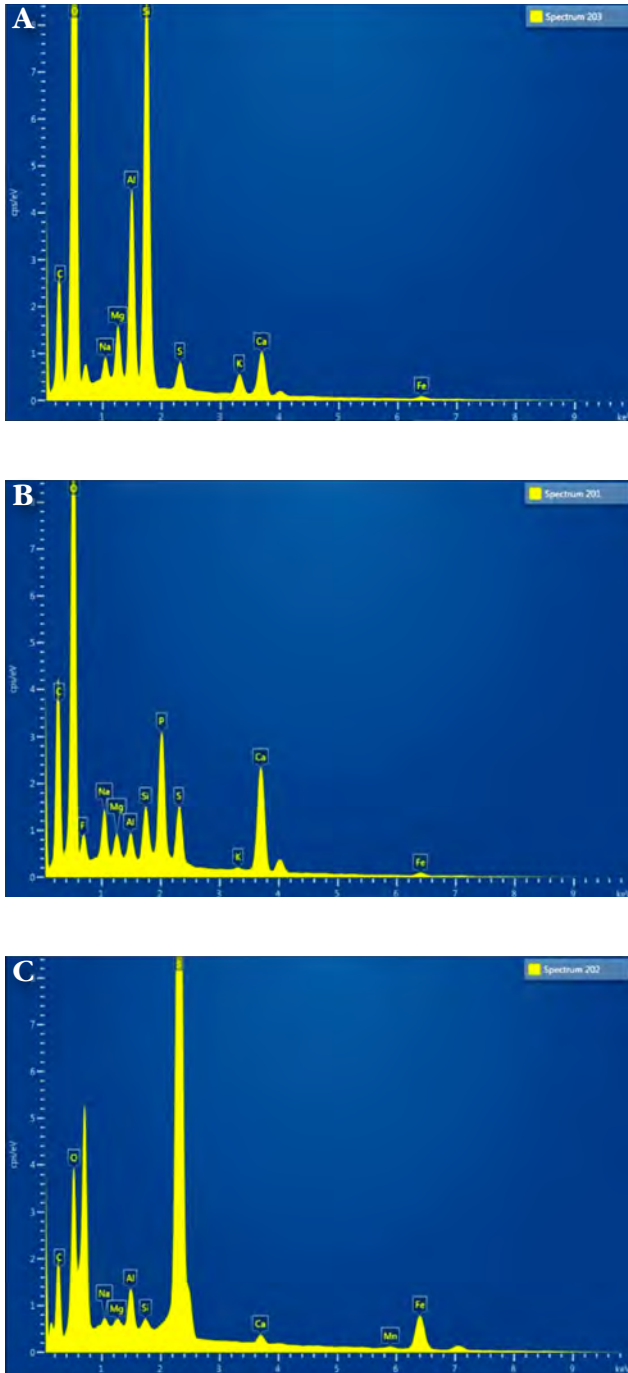


Fig. 14 – Microanalytical composition by scanning electron microscopy of samples from the orbital region of the find shown in Figure 7.

A. Limestone chemical composition demonstrates the presence of calcium, oxygen, carbon, silicon, aluminum, and other minor components (e.g., iron, magnesium), as relative proportions that are consistent with a mixture of limestone (calcium carbonate) and aluminosilicates

B. Fossil fish bone chemical composition shows a different pattern of elemental composition, with prevalence of calcium, oxygen and carbon, and also a relatively high proportion of phosphorus (absent in the matrix)

C. Chemical micro-analysis of the dark material in the orbit region reveals a composition influenced by the matrix, but with significant differences: the relevant quantity of sulphur, the near total absence of silicon, and a relevant quantity of iron

To study the chemical composition of this intra-orbital dark material, the micro-chemical composition was determined for three different areas in specimen CPC no. S-317:

- the limestone matrix;
- the dense bone in the vomerine region;
- the centre of the dark patina that was presumed to have derived from the soft tissues of the eyeball (Figure 9).

The chemical micro-analysis of the limestone (Figure 9A) demonstrates the presence of calcium, oxygen, carbon, silicon, aluminium and other minor components (e.g., iron, magnesium). These are in relative proportions consistent with a mixture of limestone (i.e., calcium carbonate) and aluminosilicates. This is closely reported by Hückel (1970) in Haqel limestone with flints (75% CaCO_3 , 20% SiO_2). The chemical micro-analysis of the bone of the fossil fish (Figure 9B) revealed a very different pattern of elemental composition, in which the prevalence of calcium, oxygen and carbon can be seen, although also with a relatively high proportion of phosphorus (which was absent in the matrix). The relationship between these various elements appears to mirror the stoichiometric relationship that is typical of hydroxy-apatite, a normal component of bone in living vertebrates, including fish. These data represent confirmation of the first information about the chemical composition of the fossil bones from the Lebanese Upper Cretaceous localities reported by Capasso *et al.* (2009). Finally, the chemical micro-analysis of the dark material in the orbit region (Figure 9C) revealed a composition that was surely influenced by that of the matrix, but with a significant difference: the relevant quantity of sulphur, and the near total absence of silicon, as well as a relevant quantity of iron.

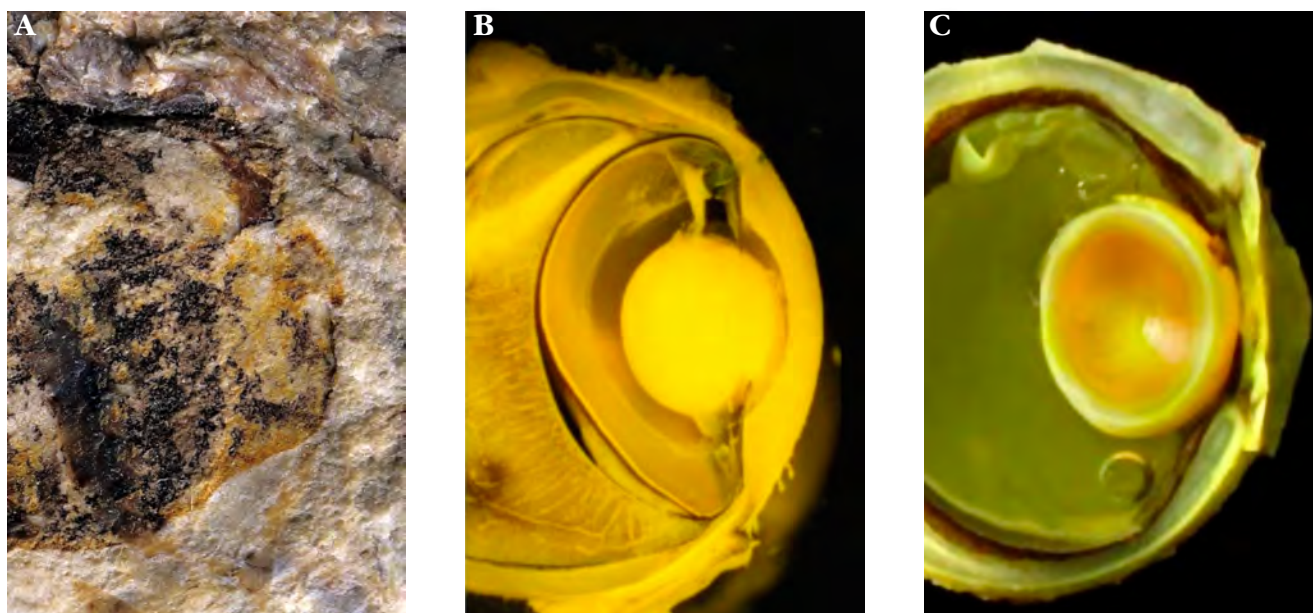


Fig. 15 – Comparisons between the morphology of the anterior part of the fossil remains of a Pycnodont eye (**A**; detail from Figure 8) with a longitudinal section of the eye of a present-day teleost (**B**) and selaceous (**C**) (B, C from DUBIELZIG, 2016)

DISCUSSION

From the morphological point of view, the fossil remains at the level of the right orbit of specimen CPC no. S-317, as we have seen, demonstrates some anatomical structures that can easily and convincingly be related to the topographical anatomy of the eye of most of living fish. For this reason, this fossil record can be considered to be, by approximation, an eyeball seen in section parallel to the optical axis of the eye (Dubielzig, 2016). I think it is useful to compare its presumed anatomical structure as described in the previous points with cross-sections of the eyeballs of living fish. This comparison is made in Figure 10 using sections of eyeballs from living teleosts (Figure 10B) and living cartilaginous fish (Figure 10C). As can be seen, the comparison remains convincing, both in terms of the general morphology of the eye, as well the presumed internal anatomical structures. This is always based on the consideration that this find is a fossil that is almost 100 million years old and imperfectly preserved, and which has also undergone a post-mortem taphonomic transformation and a process of diagenesis within the sediments. This find demonstrates close analogies of shape and structure both with the eye of the teleosts and with that of the current selaceans.

Nevertheless, if this finding is actually the rest of the lens of our specimen, it appears a little flattened in the direction of the optical axis of the eye, while in present-day teleosts, the shape of the lens is closer to that of the sphere.

In terms of chemical composition, we find confirmation of this morphological interpretation. Indeed, sulphur is abundant in the eye liquid (vitreous humour) in living fish. The internal surface of the sclera (the so-called “argents”), the lens (which in extant fish is very large and thick), and the great mass of the vitreous humour (which is also rich in protein), all appear to be possible sources of the high organic content of the orbital region. In particular, the sclera in all of the extant fish consists of partially ossified cartilage, a tissue that is almost completely composed of collagen, a protein characterised by a very high sulphur content (Tortonesi, 2000). The conservation of the chemical characteristics of both the bone and some soft tissues (e.g., the eyes) confirm the first observations made Capasso *et al.* (2009), and demonstrated the extraordinary preservation of endo-orbital organic materials in the Lebanese fossil fish.

CONCLUSION

This study of the two new fossils found in the Sannine limestone of Haqel, from the Cenomanian of Lebanon, has confirmed that in this location the remains of endo-orbital soft tissues are sometimes preserved. While all current knowledge derives from fossil remains preserved parallel to the limestone stratification plane, the finds described in this study have fossilised in such a way as to show the remains of the eyeballs in axial projection. The most interesting case (specimen CPC no. S-317) is an adult *Haqel pycnodus picteti* that appears to have suffered a trauma in the right ocular region, with rotation and overturning of the sclerotic bones. This was also associated with an enucleation of the corresponding right eye, which is fossilised a little out of orbit and in a latero-lateral position. This extraordinary event made it possible to carry out some morphological observations on this find that were impossible until now.

The characteristics that this eye demonstrate basically the following:

- the eyeball was flooded in a latero-lateral direction;
- the lens was not perfectly spherical, but elliptical;
- the anterior part of the ocular membrane, in the cornea region, is double;
- inside the vitreous humour there are abundant carbonaceous remains that upon chemical analysis (performed by SEM) prove to be rich in carbon, sulphur and iron, thus indicating the conservation of some eye proteins (similarly to what is already known, e.g., for some remains of eyes of Pycnodonts of the genus *Nursallia* from the same Lebanese Cenomanian limestone).

When compared with the ocular structures of current fish, all of these morphological observations highlight some similarities. In particular, some characteristics (e.g., oval shape of the lens) bring the eye of the Pycnodonts closer to that of the living selaceans, while other characteristics (e.g., the anterior duplication of the ocular membrane at the level of the cornea) bring it closer to that of the living teleosts.

Thus, it can be concluded, at least in this preliminary form, that from the morphological point of view the eyes of Pycnodonts had intermediate characters between those that are typical of living selaceans and those that are typical of living teleosts.

ACKNOWLEDGMENTS

The author thanks the *Centro di Microscopia Elettronica* of the State University of L'Aquila, Italy, directed by Prof. Luca Lozzi; all the SEM-analysis on the cited fossil fish samples were performed by Dr. Maria Giammatteo and Dr. Lorenzo Arrizza. The pictures of the original fossils and the reproduction of drawings and schemes were performed by Luciano Lullo and Donatella Del Pizzo. Finally, the author thanks Dr. Christopher Berrie, for assistance with the English language.

REFERENCES

- CAPASSO L., 2017. The history and the situation of the world famous fossil fish quarries in Lebanon. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 41: 53-76.
- CAPASSO L., 2020. The preservation of soft organs in the coelomatic cavity of fossil fish: anatomy, physiology, and presumed phylogenetic interpretation. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 44: 5-26.
- CAPASSO L., 2021. Pycnodonts: an overview and new insights in the Pycnodontonorpha Nursall, 2010. *University Museum of Chieti, Monographic Publication*, 1: 223 pp.
- CAPASSO L., ABI SAAD P., TAVERNE L., 2009. *Nursallia tethysensis* sp. nov., a new pycnodont fish (Neopterygii: Halecostomi) from the Cenomanian of Lebanon. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 79: 117-136.
- DUBIELZIG D., 2016. A Survey of Ocular Anatomy and Pathology of Vertebrate Species (wisc.edu). www.vetmed.wisc.edu/pbs/dubielzig/pages/coplow/PowerPoint/Wildlife_Dz_Worksh_08.pdf
- GOATLEY C.H.R., BELLWOOD D.R., BELLWOOD O., 2010. Fishes on coral reefs: changing roles over the past 240 million years. *Paleobiology*, 36 (3): 415-427.
- HÜCKEL U., 1970. Die Fische von Haqel und Hjoula in der Oberkreide des Libanon. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen, 135 (2): 113-149.
- SHAND J., 1997. Ontogenetic changes in retinal structure and visual acuity: a comparative study of coral-reef teleosts with differing post-settlement lifestyles. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 307-322.
- SOMIYA H., 1987. Dynamic mechanism of visual accommodation in teleosts: structure of the lens muscle and its nerve control. *Proceedings of the Royal Society of London*, B, 230: 77-91.
- TAVERNE L. & CAPASSO L., 2018. Osteology and phylogenetic relationships of *Haqel pycnodus picteti* gen. and sp. nov., a new pycnodont fish genus (Pycnodontidae) from the marine Late Cretaceous tropical sea of Lebanon. *Geo-Eco-Trop.*, 42: 117-132.
- TORTONESE E., 2000. *Osteichthyes: pesci ossei*. Vol. 1. Calderini Editore, Bologna.

Sexual dimorphism in a population of †Pycnodontiformes of the Aptian (Lower Cretaceous) from Profeti (province of Caserta, Southern Apennines, Italy)

LUIGI CAPASSO¹, MARIA CARMELA DEL RE², SERGIO BRAVI³, LOUIS PAUL TAVERNE⁴

1. University Museum – State University “Gabriele d’Annunzio” – Piazza Trento e Trieste, 1 – I-66100 Chieti, Italy
l.capasso@unich.it

2. University Museum – Section of Paleontology – Università degli Studi di Napoli “Federico II”
Largo San Marcellino, 10 – I-80134 Naples, Italy – mardelre@unina.it

3. Dipartimento di Scienze della Terra, Ambiente, Risorse – Università degli Studi di Napoli “Federico II”
I-80134 Naples, Italy – sergiobravi@libero.it

4. Résidence “Les Platanes” – Boulevard du Souverain 142 (Boîte 8) – B-1170 Bruxelles, Belgique
fb704261@SKYNET.be

ABSTRACT

The authors demonstrate for the first time the extent of morphological and somatometric variability within a population of †Pycnodontiformes. This variability concerns a population of 135 individuals of Pycnodonts pertaining to an undescribed species reported by Bravi (1996) from the Aptian (Lower Cretaceous) of Profeti (Caserta Province, Southern Italy). This certainly represents intraspecific variability, as demonstrated by the unimodal and monocentric distributions of the main somatometric measures and the related index. This complex of morphological and somatometric variants defines two extreme morphotypes, as “short” and “long”, which represent the two morphometric configurations of the sexual dimorphism within the same species. This variability has all of the characteristics of sexual dimorphism in these fossil finds. Indeed, this is present in individuals from the same location and the same stratigraphic context, it concerns characteristics that have not been used in the systematic and taxonomic definition of the species, and it is not seen for juvenile individuals.

Key words: †Pycnodontiformes, Cretaceous, sexual dimorphism.

RIASSUNTO

Gli autori dimostrano per la prima volta l'entità della variabilità morfologica e somatometrica all'interno di una popolazione di †Pycnodontiformes. Tale variabilità riguarda una popolazione di 135 individui di Pycnodonti appartenenti a una specie non ancora descritta, segnalata da Bravi (1996) nell'Aptiano (Cretaceo Inferiore) di Profeti (Provincia di Caserta, Italia meridionale). Quella qui discussa rappresenta sicuramente una variabilità intraspecifica, come dimostrano le distribuzioni unimodali e monocentriche delle principali misure somatometriche e dei relativi indici. La variabilità descritta include caratteri sia morfologici che somatometrici, che, nel complesso, definiscono due morfotipi estremi, “corto” e “lungo”, che rappresentano le due configurazioni del dimorfismo sessuale all'interno della stessa specie. Questa variabilità ha tutte le caratteristiche del dimorfismo sessuale così come richiesto per reperti fossili. Essa, infatti, è presente in individui raccolti della stessa località e nello stesso contesto stratigrafico, riguarda caratteristiche che non sono state utilizzate nella definizione sistematica e tassonomica della specie, e non si riscontra negli individui giovanili.

Parole chiave: †Pycnodontiformes, Cretaceo, dimorfismo sessuale.

INTRODUCTION

Sexual dimorphism is a common and well-known phenomenon in present-day fish (Tortonese, 2000). However, in fossil fish, it can be difficult to detect and demonstrate, and therefore it is not known

how widespread this phenomenon has been in past ages.

According to the present state of our knowledge, the phenomenon of sexual dimorphism in fossil fish

has only been demonstrated in three species, all of which belong to the †Pycnodontiformes, a group of extinct Neopterygian fish. The three cases in question, as follows, are specimens from the deposits of Cenomanian limestone in Lebanon (Haqel and Hjoula), which are well known for the excellent state of conservation of the fossils they contain (Capasso, 2019):

1. *Nursallia tethysensis*, for which Capasso *et al.* (2009) showed that the number of spines of each individual scale that forms the dorsal hull (in the region between the parietal and dorsal fins) differs in a bimodal manner within the same species;
2. *Hensodon spinosus*, for which Capasso *et al.* (2010) demonstrated the bimodal variability in the number and morphology of the patterning, and in the number and arrangement of the spinous processes of the bones of the splanchnocranium, and above all, of the cleithrum;
3. *Pankowskitchthys libanicus*, for which Cawley & Krivet (2017) and Taverne & Capasso (2020) demonstrated two distinct forms on the basis of anatomical details of the splanchnocranium bones and of the presence of spinous processes of the frontal bone, which were interpreted as characteristic of male individuals, although without any supporting scientific evidence.

In the context of this extreme paucity of data, a review was carried out by the authors of the population of Pycnodonts that was collected by the late Professor Giuseppe Casertano in the Profeti field (Caserta), which has been dated to the Lower Cretaceous. This preliminary overview highlighted morphological and somatometric differences that indicated a further case of sexual dimorphism, for which the examination and palaeontological meaning are the object of the present study.

Location and geological setting of the fossiliferous field

The location where the material considered in this study was collected is about 500 m North-West of the last houses of the village of Profeti (province of Caserta). In this locality, there are outcrops of thickly laminated Dolomite marls that contain fossil fish and plants (Bravi, 1996) that have been dated to the lower-middle Aptian (Bartirromo *et al.*, 2009). The paleo-ecological investigations made it possible to clarify that the sedimentation occurred in a marine-coastal environment with low lagoons and even very restricted seawater pools. The ichthyofauna collected in this locality includes Teleosts among which

Chupavus-like forms, *Lepidotes* spp., and a Pycnodont, whereby the last two of these are characteristic of the deposit, as was described by Sergio Bravi himself (Bravi, 1996). The fossils of this location were mainly collected by the late Professor Giuseppe Casertano, who donated them to the Palaeontological Museum of the “Federico II” University of Naples (MPUN). The entire complex of these Cretaceous fossils of Profeti therefore belongs to this collection.

Palaeontological material and study methods

The findings covered in this study comprise the entire group of Pycnodonts collected in the Cretaceous laminate dolomites of Profeti, which all belong to the single species, as established by Bravi (1996). All of these materials are currently being re-examined, including the holotype and paratypes, and the new anatomical studies show that this Pycnodont appears to belong to a new genus that is certainly distinct from *Coelodus*, as previously supposed by Bravi (1996). In this present situation, and pending publication (by Taverne, Bravi, Del Re and Capasso, in progress), of the detailed study of its skeletal anatomy and taxonomic position, the reference species persisted undescribed (Bravi, 1996).

The entire collection that belongs to the aforementioned species consists of 135 specimens that are variously fragmented and in various states of conservation, with all belonging to the MPUN collection. Only 30 of these specimens are complete and preserved such that it was possible to perform all of the measurements that form the basis of the biometric part of the present study. This subset of 30 individuals represents the material that is studied here from the biometric point of view (see Table 1), while the morphological aspects reported here included the entire set of 135 specimens.

In this series of specimens the largest individual is the one with the total length of 61.5 mm (individual #75). However, Bravi was able to observe isolated skeletal remains that refer to individuals of much larger size, presumably up to 100 or even 110 mm in total length. In any case, these are extremely fragmentary individuals, currently kept at the school of the Municipality of Profeti and not the subject of this study.

The main measures taken for each specimen included the total length (tip of snout to tip of tail), the standard length (tip of snout to caudal peduncle), head length and maximum body height, according to the current codes (e.g., Morales-Muñiz & Rosenlund, 1979; Tortonese, 2000). The morphological

Table 1 – Main somatometric measures for the 30 samples considered from the population of the undetermined Pycnodont of Profeti (Bravi, 1996)

MPUN	Somatometric measure (mm)				
Code	Total length	Standard length	Length of head	Maximum height of body	Maximum height: total length index (MH/TK)
#4	42.0	30.0	14.0	18.0	42.86
#7	34.0	25.0	11.0	14.0	41.18
#24	40.0	31.0	13.0	18.0	45.00
#43	31.0	24.0	11.0	15.0	48.39
#44	55.0	45.0	19.0	24.0	43.64
#51	55.0	41.0	16.0	26.0	47.27
#55	14.0	10.0	4.0	7.0	50.00
#61	36.0	29.0	11.0	18.0	50.00
#70	24.0	19.0	8.5	12.0	50.00
#71	41.0	33.0	14.5	20.5	50.00
#72	41.0	34.0	14.0	16.5	40.24
#73	38.0	33.0	13.0	21.0	55.26
#74	44.0	36.5	14.5	23.5	53.40
#75	61.5	50.5	19.0	25.0	40.65
#117	19.5	16.0	8.5	10.0	51.28
#119	42.5	37.0	13.5	20.0	47.06
#122	38.0	32.0	18.0	16.0	42.11
#123	40.0	35.0	13.5	19.5	48.75
#124	38.0	31.0	13.5	18.0	47.37
#125	31.5	28.0	11.0	18.0	57.14
#126	34.0	31.0	17.0	18.5	54.41
#127	44.7	44.0	18.5	28.0	58.95
#128	23.5	19.0	8.5	11.0	46.81
#129	34.0	30.0	12.0	17.0	50.00
#130	30.0	26.0	10.0	14.0	46.67
#131	46.0	37.0	15.0	23.0	50.00
#132	34.0	28.0	12.0	18.0	52.94
#133	42.5	37.0	14.0	22.5	52.94
#134	35.5	28.0	18.0	22.0	61.97
#135	40.0	34.0	13.5	22.0	55.00

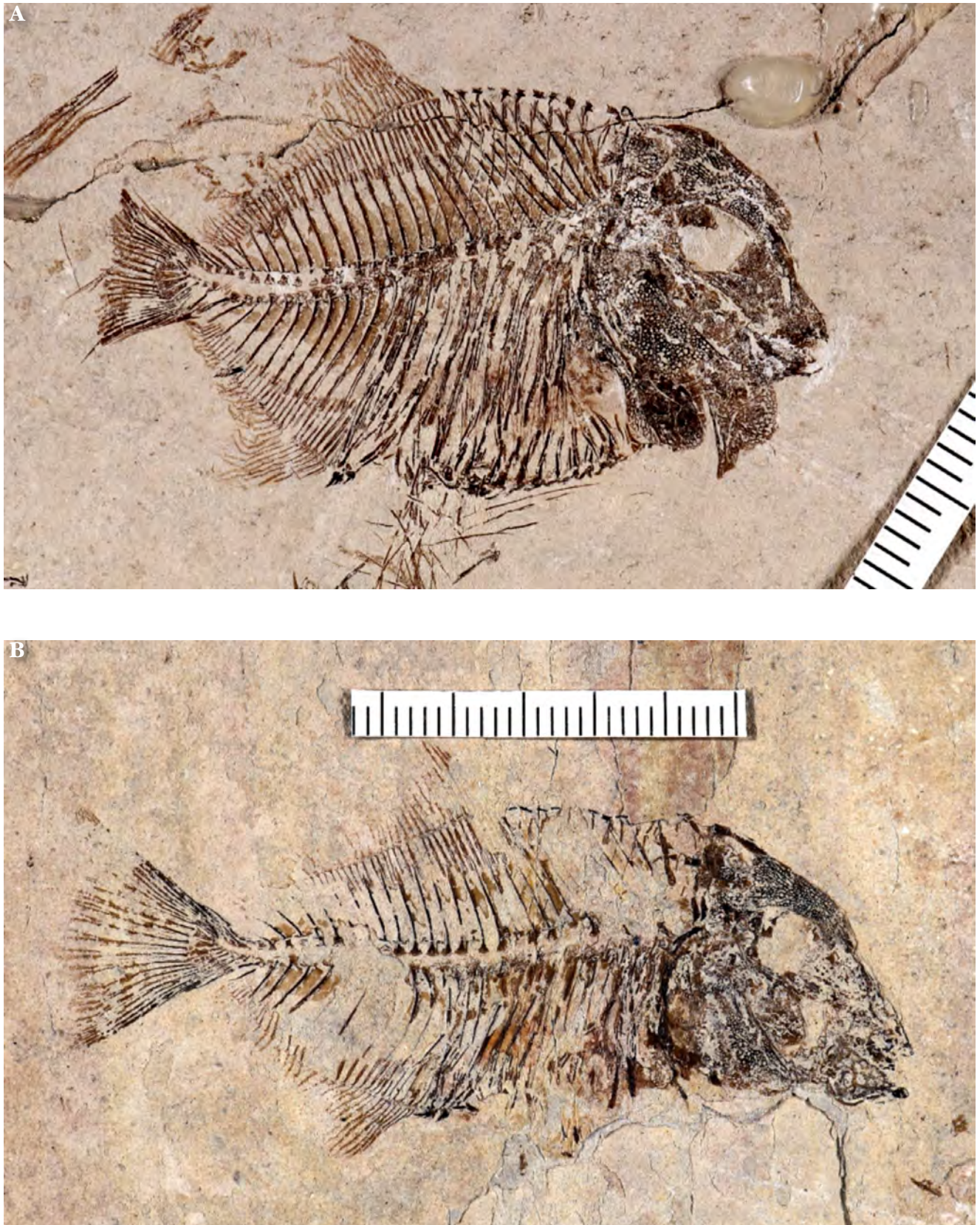


Fig. 1 – Undetermined Pycnodont from Profeti (Bravi, 1996). The two extreme morphotypes from the sample of the population examined (N = 135). **A.** “Short” morphotype (MPUN #73). **B.** “Long” morphotype (MPUN #75). Scale bar in mm

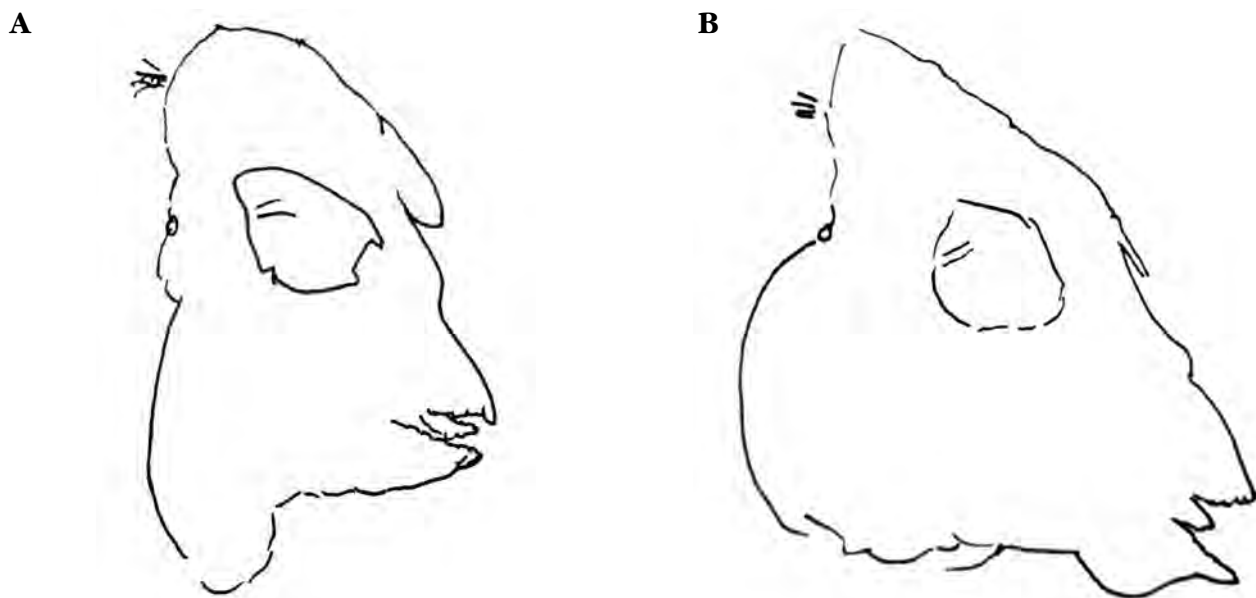


Fig. 2 – Undetermined Pycnodont from Profeti (Bravi, 1996): anterior profile of the skeleton of the head of the “short” (A) and “long” (B) morphotypes

study of the individual skeletal elements (e.g., axonosteam, hemivertebrae) and the detailed examination of the biomorphology aspects were carried out using a stereomicroscope (Wild M8; Leica), considering the small size of the single individuals.

RESULTS

Simple macroscopic examination was initially carried out for most of the 135 specimens that made up this population of samples of Pycnodonts (i.e., those specimens that were in a reasonable state of completeness, so as to be able to appreciate the general shape of the body of the fish). This clearly distinguished the presence of two separate body morphologies, as two morphotypes: individuals that were defined as the “short” type, where the prototype can be considered to be specimen #73 (Figure 1A); and individuals that were defined as the “long” type, where the prototype can be considered as specimen #75 (Figure 1B). Despite the obvious differences that can be highlighted by a simple comparison of the two individuals in Figure 1, detailed analysis of the skeletal anatomy did not demonstrate any substantial differences, either in the morphology of the individual bone elements, or in the rela-

tionships between them. Therefore, there is little or no doubt that these two morphotypes belong to the same species, even when taking into consideration the individuals for which the morphological and somatometric differences were the most extreme.

To analytically evaluate the differences between these two empirically recognizable morphotypes within the population examined, detailed biomorphological and biometric analyses were performed. The results of these analyses are reported in detail in the following sections.

Biomorphological differences

All of the bones of the skull were a little more developed in the anteroposterior direction in the individuals defined here as the “long” morphotype, as compared to those of the “short” morphotype (Figure 1). Furthermore, for the cranial morphology as a whole, which was certainly indicative of the morphology of the head of the living fish, differences were seen between these two morphotypes. These are particularly evident as a comparison of the schematic drawings of the skeleton profile of the head of the short morphotype (Figure 2A) with that of the long phenotype (Figure 2B). Of note, the short morphotype had a more “vertical” head profile, with less forward protrusion, and with the mouth opening



Fig. 3 – Undetermined Pycnodont from Profeti (Bravi, 1996): juvenile individual, with total length of 14.0 mm (MPUN #55). This sample represents the smallest Pycnodont known today (Capasso, 2021). Scale bar in mm

positioned higher. In the long morphotype, there was particularly marked prognathism. For the short morphotype, the anterior profile of the frontal bone was almost vertical, while for the long morphotype, this was much more inclined. The junction between the frontal and the ethmoid bones created a clear discontinuity of the anterior profile of the head, which is a characteristic of this species, and which is indeed seen for both of these morphotypes. However, for the short morphotype, the lower edge of the frontal bone was projected forward and created a distinct frontal protrusion, which was much more attenuated in the long morphotype. Of importance, in the smaller individuals that corresponded to the juvenile phases of the ontogenetic development of the species, none of these morphological aspects that characterised each morphotype of the adult phase was present (Figure 3). This indicates that the characteristics of this variability between the adult morphotypes developed during their growth.

The axial skeleton did not show any large differences, although in the individual bones of the long

morphotype, the lengths prevailed over the heights. Here, the somatometric differences between the two morphotypes were fully linked to this prevalence (see below), as there were no significant numerical differences, not even for the total number of vertebral bodies. Indeed, there were 27 to 32 vertebral bodies in this species; of these, from 14 to 17 were pertinent to the caudal pedicel, respectively. Of particular interest, larger numbers of these elements were seen for the short morphotype. For example, in the short morphotype presented as the prototype of this population (Figure 1A), there were 31 vertebral bodies, of which 16 pertained to the caudal region; in the prototype of the long morphotype, there were 28, of which 15 were caudal (Figure 1B). Therefore, it can be concluded that the different body lengths (as compared to the maximum heights) were the result of longer individual bones, rather than a greater number of bones within the vertebral axis.

The same situation was seen for the other elements of the axial skeleton (i.e., the ribs), as well as for the uneven fins, and even for the elements

relevant to the coating scales. For example, as seen for the dermal shields that make up the dorsal hull (in front of the dorsal fin) that connect the neural apophyses of the vertebrae with the bar scales that are characteristic of the Pycnodonts; these were more numerous for the short morphology (Figure 1A, 11 elements), as compared to the long morphology (Figure 1B, 10 elements).

Finally, it is relevant to note that there were no important differences in the cloacal region, which is of great importance in the evaluation of sexual dimorphism of some of the fish of today, as the copulatory organs are positioned in this region (Tortonese, 2000). Only few differences were seen within the population examined here in terms of the numbers, morphologies and arrangements of the bones in this region. The dermal elements (i.e., the scutes of the ventral keel) of the anal region consisted of two small scutes that were positioned posterior to the anus and anterior to the beginning of the anal fin. These were almost constant, and showed only minimal differences across these two morphotypes, one of which was seen for the long morphotype, where the anterior scute was smaller and was surmounted by two spinous processes, while it was a little more robust and surmounted by three spinous processes in the short morphotype. However, the posterior scute was more robust and surmounted by three spinous processes in both of these morphotypes. Also, these spinous processes, and especially those for the posterior anal scutes, were longer for the short morphotype than for the long morphotype. Figure 4 summarises these differences, which are relatively consistent within these two subgroups. In this regard, however, it is particularly interesting to note that these small differences were not seen for the juvenile individuals (Figure 4C).

Biometric differences

The following measures were taken from all 30 of the individuals that were in a sufficiently complete state: total length, standard length, head length, and maximum body height. These data are given in Table 1.

Taking together all of these measurements, it can first be seen that the longest individuals were also the highest ones. For example, the total length of the longest individual was 61.5 mm, with an maximum body height of 50.5 mm (MPUN #75; Table 1).

For simple evaluation of the relationships between the main measurements, the index that relates the maximum body height (mm; $\times 100$) to the total length (mm) was taken into consideration (Table 1, MH/TL index). For this sample ($n = 30$) of the pala-

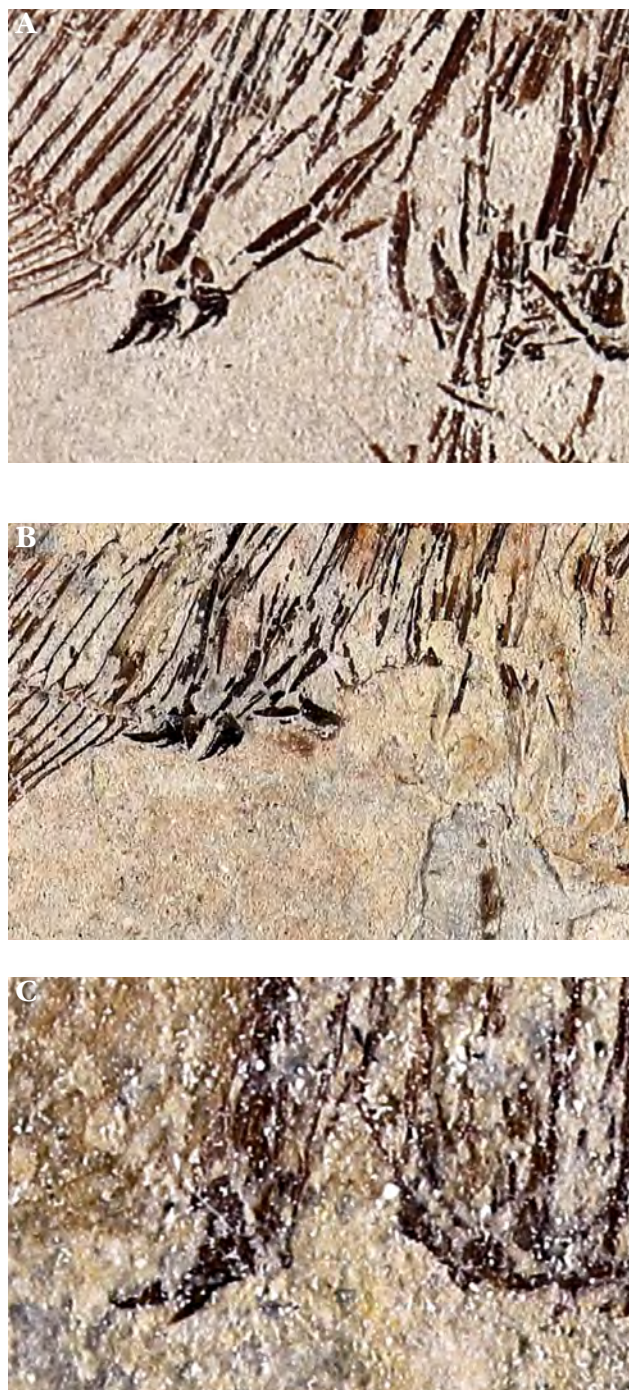


Fig. 4 – Details of the anal region of the undetermined Pycnodont of Profeti (Bravi, 1996), for the “short” morphotype (MPUN #73, **A**), the “long” morphotype (MPUN #75, **B**), and a juvenile individual (MPUN #55, **C**)

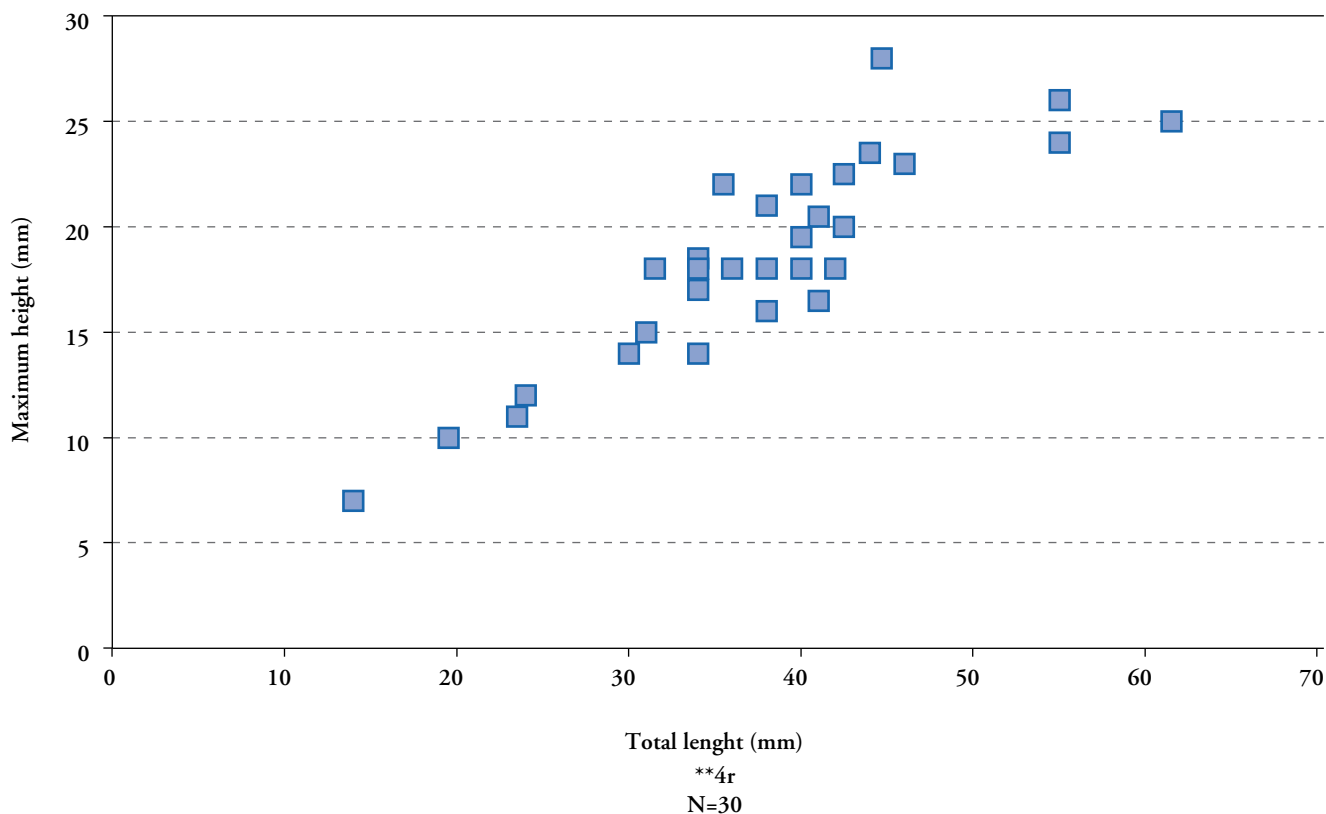


Fig. 5 – Distribution of the individuals of the sample of the population of the undetermined Pycnodont of Profeti (Bravi, 1996) showing the correlation between the main somatometric measures of maximum height and total length (n = 30)

eoichthyological population available (N = 135), the mean MH/TL index was 49.4 (i.e., very close to 50). Moreover, this MH/TL index was 50.0 for a number of these individuals, while 6 out of 30 individuals showed MH/TL indices between 50.0 and 50.9. This shows that a MH/TL index of 50, which relates individuals where the body is half the length, represents a characteristic of this species. In the individuals that were defined as the short morphotype, this MH/TL index was in the higher ranges, with a maximum of 62.0 (MPUN #134; Table 1), while for the long morphotype, the MH/TL index dropped to a minimum of 40.2 (MPUN #72; Table 1). Finally, and of particular importance, for the smallest individual (MPUN #55; Table 1) this index was exactly 50.0 (Figure 3).

Despite this wide variability, representation of the relationships between the total length measure with respect to the maximum height measure on a Cartesian plane showed dispersion around a single central (median) area (Figure 5), thus demonstrating the overall homogeneity of the population examined. The

distribution of the number of individuals with respect to the value of the MH/TL index further demonstrates the homogeneity of this population, which is clear from the roughly Gaussian trend of the data profile (Figure 6). Although there are some large gaps (which will be due to the small size of the palaeontological sample), there are about the same number of individuals on the right and the left of the peak seen by the mean, at a MH/TL index of around 50 (Figure 6).

DISCUSSION

The morphological and the somatometric data presented and analysed here demonstrate that the population under study included individuals that belong to the same species. This is supported by both the anatomical structure and the arrangement of the skeleton and the tegumentary elements, along with the unimodal and monocentric distribution of the main somatometric parameters.

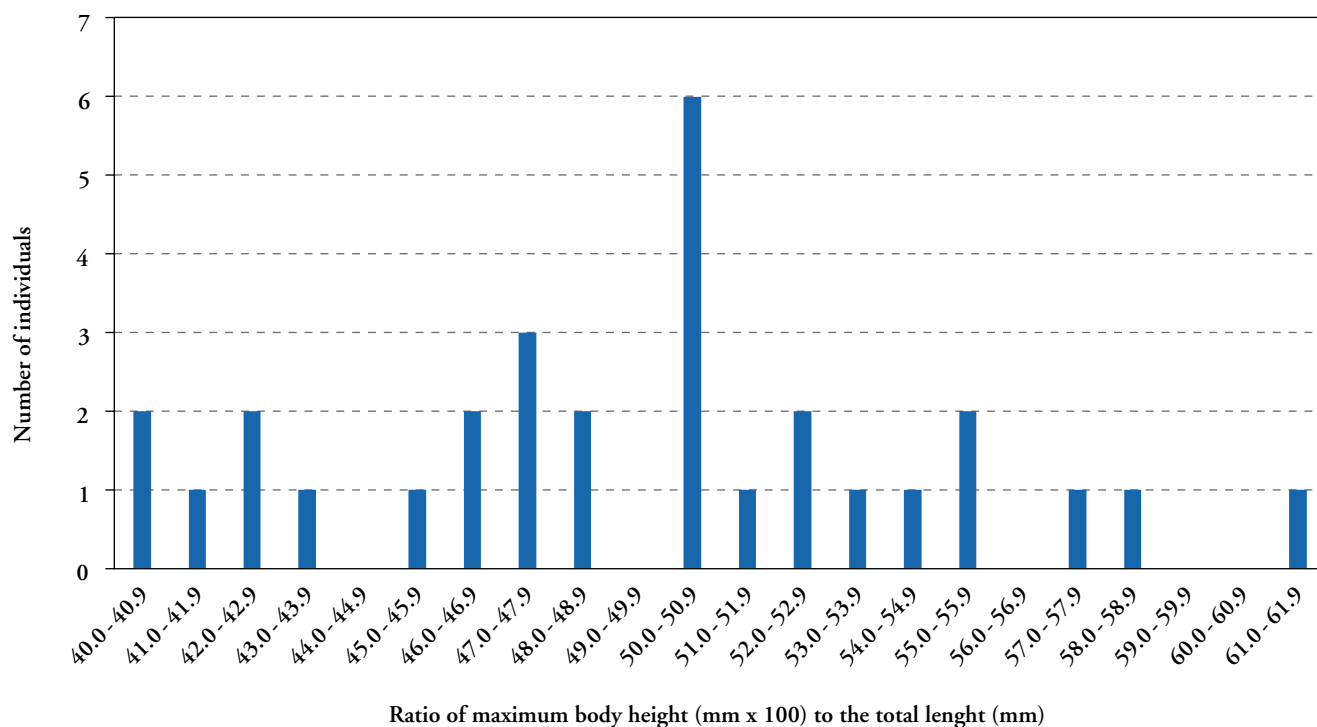


Fig. 6 – Near-Gaussian distribution of the individuals of the sample of the population of the undetermined pycnodont of Profeti (Bravi, 1996) with respect to the somatometric index of maximum body height (mm \times 100) to total length (mm) (MH/TL)

In this context, it is necessary to discuss the biological significance of the morphological and somatometric variability that is seen within this sample. The most obvious interpretation would be to consider the variability as the normal expression of individual differences at the population level. However, the presence of two morphotypes is equally evident, each of which appears to be well characterised, from both the morphological and the somatometric points of view. This variability can therefore certainly be defined as intraspecific, and thus most likely sexual. Furthermore, in favour of this interpretation, for the small-sized individuals that evidently corresponded to the juvenile phases of the life cycle of this species, both the somatometric and the morphological characteristics showed intermediate values between those of the two extreme morphotypes. This thus suggests that in the juvenile individuals, the characteristics of sexual dimorphism were not yet developed.

The variability that we have described in the previous lines cannot have influenced the nutritional status of the individual subjects within the popu-

lation; this is because hypo-nutrition, in all animal species, involves metric variations (which can also cause growth delays), for example by reducing the fat mass of individual subjects, but is never associated with morphological variations of the hard parts, like the skeleton.

In general, it must be considered that in the case described here, all of the conditions were present that have been established in other studies as necessary to interpret intraspecific variability when dealing with palaeontological species, such as the expression of sexual dimorphism. These conditions are defined by the following:

1. the specimens must come from at least “similar” locations and stratigraphic contexts (Scannella & Fowler, 2009);
2. the morphological differences considered on a sexual basis must not correspond to any distinctive characteristic of the species (Ostrom & Wellnhofer, 1990);
3. in assessing the sexual value of each characteristic, its ontogenetic evolution must also be consid-

ered, with the possibility that it is absent in most of the juvenile individuals (i.e., those of smaller size) (Homer & Goodwin, 2006). Although these principles have never been applied to a population of fossil fish to date, Borkovic (2013) showed that they are necessary to assess intraspecific variability in fossil vertebrates in general, and demonstrated such sexual dimorphism for some fossil reptile species.

For the population of Pycnodonts presented in this study, all three of the conditions that Borkovic (2013) deemed necessary to define are satisfied, such that the variability within this palaeontological sample corresponds to sexual variability:

1. the specimens came from the same location and from the same stratigraphic context, which demonstrates that they do constitute a group of individuals living together in the same environment, and thus certainly interacted with each other;
2. the morphological differences between the two morphotypes identified here concern characteristics that have not been taken into consideration for definition of the species, and not even for definition of related or phylogenetically close species; moreover, the somatometric differences show a unimodal and monocentric distribution of the variability of both the measurements and the indices;
3. the general morphology of the body, the measures and the index, and the morphological aspects that are believed to be characteristic to each of the two morphotypes identified in this population were not seen in the individuals of smaller size, and especially in those of the minimum sizes, which represent the more juvenile forms within this population.

The presence of very few remains, always very incomplete and disjointed, of individuals of size up to a maximum of 100-110 mm in total length indicates that individuals of size between 40 and 60 mm, although generally having reached sexual maturity in as they show a clear dimorphism, they were not yet fully adult, but still in a stage of somatic growth. This situation would suggest that the shallow lagoons and the narrow pools of sea water in which the fossiliferous limestones of Profeti settled, represented the ideal environment for the laying of eggs and for the growth of fry, safe from predators of the open sea. So that the sedimentation environment of Profeti in the Aptian seems to have all the characteristics of a real nursery in which we find very small individuals, without sexual characteris-

tics, individuals of medium size, already with sexual dimorphism, and only sporadic and disjointed remains of subjects of maximum size, which certainly entered this sedimentary environment in a completely sporadic or occasional way.

CONCLUSIONS

The variability described here within this population of Pycnodonts (Bravi, 1996) from the Aptian (Lower Cretaceous) of Profeti (Caserta, Italy) shows minimal morphological and somatometric differences of the main skeletal segments (especially of the skull and axial skeleton), accompanied by small morphological differences of the scutes of the cloacal region and some somatometric differences. Overall, this variability identifies two extreme morphotypes: a “short” morphotype and a “long” morphotype. Somatometric analyses clearly demonstrate that this population is homogeneous, as it shows a single mean and data that are evenly dispersed around the values that are most representative of the population. These included the unimodality and monocentricity for the distribution of both the main somatometric measurements and the index derived from them. Finally, it should be emphasised that all of these characteristics, both morphological and somatometric, of the dimorphism appear during the ontogenetic maturation process, as they were absent in the more juvenile individuals.

In conclusion, therefore, the sample examined refers to a population of †Pycnodontiformes in which the sexual, morphological and somatometric differences were particularly attenuated, while they were absent in the juvenile individuals and manifested to various degrees only in the adults. This population thus showed the extreme configurations in only some of the individuals. Thus, all of the data presented here support the interpretation that the variability shown within this population is dependent on sexual dimorphism. However, this study is also contrary to a report by Cawley & Krivet (2017) and by Taverne & Capasso (2020), who indicated the identification of male individuals on the basis of the morphological minutiae detected for a single specimen. In the present study, despite the reasonable number of individuals, we are not able to link a specific sex to a specific somatometric morphotype with any certainty.

The paleoenvironmental data combined with those on biodiversity suggest that actually the lagoon

ons and small pools of sea water in which the laminated dolomite marls of Profeti settled represented a real nursery for the young Pycnodonts who here find protection from the typical predators of the offshore.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank their colleague Christopher Berrie for English translation and scientific editing of the manuscript.

REFERENCES

- BARTIROMO A., GEORGES B., BARONE LUMAGA M.R., BRAVI S & BARATTOLO F., 2009. The Early Cretaceous flora from Profeti, Caserta, Southern Italy. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 158 (1-2): 101-116.
- BORKOVIC B., 2013. *Investigating Sexual Dimorphism in Ceratopsid Horncores*. Ph.D. dissertation, Department of Biological Sciences, University of Calgary, Canada.
- BRAVI S., 1996. *Ricerche sui livelli ad ittioliti in facies di piattaforma carbonatica dell'Italia meridionale*. Tesi di Dottorato, Università di Napoli "Federico II": 396 pp.
- CAPASSO L., 2019. The history and the situation of the world famous fossil fish quarries in Lebanon. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia Paleontologia Preistoria, 41: 53-76.
- CAPASSO L., 2021. Pycnodonts: an overview and new insights in the Pycnodontonorpha Nursall, 2010. *Occasional Paper of the University Museum of Chieti, Monographic Publication*, 1: 223 pp.
- CAPASSO L., ABI SAAD P. & TAVERNE L.P., 2009. *Nursallia tethysensis* sp. nov., a new pycnodont fish (Neopterygii: †Halecostomi) from the Cenomanian of Lebanon. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 79: 117-136.
- CAPASSO L., TAVERNE L. & NOHRA R., 2010. A re-description of *Hensodon spinosus*, a remarkable coccodontid fish (Actinopterygii, †Pycnodontiformes) from the Cenomanian (Late Cretaceous) of Haqel, Lebanon. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 80: 145-162.
- CAWLEY J.J. & KRIWET J., 2017. Possible sexual dimorphism in *Pankowskischthys libanicus* (Neopterygii, †Pycnodontiformes) from the Cenomanian of Lebanon. *Research & Knowledge*, 3 (1): 33-35.
- HORNER J. & GOODWIN M., 2006. Major cranial changes during *Triceratops* ontogeny. *Proceedings of the Royal Society*, 273: 2757-2761.
- MORALES-MUÑIZ A. & ROSENLUND K., 1979. Fish Bone Measurements. Zoologisk Museum Publications, København.
- OSTROM J. & WELLNHOFER P., 1990, *Triceratops*: an example of flawed systematics. In: Carpenter K., Currie P. (Editors). *Dinosaur Systematics: Perspectives and Approaches*. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 245-254.
- SCANNELLA J. & FOWLER D., 2009. Anagenesis in *Triceratops*: evidence from a newly resolved stratigraphic framework for the Hell Creek Formation. Vol. 3. Cincinnati Museum Center Scientific Contributions: 148-149.
- TAVERNE L. & CAPASSO L., 2020. New data on *Pankowskischthys libanicus* (Pycnodontiformes, Gladiopycnodontidae), a fossil fish from the marine Upper Cretaceous of Lebanon. *Geo-Eco-Trop*, 44 (1): 185-193.
- TORTONESE E., 2000. Osteichthyes: pesci ossei. Vol. 1. Calderini Editore, Bologna.

The Cretaceous fishes of Nardò. 41°. New data on the teleosts *Capassoichthys alfonsoi* (Ichthyodectidae) and *Chanoides chardoni* (Ostariophysi, Otophysi)

LOUIS TAVERNE¹, LUIGI CAPASSO²

1. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique – Directoire Terre et Histoire de la Vie
Rue Vautier, 29 – B-1000 Bruxelles, Belgique – louis.taverne@skynet.be

2. University Museum – State University “Gabriele d’Annunzio” – Piazza Trento e Trieste, 1 – I-66100 Chieti, Italy
l.capasso@unich.it

ABSTRACT

An almost complete specimen of the ichthyodectid teleost *Capassoichthys alfonsoi* allows a more complete osteological study of the species than previously. The pelvic girdle, the dorsal and anal fins are described. With an axial skeleton containing more than 120 vertebrae, *C. alfonsoi* becomes the longest known member of the family Ichthyodectidae. Comparisons are done with *Saurodon elongatus*, another ichthyodectid fish present in the Nardò ichthyofauna and that has also an extremely long axial skeleton.

A very large specimen of the otophysan teleost *Chanoides chardoni* exhibits very peculiar intermuscular bones in the caudal region. The last epineurals and epipleurals are strongly thickened and have acuminate extremities. A series of supra-epineurals of the same shape is present on the dorsal margin of the body just before the tail. Comments are done on the genus *Chanoides* and on the validity of the species *Chanoides chardoni* and *Chanoides weberi*.

Key words: Teleostei, *Capassoichthys alfonsoi*, Ichthyodectidae, *Chanoides chardoni*, *Chanoides weberi*, Ostariophysi, Otophysi, osteology, Limestones of Altamura, marine Campanian-Maastrichtian, Nardò, Alessano, Apulia, Southern Italy.

INTRODUCTION

The fossil ichthyofauna of Nardò, Alessano and Manduria (Puglia, Southern Italy) is one of the richest and more various found until now in the marine Upper Cretaceous deposits of Europe. This fauna belongs to the limestones of the Altamura Formation that marks the limit between the Campanian and the Maastrichtian in the Salento region (Medizza, Sorbini, 1980; Guidotti *et al.*, 1993; Belmonte, 2014; among others), with an age of approximately 74 millions years (Harland *et al.*, 1989). The discovery and the study of the Salento fossil fishes is explained in a detailed way in Capasso (2016). For a complete bibliography concerning that paleoichthyofauna we refer the readers to the list of our more recent paper in the Nardò series (Taverne, Capasso, 2018).

The primitive teleost family Ichthyodectidae is represented by three genera and species in the Salento Upper Cretaceous fish fauna: *Saurodon elongatus* Taverne, Bronzi, 1999, *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015 and *Altamuraichthys meleleoi* Taverne, 2016 (Taverne, Bronzi, 1999; Taverne, 2015, 2016).

Until now, *Capassoichthys alfonsoi* was known by two incomplete specimens, an isolated but well preserved skull, the holotype, and a skull with the anterior region of the body, the paratype (Taverne, 2015: fig. 1-3). An almost complete sample of that species was recently acquired for the Capasso collection (Chieti). It allows a more complete description of that ichthyodectid fish than previously. This study is the principal aim of our present paper.

We also take the opportunity of our paper to describe a strange anatomical character present in large specimens of the archaic Ostariophysi *Chanoides chardoni* Taverne, 2005 and to give some comments on the genus *Chanoides* Woodward, 1901.

MATERIAL AND METHODS

The material hereafter studied belongs to the Capasso collection (CLC) in Chieti (The Abruzzi, Italy).

The specimens were studied with a stereomicroscope Leica Wild M 8. The figures are drawn by

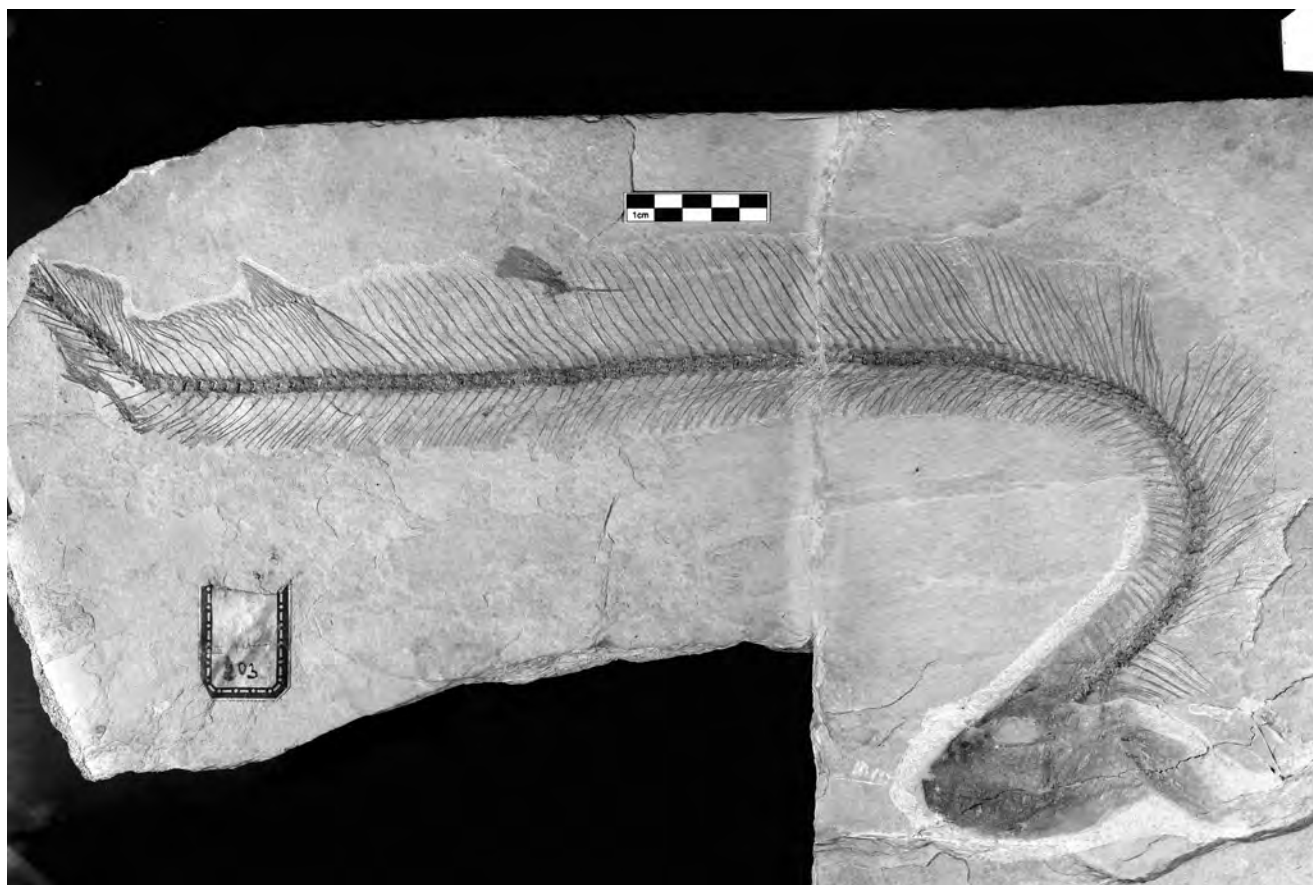


Fig. 1 – *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015. Specimen CLC I-454 from Nardò

the first author (L.T.). The photos are made by Mr. Luciano Lullo, from the Università “G. d’Annunzio” di Chieti-Pescara.

The Capasso collection is legally registered and was declared part of the Italian cultural heritage by a decree of the Ministero per i Beni e le Attività Culturali under the date of October 11th 1999, following the disposition of the Italian law of cultural heritage protection N° 1089/1939. The specimens of this collection were also subject to prescription in order of conservation and availability to the studies on the basis of the article 30 of the Italian law N° 42/2004. The Soprintendenza per i Beni Archeologici dell’Abruzzo-Chieti has authorized the authors to study this collection by two letters bearing the dates of May 5th, 2011 (ref.: MBAC-SBA-ABR PROT 0004537 05/05/2011 Cl. 34.25.01/2.1) and July 30th, 2014 (ref.: MBAC-SBA-ABR PROT 0005618 31/07/2014 Cl. 34.25.01/2.1).

PALEONTOLOGICAL STUDY

Division TELEOSTEI
 Order ICHTHYODECTIFORMES
 Suborder ICHTHYODECTIOIDEI
 Family Ichthyodectidae
 Genus *Capassoichthys* Taverne, 2015
 Species *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015

Material

CLC I-454, an almost complete specimen, only the tail region is missing (Fig. 1). Total length: 60 cm.

Formation and locality

Limestones of the Altamura Formation, limit between the Campanian and the Maastrichtian, Nardò, Lecce province, region of the Salento, Puglia, Southern Italy.



Fig. 2 – *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015. Head, pectoral girdle and fin of specimen CLC I-454

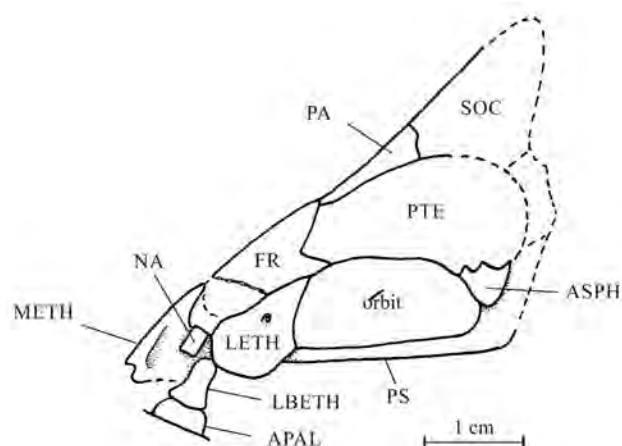


Fig. 3 – *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015. Schematic view of the skull roof in specimen CLC I-454

Osteology

1. – The skull (Fig. 2, 3)

The skull is badly preserved. Almost all the bones are crushed. However, the principal specialized characters of the skull roof are clearly visible. The occipital median crest begins on the parietal. The frontal is short and located before the orbit level. The pterotic is positioned above the orbit and the autosphenotic behind the orbit. The autosphenotic is articulated with the pterotic and has no contact with the frontal.

The three last osteological features are typical autapomorphies of *Capassoichthys alfonsoi* and are unknown in all other ichthyodectid fishes. They prove without any doubt that specimen CLC I-454 belongs to this species.

2. – The girdles (Fig. 2, 4)

Some fragments of the cleithrum and the complete hypercoracoid (= scapula) are visible. The pectoral fin is complete. There are 5 rays. The first four rays and principally the first two ones are broadened, not segmented and abundantly branched at their distal extremities. The fifth ray is much shorter than the preceding ones and is extremely narrow. The first ray is devoid of the anterior strong spine present in some other ichthyodectid fishes.

The pelvic girdle is positioned far from the head and near the anal fin. The origin of the ventral fins



Fig. 4 – *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015. Pelvic girdle and fin of specimen CLC I-454

is located at the level of the 76th vertebra. The pelvic bones are elongated and extremely narrow, except their bases that are enlarged. Each ventral fin contains 5 rays. The first three are long, broad, not segmented but with strongly branched distal extremities. The fourth one is broad, branched but much shorter than the preceding rays. The fifth and the sixth rays are extremely narrow. The first ray does not bear a spiny component.

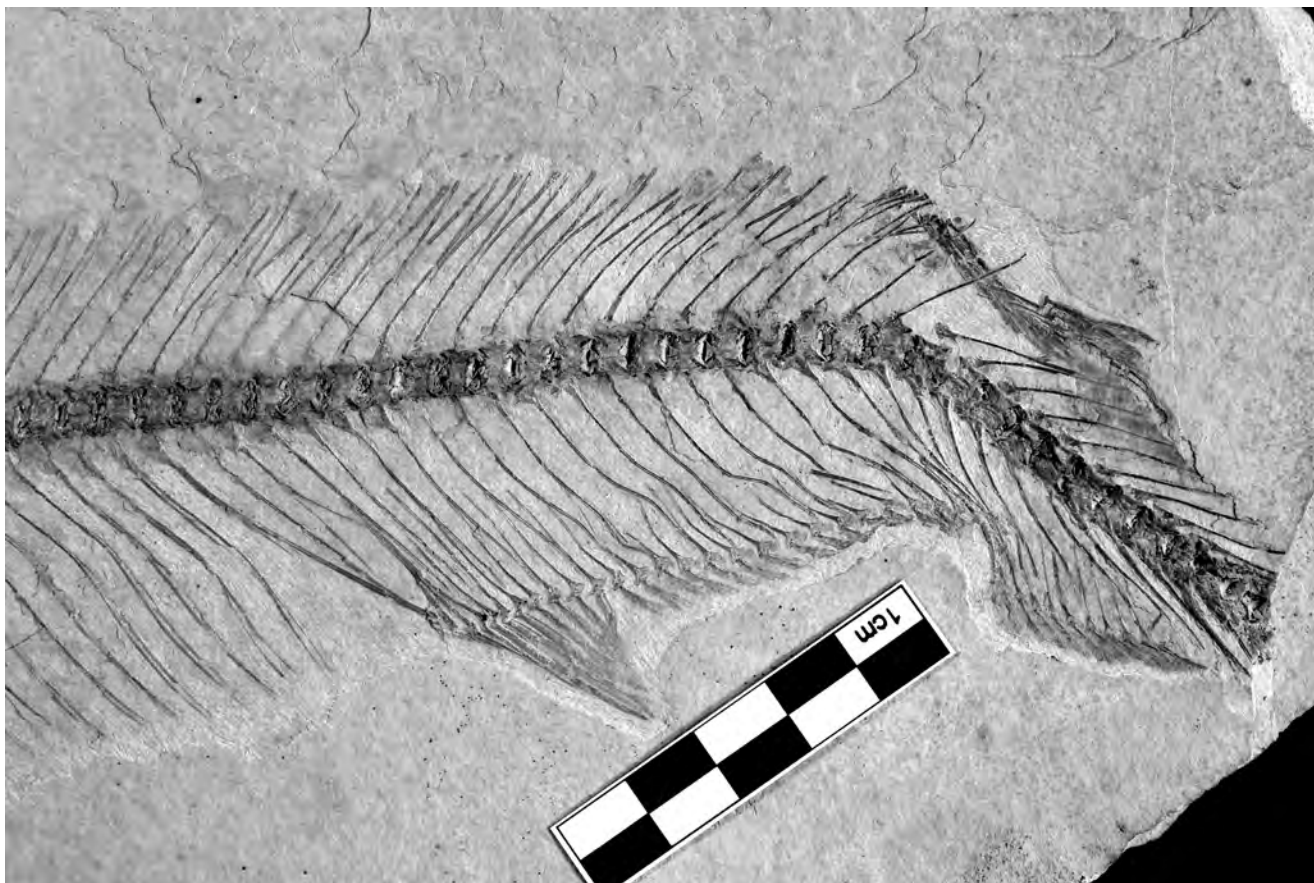


Fig. 5 – *Capassoichthys alfonsoi* Taverne, 2015. Caudal region, dorsal and anal fins of specimen CLC I-454

3. – The axial skeleton (Fig. 1, 5)

The axial skeleton is exceptionally long, with 119 vertebrae preserved, of which 88 are abdominal. The tail region with the last vertebrae is missing. The total number of vertebrae must be comprised between 125 and 130. The lateral faces of the centra are ornamented with two horizontal crests that surround a median depression. The neural and haemal spines are long and thin. A series of supraneurals is located behind the neural spines between the head and the origin of the dorsal fin. There are 84 pairs of ribs. The first one is inserted on the fifth vertebra. All the ribs are thin and elongate, even the last one. There are epineurals only in the abdominal region. The first ones are fused with the neural arches and the last ones free. No ossified epipleurals are present, as usual in Ichthyodectidae.

4. – The dorsal and anal fins (Fig. 5)

The dorsal fin origin is located above the 107th vertebra. The fin is supported by 12 pterygiophores (axonosts). The rays are entangled and to determine their exact count is not possible.

The anal fin is longer than the dorsal one. There are 37 pterygiophores (axonosts) supporting 39 rays, 6 pointed and 33 branched. The sixth pointed ray is as long as the first branched one. All the rays are devoid of segmentation, except the long sixth pointed ray that is divided in a few oblique segments. The anal fin origin is positioned at the level of the 95th vertebra. The first anal pterygiophores reaches the first haemal spine, that of the 89th vertebra.



Fig. 6 – *Chanoides chardonii* Taverne, 2005. Specimen CLC I-185 from Alessano

Cohort CLUPEOCEPHALA
Superorder OSTARIOPHYSI

Series OTOPHYSI
Order *incertae sedis*
Family Chanoididae

Genus *Chanoides* Woodward, 1901
Species *Chanoides chardonii* Taverne, 2005

Type-species

Clupea macropoma Agassiz, 1835.

Synonymy

Nardonoides chardonii (Taverne, 2005) – In: Mayrinck *et al.*, 2015: 399.

Material

CLC I-185, a large incomplete specimen, the head and the beginning of the body being lost (Fig. 6). Total length: 37 cm.

Formation and locality

Limestones of the Altamura Formation, limit between the Campanian and the Maastrichtian, Alessano, Lecce province, region of the Salento, Puglia, Southern Italy.

Osteology

1. – General skeletal anatomy

Although the loss of the head and of the beginning of the body, the shape and ornamentation of the vertebrae, the shape of the neural and haemal spines, the number of caudal vertebrae (16), the number of anal pterygiohoes (8), the anatomy of the caudal endoskeleton and the peculiar segmentation of the caudal rays undoubtedly attest that sample CLC I-185 belongs to the species *Chanoides chardonii*.

The total length of the complete specimen could be estimated of at least about 45 cm.

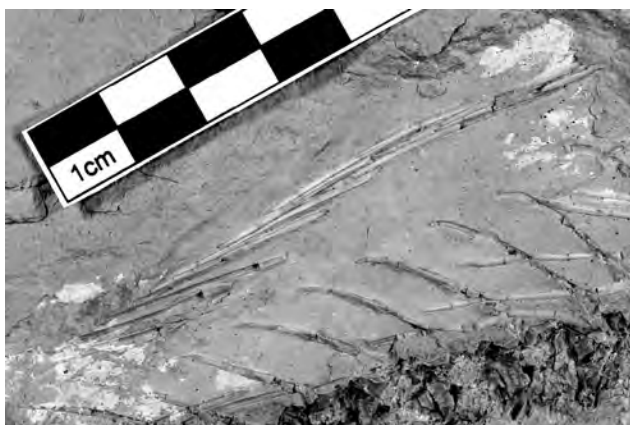


Fig. 7 – *Chanoides chardonii* Taverne, 2005. Specimen CLC I-185. Dorsal region near the tail showing the last thickened and acuminate epineurals and the series of supra-epineurals of the same shape along the dorsal margin



Fig. 8 – *Chanoides chardonii* Taverne, 2005. Specimen CLC I-185. Ventral region near the tail showing the last thickened and acuminate epipleurals

2. – The axial skeleton (Fig. 7, 8)

Usually, specimens of *Chanoides chardonii* have epineurals from the fifth vertebra till the caudal region and epipleurals from the last abdominal vertebrae till the level of the anal fin (Taverne, 2005: 49). These epineurals and epipleurals are long, thin and autogenous. The epineurals that immediately precede the level of the dorsal fin exhibit a bifid ventral extremity. The other elements of the series are devoid of this feature.

In the large sample CLC I-185, the epineurals and epipleurals of the caudal region are very peculiar and differ from those present in smaller specimens. They become thick and their two extremities are acuminate. They look like large needles. A third group of intermuscular bones is also present in the caudal region, along the dorsal margin of the fish, forming there a series of thick and acuminate supra-epineurals. This third series is unknown in smaller members of the species.

DISCUSSION

1. – The case of *Capassoichthys alfonsoi*

The increase in the number of vertebrae is a general trend of the evolution within Ichthyodectidae (Taverne, 2008: 223, 225, character [75]).

Until now, *Saurodon elongatus*, another fossil fish from Nardò, and *Vallecillichthys multivertebra-tum* Blanco, Cavin, 2003, from the Upper Cretaceous of Mexico, were the longest known members of the family, with 114 to 119 vertebrae for the first species and about 100 vertebrae for the second one (Taverne, Bronzi, 1999; Blanco, Cavin, 2003; Blanco-Pinon, Alvarado-Ortega, 2007).

With much more than 120 vertebrae, *Capassoichthys alfonsoi* outpaces these two preceding records and becomes the longer ichthyodectid fish ever described.

Capassoichthys alfonsoi and of *Saurodon elongatus* have a very different skull. However, the vertebral counts of these two fishes are rather close and they coexist in the same geological strata of the Salento region. It is thus important to have criteria to distinguish these two fishes the one from the other when only body fragments devoid of heads are found in the deposits.

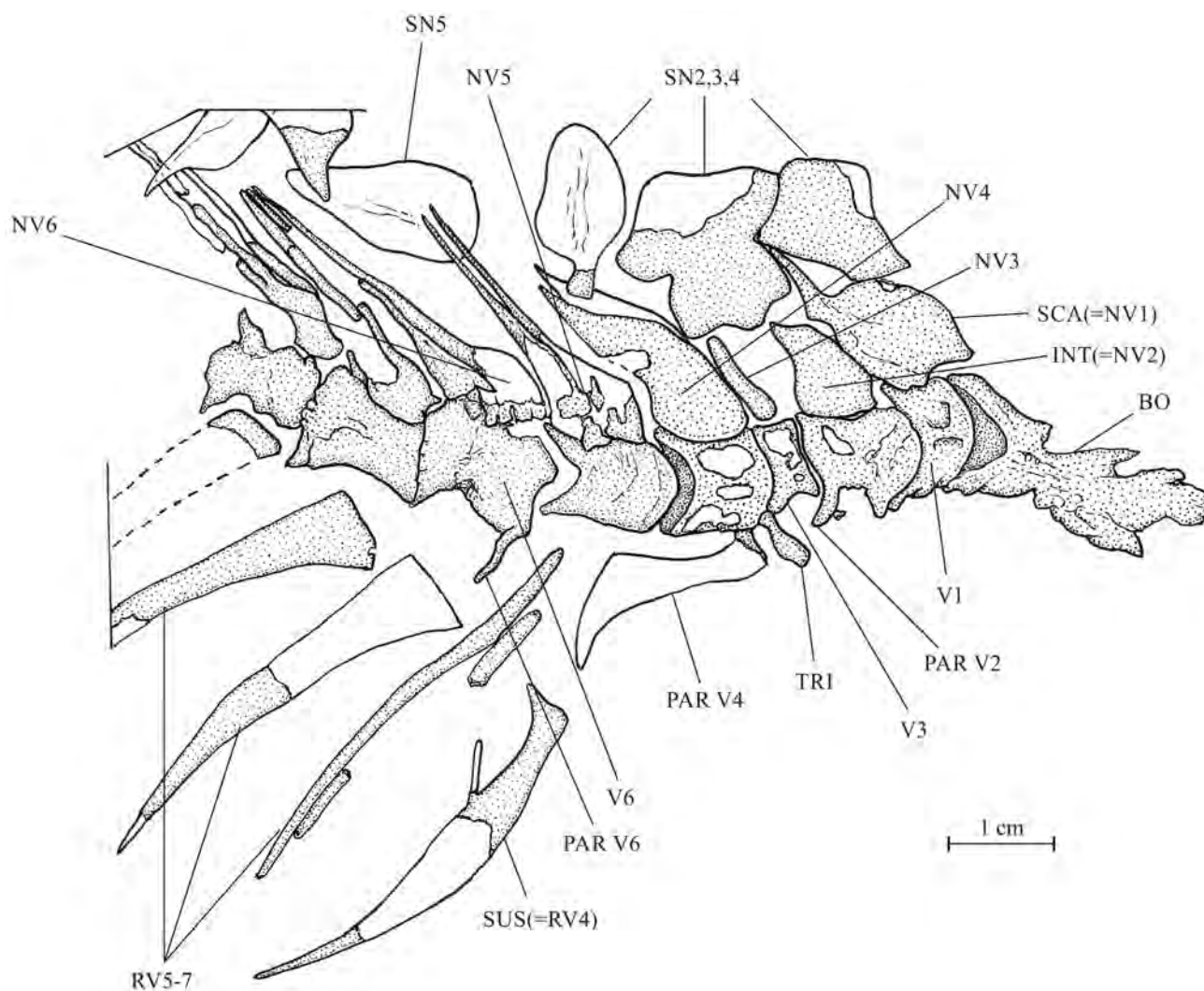


Fig. 9 – *Chanoides weberi* Taverne, De Cosmo, 2006. Weberian apparatus of holotype Ap 1. The parts shaded are preserved in bones and those left «in white» are preserved as imprints

In that case, three characters can be used to differentiate the two species.

1. In *Saurodon elongatus*, the distal extremity of the first pectoral and the first ventral fin ray is divided in two parts, an anterior strong spine and a posterior branched area (Taverne, 1997: fig. 2A; Taverne, Bronzi, 1999: fig. 4A). In *Capassoichthys alfonsoi*, the distal extremity of the first pectoral and of the first ventral fin ray is completely branched, no spiny anterior region being present.
2. *S. elongatus* has a shorter anal fin, with 27 pterygophores (Taverne, 1997: 390), than *C. alfonsoi*, with 37 pterygophores.

3. *S. elongatus* exhibits ossified epipleurals in the beginning of the caudal region (ibid., 1997: fig. 3C, D), an exceptional character in Ichthyodectidae. *C. alfonsoi* is devoid of ossified epipleurals, the usual condition in the family (Patterson, Johnson, 1995).

2. – Comments on the genus *Chanoides* (Fig. 9)
The genus *Chanoides* was erected by Woodward (1901) for a teleost from the marine Eocene of Monte Bolca that was previously known as *Chupea macropoma* Agassiz, 1835. During decades, the genus was ranged within the elopomorph family Albuli-

dae (Eastman, 1905; among others) or within the gonorynchiform family Chanidae (Jordan, 1923; among others). A detailed osteological study of this fish was done by Patterson (1984) who considered *Chanoides macropoma* as an archaic Ostariophysid of the otophysan series. Indeed, a well developed Weberian apparatus is present in the postoccipital region of the fish.

Later, two other species were described and reported to this genus, *Chanoides chardonii* Taverne, 2005 from the Campanian-Maastrichtian deposits of Nardò and *Chanoides weberi* Taverne, De Cosmo, 2008 from the Santonian strata of Apricena in the Gargano Promontory (Taverne, 2005; Taverne, De Cosmo, 2008). A new family Chanoididae was also created for the genus by Taverne (2005) but left order *incertae sedis*.

Both *Chanoides macropoma* and *Chanoides chardonii* are known by numerous specimens, some of them being almost complete. The two species have the same general morphology. Their skull, postcranial skeleton, fins and caudal skeleton are very similar. However, there is also a series of small osteological differences that were described in a detailed way by Taverne (2005) and Mayrinck *et al.* (2015). Taverne (2005) considered that these differences were not important enough to justify the creation of a new genus for *Ch. chardonii*. Mayrinck *et al.* (2015) had an opposite opinion and they erected the new genus *Nardonoides* Mayrinck *et al.*, 2015 for this fish. It is also to be noted that Taverne (2005) and Mayrinck *et al.* (2015) disagree in their interpretations of some anatomical characters, for instance the morphology of the caudal endoskeleton.

In the biological field, a species is defined on the basis of its characters. Such a definition is thus easy to establish and, generally, does not lead to contestation. The genus represents a higher taxonomic rank. It encompasses a series of species that theoretically share a few common attributes. A genus is thus a more subjective notion than is a species. The erection and the definition of a new genus depend, at least in part, on the subjective point of view of the biologist who creates this new taxon. Some scientists quickly divide existing genera and erect new generic taxa based on features that other scientists consider as minor and not justifying the erection of new genera. We think that the divergent opinions of Taverne (2005) and Mayrinck *et al.* (2015) about the generic status *Ch. chardonii* reflect such a question of subjectivity. For us, the differences separating *Ch.*

chardonii from *Ch. macropoma* are not more important than those normally differentiating species within many fish genera. In conclusion, we propose to consider *Nardonoides* as a junior synonym of *Chanoides*.

Chanoides weberi, the third species of the genus, is known by only some bony fragments and imprints of one unique sample (Taverne, De Cosmo, 2008). Mayrinck *et al.* (2015: 401, 415) consider *Ch. weberi* as a *nomen dubium* and conclude that the taxon is invalid. They write that “the unique specimen does not provide any characters that allow us to identify it as *Chanoides* or as an otophysan fish” and that “neither does it provide any features to assign it to any taxonomic level amongst teleosts”.

Concerning the Weberian apparatus preserved in bones and imprints that was previously described in *Ch. weberi*, they write the following sentences (Mayrinck *et al.*, 2015: 415). “There are also some imprints of rod-like and leaf-like elements. Dorsal to the vertebrae, Taverne & De Cosmo (2008) interpreted a few thin bony flanges and imprints that we do not see as supraneural elements. Ventrally, rib-like bone fragments are interpreted as a parapophysis and as os suspensorium, but we do not find any anatomical argument to support this assertion”. However and in spite of the assertions of Mayrinck *et al.* (2015), a primitive Weberian apparatus undoubtedly exists in *Chanoides weberi* (Fig. 9). This apparatus that they “do not see” is even visible on the photo they figured (*ibid.*, 2015: fig. 11).

The dorsal region of the Weberian apparatus is rather similar in *Chanoides macropoma*, *Chanoides chardonii* and *Chanoides weberi* (Fig. 9; Patterson, 1984: fig. 13, 14; Taverne, 2005: fig. 12; Taverne, De Cosmo, 2008: fig. 4; Mayrinck *et al.*, 2015: fig. 7A, 8). The third supraneural is strongly hypertrophied and more or less “T”-shaped. The enlarged second supraneural is fitted against the body of the third one and against the anterior upper branch of the “T”. Moreover, the three taxa share another unusual apomorphy. Their third centrum is markedly shortened and disk-like.

The angular of the three species is also similar in shape and the bone exhibits a well marked groove along its posterior margin (Patterson, 1984: fig. 2; Taverne, 2005: fig. 3, 8; Taverne, De Cosmo, 2008: fig. 2).

These close similarities are the reasons that lead Taverne, De Cosmo (2008) to report the species *weberi* to the genus *Chanoides*, although a major part

of its skeleton remains unknown. Today, we maintain this conclusion of Taverne, De Cosmo, 2008 (*contra* Mayrinck *et al.*, 2015) and we still consider *Chanoides weberi* as a valid taxon.

The presence of a Weberian apparatus also attests that *Chanoides* is closely allied to the Otophysi even if the genus does not possess all the characters defining this otophysan lineage (Fink, Fink, 1981, 1996).

ACKNOWLEDGMENTS

We greatly thank Dr. Silvano Agostini, Superintendent of the Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Abruzzo – Chieti, for allowing us to study the fossil fishes of the Capasso collection. We are also grateful to Mr. Luciano Lullo, from the Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara, and to Mr. Adriano Vandersyppe, from the Royal Belgian Institute of Natural Sciences, for their technical help and to the anonymous reviewers who read and commented our text.

LIST OF THE ABBREVIATIONS IN THE TEXT

APAL: autopalatine
 ASPH: autosphenotic
 BO: basioccipital
 FR: frontal
 INT (= N V2): intercalarium (= neural arch of V2)
 LBETH: laterobasal ethmoid (= ethmopalatine)
 LETH: lateral ethmoid
 METH: mesethmoid
 NA: nasal
 N V3-6: neural arches of V3 to 6
 NP V4-6: neural spines of V4 to 6
 PA: parietal
 PAR V2, 4, 6: parapophyses of V2, and 64
 PS: parasphenoid
 PTE: pterotic
 R V5-7: ribs of V5 to 7
 SCA (= N V1): scaphium (= neural arch of V1)
 SN 2-5: supraneurals 2 to 5
 SOC: supraoccipital
 SUS (= R V4): suspensorium (= rib of V4)
 TRI: tripus
 V1-6: vertebrae 1 to 6

REFERENCES

- BELMONTE G., 2014. I pesci fossili del Cretaceo del Salento. Il mare nella pietra. *Thalassia Salentina*, 36, Supplemento: 1-70.
- BLANCO A., CAVIN L., 2003. New Teleostei from the Agua Nueva Formation (Turonian), Vallecilla (NE Mexico). *Comptes Rendus Palevol*, 2: 299-306.
- BLANCO-PINON A., ALVARADO-ORTEGA J., 2007. Review of *Vallecillichthys multivertebatum* (Teleostei: Ichthyodectiformes), a Late Cretaceous (early Turonian) "Bull-dog fish" from the northeastern Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24 (2): 450-466.
- CAPASSO L., 2016. The fossil fish of Salento: a history of their discovery and their study. *Thalassia Salentina*, 38: 27-64.
- EASTMAN C.R., 1905. Les types de poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 34: 1-33.
- FINK S.V., FINK W.L., 1981. Interrelationships of ostariophysan fishes (Teleostei). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 72: 297-353.
- FINK S.V., FINK W.L., 1996. Interrelationships of Ostariophysan Fishes (Teleostei). In: Stiassny M., Parenti L., Johnson D. (Editors). *Interrelationships of Fishes*, Academic Press, San Diego: 209-249.
- GUIDOTTI G., LANDINI W., SORBINI L., VAROLA A., 1993. Le ittiofaune del Cretaceo di Alessano e Nardò. Guida alle escursioni (Terra d'Otranto 28 settembre - 2 ottobre 1993), XII Convegno della Società Paleontologica Italiana, Conte Publ., Lecce: 45-49.
- HARLAND W.B., ARMSTRONG R.L., COX A.V., CRAIG L.E., SMITH A.G., SMITH D.G., 1989. A geologic time scale. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 263 pp.
- JORDAN D.S., 1923. A classification of fishes, including families and genera as far as known. *Stanford University Publications*, 3: 77-243.
- MAYRINCK D., BRITO P.M., OTERO O., 2015. Review of the osteology of the fossil fish formerly attributed to the genus *Chanoides* and implications for the definition of otophysan bony characters. *Journal of Systematic Palaeontology*, 13 (5): 397-420.
- MEDIZZA E., SORBINI L., 1980. Il giacimento del Salento (Lecce). In: *I vertebrati fossili italiani*. Catalogo della Mostra, Verona: 131-134.
- PATTERSON C., 1984. *Chanoides*, a marine Eocene otophysan fish (Teleostei: Ostariophysa). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4 (3): 430-456.
- PATTERSON C., JOHNSON G.D., 1995. The intermuscular bones and ligaments of teleostean fishes. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 559: 1-85.
- TAVERNE L., 1997. Les poissons crétacés de Nardò. 3°. L'ordre des Ichthyodectiformes (Pisces: Teleostei). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 21: 383-400.
- TAVERNE L., 2005. Les poissons crétacés de Nardo. 20°. *Chanoides chardonii* sp. nov. (Teleostei, Ostariophysa, Otophysi).

physi). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 29: 39-54.

TAVERNE L., 2008. Considerations about the Late Cretaceous genus *Chirocentrites* and erection of the new genus *Heckelichthys* (Teleostei, Ichthyodectiformes) – A new visit inside the ichthyodectid phylogeny. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 78: 209-228.

TAVERNE L., 2015. Les poissons crétacés de Nardò. 38°. *Capassoichthys alfonsoi* gen. et sp. nov. (Teleostei, Ichthyodectidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 39: 35-46.

TAVERNE L., 2016. Les poissons crétacés de Nardò. 39°. *Altamuraichthys meleleoi* gen. et sp. nov. (Teleostei, Ichthyodectidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 40: 3-20.

TAVERNE L., BRONZI P., 1999. Les poissons crétacés de Nardò. 9°. Note complémentaire sur le Saurodontinae (Teleo-

stei, Ichthyodectiformes): *Saurodon elongatus*, sp. nov. *Studi e Ricerche sui Giacimenti Terziari di Bolca*, 8, Museo Civico di Storia Naturale di Verona: 105-116.

TAVERNE L., CAPASSO L., 2018. Les poissons crétacés de Nardò. 40°. *Nardoglossus sanctibernardini* gen. et sp. nov. (Teleostei, Gonorynchiformes, Gonorynchoidei). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 42: 3-19.

TAVERNE L., DE COSMO P.D., 2008. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 1°. *Chanoides weberi* sp. nov. (Teleostei, Ostariophysi, Otophysi). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 32: 29-38.

WOODWARD, A.S., 1901. *Catalogue of the fossil fishes in the British Museum (Natural History). Part IV*. Trustees of the British Museum (Natural History), London: I-XXXVIII + 1-636.

Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 9°. *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov. (Teleostei, Myctophiformes, Myctophidae)

LOUIS TAVERNE

Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique – Directoire Terre et Histoire de la Vie
Rue Vautier, 29 – B-1000 Bruxelles, Belgique – louis.taverne@skynet.be

ABSTRACT

The osteology of *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov., a fossil fish from the Santonian of Apricena (Puglia, Gargano Promontory, Southern Italy), is described in details. The skull is latero-parietal. There is no orbitosphenoïd. The premaxilla forms the greatest part of the oral border of the upper jaw. There is only one supramaxilla. The opercle bears three spines. The pelvic girdle occupies an advanced position and is linked to the pectoral girdle by the long postcleithra. There is only one enlarged supraneural. The dorsal fin is devoid of strong spines. The preural centrum 1 and the ural centrum 1 are fused in a composed vertebra that is devoid of neural arch. The ural centrum 2 is autogenous. The neural spine of the preural vertebra 2 is short and spatulate. The parhypural and the five hypurals are autogenous. There are two uroneurals and two epurals. The first uroneural is enlarged, forming a stegural. The caudal fin is forked and contains 19 principal rays. The systematic relationships of the new genus are discussed. *Garganomyctophum* is referred to the family Myctophidae.

Key words: Teleostei, Myctophidae, *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov., osteology, relationships, Santonian, Apricena, Puglia, Southern Italy.

RÉSUMÉ

L'ostéologie de *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov., un poisson fossile du Santonien d'Apricena (Les Pouilles, Promontoire de Gargano, Italie du Sud), est décrite en détails. Le crâne est latéro-pariétal. Il n'y a pas d'orbitosphénoïde. Le prémaxillaire forme l'essentiel du bord oral de la mâchoire supérieure. Il n'y a qu'un seul supramaxillaire. L'operculaire est orné de trois épines. La ceinture pelvienne occupe une position avancée et est reliée à la ceinture scapulaire par de longs postcleithra. L'unique supraneural est élargi en palette. La nageoire dorsale est dépourvue de fortes épines. Les centres préural 1 et ural 1 sont soudés en une vertèbre complexe qui ne porte pas d'arc neural. La vertèbre urale 2 est autogène. La neurépine préurale 2 est courte et spatulée. Le parhypural et les cinq hypuraux sont autogènes. Il y a deux uroneuraux et deux épuraux. Le premier uroneural est élargi et forme un stégural. La nageoire caudale est bifurquée et compte 19 rayons principaux. Les relations systématiques du nouveau genre sont discutées et conduisent à placer *Garganomyctophum* au sein de la famille des Myctophidae.

Mots-clés: Teleostei, Myctophidae, *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov., ostéologie, relations, Santonien, Apricena, Les Pouilles, Italie du Sud.

INTRODUCTION

L'ichthyofaune fossile du Santonien supérieur marin d'Apricena (Promontoire de Gargano, province de Foggia, Les Pouilles, Italie du Sud) comporte dix espèces de téléostéens. Elles ont été découvertes pendant les recherches menées par de Cosmo (2002) dans le cadre de sa thèse de doctorat, thèse qui traitait de la stratigraphie de ce gisement. Huit articles consacrés à ces poissons ont déjà été

publiés (Taverne, de Cosmo, 2008; Taverne, 2009, 2011, 2013a, b, c, 2014, 2015). Les neuf espèces décrites jusqu'ici comptent un ichthyodectidé, un pachyrhizodontidé, deux clupéiformes, un ostariophysaire archaïque, un polymixiidé, un argentinoïde, un dercétidé et un myctophidé. Un commentaire relatif à l'ostariophysaire a été fait par Mayrinck *et al.* (2015: 415).

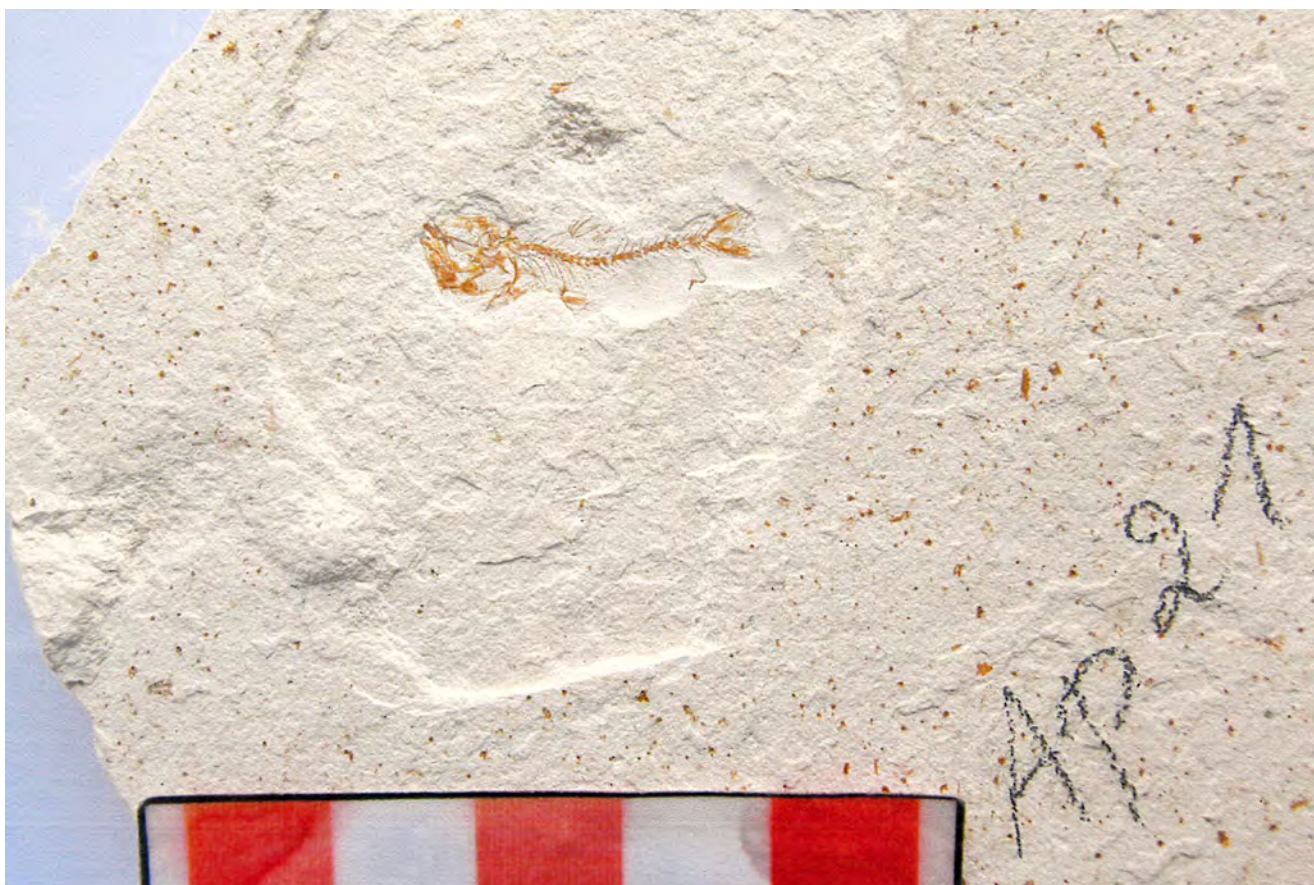


Fig. 1 – *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov. Holotype Ap 21. L'échelle est en centimètres

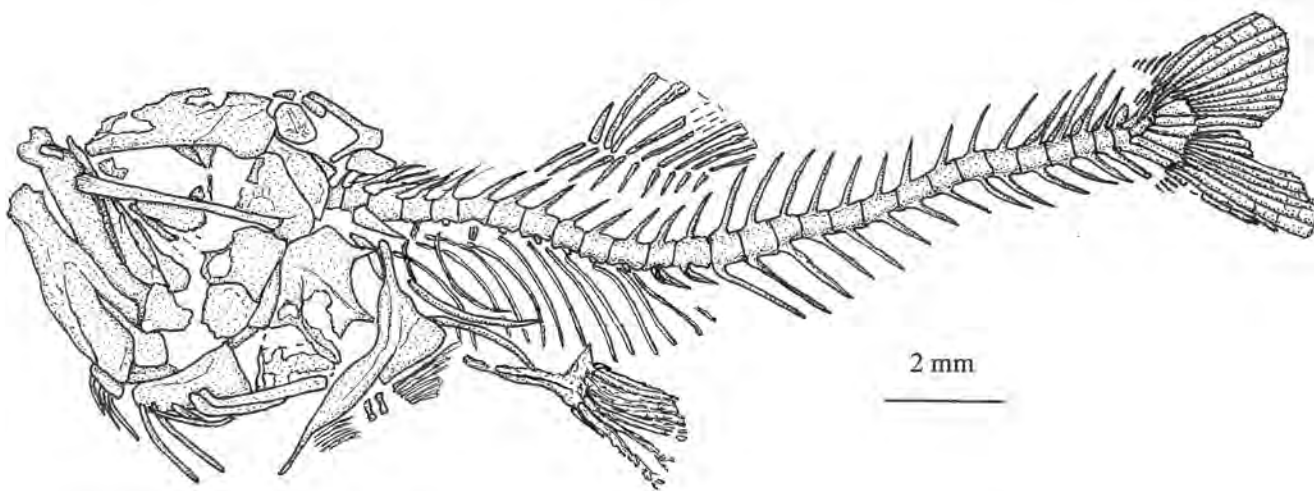


Fig. 2 – *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov. Holotype Ap 21

Le but du présent article est de décrire la dixième et dernière espèce de ce gisement. Elle est représentée par un seul spécimen de très petite taille mais à peu près complet et bien conservé, soit en os fossilisé soit en empreinte. Ce petit poisson s'est révélé être le représentant d'une deuxième espèce et d'un deuxième genre de Myctophidae. La présence du myctophidé *Diaphus* Eigenmann & Eigenmann, 1890 était déjà connue dans le Santonien d'Apricena (Taverne, 2015).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'exemplaire décrit dans le présent article est conservé dans les collections du Museo Civico di Storia Naturale di Verona. Il a été étudié au moyen d'un stéréomicroscope WILD M5. L'observation de certains détails ostéologiques a été améliorée par une immersion dans l'éthanol et par un éclairage en lumière rasante. Les dessins des figures ont été exécutés par l'auteur à l'aide d'une chambre claire (camera lucida). La photo de la figure 1 a été réalisée par le Dr. Anna Vaccari du Musée de Vérone.

ÉTUDE DU MATÉRIEL

Division TELEOSTEI
Cohorte CLUPEOCEPHALA
Sous-cohorte EUTELEOSTEI
Ordre MYCTOPHIFORMES
Famille Myctophidae
Genre *Garganomyctophum* gen. nov.

Diagnose

La même que l'espèce, le genre étant monospécifique.

Espèce-type

Garganomyctophum sorbinii gen. et sp. nov. (par monospécificité).

Derivatio nominis

Le nom générique du poisson fait référence au Promontoire de Gargano, la région des Pouilles où se trouve la localité d'Apricena. Le nom du genre *Myctophum* est ajouté pour marquer l'appartenance du poisson à l'ordre des Myctophiformes.

Espèce *Garganomyctophum sorbinii*
gen. et sp. nov.

Diagnose

Petit myctophidé. Crâne latéro-pariétal. Orbitosphénoïde absent. Prémaxillaire formant la plus grande partie du bord oral de la mâchoire supérieure. Extrémité du bord oral de la mâchoire supérieure formée par le maxillaire. Un seul supramaxillaire. Operculaire orné de trois épines. Trois rayons branchiostèges supportés par l'hypohyal ventral. Ceinture pelvienne en position avancée et reliée à la ceinture scapulaire par une paire de postcleithra allongés. Squelette axial composé de 30 vertèbres, 13 abdominales et 17 caudales. Un seul supraneural élargi en palette. Epineuraux associés aux quatre premières vertèbres. Pas d'épicentraux ni d'épiptéuraux. Nageoire dorsale comportant une petite épine initiale et 8 rayons allongés. Centres préural 1 et ural 1 soudés en une vertèbre complexe dépourvue d'arc neural. Vertèbre urale 2 réduite et autogène. Neurépine préurale 2 courte et spatulée. Parhypural et cinq hypuraux autogènes. Pas de diastème entre les hypuraux 2 et 3. Deux épuraux. Deux uroneuraux dont le premier élargi en stégural. Nageoire caudale bifurquée et composée de 19 rayons principaux.

Holotype

Ap 21, un spécimen complet. Longueur totale: 33 mm.

Horizon et localité

Santonien supérieur marin d'Apricena, province de Foggia, Promontoire de Gargano, Les Pouilles, Italie du Sud. Le Santonien est daté de 83 à 86,6 millions d'années (Harland *et al.*, 1989).

Derivatio nominis

Le nom spécifique est dédié à feu le Dr. Lorenzo Sorbini (1939-1997), géologue, paléontologue, ancien directeur du Musée d'Histoire Naturelle de Vérone et aussi pour moi un ami très cher dont je garde le souvenir.

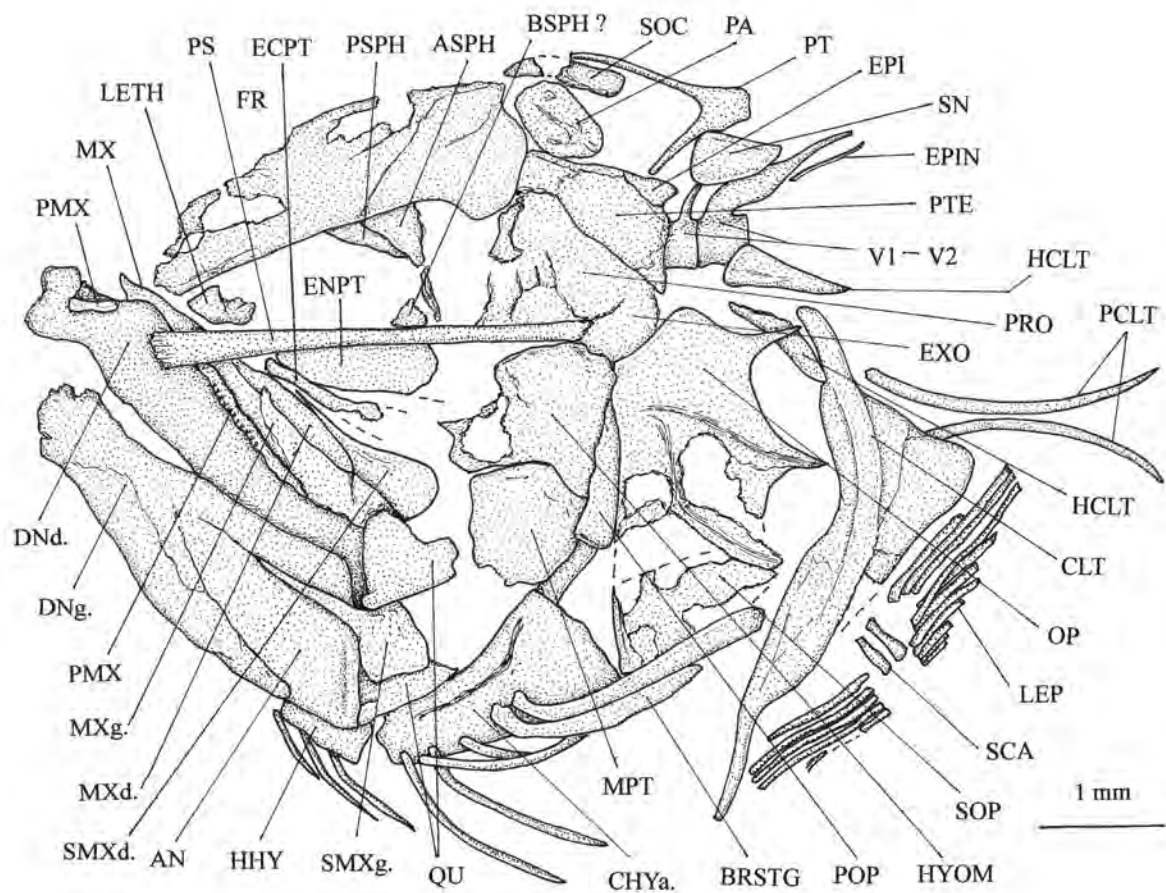


Fig. 3 – *Garganomycetophum sorbinii* gen. et sp. nov. Crâne et ceinture scapulaire de l'holotype Ap 21

Morphométrie

Les données morphométriques sont données en pourcentage (%) de la longueur standard du spécimen (30 mm).

Longueur de la tête (operculaire compris)	34,5%
Hauteur de la tête (dans le région occipitale)	30,2%
Hauteur maximum du corps (en avant de la nageoire dorsale)	24,1%
Longueur prépelvienne	54,7%
Longueur prédorsale	50,0%
Hauteur du pédoncule caudal	10,8%

Ostéologie

1. – Le crâne (Fig. 3)

Le méséthmoïde, les nasaux et le vomer ne sont pas conservés. Un ethmoïde latéral de petite taille est visible à l'avant du neurocrâne, entre le frontal et le parasphénoïde.

Le frontal forme l'essentiel de la voûte crânienne. Il est allongé, assez large, sans rétrécissement au niveau de l'orbite et il s'élargit encore légèrement dans la région postorbitaire. Le pariétal est modérément développé. Le crâne est latéro-pariétal. Le pterotique

est allongé et dépasse vers l'arrière le niveau du pariétal. Un petit épitotique (= épioccipital) est accolé au coin postérieur supérieur du ptérotique mais ne touche pas le supraoccipital. Il est probable qu'une zone cartilagineuse de l'arrière du neurocrâne reliait le supraoccipital et l'épitotique. C'est dans cette même zone cartilagineuse que devait s'ouvrir la fosse temporale (= posttemporale). Le supraoccipital est petit. Il touche le frontal et porte une courte crête. Le supratemporal (= extrascapulaire) n'est pas conservé. Un autosphénotique triangulaire est appendu au bord latéral du frontal. Les canaux sensoriels de la voûte crânienne ne sont pas visibles.

Il n'y a pas d'orbitosphénoïde. Un petit pleurosphénoïde (= ptérosphénoïde) est accolé à l'autosphénotique. La partie trabéculaire du parasphénoïde est allongée, étroite, rectiligne et édentée. Il n'y a pas de processus basiptérygoïde. Quelques petits fragments osseux situés juste au dessus du parasphénoïde et au niveau de l'autosphénotique représentent peut-être les restes du basisphénoïde. Le prootique et l'exoccipital forment une masse osseuse située sous le ptérotique.

Le palatin n'est pas conservé. Une partie d'un large entoptérygoïde et d'un étroit ectoptérygoïde sont visibles sous le parasphénoïde. Les deux os en question semblent édentés. Un vaste métaptérygoïde est situé sous l'hyomandibulaire. Les carrés gauche et droit sont préservés. L'os est assez petit, de forme triangulaire et son condyle articulaire est bien marqué. On ne distingue pas de processus osseux sur le carré mais cela est peut-être dû aux aléas de la fossilisation.

Aucun élément de la série orbitaire n'est conservé.

Un petit fragment antérieur du prémaxillaire droit est visible sur l'extrémité du dentaire droit. La partie postérieure allongée du même os se distingue plus en arrière, sous le maxillaire. Le prémaxillaire forme donc la plus grande partie du bord oral de la mâchoire supérieure. En immersion dans l'alcool, en lumière rasante et au plus fort grossissement du stéréomicroscope, on observe de très petites dents sur cette portion postérieure du prémaxillaire. Les parties perdues du prémaxillaire empêchent de savoir si cet os possédait ou non un processus ascendant symphysaire et un processus postmaxillaire. Le maxillaire est étroit à l'avant et s'élargit progressivement vers l'arrière. Son extrémité antérieure s'évase légèrement et forme une petite cupule articulaire qui s'appliquait probablement contre le prémaxillaire. La portion postérieure du maxillaire

forme une petite partie du bord oral de la mâchoire supérieure en arrière du prémaxillaire mais semble dépourvue de dents. Il n'y a qu'un seul supramaxillaire par héli-mâchoire, l'élément postérieur. Le supramaxillaire gauche a été déplacé sur la mandibule suite aux aléas taphonomiques. La partie arrière du supramaxillaire est élargie en palette et sa partie antérieure s'étire en une longue pointe.

La mâchoire inférieure est bien développée, avec un dentaire et un angulaire de grande taille. Aucune dent n'est visible sur le dentaire. Il ne semble pas y avoir de rétroarticulaire autogène. L'articulation de la mandibule avec le carré se situe au niveau du bord postérieur de l'orbite.

Seul un petit morceau de la branche dorsale du préoperculaire est conservé sur l'hyomandibulaire. L'operculaire est modérément développé comparé à la taille de la tête. Son bord postérieur s'orne de trois épines bien marquées. Des fragments du sous-operculaire sont également visibles ainsi que neuf rayons branchiostèges.

2. – Le squelette hyoïdeobranchial (Fig. 3)

L'hyomandibulaire présente un condyle articulaire large et légèrement arqué. Le bord antérieur de l'os porte une extension aliforme. Un morceau de la branche ventrale de l'hyomandibulaire se voit juste derrière le métaptérygoïde. Le symplectique n'est pas présent.

La barre hyoïdienne est partiellement conservée. L'hypohal ventral et le grand cératohyal antérieur sont bien visibles mais pas le cératohyal postérieur. On distingue sur le cératohyal antérieur la gouttière pour l'artère afférente pseudobranchiale (= hyoïdienne, hypobranchiale) mais il n'y a pas de foramen béryciforme. Les trois premiers rayons branchiostèges sont rattachés à l'hypohyal ventral, tandis que cinq rayons branchiostèges postérieurs sont reliés au cératohyal antérieur. Les éventuels rayons branchiostèges associés au cératohyal postérieur n'ont pas été conservés.

3. – Les ceintures (Fig. 3, 4)

Le posttemporal est composé de deux longues et fines branches. L'os s'élargit en une petite plaque à leur point de jonction. L'hypercleithrum (= supracleithrum) est court, légèrement élargi dans sa région dorsale et pointu à son extrémité ventrale. Le cleithrum est un os très allongé. Sa branche dorsale est courte et sa branche ventrale très longue et orientée obliquement. Le bord postérieur de la partie dorsale de l'os porte une vaste expansion trian-

gulaire. Le postcleithrum est étroit et très allongé. L'hypercoracoïde (= scapula) est court. L'hypocoracoïde (= coracoïde *sensu stricto*) n'est pas conservé. Des fragments des deux nageoires pectorales sont visibles. Ces nageoires sont courtes et paraissent formées chacune de 11 rayons.

La ceinture pelvienne n'est plus en position abdominale. Elle est avancée mais pas encore vraiment en position thoracique. Sa situation est intermédiaire. Elle ne touche pas le cleithrum mais elle est néanmoins en rapport avec la ceinture scapulaire via le très long postcleithrum. Les os pelviens sont allongés et accolés l'un à l'autre. Leur région basale est élargie et ornée d'un processus latéral en forme d'ergot. Les deux nageoires ventrales sont accolées l'une à l'autre. Elles ont perdu leurs extrémités distales et sont donc incomplètes. Chaque nageoire comporte une courte épine initiale et 8 rayons. L'origine des nageoires ventrales se situe au niveau de la séparation entre la dixième et la onzième vertèbre. Il y a un petit ptérygophore en forme de crochet qui est associé au rayon ventral le plus interne et non pas fusionné avec celui-ci.

4. – Le squelette axial (Fig. 2)

Le squelette axial comporte 30 vertèbres, dont 13 vertèbres abdominales et 17 vertèbres caudales, y compris la vertèbre complexe préurale 1-urale 1 et la vertèbre urale 2. Les faces latérales de ces vertèbres sont très peu ornementées. On y voit parfois quelques petites alvéoles. Les arcs neuraux et hémaux sont fusionnés aux corps vertébraux correspondants. Les neurépinnes sont courtes dans la région abdominale. Elles s'allongent en arrière de la nageoire dorsale. La première hémépine est rattachée à la quatorzième vertèbre. Les hémépinnes de la région caudale ont une longueur équivalente à celle des neurépinnes. Dans la région abdominale, l'arc hémal est représenté par des petites hémaphyses (= parapophyses).

Il y a 10 paires de côtes. La première paire est insérée sur la quatrième vertèbre. Les deux dernières paires de côtes, articulées sur les hémaphyses des douzième et treizième vertèbres sont beaucoup plus courtes que les précédentes.

Il y a des épineuraux accolés mais non soudés aux neurépinnes des quatre premières vertèbres mais pas au-delà. On ne voit ni épiceutraux ni épipleuraux.

Il n'y a qu'un seul supraneural qui surplombe les deux premières vertèbres et qui est élargi en forme de plaque.

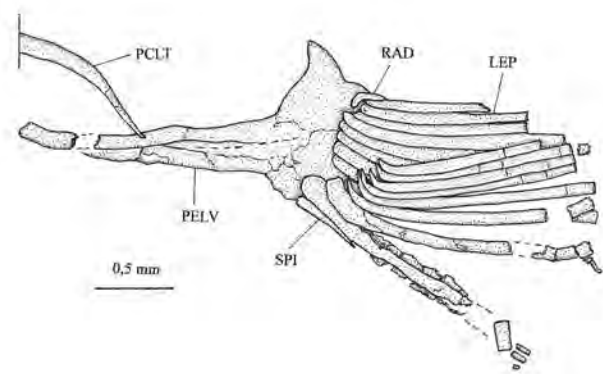


Fig. 4 – *Garganomycophum sorbinii* gen. et sp. nov. Ceinture pelvienne de l'holotype Ap 21

5. – Les nageoires dorsale et anale (Fig. 2)

La nageoire dorsale est courte. Elle débute par une petite épine suivie de 8 rayons plus allongés. Elle est soutenue par 9 ptérygophores. Le premier ptérygophore est composé d'une seule branche.

Il n'y a pas trace de nageoire anale. Mais cette apparente absence est peut-être due à un aléa de fossilisation.

6. – Le squelette caudal (Fig. 5)

Les dernières vertèbres restent bien développées jusque et y compris le centre préural 4 (PU4). Les vertèbres préurales 2 et 3 (PU2, PU3) sont légèrement raccourcies. Les centres préural 1 et ural 1 sont fusionnés et la vertèbre préterminale complexe (PU1 + U1) qui en résulte est à nouveau plus longue. Le centre ural 2 (U2) est autogène, réduit et de forme conique. Les arcs neuraux et hémaux sont soudés aux centres correspondants, sauf le parhypural (PHY). PU4 porte la dernière neurépine complète. La neurépine de PU3 est légèrement raccourcie et celle de PU2 est courte et spatulée. Il n'y a pas d'arc neural associé à PU1 + U1. Les deux épuraux (EP1, 2) sont très courts. On compte cinq hypuraux (HY1-5) autogènes. HY 1 et HY4 sont élargis. HY2 et HY3 sont moins larges et HY5 est très étroit. PHY, HY1 et HY2 sont articulés sur la face ventrale de PU1 + U1, tandis que HY3 et HY4 s'articulent sur U2. HY5 n'a pas de contact direct avec la dernière vertèbre. Il n'y a pas de diastème entre HY2 et HY3. Il y a deux uroneuraux (UR1-2). Le bord supérieur de UR1 est élargi par la présence d'une courte extension aliforme. UR1 est donc un stégural. Son extrémité antérieure est large, déchiquetée et elle couvre

partiellement la face latérale de PU1 + U1. UR 2 est court et étroit.

La nageoire caudale est bilobée mais mal conservée et incomplète. On peut néanmoins dénombrer 19 rayons caudaux principaux dont 17 segmentés et branchus. Il y a 6 rayons procurrents (= fulcres basaux) dorsaux et au moins 5 rayons procurrents ventraux. Le plus long rayon procurent dorsal et les deux plus longs rayons procurrents ventraux sont segmentés.

7. – L'écaillage

Aucune trace d'écaille n'est visible sur le spécimen. Cette absence d'écailles est peut-être due au fait que le spécimen soit un juvénile.

DISCUSSION

1. – La position systématique de *Garganomyctophum* au sein des Teleostei

Garganomyctophum a conservé quelques caractères primitifs. La nageoire dorsale ne débute pas par une série de fortes épines. Le ptérygophore associé au dernier rayon de la nageoire ventrale demeure indépendant. La vertèbre U2 et les cinq hypuraux sont autogènes. La nageoire caudale comporte 19 rayons principaux.

Garganomyctophum présente également une série de caractères évolués. Son crâne est latéro-pariétal. L'orbitosphénoïde a disparu. Le prémaxillaire forme la plus grande partie du bord oral de la mâchoire supérieure. L'operculaire porte trois épines. Trois rayons branchiostèges sont rattachés à l'hypohyal ventral. Le cératohyal antérieur est dépourvu de foramen béryciforme. La ceinture pelvienne est avancée en une position intermédiaire entre abdominale et thoracique. Les os pelviens sont reliés à la ceinture scapulaire par l'intermédiaire de postcleithra allongés, étroits et arqués. Il n'y a qu'un seul supraneural, lequel est élargi en plaque. La neurépine préurale 2 est courte et spatulée. Les centres PU1 et U1 sont fusionnés en une vertèbre complexe. Le composant PU1 de cette vertèbre complexe est dépourvu d'arc neural. Il n'y a que deux épuraux et deux uroneuraux dont le premier est élargi en stégural.

L'ensemble des caractères primitifs conservés par le poisson d'Apricena le situent parmi les téléostéens basaux et excluent les Acanthomorpha de sa parenté. D'un autre côté, le fait que le premier

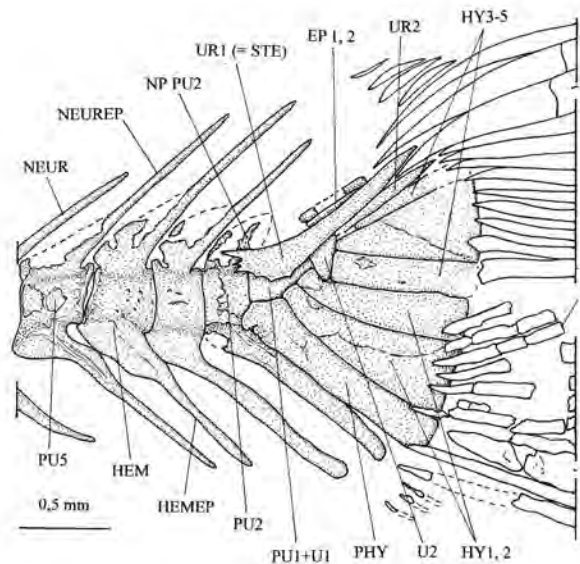


Fig. 5 – *Garganomyctophum sorbinii* gen. et sp. nov. Squelette caudal de l'holotype Ap 21

uroneural soit transformé en un stégural place *Garganomyctophum* au sein des Euteleostei. La parenté du nouveau genre est donc à chercher au sein des ordres d'eutélostéens qui ne sont pas encore acanthomorphes.

2. – La position systématique de *Garganomyctophum* au sein des Euteleostei non-acanthomorphes

Le nouveau poisson italien possède une mâchoire supérieure dont le prémaxillaire forme l'essentiel du bord oral. Sa ceinture pelvienne occupe une position avancée et est reliée à la ceinture scapulaire par l'intermédiaire des postcleithra amincis et très allongés. Ces deux caractères n'existent pas encore chez les Lepidogalaxiiformes, les Salmoniformes, les Esociformes, les Argentiniformes, les Galaxiiformes, les Osmeriformes et les Stomiiformes. Ces différents ordres d'eutélostéens sont donc exclus de la parenté directe de *Garganomyctophum*. En revanche, ces traits anatomiques sont présents chez les Ateleopodiformes, chez divers Aulopiformes et chez certains Myctophiformes. C'est donc parmi ces ordres qu'il faut chercher les relations du petit téléostéen d'Apricena.

Les Ateleopodiformes sont des poissons très spécialisés (Nelson *et al.*, 2016: 265) et très différents de *Garganomyctophum*. Aucun lien de proche parenté n'est possible avec cet ordre de téléostéens.

Le choix est donc à faire entre les Aulopiformes et les Myctophiformes. Le squelette caudal de *Garganomyctophum* confirme entièrement ce point de vue. Un tel complexe urophore se retrouve en effet dans divers ordres d'eutéleostéens non-acanthomorphes et notamment chez de nombreux Aulopiformes et Myctophiformes (Fujita, 1991: fig. 96-135; parmi d'autres).

En revanche, il est un caractère de la ceinture pelvienne qui pourrait faire douter d'une proche relation du nouveau genre avec les Aulopiformes et les Myctophiformes. Dans ces deux ordres, le rayon le plus interne de la nageoire ventrale est déjà fusionné avec le ptérygophore pelvien médian (Gosline *et al.*, 1966: fig. 3; Johnson, 1992: fig. 5) comme chez la plupart des téléostéens acanthomorphes. On peut cependant penser que l'absence de fusion entre ces deux éléments chez *Garganomyctophum* s'explique par la très petite taille du seul spécimen connu, lequel est peut-être un individu juvénile. Une telle fusion ne se réalisait peut-être que sur de plus grands exemplaires de l'espèce.

La monophylie des Aulopiformes et celle des Myctophiformes reposent en grande partie aujourd'hui sur des caractères du squelette branchial et sur des traits anatomiques (Baldwin, Johnson, 1996; Stiassny, 1996; parmi d'autres) qui demeurent inconnus chez *Garganomyctophum*. L'analyse de quelques autres caractères ostéologiques permet cependant de situer de façon assez précise la position du poisson d'Apricena par rapport à ces deux ordres.

Les trois premiers rayons branchiostèges de *Garganomyctophum* sont insérés sur l'hypohyal ventral. Ce caractère spécialisé et très exceptionnel se retrouve chez beaucoup de Stomiiformes mais aussi chez certains Myctophiformes (McAllister, 1968: pl. 12, fig. en haut à gauche; Paxton, 1972: fig. 9A; Stiassny, 1996: fig. 2C, E; Kobylansky, 2016: fig. 7c; etc.). En revanche, ce caractère est absent chez les Aulopiformes, à l'exception des Scopelosauridae dont le premier rayon branchiostège est rattaché à l'hypohyal ventral (Baldwin, Johnson, 1996: fig. 12B).

Certains Myctophiformes ont un unique supramaxillaire (Rosen, Patterson, 1969: fig. 74C) mais bon nombre d'entre eux ont perdu les deux supramaxillaires. Les Aulopiformes les plus primitifs gardent encore deux supramaxillaires (Goody, 1969: fig. 90) mais ce nombre peut-se réduire à un, voire à zéro chez les formes spécialisées. Cependant, l'anatomie des différentes familles spécialisées de cet ordre diffère grandement de celle de *Garganomyctophum*.

La plupart des Aulopiformes possèdent un operculaire dont le bord postérieur est plus ou moins arrondi. Quelques uns ont l'operculaire orné d'une crête ou de plusieurs crêtes qui se terminent sur le bord postérieur par une petite pointe très peu prononcée (Goody, 1969: fig. 54, 84; entre autres). Aucun membre de l'ordre ne présente un operculaire garni de fortes épines si ce n'est certains Chlorophthalmidae qui développent une épine sur l'operculaire (Mead, 1966: fig. 45-47). En revanche, certains Myctophiformes ont l'operculaire décoré de plusieurs épines bien marquées surtout chez de petits exemplaires (Gregory, 1933: fig. 93; Rosen, Patterson, 1969: fig. 64).

Les Aulopiformes et les Myctophiformes présentent souvent en arrière de la tête une série de supraneuraux dont le premier est nettement élargi en forme de plaque. Les autres pièces de la série gardent une forme en bâtonnet. Chez les Myctophiformes, le premier supraneural élargi est nettement séparé des supraneuraux postérieurs et la série complète ne dépasse jamais le nombre de quatre (Stiassny, 1996: fig. 16A, B). Ce caractère apomorphe se retrouve également chez *Garaganomyctophum* où seul le large premier supraneural est conservé.

Les Aulopiformes développent une paire de vastes processus médio-postérieurs sur les os pelviens (Baldwin, Johnson, 1996: fig. 4B, C, D, 5A, B, C, D; parmi d'autres), ce qui écartent légèrement les deux nageoires ventrales l'une de l'autre. De tels processus n'existent pas chez *Garganomyctophum* et les deux nageoires ventrales sont totalement accolées l'une à l'autre. Quelques rares Myctophiformes possèdent des processus médio-postérieurs de taille modeste (Prokofiev, 2006: fig. 5f) mais beaucoup de membres de l'ordre en sont dépourvus (Paxton, 1972: fig. 11; Baldwin, Johnson, 1996: fig. 4A; Kobylanski, 2016: fig. 10; parmi d'autres).

Les quelques caractères évoqués ci-dessus conduisent donc à privilégier l'ordre des Myctophiformes et non pas celui des Aulopiformes pour ce qui est de rechercher les relations systématiques de *Garganomyctophum*.

3. – La position systématique de *Garganomyctophum* au sein des Myctophiformes

Les Myctophiformes se composent aujourd'hui de trois familles, les Sardinioididae, une lignée entièrement fossile et qui ne contient que le genre *Sardinioides* von der Marck, 1858 du Crétacé supérieur, ainsi que les Neoscopelidae et les Myctophidae,

deux familles encore actuelles mais qui comportent aussi des genres et des espèces fossiles.

Les Sardinioïdidae ont de vastes pariétaux joints (crâne médio-pariétal), un orbitosphénoïde, un operculaire à bord postérieur arrondi ainsi qu'une ceinture pelvienne en position abdominale et dépourvue de tout contact avec la ceinture scapulaire (Woodward, 1902: pl. 10, fig. 1; Goody, 1969: fig. 70, 71; Taverne, 2008: fig. 2; Dietze, 2009: fig. 7A, 8A, B; parmi d'autres). Ce sont là autant de caractères qui éloignent nettement *Garganomyctophum* de *Sardinioïdes*. Le nouveau genre italien ne peut pas être intégré aux Sardinioïdidae.

Les Neoscopelidae et beaucoup de Myctophidae ont la ceinture pelvienne en position avancée (Fraser-Brunner, 1949: nombreuses fig.). Ce caractère seul ne permet donc pas d'éliminer l'une ou l'autre des deux familles de la parenté de *Garganomyctophum*. Mais, chez les Neoscopelidae, les genres *Neoscopelus* Johnson, 1853 et *Solvomer* Miller, 1947 possèdent quatre supraneuraux, dont le premier élargi, tandis que *Scopelengys* Alcock, 1890 n'en a plus que trois mais le premier supraneural élargi manque (Stiasny, 1996: fig. 16A, B, C). Chez les Myctophidae, comme chez les acantomorphes, il n'y a jamais plus de trois supraneuraux (Rosen, 1985: 53, caractère (30); Stiasny: 1966: 415-416) et, dans certains cas, seul le premier supraneural élargi est conservé (Denton, 2013: fig. 2, 2C), comme chez *Garganomyctophum*. De plus, le crâne des Neoscopelidae est médio-pariétal (Gosline *et al.*, 1966: fig. 2B; Rosen, Patterson, 1969: fig. 70B), contrairement à celui du poisson d'Apricena.

Dans ces conditions, il paraît judicieux de ranger *Garganomyctophum* au sein de la famille des Myctophidae et non pas dans celle des Neoscopelidae.

On pourrait objecter à cette attribution familiale que le supramaxillaire est absent chez les Myctophidae (Gosline *et al.*, 1966: 16, charater 9a) mais cela n'est vrai que chez les formes actuelles. Certains Myctophidae fossiles possèdent bien un supramaxillaire (Prokofiev, 2006: fig. 5a, 8a, b).

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement le Dr. Alessandra Aspes, directrice honoraire du Museo Civico di Storia Naturale di Verona, et le Dr. Roberto Zorzin, chef du département de Géologie de ce musée, pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé à chacun de mes séjours de travail à Vérone. J'exprime aussi ma gratitude au

Dr. Anna Vaccari, du même musée, qui a réalisé la photo de la figure 1. Ma reconnaissance s'adresse enfin aux réviseurs anonymes qui ont bien voulu lire et commenter le présent article.

ABRÉVIATIONS DES FIGURES DU TEXTE

AN: angulaire
 ASPH: autosphénotique
 BRSTG: rayon branchiostège
 BSPH?: possible fragment du basisphénoïde
 CHYa.: cératohyal antérieur
 CLT: cleithrum
 DN: dentaire
 ECPT: ectoptérygoïde
 ENPT: entoptérygoïde (= endoptérygoïde)
 EP1, 2: épuraux 1 et 2
 EPI: épiotique (= épioccipital)
 EPIN: épineural
 EXO: exoccipital
 FR: frontal
 HCLT: hypercleithrum (= supracleithrum)
 HEM: arc hémal (= hémarcual)
 HEMEP: hémépine (= hémacanthé)
 HHY: hypohyal
 HY1-5: hypuraux 1 à 5
 HYOM: hyomandibulaire
 LEP: lépidotriches (= rayons de nageoire)
 LETH: ethmoïde latéral
 MPT: métaptérygoïde
 MX: maxillaire
 NEUR: arc neural (= neurarcual)
 NEUREP: neurépine (= neuracanthé)
 NP PU2: neurépine de la vertèbre préurale 2
 OP: operculaire
 PA: pariétal
 PCLT: postcleithrum
 PEL: os pelvien
 PHY: parhypural
 PMX: prémaxillaire
 POP: préoperculaire
 PRO: prootique
 PS: parasphénoïde
 PSPH: pleurosphénoïde
 PT: posttemporal
 PTE: ptérotique
 PU2-5: vertèbres préurales 2 à 5
 PU1+U1: vertèbre complexe préurale 1-urale 1
 QU: carré (= quadratique)
 RAD: ptérygophore (= radial)
 SCA: hypercoracoïde (= scapula)

SMX: supramaxillaire
 SN: supraneural
 SOC: supraoccipital
 SOP: sous-operculaire
 SPI: épine initiale de la nageoire pelvienne
 ST: stégural (= uroneural 1)
 U2: vertèbre urale 2
 UR1, 2: uroneuraux 1, 2
 V1, 2: première et deuxième vertèbres
 d.: droit
 g.: gauche

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALDWIN C.C., JOHNSON G.D., 1996. Interrelationships of Aulopiformes. In: Stiassny M.L.J., Parenti L.R., Johnson G.D. (Editors), *Interrelationships of fishes*. Academic Press, San Diego: 355-404.
- DE COSMO P.D., 2002. Rilevamento geologico e stratigrafia dell'area di Apricena (Provincia di Foggia). Tesi di Laurea, Università di Ferrara: 165 pp.
- DENTON J.S.S., 2013. Lanternfish (Teleostei, Myctophiformes, Myctophidae) body fossils from the Modelo Formation (Upper Miocene) of Los Angeles County, California. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33 (4): 786-793.
- DIETZE K., 2009. Morphology and phylogenetic relationships of certain neoteleostean fishes from the Upper Cretaceous of Sendenhorst, Germany. *Cretaceous Research*, 30: 559-574.
- FRASER-BRUNNER A., 1949. A classification of the fishes of the family Myctophidae. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 118: 1019-1106.
- FUJITA K., 1990. The caudal skeleton of teleostean fishes. Tokai University Press, Tokyo: XIII + 897 pp.
- GOODY P.C., 1969. The relationships of certain Upper Cretaceous teleosts with special reference to the myctophoids. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Geology, Supplement 7: 1-255.
- GOSLINE W.A., MARSHALL N.B., MEAD G.W., 1966. Order Iniom. Characters and synopsis of families. In: Mead G.W. et al. (Editors), *Fishes of the Western North Atlantic*, Part 5, *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, New Haven, 1: 1-18.
- GREGORY W.K., 1933. Fish skulls: a study of the evolution of natural mechanisms. *Transactions of the American Philosophical Society*, 23 (2): 75-481.
- HARLAND W.B., ARMSTRONG R.L., COX A.V., CRAIG L.E., SMITH A.G., SMITH D.G., 1989. A geologic time scale. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 263 pp.
- JOHNSON G.D., 1992. Monophyly of the euteleostean clades – Neoteleostei, Eurypterygii, and Ctenosquamata. *Copeia*, 1992 (1): 8-25.
- KOBYLIANSKY S.G., 2016. Anatomy of fishes of the genus *Lampanyctus* (sensu lato), its taxonomic structure and status in the Lampanyctini (Myctophidae) tribe system. *Journal of Ichthyology*, 56 (2): 181-199.
- MAYRINCK D., BRITO P.M., OTERO O., 2015. Review of the osteology of the fossil fish formerly attributed to the genus *+Chanooides* and implications for the definition of oto-physan bony characters. *Journal of Systematic Palaeontology*, 13 (5): 397-420.
- McALLISTER D.E., 1968. Evolution of branchiostegals and classification of teleostome fishes. *Bulletin of the National Museum of Canada*, 221: XIV + 239 pp.
- MEAD G.W., 1966. Family Chlorophthalmidae. In: Mead G.W. et al. (Editors), *Fishes of the Western North Atlantic*. Part 5, *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, New Haven, 1: 162-189.
- NELSON J.S.T., GRANDE T., WILSON M.V.H., 2016. *Fishes of the World*. Fifth edition. WILEY and Sons, New York: 707 p.
- PAXTON J.R., 1972. Osteology and relationships of the lanternfishes (family Myctophidae). *Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County, Science*, 13: 1-81.
- PROKOFIEV A.M., 2006. Fossil myctophoid fishes (Myctophiformes: Myctophoidei) from Russia and adjacent regions. *Journal of Ichthyology*, 46 (supplement 1): S38-S83.
- ROSEN D.E., 1985. An essay on euteleostean classification. *American Museum Novitates*, 2827: 1-45.
- ROSEN D.E., PATTERSON C., 1969. The structure and relationships of the paracanthopterygian fishes. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 141 (3): 357-474.
- STIASSNY M.L.J., 1996. Basal ctenosquamate relationships and the interrelationships of the myctophiform (scopelomorph) fishes. In: Stiassny M.L.J., Parenti L.R., Johnson G.D. (Editors), *Interrelationships of fishes*. Academic Press, San Diego: 405-426.
- TAVERNE L., 2008. Les poissons crétacés de Nardò. 28°. *Sardinioides frigoae* sp. nov. (Teleostei, Myctophiformes, Sardinioideidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, 32: 9-17.
- TAVERNE L., 2009. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 2°. *Garaganoichthys decosmoi* gen. et sp. nov. (Teleostei, Ichthyodectiformes, Ichthyodectidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, 33: 27-39.
- TAVERNE L., 2011. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 3°. *Apricenicichthys italicus* gen. et sp. nov. (Teleostei, Polymixiiformes). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, 35: 19-31.
- TAVERNE L., 2013a. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 4°. *Apricenapiscis depotteri* gen. et sp. nov. (Teleostei, Crossognathiformes, Pachyrhizodontidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, 37: 57-66.
- TAVERNE L., 2013b. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 5°. *Nardodercetis garganoi* sp. nov. (Teleostei, Aulopiformes, Dercetidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria*, 37: 67-74.

tino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Geologia Paleontologia Preistoria, 37: 67-72.

TAVERNE L., 2013c. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 6°. *Cretargentina chapmani* gen. Et sp. nov. (Teleostei, Argentiniformes). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia Paleontologia Preistoria, 37: 73-80.

TAVERNE L., 2014. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 7°. *Garganoclupea svetovidovi* gen. et sp. nov. et *Apricenaclupea ridewoodi* gen. et sp. nov. (Teleostei, Clupeiformes). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia Paleontologia Preistoria, 38: 27-49.

TAVERNE L., 2015. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 8°. *Diaphus prokofievi* sp. nov. (Teleostei, Myctophiformes, Myctophidae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia Paleontologia Preistoria, 39: 27-34.

TAVERNE L., DE COSMO P.D., 2008. Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 1°. *Chanoides weberi* sp. nov. (Teleostei, Ostariophysi, Otocephali, Chanoididae). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia Paleontologia Preistoria, 32: 29-38.

WOODWARD A. S., 1902. The fossil fishes of the English Chalk. Part 1. Palaeontographical Society, London: 1-56.

Le ricerche preistoriche a Verona nei primi decenni del 1900

LUCIANO SALZANI

già Soprintendenza Archeologica del Veneto – Via Don Lorenzo Milani, 6 – 37029 San Pietro in Cariano (Verona)
san.pedro@libero.it

ABSTRACT

Prehistoric research in Verona in the first decades of the twentieth century. The article describes the prehistoric research and the findings occurred between 1900 and ca. 1940. In the first three decades there was a phase of stagnation, due to a lack of scholars in the Museo Civico of Verona and to the scarce activity in the area by the Soprintendenza (cultural assets authority), which was located in Padua. There were some important findings, which however remained isolated and with no follow-up. Beginning in the 1930s, the Soprintendenza developed more efficient measures of preservation and research. Some research surveys were organized on the Lessini Mountains and in the plain.

Key words: Province of Verona, stagnation in research, isolated findings, resumption of studies, excavation campaigns.

RIASSUNTO

L'articolo illustra le ricerche preistoriche e i rinvenimenti avvenuti tra il 1900 e il 1940 circa. Nei primi tre decenni vi è un periodo di stasi, dovuto alla mancanza di studiosi all'interno del Museo Civico di Verona e alla scarsa presenza sul territorio da parte della Soprintendenza, che aveva sede a Padova. Vi sono stati alcuni importanti rinvenimenti, che però sono rimasti isolati e senza seguito.

A partire dagli anni Trenta la Soprintendenza svilupperà un'azione di tutela e di ricerca maggiormente efficaci. Sono state organizzate alcune campagne di ricerca sui Monti Lessini e in pianura.

Parole chiave: Provincia di Verona, stasi nelle ricerche, rinvenimenti isolati, ripresa degli studi, campagne di scavo.

UN PERIODO DI STASI (1900-1930)

Il primo marzo del 1900, con Regio Decreto n. 120, veniva istituita la "Soprintendenza ai Musei ed agli Scavi di Antichità del Veneto", con sede a Padova. Da tempo erano scomparsi i pionieri della Preistoria Veronese (Pietro Paolo Martinati, Gaetano Pellegrini e Stefano De Stefani). Tra gli studiosi della generazione immediatamente successiva a quella dei fondatori della Preistoria Veronese Arrigo Ballardoro aveva ormai abbandonato gli interessi per le indagini preistoriche per dedicarsi principalmente alle ricerche sul folklore e sulle tradizioni popolari; tuttavia, anche nei primi anni del 1900 egli, assieme al fratello Gustavo, aveva continuato a incrementare la sua collezione archeologica privata. Da tempo si era allontanato da Verona Carlo Cipolla, che per circa un ventennio aveva svolto un solerte ruolo di Regio Ispettore alle Antichità e ai Monumenti, con puntuali segnalazioni su "Notizie degli Scavi" di tutti i rinvenimenti avvenuti nella provincia, compresi quelli preromani. Pur da lontano, Cipolla mantenne

uno stretto contatto con la città natale e diede un importante contributo per la tutela dei suoi monumenti (Franzoni, 1994: 310). Il periodo di stasi, che si riscontra per le ricerche preistoriche nel Veronese, rientra in un più ampio quadro italiano di crescente disinteresse per la documentazione archeologica e per le scienze naturali in genere, che viene fatto risalire in parte alla corrente filosofica dell'Idealismo, allora emergente (Peroni, 1992: 41-54). Naturalmente in questa linea generale di tendenza vi sono anche numerose eccezioni.

IL MUSEO CIVICO

Nel 1903 per la prima volta è stata istituzionalizzata la figura di direttore del Museo Civico; infatti fin dalla sua inaugurazione nel 1861 il Museo era stato guidato solo da un conservatore onorario. Nel giro di pochi anni si succedettero in tale carica Pietro Sgul-

mero e Giuseppe Gerola, che non lasciarono un'impronta duratura nel riordino e nell'incremento delle collezioni archeologiche, anche per la brevità del tempo in cui mantennero l'incarico. La situazione del Museo si stabilizzò con l'arrivo di Antonio Avena, che mantenne la direzione per molti anni; però, anche con lui l'interesse per le collezioni paleontologiche rimase molto marginale. Si deve ad Avena un riordino dell'allestimento dell'esposizione archeologica del Museo nella sede di Palazzo Pompei, un compito che egli aveva portato a conclusione nel 1913 (Bolla, 2003: 121). Infatti, l'alluvione dell'Adige del 1882 aveva recato gravi danni all'esposizione originaria; in parte si erano salvate le collezioni paleontologiche grazie a un pronto intervento di Stefano De Stefani che aveva recuperato le indicazioni di provenienza dei materiali e aveva dato un riordino di massima, includendo anche le collezioni dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona che proprio in quell'anno erano state consegnate al Museo Civico (Curi, 1997-98: 175). Su questa esposizione ottocentesca rimangono una breve descrizione e alcune osservazioni critiche pubblicate da Moriz Hoernes nei primi anni del 1900 (Hoernes, 1903: 110-117). Le collezioni paleontologiche erano esposte in due sale al pianoterra del Museo. Nella prima sala si trovavano i materiali delle collezioni dell'Accademia, suddivisi in vari raggruppamenti: i materiali da Monte Loffa e dai siti dei Lessini, le selci strane, che egli non esita a definire false, e materiali dell'età del Ferro, tra cui anche quelli della necropoli di Minerbe. Nella seconda sala erano esposti i materiali delle palafitte di Peschiera e di altri siti della provincia, i materiali di necropoli dell'età del Ferro e infine i materiali delle collezioni Muselli e Verità.

Nel riordino di Avena del 1913 furono destinate all'archeologia tre sale al piano terra del Museo. Nella prima sala erano esposte antichità, per la massima parte di collezione, non provenienti dal territorio veronese; la seconda sala era stata destinata alla collezioni preistoriche veronesi e nella terza sala trovavano posto le antichità romane del territorio veronese (Avena, 1913: 217).

Questo allestimento museale durò pochi anni e fu interrotto sia per gli eventi della Grande Guerra sia anche perché Avena da tempo curava il progetto di separare le collezioni archeologiche da quelle di scienze naturali e da quelle d'arte per esporle in tre strutture museali distinte (Ruffo, Curi, 2005: 79). Così, prendendo lo spunto dall'esigenza di recuperare altri spazi nella sede del Museo a Palazzo Pompei, i materiali di epoca preistorica e romana furono

trasferiti nell'ex convento di San Gerolamo sopra il Teatro Romano, costituendo in questo modo il primo nucleo di un museo archeologico della città (Bolla, 2003:123), che fu inaugurato nel 1924 alla presenza del principe Umberto. L'esposizione preistorica era collocata nelle sale superiori del chiostro e illustrava in particolare le palafitte del Lago di Garda, le terramare della pianura veronese e i ritrovamenti sui Monti Lessini (Marconi, 1924-25: 428).

Nei primi decenni del Novecento, a causa dell'assenza di studiosi locali, il Museo Civico di Verona si era ridotto a svolgere un ruolo irrilevante nelle attività di ricerca nel territorio. Tutto questo risulta evidente prendendo in esame "Madonna Verona", rivista del Museo, dove le segnalazioni di rinvenimenti e di donazioni di materiali archeologici sono assai rare; si tratta sempre di ritrovamenti casuali e non di ricerche programmate. Tra le segnalazioni più significative vi sono quelle di selci da Torbiera Cascina di Sona, dono di Carlo Fiorini (*Redazione*, 1907: 54), di materiali da tombe paleovenete, tra cui una paletta di bronzo e un *tutulius* di lamina, a San Vito di Cerea, acquistati dal Museo (Da Lisca, Gerola, 1908: 42-44), di una punta di freccia in selce, trovata nel 1851 a Lazise da Francesco Fontana e donata al Museo nel 1908, da Agostino Goiran (Goiran, 1908: 191-192), di un tesoretto di 310 dramme padane d'argento di imitazione massaliota da Nogarole Rocca (Tua, 1909: 122-124), di alcune fibule, di un pendaglio e di un anello da San Pietro in Valle, dono di Silvio Zeni (*Redazione*, 1909: 132), della freccia in selce e della fibula ad arco di violino da Valle Passiva, già segnalate da Ghirardini (*Redazione*, 1909: 229; Ghirardini, 1901: 292-293), di un'ascia di bronzo da Buttapietra, dono di Samuele Antonietti (*Redazione* 1910: 144), di reperti dell'età del Bronzo, tra cui un pugnale, dall'attuale abitato di Lazise (Cavazzocca Mazzanti, 1911: 216-217; Arch. Sopr. prot. n. 851 del 23 settembre 1910), di tre scheletri umani trovati nel 1876 alla Rocca di Rivoli, "ritenuti allora di epoca neolitica", dono di Arrigo Ballardoto (Avena, 1913: 223), di una freccia di selce con avanzi umani trovata presso San Bonifacio, dono di Achille Forti (*Redazione*, 1914: 231); la "freccia" va identificata con il pugnale di selce, trovato nel mese di marzo in una tomba dell'età del Rame presso Soave e donato al Museo Civico da Achille Forti, assieme a un pugnale di selce trovato nel mese di settembre dello stesso anno in una tomba a Poiano, alla profondità di 2 metri. Le brevi didascalie, scritte sul cartone su cui erano stati applicati i due pugnali, non lasciano dubbi sulla loro provenienza da tombe; a questo riguardo è

interessante anche l'appunto scritto sul retro di una fotografia del pugnale di Soave: "Nel marzo 1914 nei pressi di Soave in provincia di Verona fu trovata questa freccia di selce neolitica con avanzi umani. Dono del Cav. Dott. Achille Forti di Verona. Freccia lunga cm 17, larghezza cm 5, di colore oppalino chiaro" (Arch. Sopr.).

A distanza di qualche anno si era persa memoria sulle circostanze precise di questi due rinvenimenti; a Raffaello Battaglia fu riferito che i due pugnali sarebbero stati consegnati direttamente alla direzione del Museo, che non era certo che provenissero da tombe e che l'indicazione della provenienza da Poiano era errata (Battaglia, 1919-20: 35). Ad Achille Forti si devono anche le donazioni al Museo Civico di un gruppo di strumenti di selce da località varie (Longo, Isotta, 2004: 91-95) e dei materiali provenienti da un saggio di scavo nel 1922, fatto assieme a Ramiro Fabiani al Ponte di Veia (Battaglia, 1923: 3). Nel 1920 il Museo acquistò da Angelo Danieli una collezione preistorica da Peschiera (*Redazione*, 1920: 254). Vi sono state anche alcune donazioni particolari. Nel 1909 gli eredi di Stefano De Stefani donarono 22 tavole archeologiche in cornice (*Redazione*, 1909: 229). Nel 1912 la contessa Elvira Miniscalchi-Erizzo donò al Museo Civico alcuni materiali che facevano parte del famoso Museo Moscardò; tra di essi vi erano anche 14 selci preistoriche e 8 accette di pietre "esotiche" (Avena, 1912: 247). Ben più importante è stata la donazione della collezione Balladoro, avvenuta nel 1921, che merita una illustrazione a parte.

Tra gli studi di questo periodo, relativi a reperti dal territorio veronese, vanno segnalati due interessanti articoli di Raffaello Battaglia, pubblicati sulla rivista del Museo "Madonna Verona"; questo studio sarà poi protagonista di importanti ricerche sui Monti Lessini durante gli anni Trenta.

Nel primo articolo Battaglia prende in considerazione gli abitati e le sepolture dei Lessini che presentano materiali di tipo campignano, illustra in particolare l'industria litica caratteristica della facies campignana, che egli inserisce in un più ampio quadro europeo, e infine propone per questa litotecnica una datazione che ha le radici nel paleolitico e continua per lungo tempo nelle fasi successive; in questo ampio quadro egli osserva che sui Monti Lessini le selci campignane molto spesso sono associate a selci strane, che egli ritiene autentiche e di alta antichità (Battaglia, 1916: 61-96). Nell'altro articolo Battaglia segnala l'esistenza di un abitato di facies campignana lungo il versante Nord della valletta del

Ponte di Veia e prende in esame i materiali di uno scavo fatto nel 1922 da Achille Forti e Ramiro Fabiani; egli coglie l'occasione per tornare sul problema delle selci strane, a cui assegna un probabile significato simbolico e religioso (Battaglia, 1923a: 1-31). Nei medesimi anni, immediatamente successivi alla prima guerra mondiale, Battaglia pubblicava su altre riviste alcuni articoli che trattavano di materiali preistorici dai Monti Lessini e dal Veronese in generale, a dimostrazione del suo particolare interesse per questa zona. In un articolo Battaglia descrive i materiali di Scalucce di Molina, presenti nelle collezioni del Museo Antropologico dell'Università di Padova e frutto di un piccolo scavo effettuato qualche anno prima da Enrico Tedeschi (Battaglia, 1917-18: 3-16); in un altro articolo vengono prese in esame le documentazioni eneolitiche del Veneto e vengono presentati anche tombe e ritrovamenti sporadici dal territorio veronese (Battaglia, 1919-20: 33-56); infine, in un altro articolo egli torna ancora sulla problematica delle selci campignane, che egli attribuisce a un lungo periodo tra la fine del paleolitico all'età dei metalli (Battaglia, 1923b: 130-149).

La collezione Balladoro

"A nome pure di mio fratello Gustavo, mi pregio di offrire al Civico Museo di Verona la collezione d'oggetti preistorici da noi raccolti nella provincia di Verona, Brescia, Mantova. Unica condizione che poniamo è che dette raccolte debbano permanentemente recare l'indicazione della loro provenienza e cioè «Raccolte Conti Arrigo e Gustavo Balladoro». Qualora e in qualsiasi tempo ciò non venisse osservato, il Museo Preistorico ed Etnografico di Roma potrà avocare a sé le suddette raccolte" (Arch. Museo Civico. Anno 1921, Atti della Conservazione, lettera di A. Balladoro alla Direzione dell'8 luglio 1921; Marchini, 1972: 190). Con queste righe, indirizzate ad Antonio Avena, direttore del Museo Civico, Arrigo Balladoro ufficializzava la donazione di una collezione che aveva iniziato a formare quasi quarant'anni prima e che aveva incrementato nel tempo. In tutta l'operazione della donazione avevano avuto un ruolo fondamentale Antonio Avena e Gino Fogolari, Soprintendente alle Antichità del Veneto, ma da molti anni i fratelli Balladoro avevano l'idea di donare la collezione alla città, come Arrigo scriveva in una lettera del 1906 a Luigi Pigorini: "È pure da considerarsi la possibilità che noi in un'epoca più o meno prossima, possiamo cedere l'intera nostra raccolta al Civico Museo, ed è superfluo ch'io dimostri a Lei l'interesse che sarebbe qui in Verona

una larga rappresentanza delle stazioni lacustri del lago di Garda (Arch. Museo Nazionale, lettera del 9 gennaio 1906).

La collezione era conservata nel palazzo di Corso Cavour a Verona ed era stata visitata nel 1897 da Luigi Pigorini (Arch. Balladoro, lettera di L. Pigorini del 18 aprile 1897; Bruzzone, 2017: 80). I rapporti tra Arrigo Balladoro e Luigi Pigorini furono di reciproca stima e durarono negli anni (Bruzzone, 2017: 73-90). Più volte, su richiesta di Pigorini, Balladoro inviò disegni e fotografie dei materiali rinvenuti; in qualche caso egli inviò a Roma anche alcuni materiali affinché venissero pubblicati sul Bollettino di Paleontologia Italiana, come un'incudine dalle palafitte di Pacengo (Pigorini, 1899: 200-201) e una fibula placcata in oro dalle palafitte di Peschiera (Paribeni, 1904: 29-32). Nel 1902 i conti Balladoro erano in trattative con Flaminio Pellegrini, figlio di Gaetano, per acquistare la collezione dei reperti preistorici della Rocca di Rivoli; nello stesso tempo anche Pigorini manifestò il suo interesse e a lui Flaminio espresse le sue incertezze: “[...] l'idea di collocare la raccolta in sede più opportuna ci sembra ben plausibile, massime ora che da due parti ci viene espresso analogo desiderio. Ella conosce il conte Arrigo Balladoro, raccoglitore zelante d'antichità veronesi, che ormai radunò nel suo palazzo un piccolo Museo bene e scientificamente ordinato. Egli da tempo – massime per mezzo dei Conti Cipolla – mi fa sentire che non gli spiacerebbe unir gli oggetti del Monte Rocca alle sue collezioni, certo il tutto sarebbe disposto con la massima cura e meno facilmente potrebbe andare a male, in mano di persona facoltosa e appassionata di questi studi” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 29 aprile 1902). Da parte loro i Conti Balladoro rinunciarono subito, appena seppero che Pigorini desiderava acquisire la collezione Pellegrini per il suo museo di Roma (Arch. Balladoro, lettera di L. Pigorini del 29 marzo 1902; Bruzzone, 2017: 86). Tra i materiali che i Conti Balladoro avevano acquistato per la loro collezione vi era una piccola urna proveniente dal sepolcreto di Monte Lonato (acquisto da Antonio Bignotti); quando Pigorini espresse il desiderio di averla, l'urna fu subito donata al suo museo. Da parte sua Pigorini non mancò di sollecitare più volte Arrigo Balladoro a pubblicare quanto veniva acquisendo per la sua collezione: “Bisogna pure che Ella non dimentichi che non giova scoprire e raccogliere tanto pregevole materiale, se poi gli studiosi non ne ricevono notizia” (Arch. Balladoro, lettera di L. Pigorini del 29 marzo 1902; Bruzzone, 2017: 86), però le richieste di Pigorini dovevano rimanere

inevase perché Arrigo Balladoro ormai era completamente dedito a studi etnografici.

I reperti della collezione Balladoro erano applicati in modo ordinato su dei cartoncini, che conservavano le indicazioni della località e talvolta anche dell'anno di rinvenimento. La rivista “Madonna Verona” diede ampia notizia della donazione, indicando il numero dei cartoncini con i materiali riferibili alle singole località di provenienza, che componevano la collezione (*Redazione*, 1921: 87). Il nucleo originario della collezione era costituito dai materiali delle ricerche dei fratelli Arrigo e Gustavo Balladoro nelle palafitte di Pacengo. Queste ricerche cominciarono nel 1892, quando Arrigo era appena ventenne, e proseguirono fino al 1900. Due brevi relazioni di Arrigo Balladoro sulle ricerche illustrano le modalità delle indagini e presentano l'elenco degli oggetti rinvenuti (Balladoro, 1895: 453-456; Balladoro, 1899: 32-37); l'ultima campagna di ricerche nell'anno 1900 è rimasta completamente inedita. Nella palafitta di Porto di Pacengo, grazie a un abbassamento delle acque del lago, le ricerche furono effettuate mediante un “pinzette” con in quale si recuperavano i reperti dal fondo; molti reperti furono trovati nella fascia adiacente alla sponda. Invece, nella palafitta di Bor di Pacengo si procedette col solito metodo di scavare tramite draghe. Nella collezione 129 cartoncini contenevano materiali della palafitta del Porto di Pacengo e 75 cartoncini contenevano materiali della palafitta di Bor. 4 cartoncini contenevano materiali della torbiera di Polada ed erano frutto di scambi, avvenuti tra il 1893 e il 1894, con Giovanni Rambotti (Arch. Balladoro, lettere di G. Rambotti del 24 novembre 1893 e del 10 aprile 1894). Nel 1899 i Conti Balladoro acquistarono un gruppo di materiali provenienti dalla torbiera di Cattaragna (Martinelli, Trevisan, 2015: 59), che furono collocati su 17 cartoncini della loro collezione. Nel 1901 furono acquistati da Antonio Bignotti alcuni materiali provenienti dalle torbiere di Cavriana (Martinelli, Piccoli, Trevisan, 2014: 155), che furono collocati su 19 cartoncini. Nel 1902 furono acquistati dagli operai addetti al dragaggio del bacino di Peschiera molti materiali a cui fu assegnata la denominazione di “Bacino Marina” (v. *infra*); altri materiali furono recuperati durante lavori di dragaggio del 1906, ai quali fu assegnata la denominazione di “Imboccatura del Mincio” (v. *infra*); complessivamente i materiali di Peschiera costituivano 90 cartoncini della collezione. Vi erano inoltre alcuni cartoncini con selci, tutte false, da Scalucce di Molina 1906; nello stesso anno Balladoro scriveva a Pigorini: “Mille grazie della nota sulle

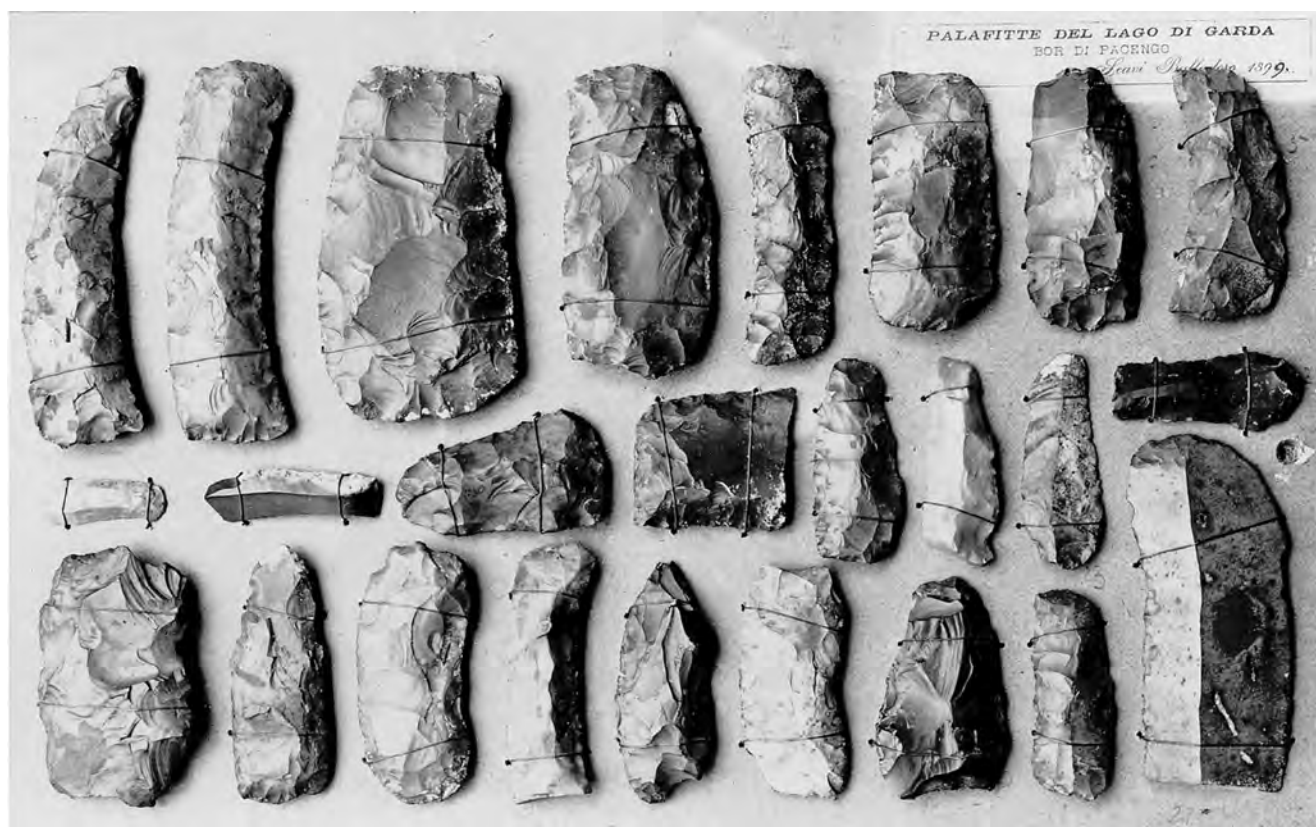
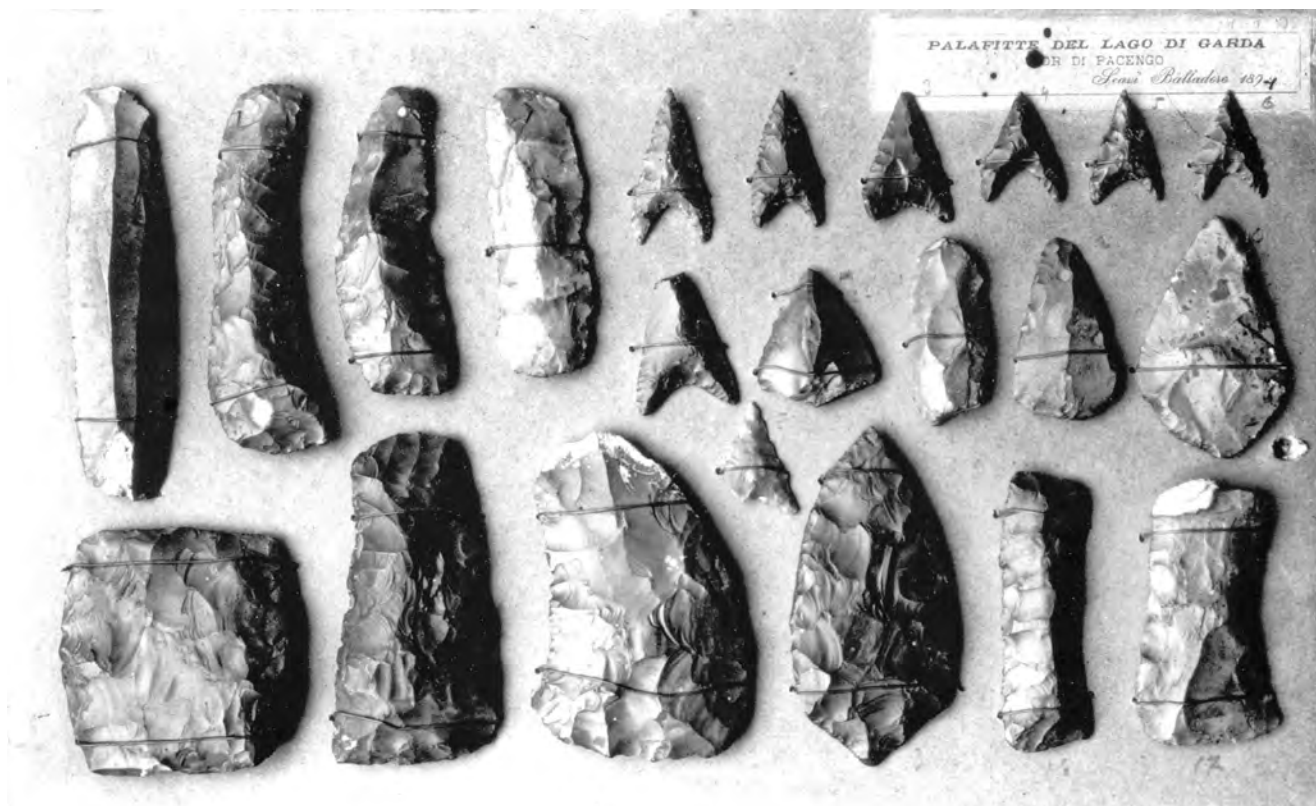


Fig. 1 – Collezione Balladoro. Bor di Pacengo. In alto: ricerche 1894; in basso: ricerche 1899 (foto Arch. Sopr.)
Balladoro Collection. Bor di Pacengo. Top: 1894 research; bottom: 1899 research (photo Arch. Sopr.)



Fig. 2 – Collezione Balladoro. Bor di Pacengo. Ricerche 1899-1900 (foto Arch. Sopr.)
Balladoro Collection. Bor di Pacengo. 1899-1900 research (photo Arch. Sopr.)

antichità dei Monti Lessini. Quanto ho vivo il desiderio di tentare, una volta o l'altra, dei nuovi scavi" (Arch. Museo Nazionale, lettera di A. Balladoro del 9 gennaio 1906). Da alcune lettere di Teodorico Finato allo zio Luigi Pigorini si apprende che Arrigo Balladoro si era effettivamente recato nella zona di Breonio, ma aveva cercato a vuoto e gli era stato detto che avrebbe dovuto preavvisare prima gli scavatori (Pessina, 2001-2002: 90). Balladoro acquistò nel 1906 da Giovan Battista Marconi le selci della collezione che portano l'indicazione di provenienza da Scalucce (Arch. Zorzi, cont. 12, fasc. 8).

Il numero dei cartoncini della collezione Balladoro dà già una prima idea dell'entità e del numero dei materiali; un esame, anche parziale, delle foto dei reperti conservati sui cartoncini, mostra l'eccezionale importanza scientifica di quanto i fratelli Balladoro erano riusciti a raccogliere e conservare. Nel periodo in cui la collezione Balladoro fu esposta al Museo Archeologico di Verona la Soprintendenza fece compilare delle brevi schede di parte dei materiali della palafitta di Bor di Pacengo e fece eseguire le fotografie di alcuni cartoncini su cui erano collocati i reperti. Altre fotografie di cartoncini della collezione Balladoro furono utilizzate nella Prima Esposizione Nazionale di Storia della Scienza, che si è tenuta a Firenze nel 1929. Partendo da questa base documentaria, oltre che dall'esame dei reperti conservati al Museo Civico di Storia Naturale di Verona, sarà possibile ricostruire l'immagine e la storia di una importante collezione archeologica privata, che rappresenta una fase delle ricerche preistoriche a Verona.

La Prima Esposizione Nazionale di Storia della Scienza (Firenze 1929)

Dal mese di maggio a quello di novembre del 1929 si svolse a Firenze la Prima Esposizione Nazionale di Storia della Scienza, una mostra che "voleva in primo luogo offrire una panoramica più possibile completa sul contributo dato dalle città e regioni italiane al progresso scientifico (Barreca, 2016: 35). I Musei Civici di Verona aderirono in modo entusiastico e, per quanto riguarda la Preistoria, illustrarono soprattutto le ricerche ottocentesche avvenute in provincia. Esiste una particolareggiata documentazione fotografica dei cartoncini con reperti archeologici. Un gruppo di cartoncini conteneva materiali scavati da Stefano De Stefani nelle stazioni litiche di Breonio e a Campo Paraiso; un altro gruppo presentava i reperti da Scalucce, da San Briccio di Lavagno e altri rinvenuti sparsi a Gazzo, Valeggio, Soave e

Poiano; dalla collezione Balladoro erano presentati reperti da Bor e da Porto di Pacengo, da Peschiera e da Scalucce; infine dalle ricerche di Pellegrini a Rivoli e a Povegliano erano presentate le immagini riprodotte da pubblicazioni. Nel complesso di tutti i materiali erano abbastanza numerose le cosiddette selci strane. I materiali presentati all'Esposizione erano accompagnati da un saggio di Giovanni Quintarelli su "Il contributo veronese alla Scienza Preistorica" (Quintarelli, 1929), nel quale venivano riassunte le vicende della ricerca ottocentesca, veniva nuovamente presa posizione per l'autenticità delle selci strane e si concludeva con termini molto lusinghieri ed elogiativi per le figure di Martinati, De Stefani, Pellegrini e Balladoro: "Un suolo ricco di elementi della preistoria e un gruppo di uomini di intelletto e di grande fervore che lo illustra: questo è il compendio della parte che spetta a Verona nella scienza italiana" (Quintarelli, 1929: 25).

Questa Esposizione di Firenze, nella quale la preistoria veronese si presenta ancora sostanzialmente legata a vicende del passato, può essere considerata la conclusione della lunga fase delle ricerche compresa tra la seconda metà del 1800 e i primi decenni del 1900.

LA SOPRINTENDENZA ALLE ANTICHITÀ DEL VENETO

Gherardo Ghirardini, il primo Soprintendente alle Antichità del Veneto, fu presente a Verona soprattutto per le ricerche e i restauri del Teatro Romano, ma ebbe varie difficoltà a intervenire nel territorio, per mancanza di mezzi e di personale adeguato; dalla sede della Soprintendenza a Padova risultava difficoltoso raggiungere zone di una provincia che era diventata marginale. Inoltre era venuta a cadere quella rete di informatori locali che era stata così efficace nel segnalare nuovi rinvenimenti durante gli ultimi decenni del 1800. La situazione migliorò di poco dal 1908 con l'arrivo di Giuseppe Pellegrini come nuovo Soprintendente; molto spesso per fare sopralluoghi nella pianura veronese egli dava incarico al personale del Museo di Este, che era prossimo a questo territorio. In tutto questo periodo gli interventi della Soprintendenza nel Veronese si qualificano spesso come episodi isolati per arginare delle emergenze e non sono rare le occasioni mancate.

Occasioni sostanzialmente mancate per la ricerca archeologica sono stati i lavori di dragaggio che il Genio Civile in modo quasi ciclico svolgeva nel *Golfo di Peschiera* e dei quali si conosce molto poco.

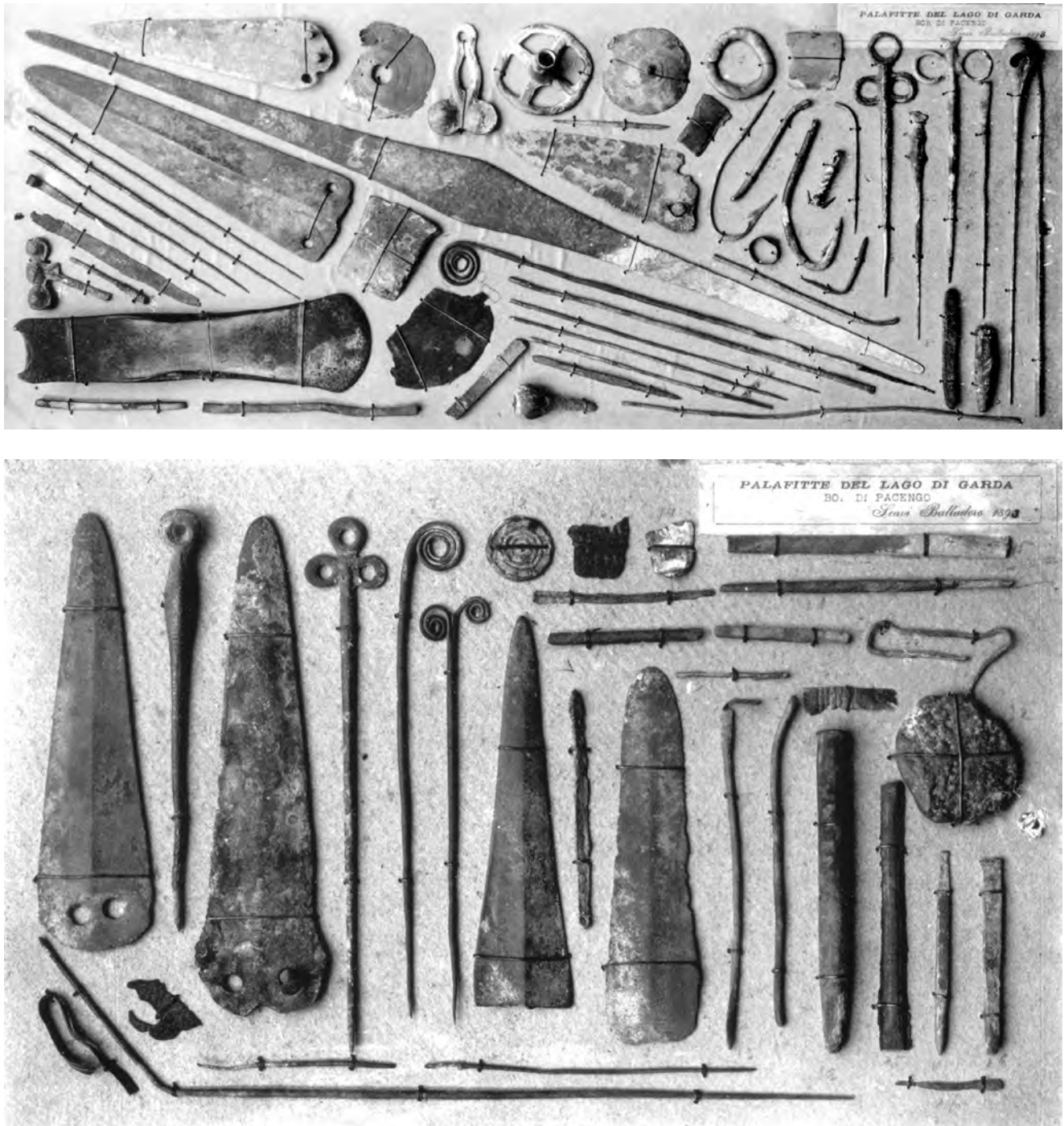


Fig. 3 – Collezione Balladoro. Bor di Pacengo. In alto: ricerche 1898; in basso: ricerche 1893 (foto Arch. Sopr.)
Balladoro Collection. Bor di Pacengo. Top: 1898 research; bottom: 1893 research (photo Arch. Sopr.)

Quando si riusciva a ottenere il permesso del Genio Civile, ci si limitava esclusivamente a recuperare i reperti tra il terreno dragato.

In una lettera, indirizzata il 23 marzo 1902 ad Arrigo Balladoro, Luigi Pigorini scrive: “Sono lietissimo della notizia dell’incremento che ha avuto la sua collezione quanto ad oggetti di bronzo dalle palafitte di Peschiera” (Arch. Balladoro, lettera del 29 marzo 1902). Riguardo a questi ritrovamenti vi sono alcuni accenni in una successiva lettera del 1906 da parte di Balladoro a Pigorini: “Quattro anni fa l’ing. Vincenzoni, appaltante dei lavori del bacino di Peschiera, aveva dato ordini severissimi perché ogni oggetto rinvenuto fosse a lui consegnato. Ebbene? Quasi tutta la totalità degli oggetti, a sua insaputa, finì nelle mie mani tanto che i pochi a lui rimasti finì di cedermeli, ed ora tutta la raccolta (varie centinaia di oggetti) figurano nella mia collezione. [...] Tutti gli oggetti venivano prevalentemente ritrovati dagli operai che se li mettevano in tasca colla certezza di venderli poi a me ad un prezzo cinque o dieci volte maggiore di quello che avrebbe dato loro l’appaltatore” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 9 gennaio 1906). Dovrebbe trattarsi di quel complesso di materiali della collezione Balladoro noto con la denominazione di “Bacino Marina”.

Scarse sono anche le informazioni sugli scavi fatti dal Genio Civile nel 1906 nel Porto di Peschiera fino all’“Imboccatura del Mincio”. Avuta la notizia del progetto, già nel 1903 Pigorini si attivò presso la Direzione Generale per le Antichità e Belle Arti (Arch. Museo Nazionale, prot. n. 196 del 26 luglio 1903), poi presso il Ministero dei Lavori Pubblici e infine presso il Genio Civile di Verona. Lo scopo era quello incaricare una persona di fiducia che assistesse ai lavori e che raccogliesse i materiali archeologici nel fango estratto dalle draghe; i materiali recuperati dovevano poi essere destinati al Museo Preistorico, Etnografico e Kircheriano di Roma di cui Pigorini era direttore.

Referente a Verona di Luigi Pigorini era il nipote Teodorico Finato. Da alcune lettere di quest’ultimo appare chiaro che uno dei timori di Pigorini era che nelle trattative si inserisse Arrigo Balladoro: “Quando principieranno [i lavori] però l’Ing. Capo Toniolo si assume tutta la responsabilità perché niente possa essere trafugato, neppure da... Balladoro” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 23 gennaio 1906). In un’altra lettera Teodorico scriveva, alludendo a Balladoro: “[...] appresi che tutto era stato predisposto per il meglio onde salvare dalle brame rapaci il materiale scientifico che eventualmente fosse stato scoperto” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 5 febbraio 1906).

Per individuare una persona di fiducia come controllore degli scavi l’Ingegnere Capo del Genio Civile di Verona si rivolse a Pietro Sgulmero, direttore del Museo Civico di Verona, il quale gli indicò proprio Arrigo Balladoro, Regio Ispettore dei Monumenti e Scavi di Antichità, con giurisdizione anche sul territorio di Peschiera.

Il conte rinunciò adducendo le motivazioni di una malattia e della necessità di un periodo di riposo. Subito dopo Balladoro scrisse una lettera confidenziale a Pigorini, in cui manifestava le sue opinioni circa le modalità che avrebbero dovuto essere seguite nel recupero dei materiali. Egli riteneva inefficace una sorveglianza ufficiale, visto quanto era successo quattro anni prima negli scavi di Bacino Marina quando gli operai raccoglievano gli oggetti e li vendevano al miglior offerente. Proponeva invece che l’incarico venisse dato al fratello Gustavo, che avrebbe lavorato con assiduità a condizione che “gli oggetti o vengano ad impinguire la raccolta familiare, ovvero vadano ad aggiungersi alle importanti collezioni del Civico Museo di Verona” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 9 gennaio 1906).

I lavori di dragaggio iniziarono il 5 febbraio 1906 e l’Ingegnere Capo del Genio Civile assicurò Pigorini che a sorveglianza era stato messa “una persona proba e di fiducia di questo Ufficio” (Arch. Museo Nazionale, lettera dell’8 febbraio 1906). Nell’archivio del Museo Nazionale tutta la corrispondenza relativa a questi scavi di Peschiera si interrompe con una lettera di Pigorini che informa l’Ingegnere Capo del Genio Civile di Verona che le spese per il sorvegliante sarebbero state sostenute dal Ministero (Arch. Museo Nazionale, lettera del 10 febbraio 1906). Non si conosce il seguito. Sta di fatto che i reperti provenienti da questi scavi confluirono nella collezione Balladoro con l’indicazione di “Imboccatura del Mincio 1906”. Si può ipotizzare che si sia ripetuta la situazione che si era verificata durante gli scavi del 1902.

Resta sorprendente che in tutta questa vicenda non sia stata informata o coinvolta la Soprintendenza territorialmente competente; la cosa è inspiegabile, a meno che non si debba pensare a una smodata bramosia di Pigorini di appropriarsi dei reperti per il suo Museo di Roma, escludendo possibili concorrenti come la Soprintendenza e i Conti Balladoro.

Riguardo al problema di un’individuazione dell’area dei lavori e dei ritrovamenti, si può osservare che in tutta la corrispondenza si parla genericamente di lavori nel porto di Peschiera; in una lettera è interessante l’indicazione data dal Genio Civile di



Fig. 4 – Collezione Balladoro. Peschiera: Bacino Marina (foto Esposizione Firenze 1929)
Balladoro Collection. Peschiera: Bacino Marina (photo 1929 Florence Exhibition)

Verona: “Lavori di escavo del Canale di accesso al porto interno di Peschiera” (Arch. Museo Nazionale, lettera del 2 giugno 1905).

Altri lavori a Peschiera devono essere stati fatti anche negli anni successivi perché nell’archivio della Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Verona, Rovigo e Vicenza vi è un documento che porta l’indicazione di “Peschiera 1914” e un elenco di “oggetti rinvenuti dal Genio Civile negli scavi del porto di Peschiera sul Lago di Garda, consegnati alla R. Soprintendenza ai Musei e Scavi Archeologici del Veneto in Padova”; si tratta soprattutto di spilloni, aghi, qualche pugnaletto e armilla, alcuni ami e due fiocine (Arch. Sopr. Peschiera, 1914).

Tutta questa vicenda delle inadeguate ricerche archeologiche a Peschiera ha avuto una singolare appendice. Nel 1929, in un periodo di acceso nazionalismo, il Regio Istituto Italiano di Archeologia fece pressioni al Ministero affinché venissero rivendicati e restituiti all’Italia i reperti scavati a Peschiera nel 1860 dal Barone von Sacken e conservati a Vienna (Arch. Sopr. prot. n. 1479 del 5 maggio 1929). Richiesto di un parere, il Soprintendente Ettore Ghislanzoni saggiamente rispondeva che ogni rivendicazione era inutile; egli proponeva, invece, che si iniziasse “una campagna di scavi, con i mezzi moderni e cioè circoscrivendo con dighe e prosciugando con pompe elettriche in punti adatti, delle aree per poter eseguire un’esplorazione stratigrafica allo scopo di risolvere il problema indubbiamente interessantissimo [delle palafitte], tenendo presente che finora le esplorazioni delle palafitte in Italia sono state fatte col noto sistema dei badiloni o draghe a mano che hanno consentito di raccogliere oggetti, ma non di determinare la vera natura della stazione nella quale gli oggetti si trovavano” (Arch. Sopr. prot. n. 1480 del 13 maggio 1929).

La vicenda dei ritrovamenti di *Monte Tesoro* a Sant’Anna d’Alfaedo è emblematica delle difficoltà in cui si trovava a operare la Soprintendenza da poco istituita. Nel 1906 il Genio Militare aveva iniziato gli sterri sulla sommità del monte per la costruzione di un forte. Il 23 novembre veniva informato il Soprintendente Gherardo Ghirardini che i lavori avevano messo in luce le fondamenta di un castello medioevale e che al di sotto dei muri vi era uno strato carbonioso in cui si trovavano materiali di un abitato dell’età del Ferro: “I cocci sono così abbondanti che se ne possono asportare a carretti” (Arch. Sopr. prot. n. 974 del 24 novembre 1906). Ghirardini informò il Comando del Genio Militare sull’importanza del

rinvenimento, ma non vi fu modo di ottenere l’assistenza ai lavori da parte di un incaricato ed egli si limitò a chiedere di tenere a disposizione i materiali archeologici recuperati dagli operai e di avere il permesso di accesso alla località (Arch. Sopr. prot. 1010 dell’8 dicembre 1906); dopo varie difficoltà il sopralluogo fu fatto il 25 luglio dell’anno successivo, quando ormai i lavori di sterro erano in fase molto avanzata.

Tra il 1909 e il 1913 la Soprintendenza svolse delle ricerche nel territorio di *Oppeano*. Nel dicembre del 1909 le arature avevano intaccato delle sepolture in località Montara, nell’appezzamento denominato “I Sabbioni”, presso la sponda del dosso di Oppeano verso la valle, nel fondo Consolo Goldschmiedt. Si tratta della medesima località da cui proveniva parte dei reperti pubblicati da Pigorini nel 1878 (Pigorini, 1878: 105-124). Nel gennaio del 1910 Alfonso Alfonsi prese visione dei materiali recuperati, ne fece un elenco, fece un sopralluogo sul posto e raccolse tutte le notizie relative alle modalità di rinvenimento da parte del fittavolo del terreno, che aveva svolto i lavori agricoli (Arch. Sopr. prot. 31 del 17 gennaio 1910). Secondo queste informazioni, quando l’aratro urtava contro degli ostacoli i contadini allargavano il solco e in questo modo furono scavate 30 tombe. Dieci tombe, che Alfonsi giudicò protostoriche, erano in semplice fossa con l’urna deposta all’interno assieme a terreno carbonioso; le altre, giudicate romane, erano a cassetta di tegole con le ceneri deposte sul fondo accanto a corredi di vasi, lucerne, balsamari, monete e fibule; due tombe erano alla cappuccina ed erano ad inumazione. Dall’elenco dei materiali, redatto da Alfonsi, tra i protostorici vanno segnalati in particolare una situletta in lamina bronzea e con manico ritorto, un’urna ovoide e un coltello in bronzo con lama spezzata, databili tra il II e il III Periodo; tra gli altri materiali vi sono un grande frammento di fibula in bronzo di tipo La Tène, alcuni grandi coltelli di ferro e una spada di ferro lunga cm 70, che permettono di ipotizzare la presenza anche di alcune tombe della tarda età del Ferro. Nel giugno del 1911 la Soprintendenza stava organizzando una campagna di scavi nell’appezzamento “I Sabbioni”, ma non fu possibile realizzarla in quanto era in corso la vendita del terreno a Tito Scudellari (Arch. Sopr. prot. 494 del 9 giugno 1911 e prot. 498 dell’11 giugno 1911). Nel mese di novembre 1912 Alfonsi faceva un sopralluogo in località Montara, nel fondo denominato Crosaron, ora di proprietà Scudellari, e poteva constatare che le arature avevano intaccato tombe romane e preromane.

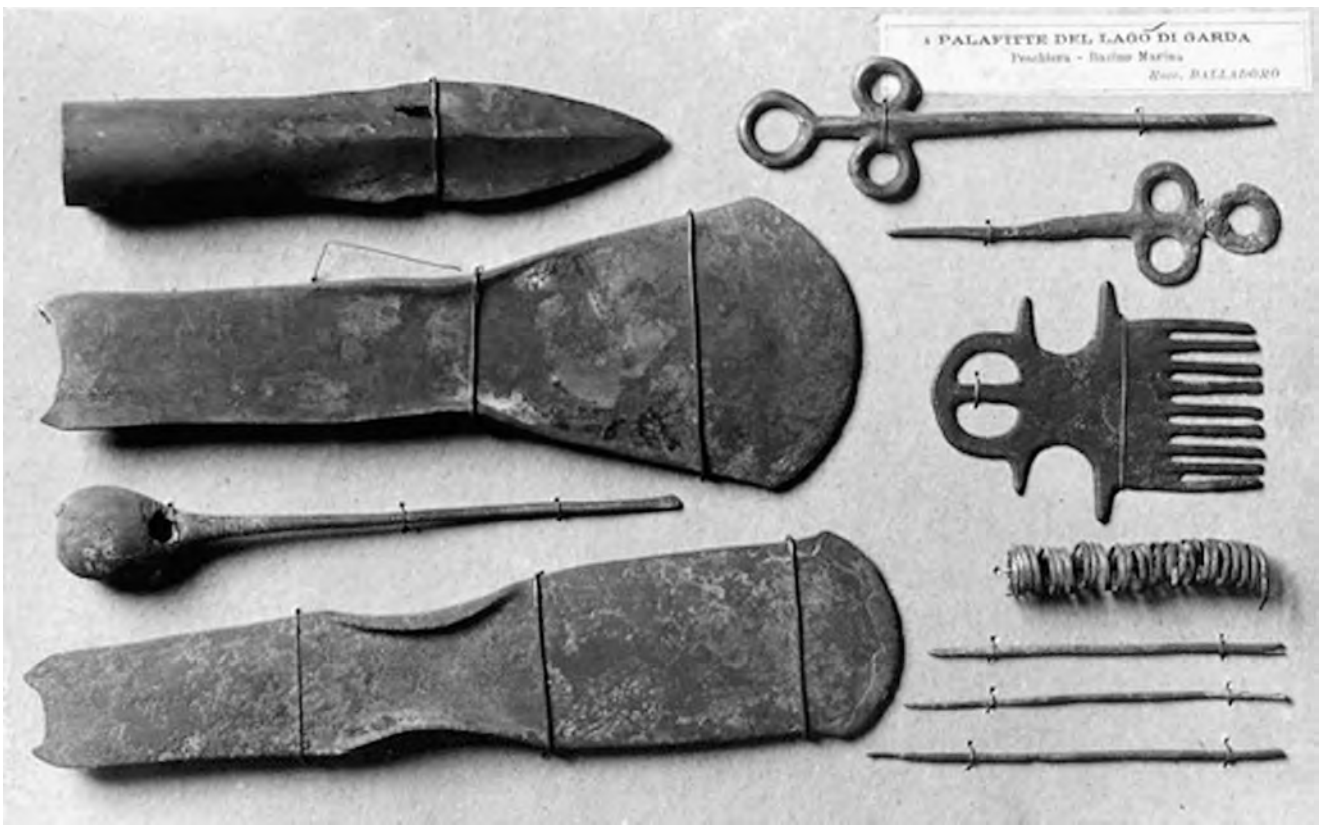


Fig. 5 – Collezione Balladoro. Peschiera: Bacino Marina (foto Esposizione Firenze 1929)
Balladoro Collection. Peschiera: Bacino Marina photo 1929 Florence Exhibition)

Tra tutte va segnalata una tomba a inumazione solo parzialmente intaccata dall'aratro. Lo scheletro portava a un avambraccio un bracciale a due giri di fettuccia; sopra il petto erano deposte due fibule Certosa, una fibula con arco ribassato e staffa terminante con un bottone e una perla in pasta vitrea azzurra (Arch. Sopr. prot. 1024 del 9 novembre 1912).

Nei medesimi anni i lavori agricoli in diverse occasioni portavano alla luce altre sepolture nel fondo Le Franchine di proprietà del conte Carlo Lafranchini e affittato ad Attilio Bertoni. Nel gennaio del 1910 il sito fu visitato da Alfonso Alfonsi, che assistette anche alla scoperta di una tomba del II Periodo durante un'aratura; nella lettera di Alfonsi si trova un'annotazione che può essere utile per individuare con maggior precisione il sito in cui intorno al 1878 fu trovato l'elmo: "Il fondo dove si scoprì l'elmo non corrisponde all'attuale essendo quello del marchese Carloti denominato Pezza Grande" (Arch. Sopr. prot. n. 77 del 29 gennaio 1910). I rapporti tra il proprietario, il fittavolo e la Soprintendenza non furono buoni, tanto che, su esplicita richiesta del Ministero, il conte Lafranchini fu denunciato per aver omesso di informare le autorità dei rinvenimenti archeologici e per aver trasferito i reperti nella propria abitazione di Firenze; la vicenda si concluse con una sentenza di non luogo a procedere per insussistenza di reato, emessa dalla Pretura di Isola della Scala (Arch. Sopr. prot. n. 845 del 17 settembre 1910). Allo Stato furono assegnati, come quota di sua spettanza, una grande cista cordonata in lamina di bronzo con l'ossuario zonato e un bicchiere che si trovavano al suo interno (Arch. Sopr. prot. 906 del 13 ottobre 1910).

Intanto le arature del gennaio 1911 portavano alla luce altri resti di tombe, ma questa volta il proprietario e il fittavolo furono tempestivi a denunciare la scoperta; Alfonsi recatosi in sopralluogo riusciva ad accordarsi per iniziare degli scavi in un periodo in cui il terreno fosse libero da coltivazioni (Arch. Sopr. prot. n. 102 del 13 febbraio 1911). Gli scavi iniziarono nel mese di settembre e in un primo momento interessarono l'appezzamento denominato "Crosara alla Montara", dove si trovarono solo frammenti ceramici sparsi. Le ricerche furono spostate nell'appezzamento denominato "Canevara", a oriente della casa de Le Franchine, e furono portate alla luce 8 tombe. Gli scavi furono ripresi nel mese di gennaio 1913 e furono recuperate altre 19 tombe. Da un'analisi preliminare le tombe furono assegnate al II e al III Periodo (Arch. Sopr. Giornale di Scavo; Pellegrini, 1912: 110-114). La vicenda di

questi scavi si trascinò per qualche tempo, in quanto vi fu un contenzioso tra Bertoni e la Soprintendenza sul rimborso dei danni provocati dagli scavi archeologici.

Il 5 marzo 1913 gli operai di una cava di ghiaia, posta circa a mezzo chilometro dal Castello di *Villafranca*, portavano alla luce e recuperavano in modo frettoloso lo scheletro e il corredo di una tomba a inumazione. L'intervento del marchese Luigi di Canossa, Regio Ispettore Onorario per i Monumenti e Scavi di Antichità dei Distretti di Verona e di Villafranca, fu tempestivo, ma non gli rimase che assumere dagli operai tutte le informazioni possibili sul ritrovamento già avvenuto. Secondo tali informazioni lo scheletro si trovava a m 3,60 di profondità dal piano di campagna circostante, era deposto disteso e aveva il capo leggermente più in basso dei piedi. Il cranio, che aveva una punta di freccia di selce conficcata nell'osso temporale destro, era integro, ma andò in frantumi nelle operazioni di recupero. Sul petto del defunto era deposto un pettorale d'argento a forma di lunula e sovrapposta trasversalmente a esso vi era un'alabarda di rame; in questa prima relazione si accenna che in passato in quella zona era stato rinvenuto qualche scheletro umano e il cranio di un ruminante antediluviano (Arch. Sopr. prot. n. 234 del 9 marzo 1913). Se vi può essere qualche dubbio sul racconto degli operai relativo alla posizione della freccia conficcata nel cranio, è praticamente certa la sovrapposizione dell'alabarda sul pettorale d'argento, come è dimostrato dall'ossidazione di quest'ultimo. In una lettera successiva l'Ispettore Onorario proponeva che la tomba venisse donata al Museo Civico di Verona e dopo qualche giorno inviò alla Soprintendenza la richiesta ufficiale perché fosse trasmessa al Ministero (Arch. Sopr. prot. n. 242 del 12 marzo 1913 e prot. n. 265 del 27 marzo 1913). Il Soprintendente Giuseppe Pellegrini accompagnò la richiesta segnalando le circostanze casuali del recupero della tomba, e demandando al Ministero ogni decisione: "Della iniziativa quindi da lui [l'Ispettore Onorario] presa io non posso ora che lasciare giudice codesto M. Certo è difficile allo Stato opporsi a tali domande poiché negandosi gli oggetti al Museo Civico di Verona essi non potrebbero essere portati che al Museo di Este, cioè in un Museo destinato a raccogliere i monumenti di un'altra regione" (Arch. Sopr. prot. n. 375 del 2 maggio 1913). Questa è stata la risposta del Ministro: "Poiché gli oggetti antichi scoperti presso Villafranca e denunciati dall'Ispettore On. Marchese di Canossa, anche per



Fig. 6 – Collezione Balladoro. Peschiera: in alto Bacino Marina; in basso Imboccatura del Mincio 1906 (foto Esposizione Firenze 1929)

Balladoro Collection. Peschiera: top Bacino Marina; bottom Entrance of Mincio 1906 (photo 1929 Florence Exhibition)

le circostanze del loro ritrovamento, non pare presentino un notevole interesse scientifico, soprattutto per quanto riguarda i manufatti, consento che per ora gli oggetti stessi vengano dati in temporaneo deposito al Museo di Verona, anche per la quota che su di essi spetta allo Stato” (Arch. Sopr. prot. n. 422 del 17 maggio 1913). A distanza di qualche giorno, però, il Soprintendente ebbe la possibilità di vedere personalmente i reperti, li giudicò di interesse generale per le Civiltà del Veneto e inviò una diversa richiesta al Ministero, giustificando il precedente parere con le incomplete informazioni ricevute (Arch. Sopr. prot. n. 477 del 21 maggio 1913). Anche il Ministero ritornava sulle sue prime decisioni e stabiliva che i reperti della tomba di Villafranca dovessero essere assicurati allo Stato e che dovessero essere depositati provvisoriamente al Museo di Este in attesa di essere esposti nel Museo Archeologico del Veneto da istituirsi a Padova: “Né più conveniente sembra il proposito di affidarli al Museo di Verona in deposito provvisorio, poiché il Ministero sa per esperienza che una volta consegnati riuscirebbe assai difficile poterli riprendere” (Arch. Sopr. prot. n. 511 del 13 giugno 1913). L’Ispettore Onorario informò il Soprintendente di uno strascico polemico, che però rientrò a breve: “Il dott. Avena rimase assai malcontento quando udì che gli oggetti stessi non resteranno a Verona e mi parlò di proteste ecc.” (Arch. Sopr., lettera del 26 giugno 1913). Il 26 giugno 1913 Luigi di Canossa inviò per posta a Padova i tre oggetti di corredo della tomba di Villafranca (Arch. Sopr., lettera del 26 giugno 1913); probabilmente tenne presso di sé le ossa dello scheletro, che erano ben conservate e i frammenti del cranio, che era ricomponibile. Era interesse del Soprintendente avviare delle ricerche sistematiche nel sito, ma ne fu dissuaso dalle informazioni dell’Ispettore Onorario che gli comunicava che nelle cave di ghiaia non si era trovato nulla, tranne la tomba recuperata nel mese di marzo e le corna di un ruminante trovate un paio d’anni prima (Arch. Sopr. prot. n. 809 del 13 ottobre 1913). In questa lettera l’Ispettore Onorario contraddiceva quanto egli stesso aveva scritto nella prima segnalazione del mese di marzo, dove si accennava al ritrovamento di altre tombe.

Nel frattempo il Soprintendente Pellegrini aveva preparato uno studio sulla tomba di Villafranca e lo aveva inviato per la pubblicazione al *Bullettino di Paleontologia Italiana*. In questo studio egli sottolineava l’importanza del corredo funebre e in particolare del pettorale d’argento e dell’alabarda,

che interpretava come “pugnale-spadino”; istituiva confronti con reperti della penisola iberica e attribuiva la tomba al “periodo eneolitico, ma evidentemente dell’ultima sua fase” (Arch. Sopr. Relazione Pellegrini, giugno 1913). Luigi Pigorini, direttore del *Bullettino*, chiese a Pellegrini di apportare alcune modifiche al testo, in quanto, secondo la sua opinione, la tomba di Villafranca era dell’età del Bronzo, dello stesso gruppo delle tombe di Povegliano: “Sono tombe, penso, dei discendenti dei neolitici i quali, dopo l’arrivo nel Veneto del popolo delle palafitte che vi portò con la civiltà del bronzo il rito della cremazione (come a Bovolone) essi accettarono dai palafitticoli armi e strumenti di bronzo, mantenendo però il rito loro funebre della inumazione col corredo di armi, ornamenti ecc. [...] Se ella crederà, come pare a me che converrebbe fare, di modificare il suo articolo, me lo scriva e io glielo rimanderò” (Arch. Sopr., lettera del 3 luglio 1913). Pellegrini ritirò il manoscritto e non lo riconsegnò più, nonostante le ripetute insistenze di Pigorini stesso: “Siamo all’ultimo giorno di ottobre e, non ostante le promesse fattemi, quel suo benedetto articolo sulla tomba di Villafranca non si vede. E io, che vi aveva fatto assegnamento, rimango a mani vuote e mi trovo nella miseria con le materie pel nuovo fascicolo del Bullettino [...]. Per carità vedete di aiutarmi se no il Bullettino dovrà finire” (Arch. Sopr., lettera del 31 ottobre 1913). La tomba di Villafranca fu pubblicata dopo vari anni dal nuovo Soprintendente Ettore Ghislanzoni, che confermò alcune opinioni di Pellegrini, come i rapporti con la civiltà iberica di El-Argar e l’attribuzione cronologica alla fine dell’Eneolitico (Ghislanzoni 1932: 9-21).

Nell’estate del 1917 i lavori di escavazione della torba in località *Feniletto* di Oppeano portavano alla riscoperta di una palafitta, già segnalata nel 1869 da Stefano De Stefani (De Stefani 1869: 3-14). La palafitta si trovava presso la sponda occidentale di una vasta depressione colmata di depositi torbosi. Le ricerche della Soprintendenza poterono iniziare solo nell’estate dell’anno successivo e furono dirette sul posto da Alfonso Alfonsi, reggente del Museo di Este. Molto interessato a questa scoperta era anche il Soprintendente Giuseppe Pellegrini, che visitava spesso lo scavo dove contrasse il tifo che lo portò alla morte nel dicembre del 1918. Seguendo i lavori di escavazione della torba vennero aperti quattro settori di scavo e venne messa alla luce parte di una palafitta a pianta rettangolare con una passerella che la congiungeva con la sponda. I pali raggiungevano

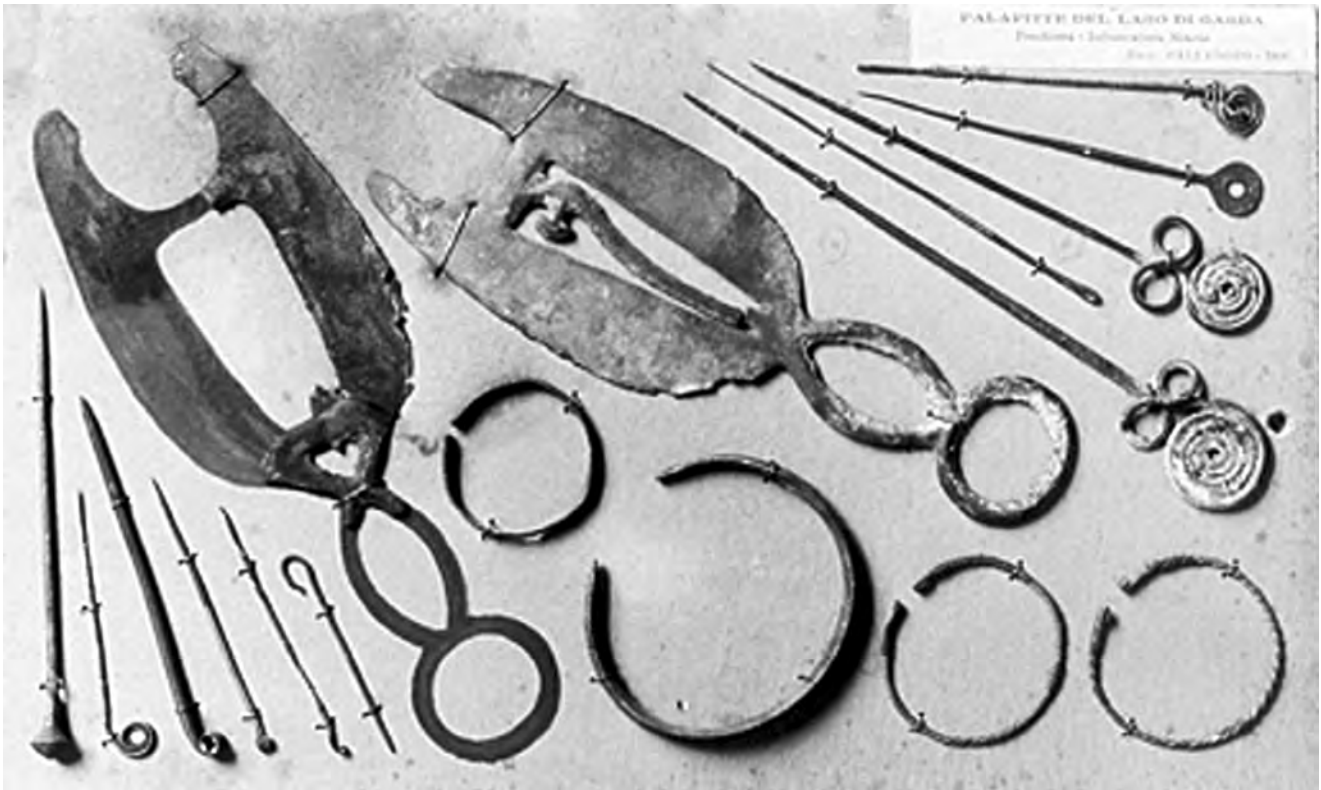


Fig. 7 – Collezione Balladoro. Peschiera: Imboccatura del Mincio 1906 (foto Esposizione Firenze 1929)
Balladoro Collection. Peschiera: Entrance of Mincio 1906 (photo 1929 Florence Exhibition)

l'altezza anche di 3 metri e presentavano tracce di lavorazione. I dati di scavo documentarono che la palafitta fu distrutta da un incendio. Furono fatti dei sondaggi anche su un dosso posto a circa trecento metri dalla palafitta e denominato Dosso al Feniletto o Dosso del Pastore. Secondo le notizie raccolte dal contadino, qualche anno prima le arature avevano colpito vasi a forma di olle, coperte da ciotole e contenenti terreno simile a cenere; i vasi si trovavano all'interno di chiazze di terreno carbonioso. Si trattava probabilmente di tombe a cremazione, ma nei sondaggi della Soprintendenza si trovarono solo frammenti, tra cui anche un'ansa lunata (Alfonsi, 1919: 189-198; Arch. Sopr. Giornale di scavo).

Nella seconda metà degli anni Venti operava nella pianura veronese Alessio De Bon, che da autodidatta si interessava soprattutto delle strade d'epoca romana (Salzani, 2021: 359-379). Il metodo fondamentale di De Bon era quello di percorrere palmo a palmo tutto il territorio e di riconoscere i segni sepolti di tracciati viari e di suddivisioni agrarie romane. In questo modo aveva occasione di venire a conoscenza di ritrovamenti archeologici di varie epoche, che segnalava con tempestività alla Soprintendenza. Il Soprintendente Ettore Ghislanzoni gli diede l'incarico di condurre indagini nelle Valli Grandi Veronesi per la redazione della Carta Archeologica del Veneto. Frutto di questo lavoro è una "Carta delle stazioni preistoriche del Basso Veronese", da lui compilata e rimasta inedita (Arch. Museo Fioroni). Nella mappa la pianura veronese è suddivisa in varie zone d'influenza: un'area d'influenza dalla palafitte del Lago di Garda si trova presso Feniletto e Montara di Oppeano; attorno a Bovolone è indicata un'area d'influenza dalle terramare della Valle Padana; nella zona di Castello del Tartaro di Cerea vi è un'ampia area delle "stazioni del bronzo", che occupa le Valli Grandi da Gazzo fino quasi a Villa Bartolomea. Da quanto risulta da questa mappa le conoscenze di De Bon sulla Preistoria e Protostoria della pianura erano abbastanza generiche, però è importante il suo tentativo di dare un inquadramento territoriale a ritrovamenti che prima sembravano indefiniti. In particolare è importante il suo interessamento affinché la Soprintendenza avviasse delle ricerche archeologiche a Castello del Tartaro. Il sito era noto localmente come "Pista delle Valli", un ampio manufatto ad anello ellittico di origini ritenute misteriose. L'argine che cingeva l'abitato era ancora imponente e aveva un'altezza di circa 4 metri sulla campagna circostante. Tra il 1926 e il 1927 De Bon

accompagnò sul luogo prima il Soprintendente Ettore Ghislanzoni e poi Adolfo Callegari, direttore del Museo di Este; fu riconosciuta la presenza di un abitato dell'età del Bronzo, ma le ricerche archeologiche non furono mai avviate.

A Gazzo Veronese De Bon riconobbe l'esistenza di una necropoli dell'età del Ferro in località Turbine e dal vicino abitato protostorico di Coazze recuperò un raro alare a protome equina. Un'altra necropoli paleoveneta fu da lui scoperta a Ca del Ferro di Oppeano.

Con l'avvento del fascismo De Bon assunse un importante ruolo politico e, grazie alle sue relazioni e all'appoggio della Soprintendenza, riuscì a istituire a Legnago un museo civico che doveva raccogliere quanto veniva trovato nei dintorni. Il museo ebbe sede nella cinquecentesca polveriera veneziana di Pietro Venier e per la sua gestione fu fondata la "Società Archeologica Legnaghese". Da una descrizione di Adolfo Callegari risulta che il piccolo museo avesse un'esposizione chiara secondo criteri topografici e cronologici. Esternamente alla palazzina Venier era stata ricostruita una strada basolata romana, delimitata da cippi funerari, che arrivava fino all'edificio "Ospedale alla Prova", dove erano raccolti i materiali preromani. Il museo e l'associazione archeologica ebbero vita breve. Alla fine degli anni Venti, a causa di alcuni scontri che portarono alla morte di un sindacalista, De Bon fu allontanato da Legnago, dove ritornò solo in rari casi. La situazione del museo doveva essere diventata precaria già nel 1930. Infatti il Soprintendente Ghislanzoni pensava di depositarvi due asce, una lamina di bronzo e un filo forse d'oro, rinvenuti a Cerea e oggetto di un sequestro giudiziario, ma dovette rinunciare: "Sarei di parere di proporre al Ministero di lasciare gli oggetti in deposito al Museo di Legnago. Ma prima è necessario sapere come è conservato e custodito il materiale raccolto dal sig. Alessio De Bon, che ora non è più a Legnago" (Arch. Sopr. prot. n. 536 del 15 marzo 1930). Nel 1934 l'Amministrazione Comunale di Legnago decise di abbattere la palazzina Venier per allargare un campo da calcio; i reperti archeologici furono trasferiti negli scantinati di una scuola e successivamente furono in parte distrutti o dispersi. Maria Fioroni riuscì a recuperare una minima parte dei materiali archeologici rimasti per il suo museo privato.

Nel marzo del 1926 sono state trovate quattro tombe nel letto del Torrente Progno a *Fumane*. Le tombe erano del tipo a cassetta di lastre di calcare, tranne la n. 4 che era in fossa terragna, e contene-

vano uno scheletro rannicchiato. Della tomba n. 3, scavata direttamente da Antonio Nicolussi, Assistente della Soprintendenza, si ha una documentazione completa. La cassetta era a pianta rettangolare e le lastre erano poste in modo leggermente obliquo; vi era anche una lastra di copertura. Lo scheletro era deposto sul fianco sinistro con la testa a Est e il volto verso Sud. Le braccia erano ripiegate con le mani davanti alla bocca. Davanti al volto vi era un'ascia di pietra levigata e un'altra si trovava più in alto presso l'angolo della tomba; una grande lama di selce si trovava all'altezza del bacino. Il Soprintendente Ghislanzoni diede notizia con tempestività dei rinvenimenti e attribuì le tombe all'Eneolitico (Ghislanzoni, 1926: 358-360); sembra più probabile che le tombe siano neolitiche e appartengano alla Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata (Salzani, 2013: 91-100).

Nel 1929 durante gli scavi per il canale Biffis veniva scoperto l'abitato dell'età del Bronzo delle *Ale di Pol*, presso Bussolengo. L'ing. Stefano de' Stefani, direttore dei lavori e nipote dell'omonimo pioniere della Preistoria Veronese, fece subito la segnalazione dei rinvenimenti al Museo di Storia Naturale di Verona e alla Soprintendenza, ma alla segnalazione non venne dato alcun seguito (Arch. Sopr. prot. 2251 del 16 luglio 1929 e prot. 3385 del 12 dicembre 1929); alcune ricerche vennero fatte in questo sito da Francesco Zorzi negli anni immediatamente successivi alla seconda guerra mondiale.

Nell'inverno del 1929 i lavori di escavazione della ghiaia in una cava presso *Ciringhelli* di Vigasio di proprietà della contessa Lina Castelbarco portavano alla distruzione di sepolture di una necropoli della tarda età del Ferro. Le tombe erano in parte a inumazione, in quanto sul terreno furono notati resti sparsi di scheletri umani; altre tombe erano a cremazione. I cavatori di ghiaia spezzavano i vasi ceramici per vedere se al loro interno si trovassero monete o altri oggetti preziosi. I materiali, recuperati dagli operai, furono venduti a un antiquario di Verona e subito dopo riacquistati dalla contessa. Dopo un intervento della Soprintendenza, la contessa donò i materiali al Museo Archeologico di Verona. Si tratta di un buon numero di vasi in lamina di bronzo, un fascio di spiedi, una spada, un morso di cavallo, elementi di carro e pochi vasi ceramici (Salzani, 1983-84: 355-359). Il Soprintendente Ettore Ghislanzoni riuscì a ottenere l'autorizzazione a far eseguire dei sondaggi di scavo, che però non furono mai fatti (Arch. Sopr. prot. 460 del 9 marzo 1930).

LA RIPRESA DELLE RICERCHE ARCHEOLOGICHE NEGLI ANNI TRENTA

Con l'arrivo di Francesco Zorzi, agli inizi degli anni Trenta, il Museo Civico di Storia Naturale diventerà protagonista delle ricerche preistoriche in tutta la provincia di Verona. Su questa importante figura nel panorama culturale e sulle sue innumerevoli attività è già stato trattato in un recente articolo, al quale si rimanda (Salzani, 2019: 13-52). In questa sede ci si limiterà ad accennare solo alle ricerche in campo preistorico svolte dalla Soprintendenza alle Antichità delle Venezie nei medesimi anni.

Le ricerche della Soprintendenza sui Monti Lessini

Lo studio sulla storia delle ricerche ottocentesche veronesi, scritto da Giovanni Quintarelli (Quintarelli, 1929), scomparso prematuramente, fu lo stimolo che indusse Olindo Falsirol a interessarsi di preistoria e a iniziare tra il 1929 e il 1930 sistematiche ricognizioni nel territorio della Valpolicella. Falsirol si era trasferito nel Comune di Marano di Valpolicella per curare gravi problemi di salute, che aveva contratto durante la sua partecipazione alla Grande Guerra. La consuetudine di fare escursioni quotidiane, o "passeggiate archeologiche" come lui le chiamava, lo aveva portato a scoprire nuovi siti nei dintorni di Marano. È merito di Falsirol la scoperta a Boschetti di Marano di un'officina litica, inquadrabile tra il Neolitico e l'età del Bronzo, e di un abitato dell'età del Rame alla Sassina di Prun; inoltre segnalò il Monte Castelon come sede di abitati di varie epoche, il pianoro di Porcarola e i covoli di Ciacalda con documentazioni dell'antica età del Bronzo, tombe eneolitiche a Mondrago e a Castel Besin (Falsirol, 1934: 73-83; Brugnoli PP., Brugnoli A., 2013: 10-37). Grazie a un suo intervento fu recuperato il corredo di una tomba neolitica trovata a Campagnole di Negarine (Salzani, 2013: 45). Un fatto molto importante è che ognuno di questi ritrovamenti fu segnalato con tempestività alla Soprintendenza, che cominciò a interessarsi all'area dei Lessini e a programmare una campagna di ricerche sistematiche. L'esperienza di Falsirol in campo preistorico si concluse nel giro di pochi anni e ciò fu dovuto principalmente al suo trasferimento come professore di ruolo presso le Scuole Medie Superiori di Santa Maria Capua Vetere. I suoi meriti in questo particolare campo di ricerca gli sono stati giustamente riconosciuti dall'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona che giudicò il suo contributo come la ripresa dell'interrotta tradizione

di studi, che risaliva ai pionieri della ricerca preistorica veronese (Brugnoli PP., Brugnoli A., 2013: 20).

Nell'estate del 1930 il Soprintendente Ettore Ghislanzoni e l'Ispettore di Soprintendenza Raffaello Battaglia, accompagnati da Olindo Falsirol, fecero un sopralluogo nel territorio di Marano e sui Monti Lessini per individuare i siti che sarebbero stati oggetti di scavo nella campagna che sarebbe iniziata l'autunno successivo. Il progetto, che era finanziato dalla Soprintendenza e dall'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, aveva come obiettivi quello di chiarire la cronologia del Campignano e di risolvere il problema delle "selci strane".

La campagna di ricerche della Soprintendenza sui Monti Lessini iniziò verso la fine del mese di ottobre del 1930 sotto la direzione di Raffaello Battaglia, coadiuvato dall'Assistente agli Scavi Antonio Nicolussi. Di tutte queste ricerche sono state pubblicate con tempestività ampie relazioni (Battaglia, 1932: 408-436; Battaglia, 1934: 116-143). Gli scavi iniziarono alla Sassina di Prun, un sito segnalato da Falsirol dove furono aperte alcune strette trincee, che dovevano essere preliminari a uno scavo in estensione. Battaglia era particolarmente interessato a questo scavo sia per l'abbondante industria litica, che poteva dare contributi interessanti alle problematiche del Campignano, sia per la presenza di frammenti di vasi campaniformi; in un sondaggio di scavo ai piedi di una parete di roccia fu trovata anche una sepoltura collettiva. Però, le esigenze del progetto di ricerca sui Lessini erano quelle di esplorare un'ampia parte di territorio e ci si rivolse quindi ad altri siti. Nella zona di Marano vennero fatti sondaggi di scavo nell'officina litica di Boschetti, nei covoli di Ciacalda e in particolare al Buso Streto, dove furono trovati i resti di sepolture in grotticella dell'antica età del Bronzo; infine vennero fatti dei sopralluoghi sul Monte Castellon. Spostandosi verso l'altopiano di Breonio e di Sant'Anna d'Alfiedo, Battaglia si servì come guide di Giovan Battista Pedrini, detto Canonier, e di Serafino Fiorini, detto Speri, due vecchi operai che avevano lavorato per De Stefani. Vennero indagati con sistematicità tutte le grotte e i siti all'aperto da cui provenivano i materiali delle ricerche ottocentesche. I risultati furono quasi sempre negativi. Anche nel riparo sottoroccia delle Scalucce, dopo aver fatto qualche sondaggio, Battaglia stabilì che i depositi archeologici erano stati sconvolti da scavatori locali e concluse: "In questo modo venne completamente distrutta una delle più importanti stazioni litiche del Veronese" (Battaglia, 1932: 421).

L'impegno principale delle ricerche furono gli scavi sul Castegion del Loffa, dove erano ancora visibili i resti delle strutture murarie indagate da De Stefani. Battaglia concentrò le sue ricerche in tre zone distinte del Castegion: a Nord dove fu individuato un recinto di lastre di pietra; a Nord-Est dove fu scavata una capanna seminterrata con corridoio d'accesso; a Sud-Ovest dove vennero messe in luce tre terrazze lastricate poste su piani diversi. I materiali recuperati permisero a Battaglia di datare tutto il complesso del Castegion alla tarda età del Ferro e di interpretarlo come sacrario; egli riteneva in particolare che fossero oggetti di culto le piramidette iscritte e gli alari a testa d'ariete trovati all'interno della grande capanna. A margine di questi scavi, il ritrovamento di alcune selci musteriane in una cava, situata poco a Nord del Castegion, suscitò particolare interesse. Nelle relazioni conclusive sulle ricerche sui Monti Lessini Battaglia tenne a sottolineare che in nessuno degli scavi effettuati vennero trovate selci enigmatiche. Selci di questo tipo egli aveva vedute a Cona, a casa del "defunto Marcon" [Titón] e gli era stato indicato che provenivano dal Monte Guaiti, un pianoro sull'estremità settentrionale della dorsale Monte Masua di Cerna (chiamato erroneamente Monte Masura). I sondaggi effettuati in questa località da Nicolussi e dal Canonier il primo dicembre 1930 portarono al recupero di alcune selci e cocci, ma di nessuna "selce stramba" (Arch. Sopr. Giornale di scavo). Va solo accennato che il sito indicato corrisponde al castelliere dell'età del Bronzo delle Guaite, scavato da Francesco Zorzi alcuni decenni dopo.

Il completamento di questo progetto di ricerche sui Monti Lessini è rappresentato da una ripresa degli scavi nel 1935 e 1936 da parte della Soprintendenza, nel periodo in cui era divenuto Soprintendente Reggente Raffaello Battaglia. L'obiettivo era ancora una volta quello di risolvere il problema delle selci strane portando a termine gli scavi del Castegion del Loffa. Nell'autunno del 1935 sul Castegion venne scavata un'altra casetta del villaggio dell'età del Ferro e venne individuata un'area con materiali della media età del Bronzo ai piedi delle rocce a strapiombo che delimitano la parte meridionale del pianoro; materiali di questa fase dell'età del Bronzo, frammisti ad altri dell'età del Ferro, erano stati trovati anche nelle ricerche ottocentesche. La prima parte di queste indagini archeologiche si concluse nel 1935.

L'occasione per una ripresa delle ricerche nella primavera del 1936 era stata data dalla segnalazione,

fatta da Fiorini Serafino Speri, che i contadini avevano scavato due tombe presso la Contrada Casarole. Subito l'Assistente Antonio Nicolussi avviò una campagna di scavi che portò alla scoperta di una terza tomba. Le tombe di Casarole, che rappresentano una delle più importanti documentazioni funerarie dell'età del Rame sui Monti Lessini, sono del tipo a cassetta di lastre, e contenevano all'interno ossa di più individui. I corredi sono rappresentati principalmente da lame di pugnali di selce e da punte di freccia. Completato il lavoro alle Casarole, Nicolussi ampliò le ricerche nei dintorni ed esplorò varie grotte sul versante sinistro della Valdadige, tra cui i covoli dei Camerini e quello della Roba nei quali gli operai di De Stefani avevano trovato numerose selci strane. I risultati degli scavi furono negativi, tranne che nel Covolone del Valentin, che presentava alla base la documentazione di un insediamento dell'età del Bronzo e negli strati superiori tracce di frequentazione dell'età del Ferro e romana.

Infine, in alcuni sondaggi sul lato meridionale del Cornetto del Semalo furono parzialmente portate alla luce due capanne dell'età del Ferro (Salzani, 2018: 81-90).

Ancora sulle selci strane di Breonio

La polemica sull'autenticità delle cosiddette "selci strane di Breonio" è divampata intorno agli anni Ottanta del 1800 e ha impegnato studiosi italiani e stranieri per oltre un decennio. Poi, abbastanza in generale, si incominciò ad accettare che si trattasse di falsi moderni; solo in Italia si continuò a sostenerne l'autenticità e ciò era dovuto in parte all'influenza egemonica di Luigi Pigorini, da cui era difficile dissentire. Creava qualche imbarazzo negli archeologi italiani il fatto che anche dopo il 1888, anno degli ultimi scavi di Stefano De Stefani sui Monti Lessini, il commercio di selci strane fosse molto attivo. Il fenomeno delle selci strane, che ha avuto una certa notorietà, è stato oggetto di ampie trattazioni e revisioni critiche, anche in tempi recenti, alle quali si rimanda per una completa informazione (Salzani, Brugnoli, 2001-2002). In questa sede ci si limita ad accennare ad alcuni episodi e studi dei primi decenni del 1900, che hanno infine portato alla conclusione di tutta la vicenda.

In un articolo pubblicato nel 1903 Moriz Hornes descriveva una sua visita al Museo Civico di Verona e prendeva in esame le selci strane (Hoernes, 1903: 110-114). Egli notava che questi manufatti di selce non presentavano patina antica e che i ritocchi erano freschi, coperti da un velo d'argilla che spariva

al primo lavaggio; inoltre le forme di questi pezzi erano senza senso, prive di ogni utilità, e venivano attribuite ad ambiti cronologici molto ampi, secondo una teoria di Pigorini sull'attardamento sui Monti Lessini di popolazioni paleolitiche fino all'arrivo dei Romani. Hoernes non esitava a definire temeraria la teoria pigoriniana e giudicava questi particolari manufatti di selce come frutto di falsificazioni moderne da parte di abitanti dei Monti Lessini. Egli inoltre forniva anche alcune interessanti informazioni circa le modalità e le circostanze del commercio di questi manufatti. Il centro operativo era presso il Museo Civico dove il custode Carlo Biondani metteva in vendita cartoni di selci a prezzi vari, su commissione del Sindaco di Prun e con una certificazione del Presidente dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona. Lotti di questi materiali erano stati rifiutati dai Musei di Trieste e di Vienna. Una conferma del fatto che il Museo Civico di Verona fosse in qualche modo coinvolto nel commercio delle selci strane si trova anche nella breve corrispondenza tra Enrico H. Giglioli, direttore del Museo Zoologico dei Vertebrati di Firenze, e Vittorio Dal Nero, responsabile del settore naturalistico del Museo Civico di Verona (Arch. Zorzi, L – 307-310). Tra il 1907 e il 1909 Giglioli, a più riprese, cercò di acquistare le selci preistoriche "tanto ambite", confidando sulla mediazione di Dal Nero, il quale si rivolse anche ai conti Ballardoro per avere alcuni duplicati della loro collezione di selci. Questa richiesta non ebbe successo. In compenso si faceva subito avanti un raccoglitore di selci da Cogollo di Tregnago con un'offerta a prezzi convenienti. La vicenda indica chiaramente che il commercio di selci strane era davvero capillare anche nei primi anni del nuovo secolo.

In campo accademico una ripresa aperta della vecchia polemica sull'autenticità delle selci strane è partita nel 1905 da due attacchi diretti contro Pigorini, nei quali Seton Karr lo accusava di esporre selci false nel museo di Roma e portava le testimonianze di Pietro Sgulmero, direttore del Museo Civico di Verona e Regio Ispettore ai Monumenti e Scavi, e di un maestro di Prun circa operazioni fraudolente architettate da alcuni abitanti di Sant'Anna d'Alfaredo (Seton Karr, 1905). A questi attacchi Pigorini replicava riassumendo tutte le tappe della vicenda delle selci strane, che, secondo il suo parere, dovevano portar prove evidenti di autenticità; egli ammetteva anche di non poter dare nessun giudizio sulle selci che erano state messe in vendita dopo il 1888 (Pigorini, 1905: 134-138). Nel 1917 Arturo Issel cercò di dare un inquadramento scientifico al

problema delle selci di Breonio, che egli definisce enigmatiche (Issel, 1917: 49-83). Egli prese in esame un numero cospicuo di selci che facevano parte della collezione di Giovan Battista Rossi, donata al Museo Geologico dell'Università di Genova; le selci provenivano da varie località dei Monti Lessini. Issel iniziò il suo lavoro con un'accurata classificazione tipologica delle selci: antropomorfe, stelliformi, a foggia di spola, cruciformi, sagittiformi, a foglia di lauro, linguiformi, a foglia di salice, amigdalari, triangolari, a tagliente obliquo, punte di lancia o di raffio, cuspidi di forme aberranti, pettiniformi, pugnale, coltelli e trincetti, perforatori o lesine, bulini, seghe, raschiatoi, selci della foggia di Saint-Acheul, selci da ritocco, nuclei e schegge da rifiuto. Egli formulò un'ipotesi di interpretazione, secondo la quale si tratterebbe di offerte votive, o ex-voto, a divinità; inoltre egli ammetteva che questi manufatti di selce probabilmente dovevano provenire da livelli cronologici diversi e fece un tentativo di attribuire alcune tipologie di reperti al paleolitico, altre al neolitico e altre a epoche più recenti. Egli ammetteva che le selci enigmatiche di Breonio erano per la massima parte autentiche, ma fece anche una precisazione interessante: "Debbo pur dichiarare che fra le selci della collezione Rossi, alcune cuspidi accusano un intento di imitazione compiuto da parte di mano del tutto inesperta, e m'inducono ad ammettere come, da parte degli spacciatori di anticaglie preistoriche, non sieno mancati tentativi di frode". Egli concludeva che per chiarire ogni dubbio erano necessari nuovi scavi sistematici fatti con rigorosi criteri stratigrafici.

In un articolo del 1916 sulle selci campignane sui Monti Lessini Raffaello Battaglia accennava anche alle selci strane, che egli riteneva per la massima parte antiche e autentiche; egli pensava che in questi curiosi oggetti di selce si estrinsecassero l'attività artistica e forse le credenze religiose delle popolazioni campignane. Egli aggiungeva anche: "Se oggi nell'Arena di Verona si vendono selci di lavorazione recente, modesto e innocente passatempo di quei terrazzani nelle lunghe serate invernali, non vuol dire che quelle raccolte nelle stazioni preistoriche abbiano la stessa origine" (Battaglia, 1916: 93-94). Battaglia tornò sull'argomento anche in articolo successivo, quando, accogliendo le ipotesi di Issel, ritenne che le selci antropomorfe fossero imitazioni delle statuette di bronzo votive offerte alle divinità delle acque e che le selci "a spola" fossero riproduzioni dei rasoi di bronzo delle palafitte (Battaglia, 1923b: 16-18).

L'ultima aperta difesa dell'autenticità delle selci strane si trova in una breve storia delle ricerche preistoriche nel Veronese, scritta da Giovanni Quintarelli nel 1929. Egli, con toni quasi patriottici, descriveva la figura di Stefano De Stefani, primo protagonista della vicenda delle selci di Breonio, come quella di uno scienziato combattente: "E certo la parte sua, oltre che di scienziato e di indagatore, fu di sostenere con invitta fermezza un duello, un aspro combattimento contro i più famosi campioni della scienza europea. Combattimento e trionfo che ristabilì intatta la sua integrità morale e la sua ponderatezza e chiaroveggenza di scienziato, assicurava anche il valore di scoperte audacemente contestate e negate e la cui autenticità è al contrario base di interpretazione della storia primitiva dell'uomo" (Quintarelli, 1929: 27). Però ormai, dopo la morte di Pigorini avvenuta nel 1925, erano maturi i tempi perché anche gli studiosi italiani facessero una revisione critica. L'iniziativa è stata presa dalla Soprintendenza alle Antichità del Veneto, che nel 1930 organizzò una campagna di ricerche sui Monti Lessini proprio con lo scopo di chiarire il problema delle selci strane (Battaglia, 1932: 408). Vennero fatti ricognizioni e scavi di limitata estensione in numerose grotte e "stazioni litiche", segnalate da De Stefani, e ogni volta Battaglia annotava: "Nessuna selce enigmatica" (Battaglia, 1932: 435). Lo scavo di maggior estensione venne fatto sul Castegion del Monte Loffa "con risultati negativi per la questione delle selci enigmatiche, poiché in un mese di lavoro, nonostante tutta l'attenzione posta, non è stato possibile raccogliere un solo esemplare di quei misteriosi manufatti silicei" (Battaglia, 1934: 117); al termine dell'articolo Battaglia osservava che in questo scavo di Monte Loffa le selci strane furono introvabili, mentre varie centinaia erano state recuperate negli scavi di De Stefani nella medesima località e concludeva: "Credo opportuno richiamare l'attenzione del lettore, anche su di un altro particolare, che non è forse privo di importanza per il problema che ci interessa. Le selci a contorno enigmatico, date come provenienti dalle capanne del M. Loffa (capanne che furono abitate nella seconda età del ferro), sono *assolutamente identiche* per forma e tipo di lavorazione alle selci enigmatiche che sarebbero state raccolte, per es., nel riparo sotto roccia delle Scalucce, più antiche di alcuni millenni" (Battaglia, 1934: 143). Battaglia riuscì anche a identificare i due principali falsificatori in Angelo Viviani, detto Pipo, e in Giovan Battista Marconi, detto Titón, i vecchi collaboratori di De Stefani; in una lettera egli confidava al

Soprintendente: “Incomincio a credere che con la morte del Marcon e del Viviani la fabbrica delle selci di Breonio abbia cessato di esistere” (Arch. Sopr. prot. n. 3045 del 3 dicembre 1930).

Nei medesimi anni anche Olindo Falsirol si era marginalmente interessato al problema delle selci strane. Egli infatti era riuscito a ottenere delle dichiarazioni firmate da Giovan Battista Pedrini, detto Canonier, vecchio operaio di De Stefani, e da Marcello Viviani, figlio di Angelo Viviani detto Pipo. In queste dichiarazioni si affermava ufficialmente la falsificazione e la fabbricazione moderna di tali manufatti; secondo il loro racconto le selci venivano immerse in acqua bollente e poi sporcate di terra prima di essere vendute, oppure, talvolta venivano sotterrate nei luoghi dove si sapeva che in seguito sarebbero stati fatti degli scavi. Falsirol, però, non ebbe il coraggio di porsi contro la posizione allora ufficiale della Scuola Paleontologica Italiana e mantenne per sé queste dichiarazioni (Salzani, 2001-2002: 147-150). In una pubblicazione egli assunse una posizione intermedia e prudentiale: “La questione si pone rettamente così: *se alcune* almeno, le quali saranno state le prime scoperte, delle cosiddette selci strane siano o non autentiche” (Falsirol, 1931: 10). Comunque, risulta che la Soprintendenza, almeno informalmente, era informata sulle dichiarazioni fatte a Falsirol che i vecchi operai di De Stefani avevano sottoscritto: “Di quello che mi ha raccontato [...] parerebbe che il Dr Falsirol sarebbe riuscito di sapere di certo che quelle selci strane sarebbero realmente falsi” (Arch. Sopr., lettera del 21 ottobre 1935). La Soprintendenza riprese le ricerche sui Monti Lessini nell’autunno del 1935. Nella relazione conclusiva su questa campagna di scavi Raffaello Battaglia, divenuto Soprintendente Reggente, terminava affermando che tutte queste ricerche “hanno indubbiamente una certa importanza per il problema che questa Soprintendenza si era proposta di studiare, quello cioè dell’autenticità delle cosiddette selci enigmatiche di Breonio. Se tali selci fossero state realmente fabbricate dai primitivi abitatori dei monti Lessini sarebbe per lo meno strano il fatto che neppure un esemplare di esse sia tornato in luce nel corso di una campagna durata complessivamente parecchi mesi [...] L’idea quindi, che tutti gli esemplari raccolti nel passato fossero più o meno abili falsificazioni eseguite da quei montanari – e dei quali si poterono identificare due nel corso delle nostre ricerche – risulta, parmi, confermata dagli scavi testé ultimati” (Arch. Sopr. Prot. n. 1911 del 7 luglio 1936).

Dunque, si era giunti ad affermare che *tutte* le selci strane erano dei falsi e in questo modo veniva ufficialmente chiuso questo annoso problema.

Le ricerche della Soprintendenza in pianura

Nei medesimi anni in cui erano in corso le ricerche sui Monti Lessini la Soprintendenza condusse altre campagne di scavi nella pianura veronese. Nel febbraio del 1932 lavori di bonifica nel fondo denominato *Dosso di Pol* a Gazzo Veronese avevano portato alla scoperta e alla distruzione di alcune tombe paleovenete del V-IV secolo a. C. La notizia si diffuse fino al Museo di Este e poi alla Soprintendenza di Padova. Dopo aver ricevuto una diffida dalla Soprintendenza (Arch. Sopr. prot. n. 932 del 24 febbraio 1932), Beniamino Poli, proprietario del fondo, acconsentì di fare scavi archeologici a proprie spese, sotto la direzione dell’Assistente di Soprintendenza Antonio Nicolussi, in modo che nel frattempo non dovessero essere interrotti i lavori di sterro e di bonifica. Gli scavi si svolsero nel mese di aprile e portarono al recupero di circa 40 tombe. Negli anni successivi vi furono dei disaccordi tra il proprietario del fondo e la Soprintendenza sulla valutazione dell’entità del premio di rinvenimento e vi furono anche ritardi burocratici, così non vennero più segnalati i rinvenimenti che le arature portavano alla luce nell’area della necropoli. I materiali recuperati alla rinfusa negli anni successivi agli scavi della Soprintendenza andarono a costituire la collezione archeologica privata di Plinio Poli, figlio di Beniamino; tra di essi va segnalata in particolare la statuetta di bronzo raffigurante un suonatore di siringa.

I lavori di bonifica sono all’origine anche della scoperta della necropoli di *Sorgà*, in località Valle del Burgan, presso la frazione di Bonferraro. Il recupero delle tombe fu curato direttamente dall’Ispettore Onorario Umberto Murari Bra tra il 1932 e il 1933 in concomitanza con i lavori di livellamento del terreno. Si tratta di una decina di tombe paleovenete dell’età del Ferro (Salzani, 1980: 573-592). Al medesimo Ispettore Onorario si devono la scoperta e il recupero di altre tombe nel territorio di *Sorgà*: nel 1937 una tomba paleoveneta a Valle Piombin, nel 1936-37 due tombe della tarda età del Ferro a Moratica e nel 1938 tombe della media età del Bronzo nel fondo Lombardi a Moratica (Salzani, 1987: 122-123).

Un’occasione mancata per la ricerca è stata la scoperta nel 1933 di un abitato dell’età del Bronzo in località Pra’ Grande di *Nogarole Rocca*. Il Soprintendente Ghislanzoni si mostrò molto interessato e scrisse al Ministero: “La scoperta è indubbiamente di

grande interesse archeologico; ritengo anzi che sia una delle più importanti del genere, perché la località è poco lontana da Povegliano Veronese, dove nel 1878, si scoprì un sepolcreto pure dell'età del bronzo [...] e non è da escludere che un accurato scavo stratigrafico possa dare qualche dato preciso sul modo di vivere, e ciò che il sepolcreto di Povegliano non poteva fornire. Quasi sempre lo scavo delle stazioni, se bene fatto, dà risultati superiori a quelli dei sepolcreti" (Arch. Sopr. prot. n. 2488 del 9 settembre 1933). Sul posto venne inviato Raffaello Battaglia che poté constatare che i lavori di abbassamento di un dosso avevano messo in luce un abitato dell'età del Bronzo molto vasto. In un sondaggio in profondità individuò una stratigrafia in cui vi erano due livelli distinti riferibili all'abitato; non si trovò traccia di pali, ma gli abbondanti materiali archeologici recuperati furono giudicati di tipo palafitticolo (Arch. Sopr. Relazione Battaglia). La situazione, dunque, presentava una problematica particolarmente interessante. Fu notificato l'importante interesse archeologico al proprietario del terreno, però la Soprintendenza si trovò nell'impossibilità di iniziare uno scavo per mancanza di fondi.

Nell'archivio della Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Verona, Rovigo e Vicenza esiste una breve documentazione relativa a un progetto di ricerche, mai realizzato, nella necropoli di *Bovolone*. Nel novembre del 1936 il prof. Ugo Rellini, direttore dell'Istituto di Paleontologia dell'Università di Roma, faceva la richiesta di concessione di scavo nella necropoli di Bovolone per chiarire la relazione tra le tombe a inumazione e quelle a cremazione; questo scavo si proponeva di risolvere un vecchio problema che aveva visti contrapposti il primo scavatore Stefano De Stefani e Luigi Pigorini. Nelle intenzioni di Rellini la ricerca doveva procedere in due fasi: in un primo momento sarebbe stato fatto solo un saggio esplorativo, mentre successivamente sarebbero stati fatti scavi in estensione; il tutto a proprie spese. La Soprintendenza diede il proprio parere favorevole e il Ministero autorizzò la concessione di scavo il 17 dicembre 1937 (Arch. Sopr. prot. n. 2076 del 28 dicembre 1936). L'ultima notizia che si ha al riguardo è una lettera di Rellini del 18 gennaio 1937 nella quale si preannunciava che gli scavi sarebbero iniziati nella primavera successiva (Arch. Sopr. prot. n. 2258 del 21 gennaio 1937). Non risulta che questa ricerca sia mai stata fatta.

Tra gli interventi fatti in territorio veronese in quegli anni da parte della Soprintendenza vanno

citati quelli a Quinzano e a Cisano del Garda, che sono stati oggetto di aspre polemiche col direttore del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Francesco Zorzi, e che sono stati trattati in un recente articolo (Salzani, 2019).

Alle ricerche degli anni Trenta va aggiunta una breve appendice riguardante alcuni rinvenimenti avvenuti durante la seconda guerra mondiale, un periodo nel quale venne praticamente sospesa ogni attività archeologica nel territorio, tranne qualche episodio sporadico.

Nel 1941, in un fugace ritorno a Legnago Alessio De Bon colse l'occasione di fare un sopralluogo al Castello del Tartaro, dove notava che i lavori agricoli avevano quasi completamente spianato l'argine dell'abitato dell'età del Bronzo (De Bon, 1941: 184). Proseguiva poi verso Gazzo Veronese, dove, presso l'abitato protostorico di Coazze, assisteva allo scavo di una tomba che aveva l'ossuario costituito da un vaso situliforme a fasce rosse e nere con un coperchio in lamina di bronzo; l'urna era posta sopra quattro crani umani di inumati (De Bon, 1941: 186). Infine, a Ca' del Ferro di Oppeano egli constatava che le cave di sabbia continuavano a portar alla luce resti di tombe paleovenete. De Bon informò di queste sue ultime ricerche nella pianura veronese l'Ispettore Onorario della Soprintendenza Bruno Bresciani, che assieme Siegfried Fuchs del Deutsches Archäologisches Institut di Roma, nei primi mesi del 1943 fece una ricognizione nei vari siti della pianura. Nel giro di qualche mese Fuchs pubblicava una relazione sui sopralluoghi (Fuchs, 1943: 168-200). In essa viene descritto brevemente il grande terrapieno ovale di Castello del Tartaro e sono presi in esame i materiali rinvenuti in superficie, che sono messi a confronto con quelli di una fase tarda delle terramare. Fuchs auspica delle ricerche ampie e sistematiche e ritiene che Castello del Tartaro potrebbe avere un ruolo importante nel risolvere la problematica delle terramare, allora molto dibattuta. La seconda parte della relazione riguarda la necropoli di Ca' del Ferro, che egli ritiene molto estesa e data i materiali al III Periodo, mettendola a confronto con altre necropoli venete.

Nel 1942 la Soprintendenza fece eseguire alcuni scavi sulla collina di Castel San Pietro per cercare le tracce del villaggio protostorico che aveva preceduto la fondazione della città romana, ma i risultati furono deludenti (Salzani, 2019: 21).

Il 31 marzo 1943 Bresciani accompagnava in sopralluoghi a Castello del Tartaro di Cerea e a Ca' del Ferro di Oppeano Salvatore Maria Puglisi, Ispettore

di ruolo nei Musei e Scavi del Ministero e docente di Paleontologia, in congedo per convalescenza dal servizio militare. Nella prima località Puglisi raccolse in superficie notevole quantità di frammenti di ceramica preistorica, ma “nessuna foggia tipica”. Inoltre, segnalava: “È visibile per lungo tratto un muro terreo, ad andamento ricurvo, che non è possibile per ora stabilire se in relazione con la stazione preistorica”. Nella seconda località, in una cava di sabbia, egli individuò un deposito di carattere funerario con presenza di molti materiali ceramici su cui si riservava di proporre una datazione. La relazione di Puglisi del 5 aprile 1943 era accompagnata da una lettera di Bresciani nella quale si trova l'interessante notizia che all'interno del Castello del Tartaro il contadino, arando il campo, in un punto urtava con l'aratro contro pali verticali di palafitta e in un altro punto urtava contro pali orizzontali di quercia (Arch. Sopr., lettera del 5 aprile 1943). Nel giro di pochi giorni Puglisi ottenne l'autorizzazione dalla Soprintendenza alle Antichità del Veneto a effettuare alcuni sondaggi stratigrafici, che si svolsero tra il 9 e il 14 aprile. A Castello del Tartaro egli si proponeva di “fornire elementi sicuri per una prima classificazione della stazione”, considerando solo dilettantistiche tutte le precedenti ricerche. Eseguì due sondaggi nell'area interna delimitata dal grande argine che circonda l'abitato e individuò sostanzialmente due strati archeologici sovrapposti, inquadrabili entrambi nell'età del Bronzo. Un terzo sondaggio fu localizzato sopra l'argine dove fu trovata una situazione più complessa. In particolare fu trovato uno strato archeologico al di sotto degli accumuli dell'argine e si stabilì che in origine l'abitato era di tipo palustre e che in una fase successiva fu costruito l'argine e il tipo di abitato divenne analogo a quello delle terramare (Arch. Sopr. Relazione Puglisi del 16 aprile 1943; Puglisi, 1946: 13-21). A Ca' del Ferro di Oppeano egli aprì un settore di scavo di m 3 x 4 sulla sommità di un dosso intaccato da una cava di sabbia. Egli notò che l'antico piano della necropoli era stato adattato cospargendo il suolo di uno straterello di ciottoli. Furono portate alla luce 4 sepolture a cremazione che egli datò tra l'VIII e il VII secolo a. C. (Arch. Sopr. Relazione Puglisi del 16 aprile 1943).

Terminata la guerra, inizierà una nuova fase, molto importante, delle ricerche preistoriche nel Veronese.

BIBLIOGRAFIA

ARCHIVIO MUSEO FIORONI = Archivio privato Museo Fioroni, Legnago.

ARCH. MUSEO NAZIONALE = Archivio Museo Nazionale Preistorico Etnografico Luigi Pigorini, Roma.

ARCH. SOPR. = Archivio Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per le province di Verona, Rovigo e Vicenza.

ARCH. ZORZI = Archivio Zorzi, Museo Civico di Storia Naturale di Verona.

AA.VV., 1992. Le vie della preistoria. Manifestolibri, Roma.

ALFONSI A., 1919. Ricerche nella palafitta scoperta nella torbiera del Feniletto, Comune di Oppeano Veronese, frazione di Vallese. *Notizie degli Scavi di Antichità*: 189-198.

AVENA A., 1912. Doni. *Madonna Verona*, VI: 245-247.

AVENA A., 1913. Relazione annuale sull'andamento del Museo durante il 1913. *Madonna Verona*, VII: 217-224.

BALLADORO A., 1895. Nuove ricerche nelle stazioni preistoriche del lago di Garda. *Notizie degli Scavi di Antichità*: 453-456.

BALLADORO A., 1899. Nuove esplorazioni delle stazioni lacustri di Pacengo nel Lago di Garda. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XXXV: 32-37.

BARRECA F., 2016. La prima esposizione nazionale di storia della scienza. In: Chiavistelli A., Gaggini F. (Editors). Il dono di Andrea Corsini, Firenze: 35-52.

BATTAGLIA R., 1916. Sul livello cronologico occupato dalle stazioni “campignienne” delle Prealpi veronesi. *Madonna Verona*, X: 60-96.

BATTAGLIA R., 1917-18. Materiali paleontologici dai Monti Lessini in provincia di Verona. *Rivista di Antropologia*, XXII: 3-16 (estratto).

BATTAGLIA R., 1919-20. Materiali per lo studio del periodo eneolitico nel Veneto. *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, II, s. V, V: 33-56.

BATTAGLIA R., 1923a. Tracce di un abitato preistorico a Ponte di Veia nel Veronese. *Madonna Verona*, XVII: 1-32.

BATTAGLIA R., 1923b. Selci campignane nel Veneto. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XLIII: 130-149.

BATTAGLIA R., 1932. Notizie preliminari sulle ricerche preistoriche eseguite nei Monti Lessini (anno 1930). *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia*, LX-LXI: 408-436.

BATTAGLIA R., 1934. S. Anna di Alfaedo. Resti di un santuario veneto-gallico sul Monte Loffa. *Notizie degli Scavi di Antichità*: 116-143.

BOLLA M., 2003. Gli interventi di Antonio Avena in ambito archeologico. In: Marini P. (Editor). Medioevo ideale e Medioevo reale nella cultura urbana. Antonio Avena e la Verona del primo Novecento. Atti del Convegno Verona 28 febbraio – 1 marzo 2002, Verona: 121-131.

BRUGNOLI PP., BRUGNOLI A., 2013. Olindo Falsirol e il suo contributo allo studio della preistoria veronese e della storia di Marano. In: Olindo Falsirol e la storia di Marano.

I quaderni della storia di Marano di Valpolicella, Associazione Pro Loco di Marano di Valpolicella: 10-37.

BRUZZONE G.L., 2017. Luigi Pigorini e i Conti Balladaro. *Dada Rivista di Antropologia post-globale*, 1: 73-90.

CAVAZZOCCA MAZZANTI V., 1911. Scoperte archeologiche a Lazise sul Garda. *Madonna Verona*, V: 216-217.

CURI E., 1997-98. Origine e sviluppo del Museo dell'Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere. *Atti e Memorie della Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere di Verona*, CLXXIV: 149-178.

DA LISCA A., GEROLA G., 1908. Scoperte archeologiche nella provincia di Verona durante l'anno 1907. *Madonna Verona*, II: 41-48.

DE BON A., 1941. Storie e leggende della terra veneta. Le strade del diavolo. Schio.

DE STEFANI S., 1869. Del bacino torboso al Vallese e degli avanzi preistorici che vi si rinvennero. *Atti Accademia Agricoltura, Commercio e Arti di Verona*, XLVII: 5-18.

FALSIROL O., 1930. Di una stazione preistorica a Marano di Valpolicella nel Veronese. Tip. Operaia, Verona: 1-13.

FALSIROL O., 1934. Contributo alla ricerca paleontologica sui Monti Lessini. *Atti Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere di Verona*, serie V, XII: 73-83.

FRANZONI L., 1994. Carlo Cipolla e l'antichità fra tutela e ricerca. In: Varanini G.M. (Editor). Carlo Cipolla e la storiografia italiana tra otto e novecento. Atti del convegno di studio Verona 23-24 novembre 1991. *Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*: 303-314.

FUCHS S., 1943. Zwei vorgeschichtliche Fundplätze im Gebiet von Cerea (Provinz. Verona). *Jahrbuch von des Deutschen Archäologischen Instituts Berlin*, 58: 168-200.

GHIRARDINI G., 1901. Legnago. *Notizie degli Scavi*: 293.

GHISLANZONI E., 1926. Fumane (Verona). Tombe eneolitiche nel letto del torrente Progno. *Notizie degli Scavi*: 358-360.

GHISLANZONI E., 1932. Tomba eneolitica di Villafranca Veronese. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, LII: 9-21.

GOIRAN A., 1908. Di una freccia in selce rinvenuta in Lazise sul Garda (a. 1851). *Madonna Verona*, II: 191-192.

HOERNES M., 1903. Zur prähistorischen Formenlehre. Bericht über den Besuch einiger Museen in Östlichen Oberitalien. *Mitteilungen der Prähistorischen Commission der Kais. Akademie der Wissenschaften*, Wien: 91-117.

ISSEL A., 1917. Le selci enigmatiche di Breonio. *Atti della Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografiche*, XXVIII: 49-83.

LONGO L., ISOTTA L.C., 2004. Piccola serie di strumenti foliati raccolta da A. Forti. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 28: 91-95.

MARCHINI G.P., 1972. Antiquari e collezioni archeologiche dell'ottocento veronese. Ed. Vita Veronese, Verona.

MARCONI P., 1924-25. Il Museo Civico Archeologico di Verona. *Bollettino d'Arte*, IV: 428-432.

MARTINELLI N., TREVISAN D., 2015. Reperti preistorici dalla palafitta di Cattaragna (Brescia): ricerche per la ricostru-

zione storica e museografica delle collezioni ottocentesche del sito. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 39: 55-67.

MARTINELLI N., PICCOLI A., TREVISAN D., 2014. Collezioni preistoriche ottocentesche da Cavriana (Mantova) del Museo di Storia Naturale di Verona. *Bollettino del Museo Civico Storia Naturale di Verona*, Geologia, Paleontologia, Preistoria, 38: 153-168.

PARIBENI R., 1904. Fibula di bronzo placcata in oro della palafitta di Peschiera. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XXX: 29-32.

PELLEGRINI G., 1912. Necropoli paleoveneta di Oppeano Veronese. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XXXVIII: 110-114.

PERONI R., 1992. Preistoria e Protostoria. La vicenda degli studi in Italia. In: AA.VV. Le vie della preistoria. Manifestolibri, Roma: 9-70.

PESSINA A., 2001-2002. Materiali e documenti di Stefano De Stefani al Museo "Luigi Pigorini" di Roma. In: Salzani L., Brugnoli A. (Editors). Stefano De Stefani pioniere della ricerca preistorica veronese. Le Ricerche sui Monti Lessini, Atti del Convegno 26 maggio 2001, *Annuario Storico della Valpolicella*: 87-108.

PIGORINI L., 1878, Oggetti della I età del Ferro, scoperti a Oppeano nel Veronese. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, V: 105-124.

PIGORINI L., 1899. Ancudine di bronzo dalle palafitte del Garda. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XXV: 200-201.

PIGORINI L., 1905. Selci lavorate di Breonio Veronese giudicate false. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, XXX: 134-138.

PUGLISI S., 1946. Ricerche stratigrafiche nella stazione palustre arginata di Castello del Tartaro. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, VIII: 13-21.

QUINTARELLI G., 1929. Il contributo veronese alla scienza preistorica. Verona.

Redazione, 1907. Notiziario. *Madonna Verona*, I: 53-55.

Redazione, 1909. Notizie del Museo. *Madonna Verona*, III: 131-132; 228-229.

Redazione, 1910. Notizie del Museo. *Madonna Verona*, IV: 143-144.

Redazione, 1914. Relazione del Civico Museo durante l'anno 1914. *Madonna Verona*, VIII: 231.

Redazione, 1920. Relazione sull'andamento del Museo per l'anno 1920. *Madonna Verona*, XIV: 251-254.

Redazione, 1921. Relazione sull'andamento del Museo Civico per l'anno 1921. *Madonna Verona*, 15: 84-90.

RUFFO S., CURI E., 2005. Il Museo civico di storia naturale di Verona dal 1862 a oggi. Marsilio.

SALZANI L., 1980, La necropoli di Sorgà. *Bollettino del Museo Civico Storia Naturale Verona*, VII: 573-592.

SALZANI L., 1983-84. Contributi per la conoscenza della tarda età del ferro nel Veronese. *Atti e Memorie dell'Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere di Verona*, s. VI, XXXV (CLX): 353-381.

SALZANI L., 1987 (Editor). La preistoria lungo la valle del Tartaro. Vago di Lavagno.

SALZANI L., 2013a. Ricordi personali. Le ricerche preistoriche di Olindo Falsirol in Valpolicella. In: Olindo Falsirol e la storia di Marano. *I quaderni della storia di Marano di Valpolicella*, Associazione Pro Loco di Marano di Valpolicella: 38-49.

SALZANI L., 2013b. La documentazione d'archivio del ritrovamento di tombe preistoriche nel Progno di Fumane. *La Lessinia. Ieri, Oggi, Domani*, 36: 91-100.

SALZANI L., 2018. Per una storia delle ricerche archeologiche sui Monti Lessini. *La Lessinia. Ieri, Oggi, Domani*, 41: 81-90.

SALZANI L., 2019. Le ricerche preistoriche del Museo Civico di Storia Naturale di Verona dagli anni Trenta agli anni Ottanta del 1900. In: Martini F., Salzani L., (Editors). Un lungo percorso di scienza. Scritti in onore di Leone Fasani, *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2. serie, Scien-

ze dell'Uomo, 13, *Millenni. Studi di Archeologia Preistorica*, 22: 13-52.

SALZANI L., 2021. Le ricerche preistoriche di Alessio De Bon nella pianura veronese. In: Varanini G.M. (Editor). Studi di storia, arte e archeologia veronese in onore di Bruno Chiappa, Cierre edizioni, Sommacampagna: 359-379.

SALZANI L., BRUGNOLI A., 2001-2002 (Editors). Stefano De Stefani pioniere della ricerca preistorica veronese. Le Ricerche sui Monti Lessini, Atti del Convegno 26 maggio 2001, *Annuario Storico della Valpolicella*.

SETON KARR H.W., 1905, Le falsificazioni del Museo preistorico. *La Tribuna*, 5-9.

TUA P.M., 1909. Scoperte archeologiche nella provincia di Verona durante l'anno 1908. *Madonna Verona*, III: 122-124.

INDICE

ELENA CALDOGNETTO, FLAVIO TROTTI, HEIN GERSTNER, ALESSANDRO ZORZIN, ROBERTO ZORZIN <i>Natural radioactivity, particularly radon in air, in some areas of Gunung Mulu National Park (Sarawak, Northern Borneo): first results</i>	pag. 5
LUIGI CAPASSO <i>Structural anatomy of some Pycnodont eyes</i>	pag. 19
LUIGI CAPASSO, MARIA CARMELA DEL RE, SERGIO BRAVI, LOUIS PAUL TAVERNE <i>Sexual dimorphism in a population of †Pycnodontiformes of the Aptian (Lower Cretaceous) from Profeti (province of Caserta, Southern Apennines, Italy)</i>	pag. 31
LOUIS TAVERNE, LUIGI CAPASSO <i>The Cretaceous fishes of Nardò. 41°. New data on the teleosts Capassoichthys alfonsoi (Ichthyodectidae) and Chanoides chardoni (Ostariophysi, Otophysi)</i>	pag. 43
LOUIS TAVERNE <i>Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 9°. Garganomyctophum sorbinii gen. et sp. nov. (Teleostei, Myctophiformes, Myctophidae</i>	pag. 53
LUCIANO SALZANI <i>Le ricerche preistoriche a Verona nei primi decenni del 1900</i>	pag. 65

Il Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona esce annualmente in due distinte sezioni: 1. Botanica e Zoologia; 2. Geologia, Paleontologia e Preistoria, e pubblica sia estesi contributi sia brevi note riguardanti gli aspetti naturalistici di tali discipline.

PRESENTAZIONE DEI LAVORI

I lavori devono essere indirizzati alla Redazione Editoriale - Museo Civico di Storia Naturale di Verona Lungadige Porta Vittoria, 9 37129 Verona, accompagnati da indirizzo, recapito telefonico ed eventuali fax e casella di posta elettronica dell'autore o, in caso di più autori, di un autore di riferimento. I contributi ricevuti dalla Redazione saranno inviati per una valutazione a revisori scientifici e quindi, se accettati, verranno rinviati agli autori con richiesta di eventuali modifiche. L'accettazione o il rifiuto dei lavori è in ogni caso di competenza della Redazione.

NORME DA SEGUIRE NELLA STESURA DEI TESTI

I contributi devono essere presentati su supporto informatico e in due copie stampate, con tavole e illustrazioni anche in fotocopia. Il lavoro dovrà essere accompagnato da un Abstract in inglese (comprensivo del titolo e di Key Words in numero non inferiore a 3) e da un Riassunto in italiano (comprensivo di Parole Chiave in numero non inferiore a 3). Abstract e Riassunto dovranno essere di almeno tre righe.

Intestazione: Titolo del lavoro in grassetto, nome e cognome (per esteso) dell'autore o degli autori in maiuscolo, Ente o Istituto di appartenenza oppure città di residenza degli autori in corsivo e tra parentesi, esempio: **Indagini idrogeologiche nell'area del Corno d'Aquilio (Monti Lessini nordoccidentali - Verona)** ROBERTO ZORZIN

(*Museo Civico di Storia Naturale di Verona*)

Testo: riportare i nomi scientifici di genere e di specie in corsivo; utilizzare le unità di misura ammesse dal Sistema Internazionale con relativa simbologia; non inserire alcuna nota a piè di pagina. I riferimenti bibliografici nel testo devono essere indicati tra parentesi come nei seguenti esempi: (Failla e Messina, 1978: 362); (Disconzi, 1865: 98-103); (Failla et al., 1994); (Ruffo, 1999: Fig 1a); se vengono citati più lavori dello stesso autore, pubblicati nello stesso anno, il numero indicante l'anno sarà seguito da lettere alfabetiche minuscole (es. 1969a; 1969b e così via). I testi che l'autore intende stampare in corpo più piccolo (ad esempio le sinonimie) devono essere evidenziati a matita a margine della copia stampata inviata alla Redazione. Per il simbolo di maschio utilizzare \$, per il simbolo di femmina utilizzare #.

Illustrazioni: Ogni illustrazione deve essere accompagnata da una breve ed esauriente didascalia in due lingue (la lingua originale del lavoro e la lingua inglese). Predisporre le figure, tenendo conto anche dello spazio occupato dalle didascalie, in un formato tale da sopportare la riduzione alle dimensioni definitive della stampa (cm 17,5 x 23,5 o, per figure che occupino una sola colonna, 8,75 x 11,75). Nella copia stampata inviata alla Redazione dovrà essere indicato a matita dove inserire le figure nel testo. Il costo della stampa di eventuali figure a colori è a carico dell'autore. Le figure fornite in formato digitale devono essere ad alta risoluzione (300 dpi) e salvate in uno dei seguenti formati: .jpg, .tiff.

Bibliografia: Indicare gli autori citati nel testo in ordine alfabetico e cronologico come nei seguenti esempi:

BONNIER J., 1896. Edriophthalmes (Résultats scientifiques de la campagne du "Caudan" dans le Golfe de Gascogne, aout-septembre 1895). *Annales de l'Université de Lyon*, 26: 527-689.

CARTES J.E., SORBE J.C., 1993. Les communautés suprabenthiques de la Mer Catalane (Méditerranée occidentale): Données préliminaires sur la répartition bathymétrique et l'abondance des crustacés pécaricides, *Crustaceana*, 64 (2): 155-171.

MYERS A.A., 1982. Family Aoridae. In: Ruffo S. (Editor). The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1. *Mémoires de l'Institut Océanographique*, 13: 111-158.

STEARNS S.C., 1992. The evolution of life history. Oxford University Press, New York: 249 pp.

TAVERNE L., 1997a. Les Poissons Crétacés de Nardò. 3°. L'ordre des Ichthyodectiformes (Pisces, Teleostei). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 21: 383-400.

TAVERNE L., 1997b. Les Poissons Crétacés de Nardò. 4°. *Apulichthys gayeti* gen. nov., sp. nov. (Teleostei, Ostariophysi, Gonorhynchiformes). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 21: 401-436.

INDIRIZZO DELL'AUTORE O DEGLI AUTORI

Deve essere indicato dopo la bibliografia come nel seguente esempio: SANDRO RUFFO - Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona; e-mail: sandro.ruffo@comune.verona.it

BOZZE

L'autore riceverà una sola bozza in formato pdf. Per i lavori a più nomi la bozza verrà inviata all'autore di riferimento. La bozza, corretta con indicazioni chiare e leggibili, deve essere inviata per e-mail alla Redazione entro 10 giorni dalla data di ricevimento. La ritardata restituzione potrà comportare il passaggio del lavoro al volume successivo. Nella correzione non sono ammesse aggiunte, riduzioni o modifiche al testo, se non a spese dell'autore.

ESTRATTI

A ogni autore o gruppo di autori verrà inviata una copia elettronica dell'articolo in formato.pdf ad alta risoluzione. Eventuali estratti stampati potranno essere richiesti, a spese degli autori, direttamente alla tipografia.

The Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona is issued annually in two distinct parts: 1. Botany and Zoology; 2. Geology, Paleontology and Archaeology. Both extended contributions and brief notes regarding the naturalistic aspects of these disciplines are published.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be addressed to: Redazione Editoriale - Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Lungadige Porta Vittoria, 9 37129 Verona, and should be accompanied by the address, telephone number and, if possible, the fax number and email address of the author or in the case of multiple authors, that of the corresponding author. The manuscripts received by the editors will be sent for evaluation to scientific referees and, if accepted, will then be returned to the authors for eventual requested modifications. The final decision for acceptance or refusal of manuscripts is always taken by the editors.

INSTRUCTIONS FOR MANUSCRIPT PREPARATION

The contributions must be presented on computer disc and in two printed copies with photocopies also of the plates and illustrations. The work should be accompanied by an Abstract in English (including the title and the Key Words which should not be less than three in number) and by an Abstract (Riassunto) in Italian (including the Key Words which should not be less than three in number). Both the Abstract and Riassunto should consist of at least three lines of text.

Headings: Title of the article in bold, name and surname (in full) of the author or authors in capitals, institution or city of residence of the authors in italics and between brackets, for example: **Indagini idrogeologiche nell'area del Corno d'Aquilio (Monti Lessini nordoccidentali - Verona)**

ROBERTO ZORZIN

(*Museo Civico di Storia Naturale di Verona*)

Text: Scientific names of genera and species should be in italics; utilize the standard units of measurement allowed by the International System with the relative symbols; do not insert footnotes. The bibliographic references in the text should be indicated between brackets as shown by the following examples: (Failla and Messina, 1978: 362); (Disconzi, 1865: 98-103); (Failla et al., 1994); (Ruffo, 1999: Fig 1a); if more than one publication by the same author is cited, published in the same year, then the number indicating the year should be followed by small letters in alphabetical order (ex. 1969a; 1969b etc.). The text that the author intends to print in smaller characters (for example the synonymy) should be highlighted in pencil in the margin of the printed copy sent to the editors. The symbol to be used for male is \$, the symbol for female #.

Illustrations: each illustration should be accompanied by a brief and comprehensive caption in two languages (the original language of the article and in English). The figures should be arranged, keeping in mind the space required for the caption, in a format which may be reduced to the final printing dimensions (cm 17.5 x 23.5 or, for single column figures, 8.75 x 11.75). The position of the figure within the text should be indicated in pencil on the printed copy sent to the editor. The cost of colour figures will be charged to the author. Figures submitted in digital form should be at high resolution (300 dpi) and saved in one of the following formats: .jpg, .tiff.

References: Indicate the authors cited in the text in alphabetical and chronological order as is shown in the following examples:

BONNIER J., 1896. Edriophthalmes (Résultats scientifiques de la campagne du "Caudan" dans le Golfe de Gascogne, aout-septembre 1895). *Annales de l'Université de Lyon*, 26: 527-689.

CARTES J.E., SORBE J.C., 1993. Les communautés suprabenthiques de la Mer Catalane (Méditerranée occidentale): Données préliminaires sur la répartition bathymétrique et l'abondance des crustacés pécaricides, *Crustaceana*, 64 (2): 155-171.

MYERS A.A., 1982. Family Aoridae. In: Ruffo S. (Editor). The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1. *Mémoires de l'Institut Océanographique*, 13: 111-158.

STEARNS S.C., 1992. The evolution of life history. Oxford University Press, New York: 249 pp.

TAVERNE L., 1997a. Les Poissons Crétacés de Nardò. 3°. L'ordre des Ichthyodectiformes (Pisces, Teleostei). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 21: 383-400.

TAVERNE L., 1997b. Les Poissons Crétacés de Nardò. 4°. *Apulichthys gayeti* gen. nov., sp. nov. (Teleostei, Ostariophysi, Gonorhynchiformes). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 21: 401-436.

ADDRESS OF THE AUTHOR OR AUTHORS

This/these should be given after the bibliography as in the following example: SANDRO RUFFO - Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona; e-mail: sandro.ruffo@comune.verona.it

PROOFS

The author will receive only one set of proofs in pdf format. In the case of more than one author the proofs will be sent to the author nominated to receive correspondence regarding the manuscript. The proofs, corrected with clear and legible indications, should be sent by e-mail to the editors within 10 days of the date of receipt. The late return of the proofs may lead to the manuscript being held over for the successive volume. Additions, reductions or modifications to the text will not be accepted in the corrections unless at the expense of the author.

OFFPRINTS

Each author or group of authors will be sent an electronic copy of the article in pdf format at high resolution.

Printed offprints at the author's expense may be requested directly from the printers.

ELENA CALDOGNETTO, FLAVIO TROTTI, HEIN GERSTNER, ALESSANDRO ZORZIN, ROBERTO ZORZIN
Natural radioactivity, particularly radon in air, in some areas
of Gunung Mulu National Park (Sarawak, Northern Borneo): first results

LUIGI CAPASSO
Structural anatomy of some Pycnodont eyes

LUIGI CAPASSO, MARIA CARMELA DEL RE, SERGIO BRAVI, LOUIS PAUL TAVERNE
Sexual dimorphism in a population of †Pycnodontiformes
of the Aptian (Lower Cretaceous) from Profeti
(province of Caserta, Southern Apennines, Italy)

LOUIS TAVERNE, LUIGI CAPASSO
The Cretaceous fishes of Nardò. 41°.
New data on the teleosts *Capassoichthys alfonsoi* (Ichthyodectidae)
and *Chanoïdes chardonii* (Ostariophysii, Otophysii)

LOUIS TAVERNE
Les poissons du Santonien (Crétacé supérieur) d'Apricena (Italie du Sud). 9°.
Garganomyctophum sorbinii gen. et sp. nov. (Teleostei, Myctophiformes, Myctophidae)

LUCIANO SALZANI
Le ricerche preistoriche a Verona nei primi decenni del 1900