

ATTI
DELLA
SOCIETÀ DEI NATURALISTI
E MATEMATICI DI MODENA
APS



Vol. CLIV

2023

Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena - APS è una rivista annuale, fondata nel 1866, che pubblica articoli originali riguardanti discipline scientifiche e ambientali (con particolare riguardo alla Regione Emilia-Romagna e all'Italia) e gli atti sociali. La rivista viene distribuita gratuitamente ai Soci e alle Società e Accademie corrispondenti, italiane e straniere, in tutte le parti del mondo. La rivista è indicizzata da: Bibliography and Index of Geology (USA), Biological Abstracts (USA), Chemical Abstracts (USA), Zoological Record (Gran Bretagna) e Referativnyi Zhurnal (Russia).

Consiglio Direttivo (2023-2025)

Presidente: Prof. Paolo Zannini

Consiglieri: Prof. Ivano Ansaloni, Dott. Fabrizio Buldrini, Dott.ssa Federica Calvi, Prof.ssa Lucrezia Mola, Prof.ssa Aurora Pederzoli, Prof. Giovanni Tosatti.

Revisori dei Conti: Prof.ssa Franca Cattelani, Prof. Gilberto Coppi, Dott. Paolo Serventi;
membro supplente: Prof. Luca Forti; *membro esterno:* Dott. Paolo Calamai.

Norme per l'accettazione degli articoli

Le comunicazioni sottomesse agli Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena per la pubblicazione, dopo che la Redazione abbia verificato la loro pertinenza con gli ambiti disciplinari della rivista, saranno sottoposte al giudizio di uno o due *referee* esterni, che valuteranno i lavori sia sotto l'aspetto dei contenuti sia sotto quello formale ed esprimeranno il loro parere vincolante circa l'accettabilità dei lavori stessi. Gli articoli presentati in inglese e gli *Abstract* saranno inoltre sottoposti a controllo linguistico da parte di docente madrelingua.

Settori disciplinari e relativi revisori scientifici

Meteorologia, Climatologia: Prof. Dino Zardi (Università di Trento), Dr. Paolo Frontero (ARPA Veneto)

Scienze della Terra: Dr. Alessandro Pasuto (CNR-IRPI, Padova)

Botanica, Agraria: Prof.ssa Claudia Angiolini (Università di Siena), Prof.ssa Laura Sadori (Sapienza Università di Roma)

Zoologia, Ecologia: Prof.ssa Annamaria Volpi Ghirardini (Ca' Foscari Università di Venezia), Prof. Vincenzo Vomero (già Direttore Musei Scientifici di Roma)

Matematica: Prof. Sergio Invernizzi (già Università di Trieste)

Fisica: Prof.ssa Marisa Michelini (Università di Udine)

Chimica, Scienze Farmaceutiche: Prof. Gabriele Caviglioli (Università di Genova)

Archeologia, Antropologia: Dr. Marco Bettelli (CNR-ICEVO, Roma), Prof. Alessandro Vanzetti (Sapienza Università di Roma)

Lingua Inglese: Prof.ssa Andrea Mary Lord (già Università di Modena e Reggio Emilia)



Associato alla Unione
Stampa Periodica Italiana

ISSN 0365 - 7027

Autorizzazione del Tribunale di Modena n. 387 del 10 agosto 1962

Direttore Responsabile: Giovanni Tosatti

Redazione: Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena - APS

Via Università 4, 41121 MODENA

Biblioteca: Via A. Vivaldi 70, 41125 MODENA

Codice Fiscale: 80016770366

Codice IBAN: IT100053871290000000009999; Codice BIC-SWIFT: BPMOIT22XXX

Sito web: www.socnatmatmo.unimore.it; e-mail: john.tosatti@gmail.com



**Luca Lombroso*, Sofia Costanzini*, Francesca Despini*,
Sergio Teggi***

Annuario 2022 dell'Osservatorio Geofisico di Modena

Riassunto

Questo articolo presenta l'annuario delle osservazioni meteorologiche raccolte presso l'Osservatorio Geofisico di Modena, situato nella torre di levante del Palazzo Ducale. La tradizione di pubblicare questo annuario è iniziata nel 1896 sotto la direzione del Prof. Ciro Chistoni. Inizialmente, esso era distribuito come "opuscolo dell'Osservatorio Geofisico" e veniva inviato in un circuito di "scambio" di pubblicazioni ad osservatori in tutto il mondo. A partire dal 1999, l'annuario è stato pubblicato all'interno dei volumi di questa rivista. L'articolo fornisce un riepilogo annuale dei valori medi, totali ed estremi dei principali parametri meteorologici, relativi grafici e tabelle con i dati giornalieri. Sono inoltre riportate le tabelle dei "più e meno del 2022", che mostrano i valori medi ed estremi di tutti i parametri rilevati presso l'Osservatorio e la stazione "Campus DIEF" situata nell'area del Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari. Il 2022 è stato l'anno più caldo di tutta la serie storica (con dati omogenei sulle temperature a partire dal 1860), con una temperatura media annuale di 16,8 °C. Questo rappresenta un'anomalia positiva di +1,9 °C rispetto al trentennio climatico di riferimento. Le precipitazioni sono state inferiori alla media, con un totale di 526,6 mm nel 2022, corrispondente a un'anomalia pluviometrica negativa del 24% rispetto alla media climatica. Nel corso del 2022 sono state effettuate anche osservazioni presso le altre stazioni della rete locale dell'Osservatorio Geofisico. Inoltre, la stazione meteorologica di Reggio Emilia, situata presso il campus universitario San Lazzaro, è tornata pienamente operativa. È importante ricordare che sono attive anche una stazione meteorologica per la ricerca presso la terrazza del Policlinico di Modena e una presso la discarica di via Caruso a Modena. I dati di queste stazioni non sono presentati in questo articolo, ma sono disponibili su richiesta contattando l'Osservatorio Geofisico (e-mail: ossgeo@unimore.it). Vengono infine presentati i dati principali delle misurazioni effettuate presso la Stazione biologica e meteo-climatica Italia-Costa Rica, situata nella riserva naturale Karen Mogensen nella penisola di Nicoya, nel settore pacifico del paese centroamericano.

* Osservatorio Geofisico, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", Università di Modena e Reggio Emilia, Via P. Vivarelli 10, 41125 MODENA; e-mail: ossgeo@unimore.it.

Abstract

The yearbook of meteorological observations collected at the Geophysical Observatory of Modena, located in the eastern tower of the Dukes' Palace, is presented. The tradition of publishing this yearbook started in 1896 under the direction of Prof. Ciro Chistoni. Initially, it was distributed as a "Geophysical Observatory pamphlet" and sent through a publication exchange circuit to observatories worldwide. Since 1999, the yearbook has been published within the volumes of this scientific review. The article provides an annual summary of the average, total, and extreme values of the main meteorological parameters, relative graphs and tables with daily data. The tables for "more and less in 2022" are also included, showing the average and extreme values of all parameters recorded at the Observatory and the "Campus DIEF" station located within the area of the "Enzo Ferrari" Engineering Department. 2022 was the warmest year in the entire historical series (with temperature data homogenized from 1860 onwards), with an annual average temperature of 16.8 °C. This represents a positive anomaly of +1.9 °C compared to the thirty-year climate reference period. Precipitation was below average, with a total of 526.6 mm in 2022, corresponding to a negative precipitation anomaly of 24% compared with the climate average. During 2022, observations were also carried out at other meteorological stations within the local network of the Geophysical Observatory. Additionally, the station in Reggio Emilia, at the San Lazzaro University Campus, has returned to full capacity. It is important to note that there are also research meteorological stations on the terrace of the Modena Polyclinic and at the landfill site of Modena. The data from these stations are not presented in this article but are available upon request by contacting the Geophysical Observatory (e-mail: ossgeo@unimore.it). Finally, the main data from the measurements taken at the Italy-Costa Rica Biological and Climatological Station, located in the Karen Mogensen nature reserve in the Nicoya Peninsula, in the Pacific sector of the Central American country, are presented.

Parole chiave: meteorologia, climatologia, ambiente, Modena

Keywords: meteorology, climatology, environment, Modena, Italy

1. Introduzione

L'Osservatorio Geofisico di Modena, situato nel torrione di levante del Palazzo Ducale, mantiene ancora oggi qui la sua sede storica. Fondato nel 1826 su iniziativa del Duca Francesco IV d'Este come Osservatorio Astronomico, l'istituto ha iniziato fin dai primi anni ad effettuare anche misure meteorologiche e climatiche sotto la direzione del Prof. Giuseppe Bianchi. Dal 1830, l'Osservatorio ha continuato a raccogliere dati meteorologici ininterrottamente, sviluppando così una serie storica di osservazioni di grande valore scientifico a livello internazionale. La strumentazione utilizzata è conforme agli standard stabiliti dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO). Nel 2020, l'Osservatorio Geofisico è stato ufficialmente riconosciuto come "Stazione di Osservazione Centenaria" dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale stessa.

Dal 1896, l'Osservatorio Geofisico pubblica i suoi dati giornalieri in un annuario. Inizialmente, gli "annuari dell'Osservatorio Geofisico" erano pubblicati come opuscoli stampati dall'Osservatorio stesso e inviati in scambio a oltre 200 osservatori di tutto il mondo. A partire dal 1999, i dati giornalieri sono stati inclusi in pubblicazioni ospitate gentilmente dagli Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, mantenendo lo stesso formato riassuntivo adottato negli annuari precedenti.

Nel corso del 2022, l'attività operativa dell'Osservatorio è tornata a pieno regime dopo il periodo di *lockdown* dovuto alla pandemia di SARS-CoV-2, dichiarata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel febbraio 2020, e le restrizioni significative che ne sono seguite nel 2021. Durante questo periodo, il personale tecnico ha fatto notevoli sforzi per garantire la continuità delle osservazioni, come avvenuto anche durante eventi storici come le guerre mondiali. Nel 2022, sono state ripristinate anche le attività divulgative e le aperture al pubblico dei locali dell'Osservatorio, che erano stati completamente restaurati nel 2018/19.

In questo articolo, presentiamo in dettaglio i dati dell'Osservatorio Geofisico di Piazza Roma, dando continuità alla serie storica e alla tradizione di pubblicazione e condivisione dei dati. In particolare, forniamo riepiloghi statistici dell'anno riguardanti temperatura, precipitazioni, neve, e forniamo un'analisi dei parametri di ventosità e radiazione solare. Presentiamo in forma grafica anche i dati giornalieri e mensili delle temperature minime, massime e medie, delle precipitazioni idriche e delle precipitazioni nevose, confrontandoli con i valori climatologici del periodo 1991-2020. Nelle tabelle in appendice, forniamo i valori giornalieri dei medesimi parametri.

Nel corso del 2022, sono state condotte misurazioni regolari anche nelle altre stazioni della rete meteorologica locale. In questo articolo presentiamo un riepilogo dei dati delle stazioni meteorologiche di Modena Campus Dief e alcuni dati della stazione meteorologica presso la riserva Karen Mogensen, Costa Rica. La stazione "Karen Costa Rica" è di proprietà dell'Associazione "Foreste Per Sempre-GEV Modena" ed è gestita all'interno della rete dell'Osservatorio Geofisico. Inoltre, sono attive una stazione a Reggio Emilia e due stazioni di ricerca, una presso l'Ospedale Policlinico di Modena, in funzione dal 2015 per il monitoraggio di un impianto energetico trigeneratore (responsabile prof.ssa Grazia Ghermandi), e l'altra presso Via Caruso a Modena, in corrispondenza di una *test farm* per materiali riflettenti solari, attivata per un progetto di ricerca (responsabile prof. Alberto Muscio). I dati di tutte le stazioni vengono regolarmente salvati, controllati, validati e mantenuti in copie di *backup* di sicurezza. Ulteriori informazioni sulla rete e sulla disponibilità dei dati sono disponibili sul sito web dell'Osservatorio Geofisico all'indirizzo www.ossgeo.unimore.it.

2. Riepilogo delle osservazioni dell'anno 2022

Nella Tab. 1 vengono presentati i principali dati meteorologici dell'anno 2022 rilevati presso la storica stazione di riferimento dell'Osservatorio Geofisico.

Durante il 2022, la temperatura media annuale è stata di 16,8 °C, calcolata come media delle temperature minime e massime giornaliere. Questo valore presenta un'annotabile anomalia positiva di +1,9 °C rispetto alla media climatica del periodo 1991-2020. Analizzando la serie storica delle temperature, che è stata raccolta in modo omogeneo dal 1860 ad oggi senza interruzioni, si può affermare che il 2022 è stato l'anno più caldo registrato. Il precedente record di temperatura media annuale più elevata risaliva al 2014, con un valore di 16,3 °C, mentre l'anno più freddo è stato il 1881, con una temperatura media di 11,8 °C.

La media delle temperature minime nel 2022 è stata di 13,2 °C, mentre la media delle temperature massime è stata di 20,3 °C. Le anomalie rispetto alla media climatica sono risultate rispettivamente di +1,8 °C per le temperature minime annuali e +1,7 °C per la temperatura massima media annua.

Durante l'anno, il giorno più freddo è stato il 23 gennaio 2022, con una temperatura minima di -0,9 °C. Il valore assoluto più basso registrato storicamente è stato raggiunto l'11 gennaio 1985, con una temperatura minima di -15,5 °C. Il giorno più caldo del 2022 ha segnato una temperatura massima di 37,3 °C il 23 luglio. Anche in questo caso, il valore massimo assoluto rimane il record storico, con 38,5 °C registrati il 29 luglio 1983.

L'anno 2022 è stato caratterizzato da un periodo relativamente siccitoso, sebbene con una anomalia pluviometrica inferiore rispetto al "gran secco" del 2020. Le precipitazioni totali durante il 2022 ammontano a 526,6 mm, con un deficit pluviometrico del 24% rispetto alla climatologia del periodo 1991-2020. Solo i mesi di aprile, agosto e novembre hanno registrato precipitazioni superiori alla media, mentre gennaio, febbraio, marzo, giugno, luglio e soprattutto ottobre hanno mostrato una forte carenza di pioggia. In particolare, ottobre è risultato totalmente privo di precipitazioni, rappresentando il primo caso di assenza di pioggia in assoluto (0,0 mm di precipitazioni totali nel mese). Il giorno più piovoso del 2022 è stato il 22 novembre, con 60,8 mm di precipitazioni. Nel corso dell'intero anno, sono stati registrati 80 giorni con precipitazioni misurabili.

Ancora una volta, la neve è risultata totalmente assente nel 2022, con solo due giorni in cui si è osservata la presenza di qualche fiocco misto a pioggia, ma senza accumulo al suolo.

Dal 1836 ad oggi, sono stati solo 13 gli anni senza neviccate misurabili, con l'ultimo caso risalente al 2007. La serie storica digitalizzata indica anche l'assenza di neve nei 1833 e 1834, tuttavia, per confermare questi dati, è necessaria una verifica accurata attraverso i registri storici dove sono annotate le

neviccate effettive, anche se non viene specificato l'ammontare di neve fresca caduta nelle 24 ore.

La velocità massima del vento registrata nel 2022 è stata di 105 km/h, il giorno 30 del mese di agosto. Nella serie storica, sono stati osservati 7 giorni con vento superiore ai 100 km/h, il più recente risalente al 22 giugno 2019 (110,2 km/h). Il record assoluto di raffica di vento è stato di 112 km/h, registrato il 24 luglio 2004.

Per quanto riguarda la stazione meteorologica del Campus DIEF a Modena, la temperatura media annuale è stata di 15,3 °C, mentre le precipitazioni totali nel corso dell'anno sono state di 570,2 mm.

	2022	Min storico	Max storico	Media 1991-2020
Temperatura media annua (°C)	16,8	11,8 (1881)	16,3 (2014)	15,1
Media temperature minime (°C)	13,2	7,1 (1879)	13,1 (2014)	11,7
Media temperature massime (°C)	20,4	15,9 (1861)	19,5 (2014)	18,6
Giorno più caldo (massimo di temperatura massima) (°C)	37,3 (23/07/2022)	30,6 (14/07/1912)	38,5 (29/07/1983)	-
Giorno più freddo, minimo di temperatura minima (°C)	-0,9 (23/01/2022)	-15,5 (11/01/1985)	-1,0 (24/12/2008)	-
Precipitazioni totali (mm)	526,6	305,4 (1834)	1153,3 (1839)	691,4
Giorno più piovoso dell'anno (mm)	60,8 (22/11/2022)	21,1 (16/11/1837)	165,4 (05/10/1990)	-
Numero di giorni con precipitazioni misurabili (prec.>0 mm)	80	57 (1847)	160 (1960)	114
cm neve fresca (anno 2022)	0	0 (2007) ⁽¹⁾	252 (1844)	29,5
cm neve fresca (2020/21)	0	0 (2006/07) ⁽¹⁾	242 (1844/45)	29,4
Numero giorni con neve misurabile (anno 2022)	0	0 (2007) ⁽¹⁾	23 (1895)	5
Numero di giorni con neve misurabile (inverno 2021/22)	0	0 (2006/07) ⁽¹⁾	25 (1894/95)	5
Max neve giornaliera in cm (2022)	0	0 (vari)	89 (14/12/1844)	-
Vento: max velocità in km/h	105 (30/08/2022)	-	112 (24/07/2004)	-
⁽¹⁾ Vari anni: è indicato l'ultimo				

Tab. 1 – Riepilogo dei principali dati meteorologici del 2022 registrati presso l'Osservatorio Geofisico posto nel torrione orientale del Palazzo Ducale di Modena.

3. I più e i meno del 2022: riepilogo dei valori estremi a Modena

Temperatura dell'aria

	Modena Osservatorio (confronto climatico)	Modena Campus
Tmed annua	16,8 °C (Md 1991-2020: 15,1 °C)	15,3 °C
Media di Tmin	13,2 °C (Md 1991-2020: 11,6 °C)	9,5 °C
Media di Tmax	20,3 °C (Md 1991-2020: 18,6°C)	21,2 °C
Tmin assoluta (notte più fredda)	-0,9 °C il 23/01/2022 (-15,5 °C il 11/01/1985)	-5,3 °C (13/01/2022)
Tmax assoluta (pomeriggio più caldo)	37,3 °C il 23/07/2022 (38,5 °C il 29/07/1983)	39,1 °C (22/07/2022)
Tmax più bassa (pomeriggio più freddo)	+3,3 °C il 13/012/2022 (-7,4 °C il 13/02/1929)	+1,3 °C (12/12/2022)
Tmin più alta (notte più calda)	+28,0 °C il 24/07 e 06/08/2022 (+28,4 il 27/07/2006)	+24,8 °C (26/07/2022)
Tmed più alta (Giorno più caldo)	+32,2 °C il 23/07/2022 (+33,0 °C il 06/08/2003)	30,5 °C (26/07/2022)
Tmed più bassa (giorno più freddo)	+1,6 °C il 23/01/2022 (-10,6 °C l'11/01/1985)	+0,1 °C (12/12/2022)
Minore escursione termica (giorno meno variabile)	0,8 °C il 09/12/2022 (0,1 °C il 18/01/1867)	1,1 °C (29/11/2022)
Maggiore escursione termica (giorno più variabile)	16,5 °C il 04/09/2022 (19,1 °C il 17/04/1991)	21,0 °C (24/03/2022)
N. gg con Tmin <0 °C (giorni di gelo)	4 (27 giorni)	51
N. gg con Tmax <0 °C (giorni di gelo senza disgelo)	0 (2 giorni)	0
N. gg con Tmin ≥20 °C	106	39
N. gg con Tmax ≥30 °C (giorni caldi)	79	96
N. gg con Tmax ≥35 °C (giorni roventi)	14	27

Tab. 2 – Riepilogo degli estremi e delle statistiche della temperatura atmosferica.

Precipitazioni

	Modena Osservatorio (confronto climatico)	Modena Campus
Precipitazioni totali	526,6 mm (691,4 mm)	570,2 mm
Giorno più piovoso	60,8 mm il 22/11/2022	56,6 mm il 22/11/2022
Giorni piovosi ($P_{mm} > 1 \text{ mm}$)	52	60
Giorni bagnati ($P_{mm} > 0 \text{ mm}$)	80	135
Giorni con almeno 50 mm	1	1
Totale di neve fresca	0,0 cm	-
N. gg con neve misurabile	0	-
Giorno più nevoso	(89 cm il 14/12/1844)	-

Tab. 3 – Riepilogo delle statistiche e degli estremi delle precipitazioni idriche.

Umidità relativa

	Modena Osservatorio⁽¹⁾ (confronto climatico)	Modena Campus⁽²⁾
Umidità media annuale	56,6% (64,2%)	73
Giorno più secco (R_h media più bassa)	21% il 25/03/2022	41% il 01/02/2022
Giorno più umido (R_h media più alta)	94% il 03/12/2022	97% il 03/01/2022

⁽¹⁾ medie calcolate su 8, 14, 19; ⁽²⁾ medie calcolate su tutti i dati giornalieri.

Tab. 4 – Riepilogo delle statistiche e degli estremi dell'umidità relativa.

Velocità del vento

	Modena Osservatorio⁽¹⁾ (confronto climatico)	Modena Campus⁽²⁾
Velocità media del vento	10,0 km/h	-
Giorno più ventoso ($V_{med \text{ max}}$)	27,8 km/h il 19/04/2022	-
Giorno con raffica più forte (V_{max} più alta)	105 km/h il 30/08/2022	-

⁽¹⁾ medie calcolate su 8, 14, 19; ⁽²⁾ medie calcolate su tutti i dati giornalieri.

Tab. 5 – Riepilogo statistiche ed estremi della velocità vento.

Soleggiamento

	Modena Osservatorio (confronto climatico)	Modena Campus ⁽¹⁾
Radiazione solare tot.	5487,4 MJ/m ²	5110,7 MJ/m ²
Radiazione giornal. più alta	29,9 MJ/m ² il 09/07/2022	27,9 MJ/m ² il 11/06/2022
Radiazione giornal. più bassa	0,5 MJ/m ² il 22/11/2022	0,5 MJ/m ² il 22/11/2022
Eliofania totale annua	2393,4 ore	-
Giorno con più ore sole	13,9 il 10/07/2022	-
Numero giorni senza sole	41	-
Radiazione UV tot.	-	3851,9 MEDs
Giorno con radiazione UV più elevata	-	24,5 MEDs il 19/06/2022

⁽¹⁾ Dati mancanti a gennaio, febbraio, marzo

Tab. 6 – Riepilogo delle statistiche di radiazione solare ed eliofania.

Classifiche storiche dei parametri principali per l'Osservatorio Piazza Roma

	Valore 2022	Scarto da 1991-2020	Posizione	Anno più e meno	Inizio serie
Temperatura media annuale	16,8 °C	+1,9	1° più caldo 153° più freddo	2014 (16,3 °C) 1881 (11,8 °C)	1860
Precipitazioni nell'anno	526,6 mm	-24%	153° più piovoso 40° più siccitoso	1839 (1153,3 mm) 1834 (305,4 mm)	1830
N. gg piovosi con Pmm >1 mm	52	-22	188° con più gg 4° con meno gg	1960 (108) 1945 (50)	1830
Neve fresca nell'anno	0	-	192° più nevoso 1° meno nevoso	1844 (252 cm) Vari con 0 cm	1830

Tab. 7 – Riepilogo delle statistiche storiche di temperatura, precipitazioni e altezza neve fresca.

	2022
Temperatura media annua (°C)	25,8
Media temperature minime (°C)	20,8
Media temperature massime (°C)	30,8
Giorno più caldo, massimo di temperatura massima (°C)	36,3
Notte più fredda, minimo di temperatura minima (°C)	15,7
Precipitazioni totali (mm)	2151,6
Giorno più piovoso dell'anno (mm)	103,8
Numero di giorni con precipitazioni misurabili (precip.>0 mm)	176

Tab. 8 – Riepilogo delle osservazioni dell'anno 2021 presso la riserva Karen Mogensen, Costa Rica.

Andamento dei principali dati meteorologici nell'anno 2022

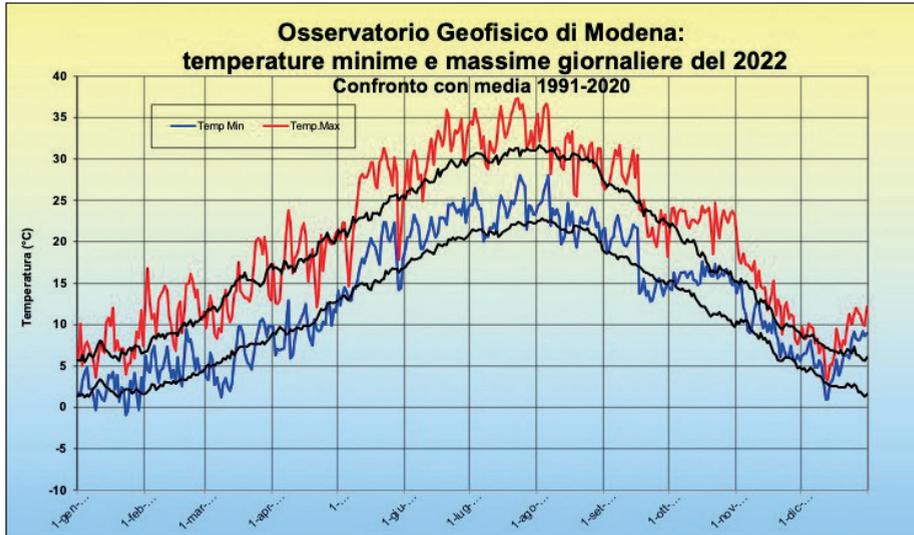


Fig. 1 – Andamento annuale delle temperature minime e massime giornaliere nel 2022 e confronto con i valori medi giornalieri (periodo 1991-2020).

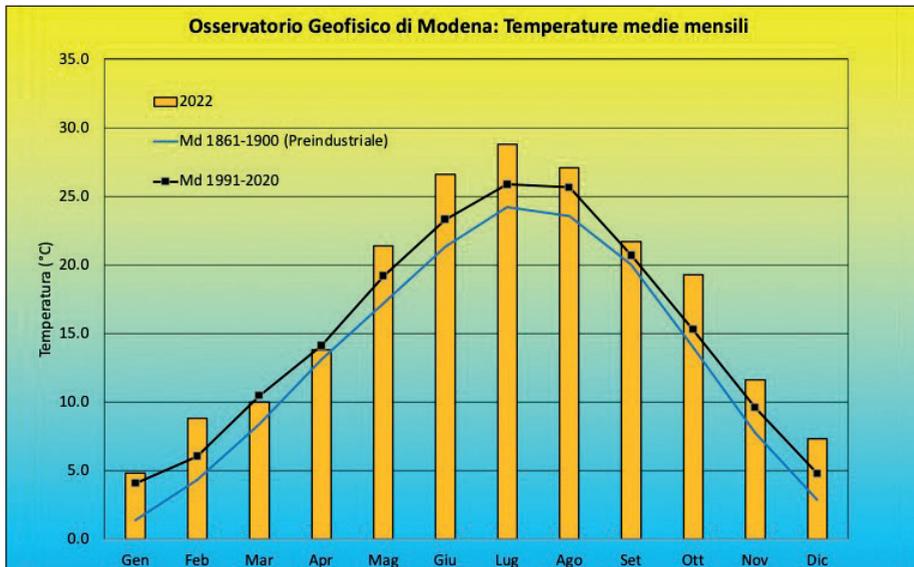


Fig. 2 – Temperature medie mensili del 2022 a confronto con la media climatologica "preindustriale" (1871-1900) e con la più recente media trentennale 1991-2020.

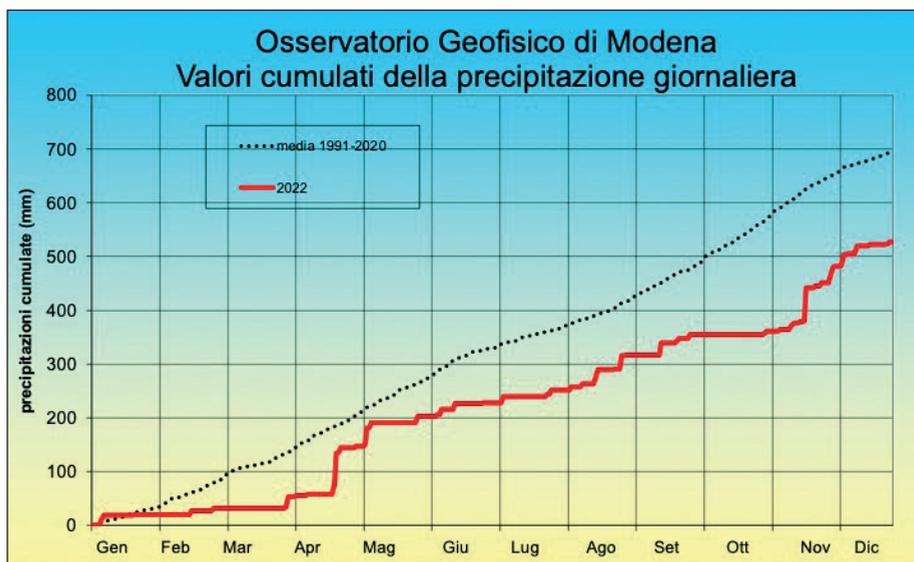


Fig. 3 – Precipitazioni giornaliere cumulate nel corso del 2022 confrontate con l'andamento annuale climatologico 1991-2020.

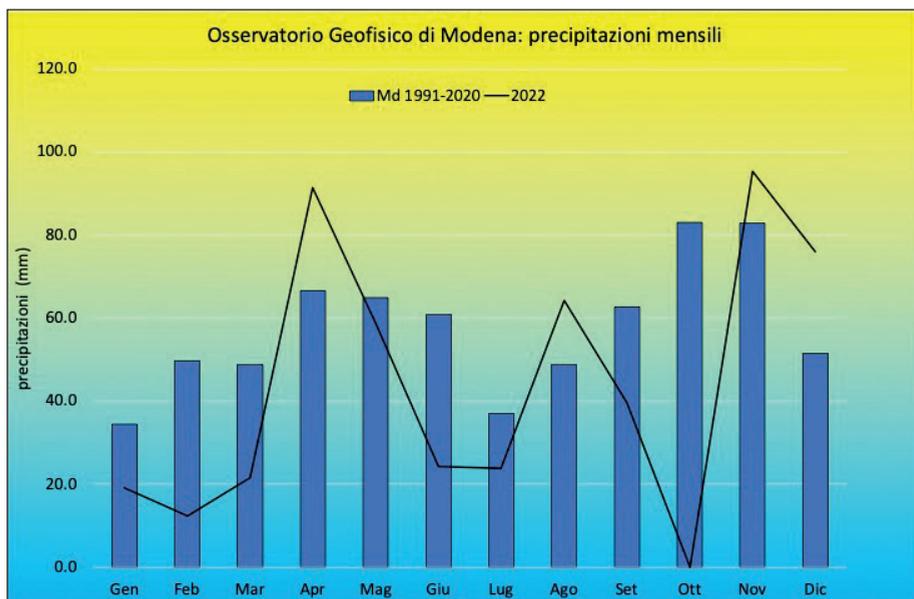


Fig. 4 – Precipitazioni mensili del 2022 confrontate con il valore medio del periodo 1991-2020.

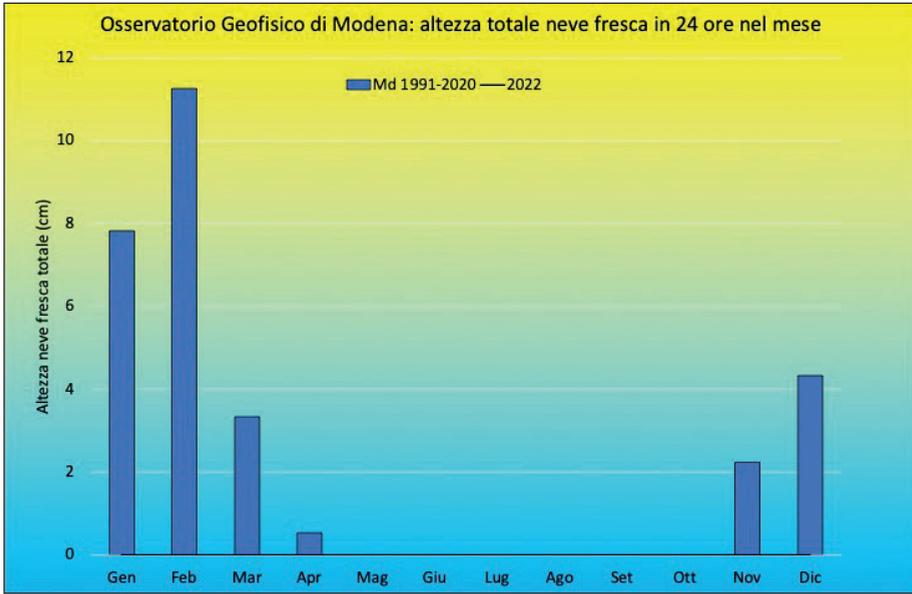


Fig. 5 – Precipitazioni nevose mensili del 2022 confrontate con il valore medio 1991-2020.

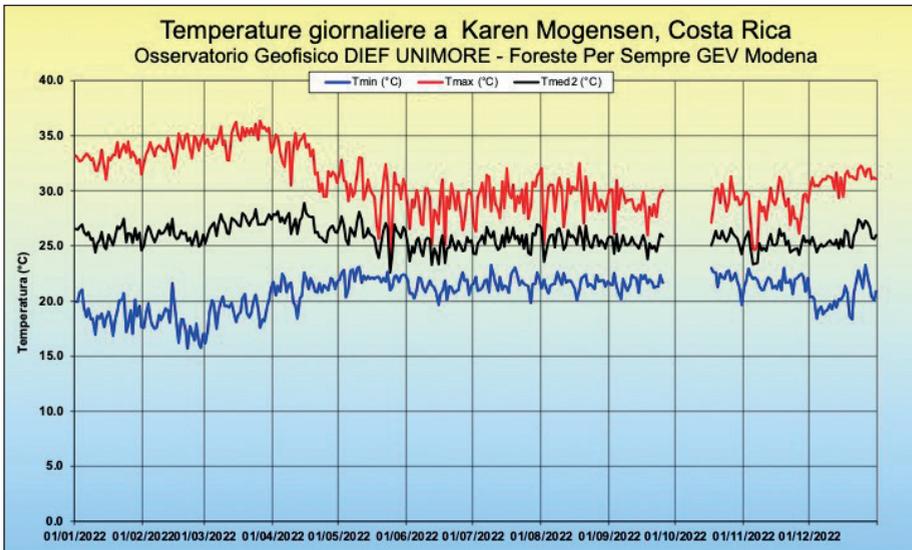


Fig. 6 – Andamento delle temperature minime, massime e medie giornaliere presso la stazione “Karen Mogensen Costa Rica”.

Karen Mogensen, Costa Rica

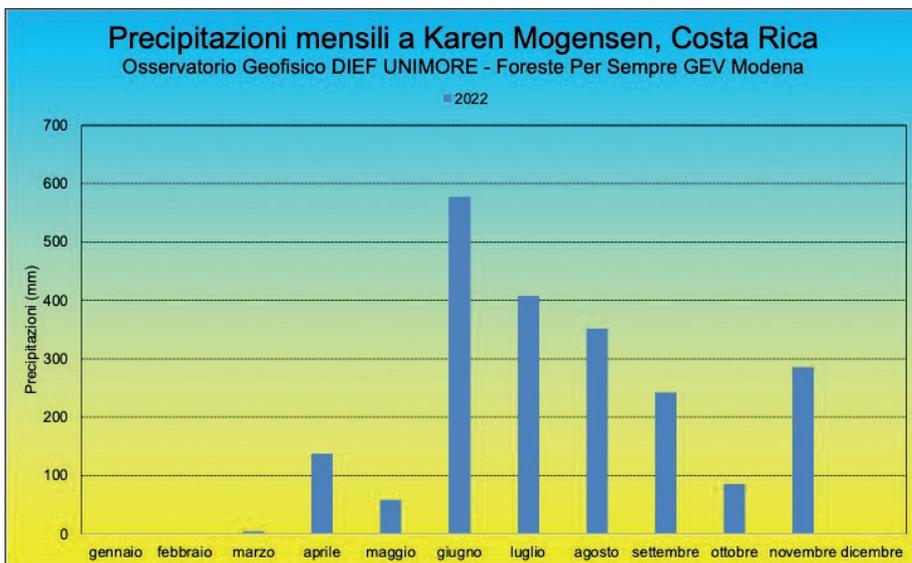


Fig. 7 – Andamento delle precipitazioni mensili dell'anno 2022 presso la stazione Karen Mogensen in Costa Rica.

Osservatorio Geofisico di Modena – riepilogo mensile dei dati del 2022														
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media/somma	Data estremo
Min T _{min}	-0,9	2,6	1,2	5,9	12,3	19,1	20,1	19,3	12,8	14,2	5,6	0,9	-0,9	23/01/2022
Max T _{max}	12	16,8	20,6	23,8	31,3	35,9	37,3	36,7	31,7	24,7	20,8	12,2	37,3	23/07/2022
Med T _{min}	2,1	5,3	6,1	9,5	17,3	22,2	23,9	22,9	17,8	15,8	9,4	6,0	13,2	-
Med T _{max}	7,4	12,3	13,9	18,1	25,4	31,0	33,6	31,2	25,6	22,8	13,8	8,6	20,3	-
Med T _{med}	4,8	8,8	10,0	13,8	21,4	26,6	28,8	27,1	21,7	19,3	11,6	7,3	16,8	-
N. gg T _{max} ≤ 0 °C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N. gg T _{min} ≤ 0 °C	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0
Somma P _{mm}	19,2	12,4	21,6	91,4	58,7	24,3	23,8	64,2	39,7	0	95,3	76	526,6	-
Max P mm giorn.	10,2	7,8	19,5	58,9	30	10,6	12,4	25,1	23	0	60,8	20,2	60,8	22/11/2022
N. gg P _{mm} > 0 e P _{mm} < 1	5	1	0	3	2	1	0	2	5	0	3	6	28,0	-
N. gg P _{mm} ≥ 1mm	2	2	2	6	6	3	3	6	4	0	10	8	52,0	-
N. gg “pioggia” > 0 mm	7	3	2	9	8	4	3	8	9	0	13	14	80,0	-
Somma H neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-
Massimo H neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-
N. gg neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	-
Somma GG > 10 °C	0	8,1	39,8	114,7	352,2	498,3	581,7	529,1	350	289,1	65,4	1	2829,4	-
Somma GG < 20 °C	472,2	312,8	310,5	186,2	34	0	0	0	27,4	23,7	251,4	394,8	2013	-
Media Pressione	1013,2	1010,4	1014,1	1002,7	1006,8	1004,8	1008,5	1006,1	1004,9	1014,2	1008,2	1008,9	1008,6	-
Radiazione solare	180,2	288,8	468,7	590,0	648,2	706,8	825,5	680,0	478,3	352,3	174,9	93,8	5487,4	-
Umidità media	72,4	55,9	41,9	48,1	52,2	44,3	38,1	45,4	55,8	65,9	74,3	84,6	56,6	-
Vento Max	42,1	74,2	44,6	69,1	59,0	63,4	95,0	105,1	57,6	28,1	76,7	29,9	105,1	30/08/2022
Eliofania	117,8	152,4	205,7	223,3	252,1	278,8	381,2	304,6	200,3	140,1	96,1	41,0	2393,4	-
N. giorni ≥ 30 °C	0	0	0	0	4	19	29	22	5	0	0	0	79,0	-

Tab. 9 – Aggiornamento dei riepiloghi mensili dell'anno 2022.

Osservatorio Geofisico di Modena – riepilogo dei dati climatologici 1991-2020														
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media/somma	Data estremo
Min Tmin (*) °C	-15,5	-14	-6,1	-0,7	1,1	6,1	10,2	10,4	4,1	-1,4	-8,5	-14,6	-15,5	11/01/1985
Max Tmax °C	22,4	21,9	25,8	30	34	38,2	38,5	38,4	34,6	29,9	22,8	21,2	38,5	29/07/1983
Med Tmin °C	2,0	3,2	6,7	10,3	15,0	19,2	21,6	21,6	17,0	12,5	7,7	3,0	11,6	
Med Tmax °C	6,6	9,2	14,3	18,3	23,4	28,0	30,5	30,2	24,8	18,5	12,0	7,2	18,6	
Med Tmed °C	4,3	6,2	10,5	14,3	19,2	23,6	26,1	25,9	20,9	15,5	9,8	5,1	15,1	
N. gg Tmax ≤ 0 °C	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	
N. gg Tmin ≤ 0 °C	6,1	3,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,1	15,4	
Somma Pmm mm	34,5	49,7	48,7	66,6	64,9	60,9	37,1	48,8	62,7	83,0	82,9	51,5	691,4	
Max Pmm giorn. (*) mm	44,2	79	80,2	66,8	62,8	84,7	77,7	99,6	78,7	165,4	72,6	92,6	165,4	05/10/1990
N. gg Pmm > 0 e Pmm < 1	4,2	3,0	2,9	3,4	3,3	2,4	2,5	2,2	2,1	3,8	4,8	5,4	40,0	
N. gg Pmm ≥ 1 mm	5,6	5,5	6,0	8,1	7,6	5,9	3,5	4,0	6,1	7,3	8,0	6,4	74,1	
N. gg "pioggia" > 0 mm	9,8	8,5	8,9	11,5	11,0	8,3	6,0	6,2	8,2	11,2	12,8	11,9	114,0	
Somma H neve cm	7,8	11,3	3,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	4,3	29,5	
Massimo H neve cm	80	43	40	15	10	0	0	0	0	0	26	89	89	14/12/1844
N. gg neve	1,6	1,5	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	5,1	
Somma GG > 10 °C	0,6	3,9	52,0	133,9	284,6	407,0	498,2	492,1	326,9	173,5	38,8	1,1	2412,5	
Somma GG < 20 °C	486,7	390,5	294,1	172,1	52,5	7,9	0,2	0,9	23,6	143,1	304,7	462,4	2338,7	
Media Pressione hPa	1011,6	1010,0	1007,9	1005,6	1006,6	1007,2	1007,2	1007,0	1008,6	1009,8	1009,0	1010,3	1008,4	
Radiazione solare MJ/m²	120,1	168,8	287,3	357,4	518,7	534,5	594,2	493,4	328,1	229,2	126	109,9	3713,1	
Umidità media %	78,9	68,1	60,9	59,8	54,8	53,4	48,3	51,8	58,5	72,3	78,9	78,5	64,2	
Vento Max km/h	100	96	106	95	93	105	112	106	100,4	76	90	79	112	
Eliofania ore	94,8	122,1	169	206,8	252	291,9	336,2	309,1	223,3	161,6	95,2	80,2	2328,8	
N. giorni ≥ 30 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	

Tab. 10 – Riepilogo delle medie ed estremi delle principali tabelle del libro "L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche" (gli estremi sono riferiti all'intera serie 1830-2016).

Ringraziamenti

Per le osservazioni “a vista” di nebbia, nuvolosità e dell'altezza della neve fresca si ringrazia il Dott. Salvatore Quattrocchi, volontario di Emilia-Romagna Mete APS.

Bibliografia

- LOMBROSO L., QUATTROCCHI S., 2008 – *L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche*. Edizioni SMS/SMI - Società Meteorologica Italiana, 312 pp.
- LOMBROSO L., COSTANZINI S., DESPINI F., TEGGI S., 2020 – *Annuario 2019 dell'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **151**, pp. 5-32.
- LOMBROSO L., COSTANZINI S., DESPINI F., TEGGI S., 2021 – *Annuario 2020 dell'Osservatorio Geofisico di Modena: le osservazioni continuano e l'Osservatorio è nominato Centennial Observing Station WMO*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **152**, pp. 5-35.
- LOMBROSO L., COSTANZINI S., DESPINI F., TEGGI S., 2022 – *Annuario 2021 dell'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 5-32.

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
gennaio 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/01/22	1,8	5,7	3,8	1016,3	87,3	0,2	0,0	4,4	280	13,3	0,0	3,164
02/01/22	1,4	10,1	5,8	1014,9	82,3	0,1	0,0	8,4	280	17,6	5,8	6,832
03/01/22	3,1	5	4,1	1010,2	91,7	0,2	0,0	7,3	90	14,8	0,0	1,856
04/01/22	4,2	7,3	5,8	1001,6	88,0	0,1	0,0	5,5	90	14,0	0,0	2,126
05/01/22	4,8	7,9	6,4	991,3	90,0	10,2	0,0	11,0	280	29,9	0,3	2,521
06/01/22	2,3	7,2	4,8	1005,0	78,3	8,3	0,0	8,5	280	42,1	0,2	3,529
07/01/22	2,2	6,3	4,3	1009,9	66,7	0,0	0,0	6,8	280	19,4	7,1	8,118
08/01/22	1,4	5,7	3,6	1004,7	66,3	0,0	0,0	6,8	280	17,6	7,9	8,128
09/01/22	-0,3	3,6	1,7	995,5	78,0	0,0	0,0	10,3	280	28,4	0,0	1,786
10/01/22	2,1	5,3	3,7	1002,8	69,3	0,0	0,0	13,8	280	27,7	0,1	3,316
11/01/22	1,6	8,1	4,9	1014,0	58,3	0,0	0,0	8,2	280	20,9	8,0	8,396
12/01/22	1	7,1	4,1	1022,1	60,3	0,0	0,0	8,6	280	25,6	8,0	8,637
13/01/22	0,8	6,6	3,7	1027,7	56,0	0,0	0,0	9,0	280	18,4	8,0	8,582
14/01/22	1,8	10,2	6,0	1020,5	42,7	0,0	0,0	10,3	280	24,8	8,2	8,914
15/01/22	3,9	10,8	7,4	1014,9	55,0	0,0	0,0	6,5	280	19,1	8,2	8,791
16/01/22	3,5	9,9	6,7	1014,1	62,3	0,0	0,0	6,8	280	20,5	7,9	8,478
17/01/22	4,3	12	8,2	1015,7	56,7	0,0	0,0	9,1	280	27,0	8,1	9,134
18/01/22	2,2	6,8	4,5	1022,9	83,3	0,0	0,0	4,9	280	22,3	1,7	2,772
19/01/22	3,9	8,1	6,0	1019,7	72,3	0,0	0,0	9,6	225	21,6	1,7	3,609
20/01/22	0,7	6,9	3,8	1010,5	80,0	0,1	0,0	7,4	280	21,6	1,4	2,903
21/01/22	2,4	7,1	4,8	1014,6	73,0	0,0	0,0	5,5	225	16,2	1,0	4,261
22/01/22	2,2	7,1	4,7	1016,1	69,3	0,0	0,0	16,6	280	31,3	6,9	9,449
23/01/22	-0,9	4	1,6	1020,3	82,7	0,0	0,0	6,6	325	15,5	2,3	6,680
24/01/22	-0,4	5,2	2,4	1022,3	81,7	0,0	0,0	7,4	280	20,9	1,2	5,797
25/01/22	3,2	5,3	4,3	1023,1	77,7	0,0	0,0	10,6	280	22,3	0,0	2,045
26/01/22	2,2	7,2	4,7	1018,3	76,7	0,0	0,0	5,0	280	17,6	0,5	3,367
27/01/22	4,1	5,9	5,0	1016,7	79,3	0,0	0,0	5,2	280	15,8	0,0	2,717
28/01/22	2	9,1	5,6	1016,4	79,3	0,0	0,0	10,1	280	22,7	4,4	6,730
29/01/22	-0,3	8,4	4,1	1018,6	66,0	0,0	0,0	5,4	325	18,0	8,1	10,319
30/01/22	3,6	11,7	7,7	1008,7	61,3	0,0	0,0	9,8	225	20,5	7,9	10,342
31/01/22	1,7	7,4	4,6	998,7	71,3	0,0	0,0	4,8	225	37,8	3,3	6,858
1° decade	2,3	6,4	4,4	1005,2	79,8	19,1	0,0	8,3		42,1	21,3	41,4
2° decade	2,4	8,7	5,5	1018,2	62,7	0,1	0,0	8,1		27,0	61,1	70,2
3° decade	1,8	7,1	4,5	1015,8	74,4	0,0	0,0	7,9		37,8	35,5	68,6
MESE	2,1	7,4	4,8	1013,2	72,4	19,2	0,0	8,1		42,1	117,8	180,2
Min	-0,9	3,6	1,6	991,3	42,7	0,0	0,0	4,4		13,3	0,0	1,8
Max	4,8	12,0	8,2	1027,7	91,7	10,2	0,0	16,6		42,1	8,2	10,3
Dev.St.	1,5	2,1	1,5	8,7	11,9	2,3	0,0	2,7		6,7	3,5	2,9

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
febbraio 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/02/22	6,2	13,4	9,8	1003,4	30,0	0,0	0,0	17,6	280	53,3	8,4	11,405
02/02/22	4,6	16,8	10,7	1002,2	40,0	0,0	0,0	9,5	280	34,2	8,5	11,178
03/02/22	4,2	12,5	8,4	1011,8	62,7	0,0	0,0	7,0	45	19,1	5,4	9,380
04/02/22	6,6	10,7	8,7	1008,1	74,3	0,0	0,0	6,4	360	16,9	0,0	4,756
05/02/22	7,4	11,3	9,4	1010,5	73,7	0,0	0,0	7,4	180	14,4	0,1	4,403
06/02/22	5,2	8,8	7,0	1010,6	77,3	0,0	0,0	7,3	280	17,3	0,1	3,716
07/02/22	3	12,9	8,0	1006,1	54,0	0,0	0,0	10,1	280	27,4	4,2	8,550
08/02/22	4,4	13,5	9,0	1020,1	26,7	0,0	0,0	8,6	225	25,9	8,6	12,097
09/02/22	4,7	14	9,4	1020,6	46,7	0,0	0,0	7,4	225	17,6	8,6	11,966
10/02/22	5,7	14,7	10,2	1016,2	54,3	0,0	0,0	8,2	225	20,5	8,2	11,920
11/02/22	7,3	14,1	10,7	1013,3	57,0	0,0	0,0	7,6	225	24,5	2,0	8,115
12/02/22	5,3	11,1	8,2	1021,2	53,3	0,0	0,0	7,9	90	33,1	6,6	11,222
13/02/22	3,5	9,6	6,6	1016,4	50,7	0,0	0,0	7,4	90	21,6	7,4	11,965
14/02/22	4,5	7,8	6,2	1008,6	61,3	0,0	0,0	8,6	90	21,6	0,5	4,780
15/02/22	3	6,8	4,9	1003,3	74,3	7,8	0,0	15,5	280	29,9	0,0	3,311
16/02/22	6,1	11,8	9,0	1006,9	69,0	0,0	0,0	7,7	325	16,9	6,7	11,953
17/02/22	3,4	12,8	8,1	1002,6	64,3	0,0	0,0	9,7	325	23,4	8,4	13,282
18/02/22	2,6	9	5,8	1006,8	80,7	0,0	0,0	6,6	90	19,8	2,3	6,365
19/02/22	6,2	11,7	9,0	1006,2	77,7	0,0	0,0	7,7	280	19,1	0,7	6,142
20/02/22	9,4	14,9	12,2	1008,9	73,0	0,0	0,0	9,7	280	19,8	6,2	11,434
21/02/22	7,9	14,9	11,4	996,7	51,3	0,0	0,0	15,6	280	45,4	5,7	11,230
22/02/22	8,2	16,1	12,2	1006,8	29,3	0,0	0,0	15,0	280	40,0	9,0	15,136
23/02/22	6,5	15,1	10,8	1015,0	38,7	0,0	0,0	9,7	280	22,7	9,2	14,920
24/02/22	4,4	13,3	8,9	1012,1	58,3	0,0	0,0	5,3	280	14,8	5,3	11,707
25/02/22	5,9	14,2	10,1	1007,9	53,7	4,4	0,0	10,1	225	74,2	7,3	13,606
26/02/22	4,4	11	7,7	1015,6	51,7	0,2	0,0	11,5	45	34,2	9,1	15,799
27/02/22	4,3	10,6	7,5	1016,8	37,7	0,0	0,0	13,1	280	36,7	4,8	12,566
28/02/22	4,6	11,6	8,1	1015,7	44,3	0,0	0,0	14,2	90	45,7	9,3	15,848
1° decade	5,2	12,9	9,0	1011,0	54,0	0,0	0,0	9,0		53,3	51,9	89,4
2° decade	5,1	11,0	8,0	1009,4	66,1	7,8	0,0	8,8		33,1	40,8	88,6
3° decade	5,8	13,4	9,6	1010,8	45,6	4,6	0,0	11,8		74,2	59,7	110,8
MESE	5,3	12,3	8,8	1010,4	55,9	12,4	0,0	9,7		74,2	152,4	288,8
Min	2,6	6,8	4,9	996,7	26,7	0,0	0,0	5,3		14,4	0,0	3,3
Max	9,4	16,8	12,2	1021,2	80,7	7,8	0,0	17,6		74,2	9,3	15,8
Dev.St.	1,7	2,5	1,8	6,1	15,6	1,7	0,0	3,2		13,7	3,4	3,8

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
marzo 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/03/22	3,6	9,6	6,6	1019,8	35,0	0,0	0,0	9,5	280	27,0	9,3	16,000
02/03/22	3,3	11,8	7,6	1012,6	29,7	0,0	0,0	8,0	225	18,7	8,1	15,352
03/03/22	6,6	13,5	10,1	1005,8	35,0	0,0	0,0	9,4	225	15,8	9,4	14,221
04/03/22	5,6	11,8	8,7	1004,4	50,7	0,0	0,0	12,0	90	30,6	7,8	14,423
05/03/22	2,7	8,8	5,8	1007,1	44,7	0,0	0,0	13,4	90	38,2	4,8	11,816
06/03/22	3,6	8,3	6,0	1007,4	38,3	0,0	0,0	11,8	280	32,4	4,8	11,044
07/03/22	2,4	9,6	6,0	1008,4	39,3	0,0	0,0	7,9	280	20,9	9,3	16,633
08/03/22	1,2	9,1	5,2	1012,8	38,7	0,0	0,0	7,0	90	36,4	7,0	14,930
09/03/22	2,9	12,7	7,8	1013,8	30,3	0,0	0,0	7,8	90	19,1	9,5	17,617
10/03/22	3,5	14,2	8,9	1014,6	30,3	0,0	0,0	7,3	280	22,0	9,5	17,796
11/03/22	2,6	11,6	7,1	1016,7	52,7	0,0	0,0	16,7	90	44,6	5,3	15,775
12/03/22	2	10,3	6,2	1017,7	48,0	0,0	0,0	13,9	90	32,8	6,8	16,112
13/03/22	2,8	10,8	6,8	1016,7	47,0	0,0	0,0	12,6	90	31,7	9,6	18,127
14/03/22	5,8	13,7	9,8	1023,0	49,3	0,0	0,0	8,3	45	22,3	4,7	13,987
15/03/22	7,1	14	10,6	1023,2	48,7	0,0	0,0	5,6	280	16,2	4,1	11,860
16/03/22	9,7	17,5	13,6	1014,7	52,0	0,0	0,0	10,8	225	32,0	3,2	13,520
17/03/22	9,8	14	11,9	1016,9	63,0	0,0	0,0	10,2	90	24,8	0,0	5,936
18/03/22	8,9	13,6	11,3	1022,5	52,0	0,0	0,0	13,0	90	37,8	2,6	10,665
19/03/22	6,6	13,2	9,9	1023,5	42,3	0,0	0,0	13,8	90	36,7	9,0	18,541
20/03/22	5,5	13,2	9,4	1025,4	35,3	0,0	0,0	11,9	90	32,4	8,8	18,136
21/03/22	5,1	12,8	9,0	1025,9	33,3	0,0	0,0	5,8	280	22,0	9,1	18,794
22/03/22	4,6	14	9,3	1024,7	30,3	0,0	0,0	7,8	90	24,5	9,3	20,026
23/03/22	6,6	17,4	12,0	1020,6	23,7	0,0	0,0	8,5	225	23,8	9,4	20,218
24/03/22	8	20,1	14,1	1016,5	22,7	0,0	0,0	8,3	280	19,4	9,4	20,485
25/03/22	9,3	20,4	14,9	1014,9	21,3	0,0	0,0	9,1	225	23,8	8,3	19,779
26/03/22	10,4	20,2	15,3	1016,5	26,7	0,0	0,0	9,6	90	23,0	8,7	19,664
27/03/22	10,7	18,5	14,6	1017,8	31,3	0,0	0,0	8,5	90	19,4	3,9	14,048
28/03/22	10,1	20,6	15,4	1013,6	31,7	0,0	0,0	14,8	90	27,4	8,2	19,274
29/03/22	8,5	18,1	13,3	1003,6	58,0	0,0	0,0	11,0	90	23,8	6,1	15,896
30/03/22	9,8	13,5	11,7	994,1	76,0	2,1	0,0	11,6	90	29,5	0,0	4,423
31/03/22	9,8	12,9	11,4	983,1	81,0	19,5	0,0	7,6	360	27,4	0,0	3,640
1° decade	3,5	10,9	7,2	1010,7	37,2	0,0	0,0	9,4		38,2	79,4	149,8
2° decade	6,1	13,2	9,6	1020,0	49,0	0,0	0,0	11,7		44,6	53,9	142,7
3° decade	8,4	17,1	12,8	1011,9	39,6	21,6	0,0	9,3		29,5	72,4	176,2
MESE	6,1	13,9	10,0	1014,1	41,9	21,6	0,0	10,1		44,6	205,7	468,7
Min	1,2	8,3	5,2	983,1	21,3	0,0	0,0	5,6		15,8	0,0	3,6
Max	10,7	20,6	15,4	1025,9	81,0	19,5	0,0	16,7		44,6	9,6	20,5
Dev.St.	3,0	3,6	3,1	9,3	14,5	3,5	0,0	2,8		7,2	3,1	4,5

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
aprile 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/04/22	9,8	17,3	13,6	982,5	57,0	0,1	0,0	16,4	225	46,1	3,6	14,689
02/04/22	6,3	12,6	9,5	990,2	47,0	0,0	0,0	21,2	45	45,7	6,4	17,775
03/04/22	7	12,5	9,8	1004,6	53,7	1,1	0,0	14,5	90	36,0	5,8	17,977
04/04/22	6,9	13	10,0	1007,6	53,0	0,5	0,0	5,5	45	20,5	2,8	12,358
05/04/22	7	16,7	11,9	1002,7	41,0	0,0	0,0	9,0	225	23,8	9,4	22,722
06/04/22	7,1	16,7	11,9	999,2	60,7	0,0	0,0	12,6	45	31,3	6,2	17,640
07/04/22	9,8	20,8	15,3	993,8	39,7	0,0	0,0	13,0	280	30,6	7,5	21,861
08/04/22	12,9	23,8	18,4	992,9	42,3	0,0	0,0	25,0	225	69,1	8,1	21,686
09/04/22	5,9	22,4	14,2	992,6	44,0	3,2	0,0	27,5	225	69,1	5,2	14,375
10/04/22	6,3	16,2	11,3	1008,3	32,0	0,0	0,0	10,7	280	31,3	11,4	25,052
11/04/22	8,1	18	13,1	1010,9	31,7	0,0	0,0	10,9	280	24,5	9,4	24,241
12/04/22	9,9	18,5	14,2	1010,0	37,7	0,0	0,0	12,6	90	28,4	8,7	21,786
13/04/22	10	19,3	14,7	1009,5	49,7	0,0	0,0	13,3	90	32,8	8,1	22,751
14/04/22	10,8	21,3	16,1	1009,7	38,0	0,0	0,0	10,2	90	25,2	11,5	24,487
15/04/22	11,5	22,2	16,9	1009,4	35,7	0,0	0,0	10,4	90	25,9	11,4	24,454
16/04/22	12,5	20,7	16,6	1007,8	45,3	0,1	0,0	14,6	90	58,0	7,4	21,242
17/04/22	9,3	15,2	12,3	1010,0	29,7	0,0	0,0	18,4	90	47,2	11,4	25,999
18/04/22	8,2	17,1	12,7	1005,1	31,7	0,0	0,0	14,0	90	35,3	11,2	25,115
19/04/22	7,5	19,1	13,3	999,5	37,3	0,0	0,0	9,7	90	36,7	9,5	24,490
20/04/22	10,6	16,5	13,6	1003,0	58,3	0,0	0,0	22,6	90	35,3	0,4	12,304
21/04/22	9,4	12,1	10,8	999,3	85,7	16,5	0,0	12,7	45	35,3	0,0	2,045
22/04/22	9,2	13,6	11,4	992,0	85,7	58,9	0,0	13,8	280	31,7	0,0	3,587
23/04/22	9,4	20,8	15,1	995,8	53,7	2,5	0,0	13,3	90	36,0	4,7	15,576
24/04/22	10,3	16,5	13,4	995,8	62,3	8,5	0,0	9,6	225	34,9	3,6	13,884
25/04/22	10	19,4	14,7	1000,3	56,7	0,0	0,0	11,0	225	33,1	8,9	22,074
26/04/22	12,6	20,8	16,7	1003,7	65,0	0,0	0,0	9,5	90	30,2	6,8	18,857
27/04/22	12,3	19,9	16,1	1008,8	52,7	0,0	0,0	12,1	90	26,6	10,3	23,659
28/04/22	9,9	19,7	14,8	1013,5	45,3	0,0	0,0	13,8	90	33,1	12,2	26,330
29/04/22	11,8	20,2	16,0	1014,1	34,3	0,0	0,0	12,8	90	37,8	12,5	26,700
30/04/22	11,5	21	16,3	1009,0	35,7	0,0	0,0	9,0	225	28,8	9,1	24,263
1° decade	7,9	17,2	12,6	997,4	47,0	4,9	0,0	15,5		69,1	66,3	186,1
2° decade	9,8	18,8	14,3	1007,5	39,5	0,1	0,0	13,7		58,0	88,9	226,9
3° decade	10,6	18,4	14,5	1003,2	57,7	86,4	0,0	11,8		37,8	68,0	177,0
MESE	9,5	18,1	13,8	1002,7	48,1	91,4	0,0	13,7		69,1	223,3	590,0
Min	5,9	12,1	9,5	982,5	29,7	0,0	0,0	5,5		20,5	0,0	2,0
Max	12,9	23,8	18,4	1014,1	85,7	58,9	0,0	27,5		69,1	12,5	26,7
Dev.St.	2,1	3,2	2,3	7,9	14,4	11,1	0,0	4,9		11,9	3,6	6,3

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
maggio 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMe d (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/05/22	14,1	21,5	17,8	1006,0	53,7	2,7	0,0	9,8	280	53,6	3,1	15,151
02/05/22	12,3	20,3	16,3	1004,6	53,7	0,1	0,0	6,6	280	22,3	8,7	21,491
03/05/22	13,6	22,3	18,0	1004,7	43,0	0,0	0,0	12,6	280	32,8	9,7	23,552
04/05/22	14,5	22,3	18,4	1007,4	47,0	0,0	0,0	9,6	225	41,8	8,7	19,013
05/05/22	13,9	18	16,0	1009,3	68,7	2,9	0,0	11,9	90	22,7	0,5	7,411
06/05/22	12,9	14,6	13,8	1009,2	89,7	30,0	0,0	21,2	45	44,3	0,0	2,546
07/05/22	12,9	18,3	15,6	1008,9	77,7	2,5	0,0	11,9	360	25,2	0,6	8,888
08/05/22	14,4	21,1	17,8	1009,7	74,7	8,3	0,0	9,5	280	37,8	3,5	13,817
09/05/22	14,3	23,1	18,7	1012,4	53,7	0,0	0,0	8,3	280	26,6	10,0	23,840
10/05/22	15,3	25,1	20,2	1011,1	45,0	0,0	0,0	10,0	280	26,3	12,7	25,188
11/05/22	16,9	27,7	22,3	1009,9	41,7	0,0	0,0	6,6	225	24,1	12,2	26,539
12/05/22	18	28,2	23,1	1010,2	38,7	0,0	0,0	7,9	225	25,6	13,4	27,285
13/05/22	17,4	27,7	22,6	1008,4	35,3	0,0	0,0	7,3	225	20,5	12,3	27,232
14/05/22	18,4	27,8	23,1	1008,2	40,3	0,0	0,0	12,4	90	25,6	12,7	27,104
15/05/22	19,3	28,3	23,8	1008,0	46,0	0,0	0,0	9,7	90	24,8	10,6	24,272
16/05/22	20,4	29,6	25,0	1007,7	39,7	0,0	0,0	11,9	280	25,2	11,6	26,955
17/05/22	19,8	29,6	24,7	1007,4	45,0	0,0	0,0	10,2	280	26,3	13,2	27,745
18/05/22	19,4	26,9	23,2	1012,0	48,7	0,0	0,0	20,9	90	46,1	11,6	27,403
19/05/22	18,4	26,5	22,5	1016,5	42,0	0,0	0,0	13,8	90	33,1	10,5	25,102
20/05/22	17,2	29,7	23,5	1014,4	41,7	0,0	0,0	8,5	45	24,8	12,8	27,079
21/05/22	20,6	30	25,3	1007,2	40,0	0,0	0,0	8,4	90	25,6	12,2	27,378
22/05/22	22,4	31,3	26,9	1001,5	48,0	0,0	0,0	10,0	325	28,4	9,8	22,694
23/05/22	22,4	30,6	26,5	997,1	36,7	0,0	0,0	11,2	280	27,4	9,1	26,264
24/05/22	20,4	29,1	24,8	996,6	53,7	0,0	0,0	7,2	90	23,8	6,6	21,223
25/05/22	20,1	28,4	24,3	1003,2	47,7	0,0	0,0	8,0	360	25,6	9,0	23,707
26/05/22	21,3	26,8	24,1	1010,2	58,7	0,0	0,0	12,2	90	24,1	4,2	15,988
27/05/22	22,3	30,2	26,3	1006,0	49,0	0,0	0,0	10,2	90	22,3	10,0	24,738
28/05/22	17,6	28,4	23,0	998,4	55,7	0,0	0,0	25,3	90	59,0	6,9	17,927
29/05/22	14,2	17,8	16,0	997,9	75,7	11,5	0,0	12,1	45	46,1	0,0	4,958
30/05/22	14,4	21,3	17,9	1001,1	60,7	0,7	0,0	9,2	90	24,5	3,2	19,605
31/05/22	18	24,9	21,5	1004,7	66,0	0,0	0,0	11,0	90	25,2	3,0	16,098
1° decade	13,8	20,7	17,2	1008,3	60,7	46,5	0,0	11,1		53,6	57,3	160,9
2° decade	18,5	28,2	23,4	1010,3	41,9	0,0	0,0	10,9		46,1	120,8	266,7
3° decade	19,4	27,2	23,3	1002,2	53,8	12,2	0,0	11,4		59,0	74,0	220,6
MESE	17,3	25,4	21,4	1006,8	52,2	58,7	0,0	11,1		59,0	252,1	648,2
Min	12,3	14,6	13,8	996,6	35,3	0,0	0,0	6,6		20,5	0,0	2,5
Max	22,4	31,3	26,9	1016,5	89,7	30,0	0,0	25,3		59,0	13,4	27,7
Dev.St.	3,1	4,5	3,7	4,9	13,5	5,8	0,0	4,3		10,0	4,4	7,2

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
giugno 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/06/22	19,1	27,2	23,2	1005,5	54,0	0,0	0,0	10,1	90	23,4	8,8	21,474
02/06/22	20,5	29,8	25,2	1006,7	45,3	0,0	0,0	10,7	90	24,5	12,5	27,957
03/06/22	20,6	25,8	23,2	1008,4	70,0	0,0	0,0	8,9	90	24,8	0,8	9,959
04/06/22	21,5	29,9	25,7	1008,0	60,7	0,0	0,0	8,2	280	19,8	7,3	21,177
05/06/22	23,3	31	27,2	1004,3	51,3	0,0	0,0	15,2	280	40,0	8,2	20,147
06/06/22	22,4	30	26,2	1004,8	49,3	0,0	0,0	16,7	90	31,7	11,3	25,400
07/06/22	21,9	27,6	24,8	1001,4	56,7	3,2	0,0	9,5	280	32,8	3,9	16,097
08/06/22	19,2	28,1	23,7	999,0	47,3	0,0	0,0	14,8	90	35,3	9,0	24,228
09/06/22	19,1	24,9	22,0	999,2	46,7	9,7	0,0	11,0	90	35,6	7,3	22,176
10/06/22	19,9	28,1	24,0	1006,4	32,7	0,0	0,0	9,0	90	26,3	8,6	22,129
11/06/22	20,4	29,1	24,8	1009,7	34,0	0,0	0,0	10,0	90	24,5	13,5	29,630
12/06/22	21,6	31,2	26,4	1009,6	33,7	0,0	0,0	11,4	90	24,5	13,4	28,782
13/06/22	23	32,4	27,7	1004,6	35,0	0,0	0,0	8,0	90	28,1	10,1	25,474
14/06/22	21,3	29,3	25,3	1007,7	48,7	0,0	0,0	18,6	90	38,5	12,4	28,546
15/06/22	20,5	32	26,3	1008,1	51,3	10,6	0,0	13,7	90	63,4	10,2	25,334
16/06/22	21,1	33,4	27,3	1006,5	43,7	0,0	0,0	11,6	90	22,3	11,3	26,887
17/06/22	22,9	32,9	27,9	1008,6	48,7	0,0	0,0	11,8	90	27,4	9,1	25,909
18/06/22	22,9	31,5	27,2	1010,3	42,7	0,0	0,0	15,7	90	31,3	10,8	28,171
19/06/22	22,8	32,5	27,7	1005,5	36,0	0,0	0,0	20,3	90	38,2	12,4	29,157
20/06/22	22,1	35,9	29,0	1001,9	33,3	0,0	0,0	12,5	90	37,8	12,5	28,589
21/06/22	24,5	35,2	29,9	1002,2	30,0	0,0	0,0	10,8	90	29,5	10,8	26,063
22/06/22	24,4	30,9	27,7	1002,3	47,7	0,0	0,0	7,9	90	28,8	1,3	11,594
23/06/22	24,7	31,7	28,2	1003,3	45,0	0,0	0,0	7,7	90	22,3	5,5	17,851
24/06/22	24	33,5	28,8	1001,1	31,7	0,0	0,0	13,7	90	48,6	13,5	27,328
25/06/22	23,5	33,1	28,3	1003,0	33,7	0,0	0,0	14,0	90	29,5	12,4	25,673
26/06/22	23,9	33,7	28,8	1004,7	31,0	0,0	0,0	13,7	90	38,2	12,1	28,485
27/06/22	23,2	34,9	29,1	1004,0	48,3	0,0	0,0	15,8	90	33,8	9,6	25,784
28/06/22	25,2	29,6	27,4	1003,5	59,0	0,8	0,0	8,3	90	42,8	1,3	9,097
29/06/22	22,3	31,7	27,0	1001,2	48,3	0,0	0,0	11,2	90	39,2	7,4	23,224
30/06/22	24	33,9	29,0	1003,5	34,3	0,0	0,0	5,2	90	23,4	11,7	24,457
1° decade	20,8	28,2	24,5		51,4	12,9	0,0	11,4		40,0	77,7	210,7
2° decade	21,9	32,0	26,9		40,7	10,6	0,0	13,4		63,4	115,5	276,5
3° decade	24,0	32,8	28,4		40,9	0,8	0,0	10,8		48,6	85,5	219,6
MESE	22,2	31,0	26,6	1004,8	44,3	24,3	0,0	11,9		63,4	278,8	706,8
Min	19,1	24,9	22,0		30,0	0,0	0,0	5,2		19,8	0,8	9,1
Max	25,2	35,9	29,9		70,0	10,6	0,0	20,3		63,4	13,5	29,6
Dev.St.	1,7	2,7	2,0		10,2	2,6	0,0	3,5		9,2	3,6	5,6

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
luglio 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMe d (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/07/22	24,5	34,5	29,5	1004,9	24,3	0,0	0,0	12,0	325	32,4	12,1	26,5
02/07/22	24,4	34,1	29,3	1010,4	35,7	0,0	0,0	11,6	280	26,6	12,5	28,9
03/07/22	26,5	36,1	31,3	1008,9	34,0	0,0	0,0	9,5	45	22,7	13,8	28,9
04/07/22	24,8	34,9	29,9	1007,5	39,3	0,0	0,0	12,7	90	69,5	9,6	22,0
05/07/22	23,9	33,7	28,8	1006,9	35,3	0,0	0,0	9,7	325	36,4	13,4	28,7
06/07/22	24	31,2	27,6	1009,6	44,0	0,0	0,0	13,9	90	45,0	8,4	22,3
07/07/22	20,1	32,7	26,4	1007,7	44,3	12,4	0,0	16,9	90	64,4	13,2	28,1
08/07/22	20,7	29,4	25,1	1012,7	43,0	0,0	0,0	10,1	90	30,6	13,8	29,9
09/07/22	20,6	28,8	24,7	1012,8	35,7	0,0	0,0	17,8	90	45,4	13,2	29,1
10/07/22	21,7	32,1	26,9	1007,9	29,0	0,0	0,0	6,1	325	26,3	13,9	29,4
11/07/22	21,6	31,1	26,4	1009,6	43,3	0,0	0,0	15,7	90	42,1	13,2	28,5
12/07/22	22,2	30,7	26,5	1012,0	47,0	0,0	0,0	16,7	90	34,6	11,3	25,3
13/07/22	21,2	31,8	26,5	1014,7	40,0	0,0	0,0	10,1	90	32,0	13,7	29,1
14/07/22	23,8	34,5	29,2	1010,6	27,3	0,0	0,0	8,0	90	26,6	13,5	28,4
15/07/22	25,6	36,4	31,0	1005,1	30,0	0,0	0,0	12,7	45	31,0	13,5	28,0
16/07/22	25	34,6	29,8	1007,6	47,7	0,0	0,0	11,0	90	27,0	12,7	27,1
17/07/22	24,1	32,6	28,4	1012,6	46,0	0,0	0,0	16,1	90	37,4	12,7	27,2
18/07/22	22,9	33	28,0	1013,3	41,7	0,0	0,0	16,1	90	36,4	13,4	27,6
19/07/22	23,8	34,2	29,0	1012,0	30,0	0,0	0,0	12,5	90	35,3	13,5	28,0
20/07/22	24,9	35,4	30,2	1010,6	28,7	0,0	0,0	12,0	90	33,1	13,5	27,9
21/07/22	24,5	36,4	30,5	1008,5	31,0	0,0	0,0	13,9	90	29,5	13,2	26,9
22/07/22	25,3	37,2	31,3	1007,9	31,0	0,0	0,0	9,5	90	28,4	10,5	25,1
23/07/22	27	37,3	32,2	1006,9	28,0	0,0	0,0	7,9	325	23,0	11,5	25,7
24/07/22	28	36	32,0	1008,0	36,3	0,0	0,0	9,4	280	24,5	12,8	26,2
25/07/22	27,2	36,6	31,9	1004,6	40,3	0,0	0,0	9,0	325	56,5	11,1	22,8
26/07/22	26,7	34,8	30,8	1002,0	43,7	0,0	0,0	14,8	90	43,9	11,0	24,9
27/07/22	21,5	31,3	26,4	1003,1	52,0	4,2	0,0	8,6	90	95,0	10,4	24,0
28/07/22	24,4	31,9	28,2	1005,5	45,0	0,0	0,0	7,0	90	33,1	10,6	21,6
29/07/22	24,2	33,4	28,8	1006,4	51,3	7,2	0,0	6,8	325	46,4	9,5	22,5
30/07/22	23,3	31,2	27,3	1007,0	45,0	0,0	0,0	10,2	280	27,0	12,6	27,4
31/07/22	23,3	33,8	28,6	1007,5	30,0	0,0	0,0	7,3	280	23,0	13,5	27,4
1° decade	23,1	32,8	27,9	1008,9	36,5	12,4	0,0	12,0		69,5	123,9	273,9
2° decade	23,5	33,4	28,5	1010,8	38,2	0,0	0,0	13,1		42,1	130,9	277,1
3° decade	25,0	34,5	29,8	1006,1	39,4	11,4	0,0	9,5		95,0	126,5	274,5
MESE	23,9	33,6	28,8	1008,5	38,1	23,8	0,0	11,5		95,0	381,2	825,5
Min	20,1	28,8	24,7	1002,0	24,3	0,0	0,0	6,1		22,7	8,4	21,6
Max	28,0	37,3	32,2	1014,7	52,0	12,4	0,0	17,8		95,0	13,9	29,9
Dev.St.	2,0	2,3	2,1	3,1	7,7	2,6	0,0	3,3		15,7	1,5	2,4

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
agosto 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/08/22	24,3	35,4	29,9	1006,2	29,7	0,0	0,0	7,7	45	27,7	13,5	27,1
02/08/22	24,5	32,1	28,3	1009,0	41,7	0,2	0,0	13,9	90	34,9	10,2	24,3
03/08/22	24,9	33,9	29,4	1008,7	38,0	0,0	0,0	10,6	90	25,9	13,4	26,8
04/08/22	26,2	36,2	31,2	1007,4	29,3	0,0	0,0	10,1	90	30,2	13,4	26,7
05/08/22	27,1	36,7	31,9	1005,5	30,0	0,0	0,0	8,8	360	24,5	13,1	26,0
06/08/22	28	35,9	32,0	1006,2	38,0	0,0	0,0	16,1	325	50,4	11,6	24,1
07/08/22	21,9	28,2	25,1	1008,8	57,7	5,8	0,0	12,2	90	34,2	3,8	12,8
08/08/22	24	31	27,5	1009,0	48,7	0,0	0,0	9,7	360	27,4	10,5	21,5
09/08/22	23,3	31,1	27,2	1011,1	44,7	0,0	0,0	10,1	90	32,8	12,0	25,4
10/08/22	23,9	31,4	27,7	1011,3	33,7	0,0	0,0	11,4	90	33,8	12,8	25,8
11/08/22	23	31	27,0	1009,7	30,7	0,0	0,0	10,2	90	36,4	12,3	25,7
12/08/22	19,7	29,1	24,4	1007,0	44,7	6,4	0,0	15,2	90	46,1	8,5	22,7
13/08/22	20,3	28,7	24,5	1006,0	40,7	0,1	0,0	10,1	280	23,8	13,2	25,8
14/08/22	21,2	32,4	26,8	1001,8	32,3	0,0	0,0	9,2	360	22,7	11,2	24,1
15/08/22	24,7	33,1	28,9	999,1	38,3	0,0	0,0	11,0	280	32,0	10,5	23,5
16/08/22	22	32	27,0	1002,9	50,0	0,0	0,0	13,2	90	29,9	10,6	23,6
17/08/22	23,6	33,3	28,5	1005,4	57,0	0,0	0,0	11,9	360	68,4	6,8	19,6
18/08/22	20,9	25,8	23,4	1003,5	71,0	10,7	0,0	8,5	325	49,0	2,6	10,0
19/08/22	19,3	25,5	22,4	1002,9	66,0	14,8	0,0	13,9	325	41,4	4,6	14,8
20/08/22	21,4	31	26,2	1004,3	42,0	0,0	0,0	8,8	225	29,5	12,3	24,9
21/08/22	23	31,7	27,4	1002,8	42,0	0,0	0,0	10,2	280	24,8	11,9	24,5
22/08/22	22,2	31,2	26,7	1001,5	39,7	0,0	0,0	7,0	360	22,0	11,3	23,8
23/08/22	22,4	30,3	26,4	1005,2	40,7	0,0	0,0	12,5	90	33,1	11,4	24,5
24/08/22	22,1	29,9	26,0	1008,3	40,7	0,0	0,0	7,1	90	29,5	11,6	23,7
25/08/22	22,9	31,5	27,2	1006,3	43,3	0,0	0,0	8,2	90	27,0	11,4	23,4
26/08/22	24,1	32	28,1	1003,2	45,3	0,0	0,0	9,1	360	21,2	7,9	20,6
27/08/22	23,6	28,9	26,3	1003,5	62,0	1,1	0,0	12,8	280	47,9	5,4	13,9
28/08/22	21,8	29,4	25,6	1006,1	55,3	0,0	0,0	7,7	360	23,8	6,5	17,9
29/08/22	22,3	31,3	26,8	1008,9	47,0	0,0	0,0	9,8	280	19,8	10,0	21,9
30/08/22	20,1	31,2	25,7	1009,3	61,0	25,1	0,0	8,8	90	105,1	5,8	15,8
31/08/22	21,3	27	24,2	1006,6	67,0	0,0	0,0	6,5	90	32,4	4,9	15,0
1° decade	24,8	33,2	29,0	1008,3	39,1	6,0	0,0	11,1		50,4	114,2	240,5
2° decade	21,6	30,2	25,9	1004,3	47,3	32,0	0,0	11,2		68,4	92,5	214,6
3° decade	22,3	30,4	26,4	1005,6	49,5	26,2	0,0	9,1		105,1	98,0	224,9
MESE	22,9	31,2	27,1	1006,1	45,4	64,2	0,0	10,4		105,1	304,6	680,0
Min	19,3	25,5	22,4	999,1	29,3	0,0	0,0	6,5		19,8	2,6	10,0
Max	28,0	36,7	32,0	1011,3	71,0	25,1	0,0	16,1		105,1	13,5	27,1
Dev.St.	2,0	2,7	2,3	3,0	11,6	5,5	0,0	2,4		16,7	3,2	4,6

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
settembre 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/09/22	21,6	26,3	24,0	1006,3	66,3	0,9	0,0	12,8	45	35,3	6,4	16,879
02/09/22	18,8	26,7	22,8	1007,5	52,3	0,0	0,0	10,7	90	33,8	8,8	21,494
03/09/22	19	27	23,0	1007,7	62,3	0,0	0,0	9,4	90	24,5	2,5	13,093
04/09/22	20,3	28,2	24,3	1011,9	56,7	0,0	0,0	6,0	90	19,1	8,4	19,411
05/09/22	20,6	29,9	25,3	1013,9	49,7	0,0	0,0	8,0	90	25,6	8,9	21,206
06/09/22	22,3	31,1	26,7	1010,4	49,0	0,0	0,0	8,9	90	28,1	8,8	20,689
07/09/22	23,2	30,3	26,8	1007,9	64,0	0,1	0,0	9,5	280	41,0	7,4	19,244
08/09/22	22	31,7	26,9	1002,9	62,3	0,1	0,0	9,7	90	41,4	6,3	17,090
09/09/22	20,4	28	24,2	1004,0	55,3	0,0	0,0	9,0	360	34,2	8,1	19,848
10/09/22	19,6	27,6	23,6	1005,7	51,7	0,0	0,0	7,0	45	29,2	8,0	19,645
11/09/22	19,5	27	23,3	1007,6	53,3	0,0	0,0	9,5	90	22,0	9,3	19,115
12/09/22	20	28,1	24,1	1007,6	45,3	0,0	0,0	9,1	45	23,0	9,9	20,877
13/09/22	20,8	29,5	25,2	1005,7	46,3	0,0	0,0	10,4	45	21,6	8,2	19,436
14/09/22	22,1	31,1	26,6	1003,0	48,0	0,0	0,0	6,6	280	46,8	2,3	10,606
15/09/22	21,8	27,7	24,8	999,1	58,7	0,1	0,0	18,1	225	50,8	3,1	5,727
16/09/22	21,6	30,5	26,1	995,5	44,3	0,0	0,0	7,7	225	29,5	7,9	18,245
17/09/22	13,7	23,9	18,8	1001,1	67,0	23,0	0,0	15,5	45	57,6	5,7	11,897
18/09/22	14,2	23,6	18,9	1006,7	32,7	0,0	0,0	9,2	225	38,9	10,1	20,973
19/09/22	15,5	25	20,3	1005,2	43,3	0,0	0,0	9,4	225	26,3	9,3	19,765
20/09/22	13,5	22,7	18,1	1009,2	55,0	0,0	0,0	12,0	90	25,6	9,5	19,864
21/09/22	14	20,6	17,3	1014,0	50,7	0,0	0,0	17,5	90	43,6	6,3	14,871
22/09/22	12,8	20,7	16,8	1013,4	42,7	0,0	0,0	8,4	90	23,4	9,3	18,915
23/09/22	12,9	21,7	17,3	1011,9	42,3	0,0	0,0	10,4	90	23,4	9,2	18,897
24/09/22	14,1	20	17,1	1008,2	65,7	2,4	0,0	5,8	90	19,8	0,2	6,065
25/09/22	15,3	19,4	17,4	1004,1	80,0	5,6	0,0	4,1	325	16,9	0,1	5,345
26/09/22	15,6	21,7	18,7	998,5	69,7	0,0	0,0	7,1	280	26,3	7,9	15,080
27/09/22	14,8	23,8	19,3	991,8	52,7	0,1	0,0	10,9	225	25,6	7,9	16,214
28/09/22	13,5	22,1	17,8	991,9	68,0	0,0	0,0	12,8	45	23,8	6,3	13,765
29/09/22	14,3	23,3	18,8	991,4	54,0	0,0	0,0	11,4	280	38,9	4,7	11,393
30/09/22	14,9	18,2	16,6	1001,8	83,7	7,4	0,0	7,4	45	18,0	0,0	2,633
1° decade	20,8	28,7	24,7	1007,8	57,0	1,1	0,0	9,1		41,4	73,4	188,6
2° decade	18,3	26,9	22,6	1004,1	49,4	23,1	0,0	10,8		57,6	75,2	166,5
3° decade	14,2	21,2	17,7	1002,7	60,9	15,5	0,0	9,6		43,6	51,7	123,2
MESE	17,8	25,6	21,7	1004,9	55,8	39,7	0,0	9,8		57,6	200,3	478,3
Min	12,8	18,2	16,6	991,4	32,7	0,0	0,0	4,1		16,9	0,0	2,6
Max	23,2	31,7	26,9	1014,0	83,7	23,0	0,0	18,1		57,6	10,1	21,5
Dev.St.	3,5	3,9	3,6	6,3	11,4	4,4	0,0	3,2		10,3	3,1	5,4

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
ottobre 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/10/22	14,3	21,2	17,8	1008,5	64,3	0,0	0,0	8,9	280	24,1	10,0	17,143
02/10/22	14,2	24	19,1	1011,3	58,7	0,0	0,0	4,8	225	19,1	9,2	15,980
03/10/22	16,3	24,1	20,2	1011,4	61,7	0,0	0,0	3,4	90	19,8	9,0	16,363
04/10/22	14,9	22	18,5	1015,2	72,0	0,0	0,0	3,6	90	18,7	3,4	11,842
05/10/22	15,3	23,5	19,4	1019,1	64,7	0,0	0,0	9,7	45	20,2	8,2	15,515
06/10/22	16,3	23,9	20,1	1020,1	63,3	0,0	0,0	5,3	90	22,3	8,1	14,795
07/10/22	16,3	23,7	20,0	1015,8	58,0	0,0	0,0	5,3	280	18,0	9,0	15,629
08/10/22	16,3	23,7	20,0	1011,2	64,0	0,0	0,0	3,2	90	14,5		14,000
09/10/22	15,7	22	18,9	1012,8	73,0	0,0	0,0	10,2	280	22,3		7,000
10/10/22	16,2	21,6	18,9	1012,9	64,7	0,0	0,0	8,5	280	23,0		8,400
11/10/22	16,4	22,6	19,5	1013,8	61,0	0,0	0,0	6,7	90	23,4		13,592
12/10/22	15,4	22,7	19,1	1014,4	62,3	0,0	0,0	8,6	280	19,4		13,000
13/10/22	15,3	22,4	18,9	1012,2	59,3	0,0	0,0	4,5	280	15,5		12,800
14/10/22	14,8	22,2	18,5	1009,0	57,3	0,0	0,0	4,9	280	15,5	7,0	12,957
15/10/22	15,1	22,9	19,0	1008,9	62,7	0,0	0,0	1,6	45	14,4		12,800
16/10/22	17,6	24,3	21,0	1015,6	58,7	0,0	0,0	6,5	280	18,7		11,500
17/10/22	15,8	23,5	19,7	1021,3	67,7	0,0	0,0	6,4	325	17,6	8,1	12,925
18/10/22	17	23,7	20,4	1018,2	61,7	0,0	0,0	5,2	280	18,0	7,7	11,660
19/10/22	16,4	24,1	20,3	1013,8	61,7	0,0	0,0	4,7	90	14,0	6,3	10,296
20/10/22	15,9	22,2	19,1	1014,1	70,7	0,0	0,0	3,6	280	15,8	2,6	10,670
21/10/22	15,8	18,5	17,2	1011,5	88,7	0,0	0,0	4,1	135	16,6	0,0	1,567
22/10/22	17,3	24,7	21,0	1009,5	67,3	0,0	0,0	14,5	135	28,1	1,6	4,664
23/10/22	15,6	21,8	18,7	1014,0	83,0	0,0	0,0	7,1	280	15,8	0,7	6,502
24/10/22	15,8	20,4	18,1	1010,6	86,7	0,0	0,0	5,8	90	17,3	0,6	4,045
25/10/22	16,3	23	19,7	1012,0	72,3	0,0	0,0	8,5	90	19,8	4,5	9,914
26/10/22	15,9	23,8	19,9	1015,0	67,0	0,0	0,0	6,8	280	14,4	7,9	11,384
27/10/22	16,7	22,8	19,8	1020,1	72,7	0,0	0,0	5,0	280	15,5	6,8	10,524
28/10/22	16,3	22,3	19,3	1020,2	68,3	0,0	0,0	7,9	225	19,4	5,7	10,383
29/10/22	15,3	23,4	19,4	1018,0	56,7	0,0	0,0	4,6	225	15,8	8,1	11,625
30/10/22	14,8	23,7	19,3	1015,1	55,0	0,0	0,0	7,4	225	19,8	8,0	11,517
31/10/22	15,2	23,1	19,2	1014,6	57,0	0,0	0,0	6,8	225	16,6	8,0	11,274
1° decade	15,6	23,0	19,3	1013,8	64,4	0,0	0,0	6,3		24,1	56,7	136,7
2° decade	16,0	23,1	19,5	1014,1	62,3	0,0	0,0	5,3		23,4	31,6	122,2
3° decade	15,9	22,5	19,2	1014,6	70,4	0,0	0,0	7,1		28,1	51,8	93,4
MESE	15,8	22,8	19,3	1014,2	65,9	0,0	0,0	6,3		28,1	140,1	352,3
Min	14,2	18,5	17,2	1008,5	55,0	0,0	0,0	1,6		14,0	0,0	1,6
Max	17,6	24,7	21,0	1021,3	88,7	0,0	0,0	14,5		28,1	10,0	17,1
Dev.St.	0,8	1,3	0,9	3,6	8,4	0,0	0,0	2,6		3,3	3,1	3,7

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
novembre 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/11/22	13,8	20,8	17,3	1015,3	52,3	0,0	0,0	9,0	280	19,8	1,3	6,134
02/11/22	14,8	17,8	16,3	1016,1	76,7	0,0	0,0	8,0	280	18,4	1,6	6,375
03/11/22	15,1	17,4	16,3	1011,0	82,3	2,4	0,0	8,5	90	19,8	0,0	2,477
04/11/22	12,1	18,6	15,4	996,2	58,3	3,0	0,0	19,2	280	76,7	7,7	11,768
05/11/22	11,2	17,2	14,2	1004,7	54,3	0,0	0,0	12,1	280	28,8	5,9	9,376
06/11/22	9,3	17,2	13,3	1010,0	51,0	0,0	0,0	8,2	225	16,2	8,1	10,594
07/11/22	9	16,8	12,9	1013,1	57,3	0,0	0,0	5,0	225	15,8	8,1	10,654
08/11/22	9,8	16,5	13,2	1013,3	63,7	0,0	0,0	6,4	280	16,2	4,4	7,971
09/11/22	11,8	17,7	14,8	1012,0	70,7	0,0	0,0	7,6	360	18,7	3,1	7,870
10/11/22	12,6	14,4	13,5	1018,8	86,0	3,1	0,0	8,2	325	19,1	0,0	2,239
11/11/22	12,7	16,5	14,6	1025,9	84,7	0,0	0,0	8,0	280	18,7	1,4	6,632
12/11/22	10,9	14,6	12,8	1021,5	77,3	0,0	0,0	10,9	280	25,6	0,0	3,175
13/11/22	9,6	14,3	12,0	1016,8	75,7	0,0	0,0	10,1	280	21,2	0,6	3,521
14/11/22	10,4	14,5	12,5	1014,9	79,3	0,0	0,0	8,6	280	20,5	1,1	4,902
15/11/22	9,1	11,7	10,4	1008,3	82,7	6,0	0,0	6,1	225	16,6	0,0	1,987
16/11/22	10,1	12,4	11,3	996,4	83,0	5,8	0,0	13,1	280	26,3	0,1	2,305
17/11/22	9	13,8	11,4	994,4	81,0	0,1	0,0	7,4	90	17,6	4,3	7,444
18/11/22	10,9	15,3	13,1	993,2	81,3	0,1	0,0	11,8	280	28,8	3,8	6,704
19/11/22	8,8	11,1	10,0	998,0	88,0	3,4	0,0	12,4	280	23,8	0,0	1,205
20/11/22	8,2	13	10,6	1003,1	78,0	0,0	0,0	6,7	280	22,3	7,5	8,701
21/11/22	6,1	12,2	9,2	999,6	74,0	1,2	0,0	7,3	90	23,4	6,9	8,771
22/11/22	7,7	8,8	8,3	984,4	92,0	60,8	0,0	25,1	325	55,1	0,0	0,472
23/11/22	6,7	12,1	9,4	995,6	69,3	0,0	0,0	8,3	225	16,2	8,3	9,301
24/11/22	6,1	12,7	9,4	1006,6	63,7	0,0	0,0	7,4	280	19,8	8,3	9,129
25/11/22	6,2	10,7	8,5	1011,2	77,7	0,6	0,0	5,8	280	19,1	1,5	4,452
26/11/22	7,4	11,2	9,3	1017,8	77,7	3,6	0,0	10,7	280	38,9	3,8	5,589
27/11/22	5,6	11	8,3	1019,0	72,7	0,0	0,0	8,0	280	18,7	7,8	8,351
28/11/22	5,6	8,2	6,9	1010,4	76,7	0,0	0,0	4,9	280	16,6	0,0	2,138
29/11/22	6,4	7,6	7,0	1008,9	88,7	5,2	0,0	7,2	325	19,1	0,0	0,784
30/11/22	5,6	8,6	7,1	1010,1	71,7	0,0	0,0	9,4	280	22,0	0,7	3,917
1° decade	12,0	17,4	14,7	1011,1	65,3	8,5	0,0	9,2		76,7	40,1	75,5
2° decade	10,0	13,7	11,8	1007,2	81,1	15,4	0,0	9,5		28,8	18,8	46,6
3° decade	6,3	10,3	8,3	1006,3	76,4	71,4	0,0	9,4		55,1	37,2	52,9
MESE	9,4	13,8	11,6	1008,2	74,3	95,3	0,0	9,4		76,7	96,1	174,9
Min	5,6	7,6	6,9	984,4	51,0	0,0	0,0	4,9		15,8	0,0	0,5
Max	15,1	20,8	17,3	1025,9	92,0	60,8	0,0	25,1		76,7	8,3	11,8
Dev.St.	2,8	3,4	3,0	9,8	11,1	11,1	0,0	4,1		12,7	3,2	3,3

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. 44° 38' 50,76" N - long. 10° 55' 45,50" E												
dicembre 2022												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	Umed (%)	Prec Tot (mm)	Neve fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	Ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/12/22	6,2	9,7	8,0	1010,2	75,0	0,0	0,0	10,0	280	24,8	1,5	5,341
02/12/22	6,5	8,3	7,4	1010,6	82,3	0,0	0,0	4,7	45	14,4	0,0	1,828
03/12/22	6,5	8,3	7,4	1008,2	94,3	13,7	0,0	6,5	90	20,5	0,0	0,556
04/12/22	7,6	10,1	8,9	1005,9	89,7	15,7	0,0	9,5	280	28,8	0,4	2,669
05/12/22	8,1	9,8	9,0	1009,3	94,3	2,0	0,0	8,4	90	27,0	0,0	1,465
06/12/22	6,1	9,6	7,9	1007,8	84,7	0,0	0,0	9,6	280	28,8	7,7	7,854
07/12/22	4,8	7,7	6,3	1004,9	83,7	0,0	0,0	9,2	325	20,2	2,7	4,711
08/12/22	4,8	8,3	6,6	1002,8	82,3	0,9	0,0	7,6	325	18,7	1,3	4,523
09/12/22	5,7	6,5	6,1	994,6	91,7	20,2	0,0	10,9	280	25,2	0,0	0,604
10/12/22	5,2	7,4	6,3	990,5	82,3	0,0	0,0	17,4	280	29,9	0,0	2,045
11/12/22	3,4	7,3	5,4	993,9	88,7	2,3	0,0	9,2	325	25,2	0,0	0,731
12/12/22	0,9	3,5	2,2	1002,0	88,0	0,1	0,0	7,4	90	16,2	0,0	1,786
13/12/22	1	3,3	2,2	1002,3	79,0	0,2	0,0	11,9	280	23,8	0,0	1,173
14/12/22	3	5,2	4,1	998,1	69,3	0,0	0,0	8,0	280	17,3	0,0	1,591
15/12/22	3,2	5,2	4,2	998,1	82,0	13,8	0,0	9,0	280	28,8	0,0	1,022
16/12/22	4,2	6,4	5,3	997,0	84,7	0,7	0,0	10,0	280	29,2	0,1	1,497
17/12/22	5,8	9,5	7,7	1010,3	83,0	0,0	0,0	6,2	280	16,9	3,0	4,923
18/12/22	3,8	8,1	6,0	1024,7	71,0	0,0	0,0	5,8	325	14,8	6,1	6,781
19/12/22	4,4	6,7	5,6	1025,6	85,3	0,0	0,0	7,9	280	14,8	0,0	1,203
20/12/22	6	8,1	7,1	1019,9	80,0	0,0	0,0	5,6	325	14,0	0,0	2,449
21/12/22	6,3	7,6	7,0	1012,8	85,7	2,6	0,0	5,8	280	13,3	0,0	1,241
22/12/22	6,3	10,1	8,2	1009,3	82,7	0,1	0,0	6,4	280	20,2	1,5	4,139
23/12/22	5,9	11,3	8,6	1007,4	85,0	0,0	0,0	5,8	360	18,7	4,7	6,325
24/12/22	8,2	10	9,1	1010,0	89,7	0,0	0,0	7,2	90	18,0	0,0	1,961
25/12/22	9,1	11,3	10,2	1016,1	88,3	0,0	0,0	6,2	225	13,7	1,4	4,102
26/12/22	8,3	12	10,2	1017,3	82,0	0,0	0,0	5,3	225	16,6	3,6	5,182
27/12/22	8,1	11,4	9,8	1017,8	86,7	0,0	0,0	7,7	225	15,1	2,8	5,172
28/12/22	8,3	11,1	9,7	1017,7	88,7	0,0	0,0	3,2	360	11,5	0,0	2,524
29/12/22	9,2	10	9,6	1014,2	89,3	0,8	0,0	6,6	90	13,7	0,0	1,100
30/12/22	8,6	9,9	9,3	1014,0	94,3	2,9	0,0	6,2	360	16,6	0,0	0,974
31/12/22	9	12,2	10,6	1022,1	80,3	0,0	0,0	6,6	280	17,6	4,3	6,349
1° decade	6,2	8,6	7,4	1004,5	86,0	52,5	0,0	9,4		29,9	13,6	31,6
2° decade	3,6	6,3	5,0	1007,2	81,1	17,1	0,0	8,1		29,2	9,1	23,2
3° decade	7,9	10,6	9,3	1014,4	86,6	6,4	0,0	6,1		20,2	18,2	39,1
MESE	6,0	8,6	7,3	1008,9	84,6	76,0	0,0	7,8		29,9	41,0	93,8
Min	0,9	3,3	2,2	990,5	69,3	0,0	0,0	3,2		11,5	0,0	0,6
Max	9,2	12,2	10,6	1025,6	94,3	20,2	0,0	17,4		29,9	7,7	7,9
Dev.St.	2,3	2,3	2,2	9,1	6,0	5,4	0,0	2,6		5,7	2,1	2,1



Fulvio Baraldi*

Il Monte Medolano, un relitto morenico isolato nella piana fluvioglaciale mantovana

Riassunto

Il Monte Medolano è un relitto di rilievo morenico che si trova in Comune di Medole, nell'alta pianura mantovana, posto a sud delle colline moreniche dell'anfiteatro morenico frontale del Garda. Segnalato nella cartografia a partire dal XVI secolo, appartiene alla Fase di Sedena, tardo Pleistocene medio (Riss Auctorum); tale fase è testimoniata attualmente soltanto da un allineamento abbastanza continuo di piccole colline in prossimità della sponda sud-occidentale del Lago di Garda, con le quali il Monte Medolano è in prosecuzione geografica. Attualmente il relitto morenico è tutelato come Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS).

Abstract

Monte Medolano, an isolated moraine relict in the fluvioglacial Mantua plain. Monte Medolano is a relict moraine relief located in the Municipality of Medole in the upper Mantuan plain (northern Italy), located south of the moraine hills of the Garda frontal moraine amphitheatre. It is reported in the maps starting from the 16th century and belongs to the Sedena Phase, late Middle Pleistocene (Riss Auctorum). This phase is proven only by a rather continuous alignment of small hills near the south-western shore of Lake Garda, along which Monte Medolano is part of the same geographical continuation. Currently, the moraine relict is protected as an Inter-Municipal Park by the local conservation laws.

Parole chiave: *Monte Medolano, relitto morenico, piana fluvioglaciale mantovana, Fase di Sedena, Pleistocene medio*

Keywords: *Monte Medolano, moraine relict, fluvioglacial Mantua plain, Sedena Phase, Middle Pleistocene, Italy*

* Geologo, Via F.lli Bandiera 33, 46100 MANTOVA; e-mail: baraldi.geologo@gmail.com.

1. Premessa

Il Monte Medolano (localmente detto anche Monte della Barcaccia, dal nome della cascina posta nei pressi) è un relitto di rilievo morenico che si trova in Comune di Medole, nell'alta pianura mantovana, posto a sud delle colline che costituiscono l'anfiteatro morenico frontale del Garda (Figg. 1 e 2).

Si tratta di un rilievo di forma allungata in direzione NNO-SSE, con quote variabili da 92 m circa (nella porzione NNO) a 88 m circa (nella porzione SSE) s.l.m.; esso è inserito in una piana fluvio-glaciale, rispetto alla quale presenta elevazioni medie di 8-9 m. Attorno al rilievo si trovano le cascine Alpina, Barcaccina, Barcaccia, Sant'Antonio e Monte. Il dosso morenico è cartografato nella Sezione D6e5 "Carpenedolo est" della Carta Tecnica Regionale della Lombardia alla scala 1:10.000. Considerando il suo punto centrale, le coordinate geografiche sono: lat. 45°21'02" Nord; long. 10°31'26" Est (riferimento geografico WGS84); la massima lunghezza è di circa 467 m, mentre la larghezza varia da 127 m a nord a 71 m nella sezione centrale e a 17 m nell'estrema punta meridionale.



Fig. 1 – Monte Medolano, indicato dalla freccia, nella piana fluvio-glaciale coperto da vegetazione spontanea (da Google Earth).



Fig. 2 – *Profilo del Monte Medolano (da Google Earth).*

Il Monte Medolano è di proprietà privata; tuttavia, essendo un areale di rilevanza geomorfologica e naturalistica, è stato tutelato dal Comune di Medole con l'istituzione del "Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS) Monte Medolano" tramite D.C.C. n. 46 del 31 ottobre 2011, accompagnata da specifico regolamento comunale che fissa la fruibilità, le norme di comportamento, le modalità di tutela del territorio e dell'ambiente. La Provincia di Mantova, con deliberazione di Giunta Provinciale n. 79 del 11 agosto 2015, ha approvato l'istituzione del PLIS; infine la Regione Lombardia, con D.g.r. 16 dicembre 2019 n. XI/2641 ha definitivamente confermato il PLIS con la seguente motivazione:

*Il Monte Medolano appartiene al sistema del paesaggio, estremamente raro e localizzato, dei depositi morenici rissiani e in particolare ai cordoni morenici principali e secondari a morfologia collinare. Il Parco del Mincio, nell'ambito del progetto "Tessere per la Natura", ha realizzato degli interventi il cui scopo è quello di contenere il fenomeno di ricolonizzazione della prateria arida sulla sommità del monte, al fine di conservare questo prezioso habitat di preminente interesse conservazionistico e paesaggistico, caratterizzato anche dalla fioritura di alcune specie di orchidee [non specificate per il Monte Medolano in quanto i rilevamenti furono eseguiti in stagione di non fioritura. Nell'area collinare mantovana sono state censite ben 32 specie di orchidee selvatiche, per la maggior parte *Orchis* sp. e *Ophrys* sp., N.d.A.]. L'intervento principale si è perciò concretizzato nel contenimento della vegetazione legnosa invasiva sulle superfici di prateria arida. Per favorire la conoscenza e la frequentazione dei luoghi è stato inoltre realizzato un percorso didattico alla scoperta delle praterie aride, completato con la riapertura del cono visivo sulla torre di San Martino della Battaglia, che era stato colonizzato da arbusti e polloni di specie forestali.*

Il Volo GAI 1954 (ortofoto storiche, Regione Lombardia) mostra il Monte Medolano privo di vegetazione, ad eccezione di qualche arbusto sulle scarpate e qualche raro elemento arboreo in sommità; pertanto l'attuale configurazione vegetale è stata realizzata artificialmente dopo il 1954 e, a partire dal 1998, la situazione complessiva risulta paragonabile a quella attuale.

L'habitat vegetale non ha ancora raggiunto il proprio equilibrio evolutivo (*climax*), ma è in una fase transitoria che tende verso l'instaurazione di formazioni arbustive ed arboree autoctone. In assenza di gestione evolve verso la colonizzazione, prima da parte di specie arbustive, per divenire infine un bosco; presenta inoltre notevole biodiversità entomologica, apprezzabile specialmente per quanto concerne i lepidotteri (Bellelli *et al.*, 2001).

Il Monte Medolano è stato inserito dalla Provincia di Mantova nell'inventario dei "prati aridi" delle colline moreniche mantovane, nell'ambito del Piano esecutivo di gestione (PEG). La scheda di rilevamento (All. C7 04 Medole) lo descrive come "Prato circondato da un bosco misto, con prevalenza ad ornelli, curato e gestito come area naturale didattica"; cita inoltre la presenza delle seguenti essenze vegetali.



Fig. 3 – Prato arido sommitale sul Monte Medolano (foto F. Baraldi).

- Erbacee: tra le dominanti *Festuca* sp. e *Artemisia alba*; tra le caratteristiche *Bothriochloa ischaemum*, *Chrysopogon gryllus*, *Eryngium campestre*, *Euphorbia cyparissias*, *Orlaya grandiflora*, *Pimpinella saxifraga*, *Scabiosa columbaria*.

- Arbustive: biancospino (*Crataegus monogyna*), ligustro (*Ligustrum vulgare*), rosa canina (*Rosa canina*).

- Arboree: roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*), scotano (*Cotinus coggygria*), olmo campestre (*Ulmus minor*), magaleppo (*Prunus mahaleb*), cipresso (*Cupressus sempervirens*), robinia (*Robinia pseudoacacia*), ailanto (*Ailanthus altissima*).

Attualmente il Monte Medolano è attrezzato come area di svago e didattica: un sentiero, accessibile tramite scalinata in terra rinforzata da elementi di legno, permette di percorrere longitudinalmente il monte, attraversando aree a prato e macchie di vegetazione (Fig. 3).

2. Citazioni e cartografia antiche

Ludovico Antonio Muratori, nella sua opera *Antiquitates Italicae Medii Aevi* (1741), riporta a pagina 498 del Tomo IV una lettera, datata 1251, del Podestà di Brescia Lodrisio (o, meglio, Landolfo¹) Crivelli e diretta al Podestà di Mantova Bonifacio Canossa, in cui viene citato il *Montemedulanum*:

...desiderando che si faccia uno scambio dei prigionieri che hai, che ci appartengono... e coloro che teniamo in nostro potere... ci sembrerebbe opportuno che questo scambio avvenisse tra la località di Montichiari e Monte Medolano...

La lettera fu segnalata anche dagli studiosi mantovani Enrico Paglia (1879), Carlo d'Arco (1874) e Leopoldo Camillo Volta (1807).

Una rappresentazione cartografica approssimata del territorio mantovano è offerta da una pergamena del XVI secolo, di autore ignoto, conservata presso l'Archivio di Stato di Venezia²; la pergamena è stata datata nell'intervallo temporale 1508-1513 da Fausto Stefanini (1974). Si tratta di una carta ad uso militare che rappresenta anche l'area mantovana confinante con la Repubblica

¹ Federico Odorici, fondandosi sull'autorità del *Liber Poteris* di Brescia, ebbe modo di correggere l'errore, dimostrando che il podestà della città nel 1251 si chiamava Landolfo Crivelli; pertanto le lettere attribuite da Muratori a Lodrisio sono state scritte da Landolfo tra marzo e maggio dell'anno 1251.

² Archivio di Stato di Venezia, Miscellanea di mappe, n. 1205, pergamena 1,70 x 1,35 cm; scheda: Territorio mantovano, *Mappa del territorio compreso tra il Lago di Garda, Brescia e Robecco da una parte, Ferrara e Pontelagoscuro dall'altra, secolo XVI*.

veneziana, probabilmente eseguita da emissari che segretamente percorrevano i territori interessati; sono infatti puntualmente indicate le fortificazioni, i castelli, le colline moreniche, i principali corsi d'acqua, i laghi e paludi ivi esistenti e, naturalmente, le strade più importanti. Il nord geografico è in alto a sinistra; la scala di rappresentazione è variabile nelle diverse zone. Tra Castiglione delle Stiviere (*Castion a Stivieri* sulla mappa), Carpenedolo e Medole, nei pressi del corso d'acqua La Seriola, si nota un tratto rettangolare allungato che potrebbe indicare, vista la scala di rappresentazione approssimativa e l'incertezza del tratto, il Monte Medolano (Fig. 4).



Fig. 4 – Mappa veneziana del XVI secolo. Il presunto Monte Medolano è indicato dalla freccia.

Una prima rappresentazione catastale del Monte Medolano fu eseguita dal governo austriaco a seguito di accurati rilevamenti topografici in scala 1:2000 (Casotto & Tamagnini, 2021).

Per il Catasto Teresiano (1771-1785, con documenti fino al 1861) il Comune di Medole fu rilevato da maggio a novembre 1777; il Monte Medolano è riprodotto nel Foglio 6.

Per il Catasto Lombardo-Veneto (derivato da aggiornamenti e modifiche del Teresiano durante il XIX secolo) il Comune di Medole fu rilevato nel 1865 e il Monte Medolano è riprodotto nel Foglio 4.

Come si può notare in Fig. 5, la rappresentazione cartografica del monte nei due catasti è diversa: decisamente N-S nel Catasto Teresiano e NNO-SSE nel Catasto Lombardo-Veneto. Da un punto di vista cartografico e geografico la rappresentazione corretta è quella del Catasto Lombardo-Veneto.

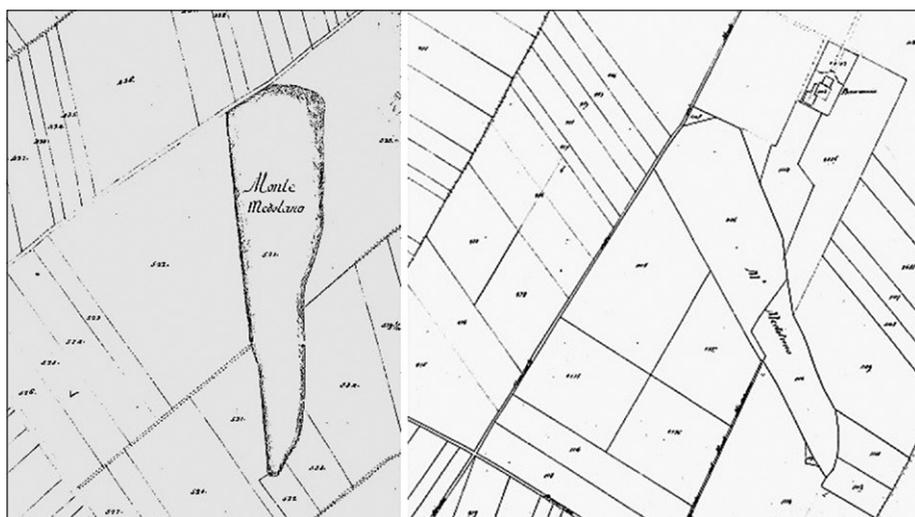


Fig. 5 – Il Monte Medolano nei Catasti Teresiano, a sinistra, e Lombardo-Veneto, a destra (Archivio di Stato di Mantova).

3. Cartografia geologica del XIX e XX secolo

3.1 Secolo XIX: Enrico Paglia

Nel 1869 Enrico Paglia realizzò una carta-rilievo geologica, tridimensionale quindi, dell'intero territorio mantovano, rimasta inedita e attualmente conservata presso il Liceo Ginnasio Virgilio di Mantova (Fig. 6) (Accordi & Baraldi, 2022).

Sulla sua carta geologica, che riporta la data 1869, Paglia distingue i terreni affioranti in Secondari, Terziari, presenti nell'angolo NE in territorio veronese, e Quaternari, secondo la nomenclatura e le conoscenze del suo tempo. I terreni Quaternari sono suddivisi in Glaciali (che comprendono le colline moreniche e la vasta pianura ghiaiosa posta a sud), Fluvio-glaciali (le aree della media pianura mantovana) e Fluviali (di competenza del Fiume Po e degli altri corsi

d'acqua fluenti nel Mantovano); una particolare evidenza, con colore specifico, viene data alle Valli d'erosione e ai Terrazzi che circondano i principali fiumi nel loro tratto mantovano e poco oltre. Per quanto riguarda il morenico vi sono indicati i depositi che vanno dalla zona di Carpenedolo-Montichiari, in sinistra del Fiume Chiese, al territorio veronese a sud-est del Lago di Garda, in sponda destra del Fiume Adige. Sulla carta è inoltre rappresentato, con tratteggi diversi, il "Corso di Antichi Fiumi": Mincio inferiore, Adda (con punto interrogativo), Oglio, Bozza, Zara, Polirone, Po vecchio, Taro, Bondeno, Gavello, Secchia. Sono inoltre indicati i fontanili da cui prendono origine molti corsi d'acqua a sud delle colline moreniche.

Risulta ben evidente il rilievo del Monte Medolano, tra Castiglione delle Stiviere e Medole, circoscritto a tratto giallo in Fig. 6.

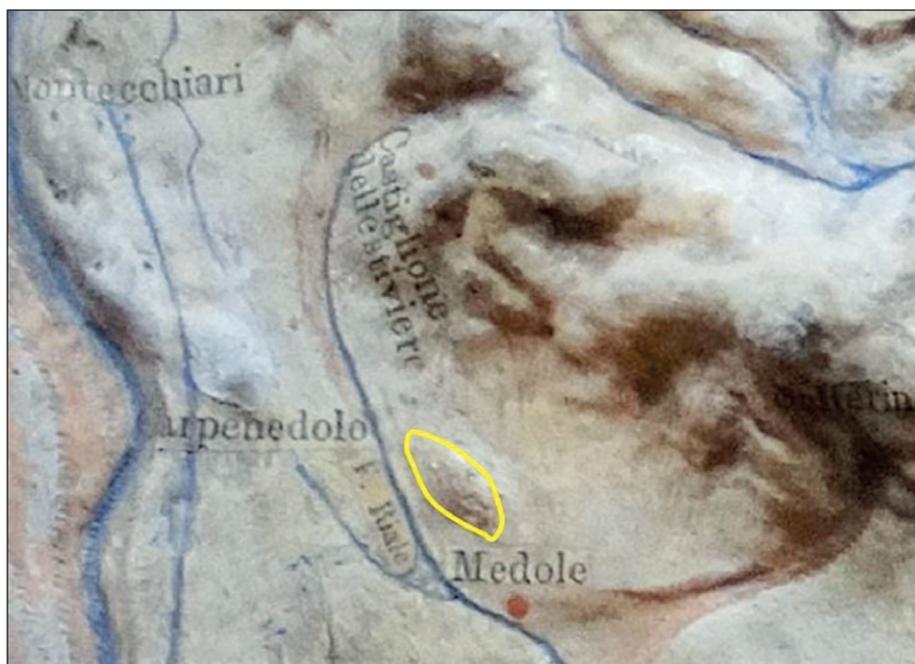


Fig. 6 – Carta-rilievo geologica del Mantovano (part.); il Monte Medolano è circoscritto dalla linea gialla (da Paglia, 1869).

Nel *Saggio di studi naturali sul territorio mantovano*, Paglia (1879) affronta in modo completo e innovativo, per quei tempi, la descrizione della struttura geologica delle colline moreniche del Garda; egli riconosce una struttura ad

archi concentrici, sette complessivamente, dovuti a cicli deposizionali diversi (Fig. 7). Il Monte Medolano viene assegnato al secondo arco.

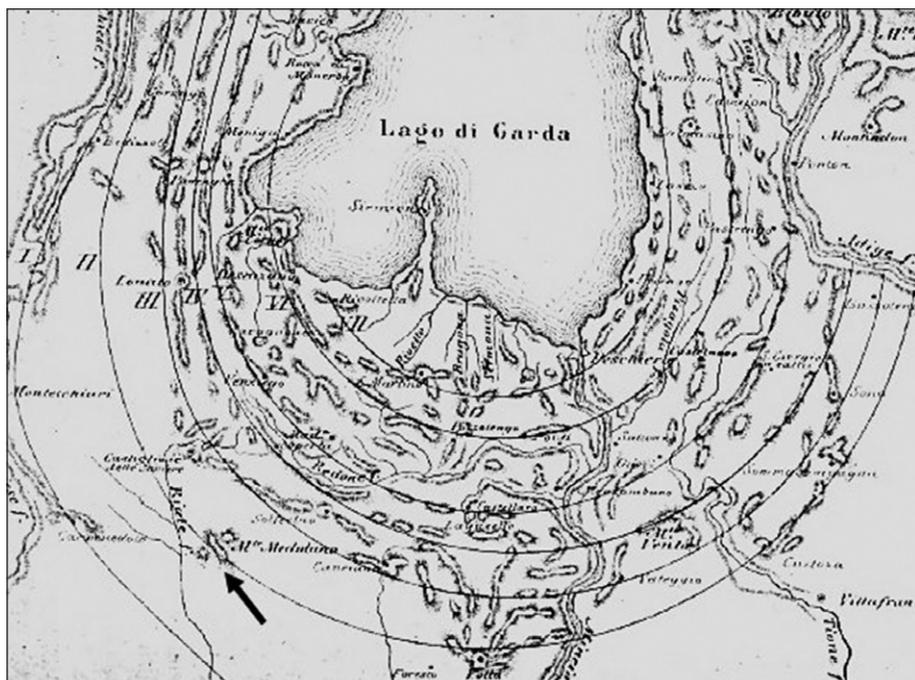


Fig. 7 – Gli archi concentrici delle colline moreniche del Garda. Il Monte Medolano è indicato con la freccia (da Paglia, 1879).

Così scrive Enrico Paglia:

Le compiute escursioni da tanti esperti osservatori e studiosi per mezzo all'amenò ed imponente anfiteatro, rendono certi che la generale e meglio mantenuta direzione delle catene è quella quasi concentrica al curvarsi della sponda meridionale del Lago di Garda.

Infatti ad occidente, ad una distanza media di 10 chilometri dal lago, un grande arco dello sviluppo di circa 30 chilometri, fiancheggiando il Fiume Chiese sulla sua sinistra, dalle vicinanze di Gavardo scende oltre Carpenedolo, frastagliato da vallette longitudinali ed incrostato da avvallamenti e da elevazioni su cui spiccano le apriche borgate di Moscoline, Terzago, Cavallge, Mocasina, Bedizzole, S. Marco, Calcinato, Montecchiari, Carpenedolo ed

altre minori. Poco sopra alla linea ferroviaria che la taglia a Ponte S. Marco, questa linea di colline si isola dalle altre, procedendo nell'aperta pianura con una serie di dieci principali tronchi, divisi da varchi aperti lungo il Chiese dirimpetto ad altrettante ondulazioni del terreno le quali come nelle fortezze, figurano da rivelini o da coprifaccia delle uscite. L'altezza generale di questa linea di alture è di circa 50 metri sui piani circostanti; cosicché dai 350 metri sul mare, quale può calcolarsi alla sua origine sopra Gavardo, fino alla sua estremità a Carpenedolo dove trovasi a 100, presenta l'inclinazione del $\frac{1}{2}$ per cento. Una seconda serie di colli si allinea verso l'interno dell'anfiteatro dal Monte Còste sotto Soprazzo inferiore; in prima quasi normalmente al Monte Faida, limitando a Sud la valle di Bariaga, e quindi nella direzione generale per Piazze, Prestino, Serino fino a Castrezzane e Carzago, per morire nell'ultime ondulazioni del suolo a Monterosio. Il gruppo isolato di Monte Medolano, e la più avanzata delle colline di Volta Mantovana, di Custozza, di Sommacampagna appartengono pure a questo secondo arco, ad onta delle notevoli interruzioni di cui si daranno le ragioni nel processo di questi studii.

3.2 Secolo XX: cartografia geologica attuale

Dopo i rilevamenti geologici di Federico Sacco (1891, 1896) e Arturo Cozzaglio (1933, 1934a, 1934b), tutti riportanti l'indicazione del Monte Medolano, si deve a Sergio Venzo (1957, 1961, 1965) il rilevamento geologico dell'intero settore delle colline moreniche gardesane, nonché (1969) il coordinamento per la redazione del Foglio 48 "Peschiera del Garda" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, che comprende anche le colline moreniche mantovane; esso è accompagnato dalle relative Note Illustrative (Carraro *et al.*, 1969) e assieme costituiscono attualmente la cartografia ufficiale dello Stato italiano. In quest'ultima carta geologica, Foglio 48, il Monte Medolano è rappresentato nella vasta piana fluvioglaciale nei pressi della Corte Barcaccia (Fig. 8).

Successivamente Cremaschi (1987) e Baraldi & Zavatti (1996) si sono dedicati agli studi geologici del territorio occupato dalle colline moreniche mantovane; a essi si rimanda per più dettagliate informazioni.

La Provincia di Mantova ha pubblicato sul suo Sistema Informativo Territoriale (SIT) la *Carta Litologica* del territorio provinciale, dove viene rappresentato il Monte Medolano. Il Comune di Medole si è recentemente dotato di uno Studio geologico-tecnico, eseguito dal geologo Giorgio La Marca (2013) ai sensi della Legge Regione Lombardia n. 12 dell'11 marzo 2005 e della Delibera di Giunta Regionale n. 8/7374 del 28 maggio 2008; nella *Carta geologica e geomorfologica con elementi geopedologici* che accompagna lo studio e redatta alla scala 1:10.000, è cartografato il Monte Medolano, attribuito a depositi morenici e inserito nella vasta piana fluvioglaciale.

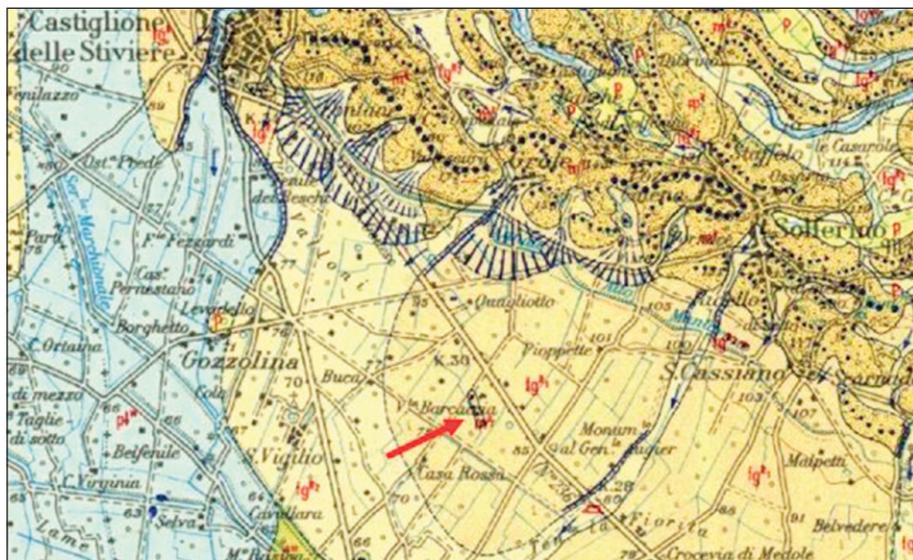


Fig. 8 – Carta geologica ufficiale con Monte Medolano indicato dalla freccia (da Venzo, 1969)

4. Caratteristiche geologiche del Monte Medolano e dei suoi dintorni

Il Monte Medolano deve essere inserito nell'ampio contesto dei depositi morenici originati dalle glaciazioni pleistoceniche che hanno interessato la regione del Lago di Garda.

Sinteticamente si può dire che l'Anfiteatro Morenico Frontale del Garda si estende, formando un ampio semicerchio, da Lonato (BS) a Valeggio sul Mincio (VR), interessando tutta la parte settentrionale della provincia di Mantova. Si tratta di bassi cordoni collinari (mediamente dai 100 ai 150 m circa sul livello del mare; la quota più elevata si trova in Comune di Solferino, a 204,90 m s.l.m.), spezzati in più punti, che formano semicerchi quasi concentrici. Sono i resti delle grandiose morene che il ghiacciaio gardesano iniziò a costruire nel Pleistocene (da 2,58 a 0,0117 Ma, secondo la *Chronostratigraphic Chart 2023-04* della *International Commission on Stratigraphy*). Durante quest'epoca il ghiacciaio ha subito una serie di espansioni e ritiri, distinti in *anaglaciali* (con condizioni atte a favorire l'insorgere e la successiva espansione di una glaciazione) e *cataglaciali* (con condizioni climatiche favorevoli al ritiro dei ghiacciai e conseguente innalzamento del livello dei mari), caratterizzati da climi specifici: oceanico fresco, con forti precipitazioni e tendente al freddo durante l'anaglacial, clima steppico e ventoso durante il cataglacial. Questa situazione climatica ha condotto a un abbassamento del limite delle nevi

permanenti sulle Alpi e i fronti del ghiacciaio hanno raggiunto l'orlo superiore della Pianura Padana; i fronti del ghiacciaio sono scesi più volte dai recessi montani e hanno deposto ogni volta le morene, sotto forma di detriti accumulati sulla superficie, all'interno, ai lati e sul fondo della massa glaciale.

L'attribuzione temporale delle cerchie moreniche è un problema ancora aperto; Penck & Bruckner (1909), Cozzaglio (1933, 1934a, 1934b), Venzo (1957, 1961, 1965) e Cremaschi (1987) hanno nel tempo proposto età diverse e spesso discordanti per le varie cerchie moreniche. Recentemente Bini & Zuccoli (2004) hanno realizzato un rilevamento di dettaglio della parte occidentale dell'Anfiteatro del Garda, che li ha portati a distinguere e cartografare varie unità allostratigrafiche e litostratigrafiche, tuttavia non confrontabili con le ricerche precedenti.

Secondo Cremaschi (1987), preso qui come riferimento, allo stato attuale nel territorio mantovano sono riconosciute tre fasi glaciali così denominate:

- Fase di Carpenedolo, Pleistocene medio (*Mindel Auctorum*);
- Fase di Sedena, tardo Pleistocene medio (*Riss Auctorum*);
- Fase di Solferino, Pleistocene superiore (*Würm Auctorum*).

Il Monte Medolano appartiene alla Fase di Sedena (Cremaschi, 1987): tale fase è testimoniata attualmente soltanto da un allineamento abbastanza continuo di piccole colline in prossimità della sponda sud-occidentale del Lago di Garda, con le quali il Monte Medolano è in prosecuzione geografica.

Una visione generale dei depositi morenici gardesani rinvenibili in territorio mantovano e in quelli contermini è proposta da Cremaschi (1987) e rappresentata in Fig. 9.

All'ultima espansione del ghiacciaio gardesano (glaciazione Würm: da 129.000 a 11.700 anni BP) è da riferire l'inizio della sedimentazione delle piane fluvioglaciali, o *sandur*, poste direttamente a sud delle colline moreniche. In età tardoglaciale (da circa 20.000 a 11.700 anni BP) gli scaricatori dei ghiacciai iniziarono a incidere le piane stesse e così si approfondirono gli alvei del Fiume Mincio e degli altri più modesti corsi d'acqua. Durante l'ultimo massimo glaciale (*Last Glacial Maximum*), circa 20.000 anni BP (Baroni, 2017), le condizioni ambientali erano tali da favorire l'instaurarsi di grandi portate sia solide che liquide. In particolare nelle aree alpine l'estesa superficie dei ghiacci limitava l'evapotraspirazione, mentre la presenza di suolo gelato impediva l'infiltrazione; come conseguenza di ciò, la quasi totalità delle precipitazioni veniva concentrata alla chiusura dei bacini, ossia agli scaricatori fluvioglaciali. Le azioni dei ghiacciai inoltre favorirono la produzione di sedimenti trasportabili dalle acque superficiali. Il prevalere di queste condizioni estreme, molto diverse dalle attuali, determinò sicuramente una grande disponibilità di

materiale non fissato dalla vegetazione e che i corsi d'acqua potevano facilmente assumere in carico. Dall'ultima deglaciazione l'evoluzione geomorfologica è stata caratterizzata principalmente da eventi di erosione fluviale.

La composizione petrografica dei clasti è da ricollegarsi al percorso del ghiacciaio gardesano dalle Alpi Retiche all'alta pianura e che ha interessato, in momenti successivi, le aree trentine di Monte Paganella, delle catene dello Spinale e del Bondone, suddividendosi in due principali direzioni di apporto lungo le valli dei fiumi Adige e Sarca. I principali componenti petrografici, variamente rimescolati, risultano essere: calcari, calcari dolomitici, calcari marnosi, calcari selciferi e dolomie tra le rocce sedimentarie; porfidi quarziferi, graniti, granodioriti e dioriti tra le rocce ignee; gneiss, micascisti e filladi quarzifere tra le rocce metamorfiche. I dossi morenici sono frequentemente ricoperti da uno strato di terreno pedogenizzato, di colore giallo o rossastro, di spessore vario in funzione dell'acclività e del rimodellamento superficiale dovuto alle pratiche agricole.

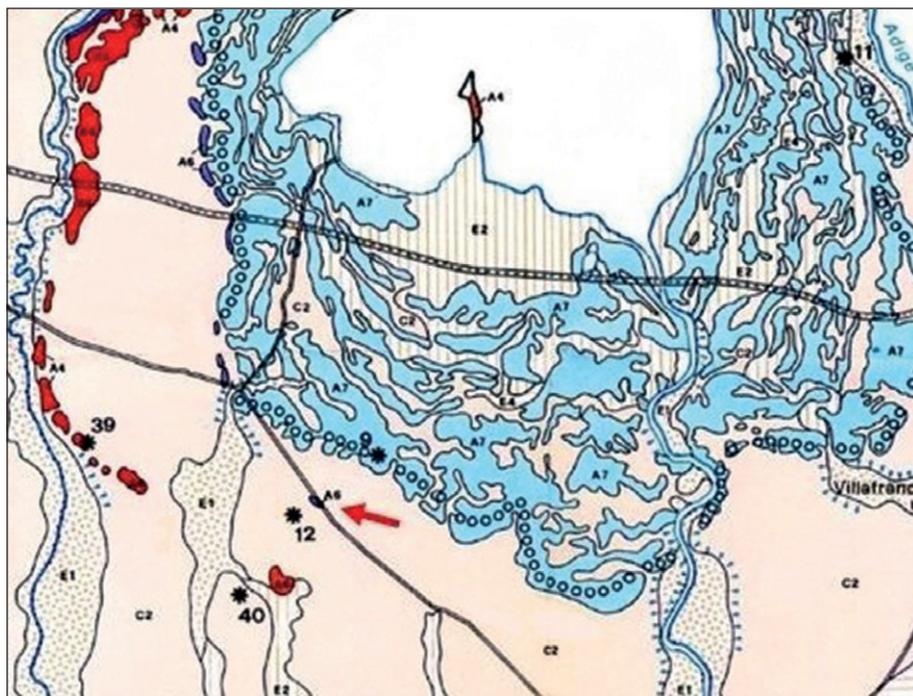


Fig. 9 – Fasi glaciali pleistoceniche nel territorio mantovano: A4: Fase di Carpenedolo; A6: Fase di Sedena; A7: Fase di Solferino. La freccia indica il Monte Medolano (da Cremaschi, 1987).

Nelle aree (vallecole) inframoreniche si rinvengono depositi fluvio-glaciali grossolani attribuiti alle fasi di disgelo del ghiacciaio gardesano: si rinvengono altresì depositi prettamente alluvionali, olocenici, a granulometria variabile dalle ghiaie alle sabbie ai limi e alle argille.

Come sopra ricordato, il Monte Medolano sorge in una piana fluvio-glaciale, costituita da terreni prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi: le azioni di erosione, trasporto e deposizione operate dagli scaricatori fluvio-glaciali nei confronti del materiale morenico, hanno infatti portato all'alluvionamento della pianura antistante al fronte principale del ghiacciaio gardesano (*sandur*).

Le ghiaie, miste a sabbie e limo, sono costituite da clasti arrotondati, talvolta cementati e alterati in superficie per la formazione di un suolo rosso-bruno; risentendo della variabile capacità di trasporto degli scaricatori, la loro distribuzione areale non è uniforme (Fig. 10).



Fig. 10 – Terreni ghiaioso-ciottolosi al piede del Monte Medolano (foto F. Baraldi).

La disponibilità di alcune litostratigrafie, generalmente ricavate in fase di trivellazione di pozzi di emungimento dell'acqua sotterranea, ha permesso di delineare la struttura geologica del sottosuolo nella vasta area circostante al Monte Medolano, che risulta come segue:

– fino a circa 90-100 m di profondità dal piano campagna, i depositi sotterranei sono costituiti da ghiaia di natura prevalentemente calcarea, eterometrica, da subarrotondata a subangolare, debolmente sabbiosa e/o limosa, con frequenti elementi litoidi aventi diametro di 10-14 cm. A varie profondità si rilevano anche strati limoso-argillosi, color nocciola, di debole spessore. L'acquifero qui presente è di tipo libero fino a circa 50 m di profondità, divenendo poi semiconfinato fino alla base dello strato;

– tra 90-100 e 140 m circa è presente un potente strato argilloso-limoso che tiene confinate le falde acquifere sottostanti.

In particolare, dalla “Banca Dati Geologia Sottosuolo” del Geoportale di Regione Lombardia è possibile ricavare la litostratigrafia di un sondaggio, ubicato nella piana fluvio-glaciale a circa 400 m a sud-est del Monte Medolano; la situazione litologica profonda è descritta dalla seguente tabella.

COMUNE: MEDOLE IDE: E6A501412665				
QUOTA (m s.l.m.): 83,2 PROFONDITA'(m): 40 NUMERO STRATI: 7				
Strato	Da	A	Spessore	descrizione
1	0	1,4	1,4	Limo argilloso deb.ghiaioso marrone
2	1,4	20	18,6	Ghiaia poligenica, eterometrica, da subarrotondata a subangolare, sabbiosa deb.limosa nocciola. Frequenti ciottoli diam.max 10 cm. Da circa 10 m ghiaia c.s. sabbiosa limosa. Ciottoli diam.max 14 cm. Da 16,30 mt circa ghiaia c.s. sabbiosa limosa debolmente argillosa. N.. A 17,00 mt circa rinvenuta piccola falda sospesa
3	20	24	4	Ghiaia poligenica, eterometrica, da subarrotondata a subangolare, sabbiosa limosa deb.argillosa nocciola. Rari ciottoli diam max 8 cm
4	24	26,25	2,25	Ghiaia c.s. limosa argillosa deb.sabbiosa
5	26,25	34,85	8,6	Ghiaia c.s. sabbiosa limosa, localmente limosa argillosa deb.sabbiosa
6	34,85	36,2	1,35	Argilla limosa nocciola passante a limo piu o meno sabbiosa nocciola
7	36,2	40	3,8	Sabbia medio fine limosa deb.ghiaiosa, da nocciola (fino a 37,50 mt) e grigia

Secondo ERSAL (2000), da un punto di vista pedologico i suoli sono sottili o moderatamente profondi, limitati dalla presenza del substrato a forte componente ghiaioso-ciottolosa. La tessitura nella porzione superficiale è media o moderatamente grossolana, con presenza di scheletro frequente; negli orizzonti sottostanti la tessitura è grossolana e lo scheletro abbondante o molto abbondante. La reazione è neutra o subalcalina. Questi suoli sono scarsamente calcarei (talvolta non lo sono affatto) nella parte superiore e calcarei nel substrato; il drenaggio è moderatamente rapido.

A circa 200 m ad ovest del Monte Medolano, Cremaschi (1987) riporta un profilo, denominato Ca' Barcaccia, rilevato nella piana proglaciale ad una quota di 85 m s.l.m., con le seguenti indicazioni:

0,00-0,50 m: terreno sabbioso marrone scuro con frequenti ciottoli, talora sub-angolosi;

0,50-0,80 m: terreno sabbioso argilloso di colore bruno scuro con ciottoli alterati (selce, calcari marnosi decalcificati, rocce vulcaniche e metamorfiche) mediamente angolosi;

0,80-1,00 m: terreno sabbioso bruno-giallastro, molti ciottoli non alterati (calcare, selce e calcare marnoso), noduli di CaCO_3 frequenti sui ciottoli.

Il dosso morenico di Monte Medolano presenta scarpate laterali blandamente terrazzate dall'intervento antropico e fittamente ricoperte da vegetazione; il terreno superficiale, ben visibile pertanto solo nelle porzioni di prato arido in sommità, è costituito da un *diamicton* in cui sono presenti ghiaie e ciottoli, prevalentemente calcarei, immersi in una matrice limoso-argillosa o limoso-sabbiosa (Fig. 11).

I terreni qui presenti sono analoghi a quelli affioranti nei dossi morenici rilevabili a Lonato (BS), sulla sponda occidentale del Lago di Garda, pure attribuiti alla Fase di Sedena.



Fig. 11 – *Composizione del terreno sulla sommità di Monte Medolano (foto F. Baraldi).*

5. Le battaglie storiche

Nonostante la modesta altezza, grazie alla sua posizione più elevata rispetto alla piana circostante, il Monte Medolano ha costituito in passato un punto strategico per il controllo militare della piatta area circostante. Attorno al monte furono infatti combattute alcune importanti battaglie:

- il giorno 8 settembre 1706, durante la Guerra di Successione Spagnola, le truppe imperiali al comando del principe Federico d'Assia-Kassel combatterono nella pianura attorno al monte contro l'esercito francese condotto dal conte Médavy, che riportò una schiacciante vittoria sull'esercito nemico;
- il 5 agosto 1796, durante la prima campagna napoleonica d'Italia, francesi e austriaci si scontrarono nei pressi del Monte Medolano, sul quale aveva preso posizione il feldmaresciallo austriaco von Wurmser. Questo fu il luogo verso cui il giovane generale Napoleone Bonaparte lanciò l'attacco, guidato dal generale Verdier al comando dei cavalleggeri francesi, ribaltando in suo favore le sorti della cosiddetta "Battaglia di Castiglione". Questa battaglia fu illustrata da Jean Victor Adam³ in un quadro intitolato *Bataille de Castiglione* eseguito nel 1835 circa e attualmente conservato nel Museo Nazionale della Reggia di Versailles (Fig. 12);
- il 24 giugno 1859 nel corso della grande "Battaglia di Solferino e San Martino", sul Monte Medolano era posto lo Stato maggiore francese del generale Mac Mahon, che concordò con Napoleone III l'attacco da sud alle postazioni austriache di Solferino che qui furono sconfitte. Questo avvenimento è commemorato con una lapide posta all'ingresso di Monte Medolano.



Fig.12 – “Bataille de Castiglione” (dipinto di Jean Victor Adam, 1835 circa).

³ Jean Victor Adam (Parigi, 1801-Viroflay, 1867) è stato un pittore e litografo francese, famoso per aver realizzato la galleria storica di Versailles; dopo il 1846 si specializzò in litografia, realizzando nella sua carriera oltre quattromila pezzi su temi storici, scene di costume, di caccia e di cavalli.

6. Il deposito morenico nell'abitato di Medole

Nel centro abitato di Medole è segnalato un deposito morenico, cartografato in passato nel Catasto Teresiano al Foglio XVII "Medole Mantovano" (Fig. 13).

Il rilievo morenico, già individuato da Arturo Cozzaglio nel Foglio 62 "Mantova" della Carta Geologica delle Tre Venezie (1934), viene ribadito anche nello Studio geologico del Comune di Medole a opera di Giorgio La Marca (2013).

Si tratta di un modesto rilievo, con dislivello dell'ordine di 1 m circa rispetto alle aree circostanti, appartenente secondo Cremaschi (1987) alla Fase di Carpenedolo (Mindel *Auctorum*), la più antica struttura morenica rilevabile in territorio mantovano (risalente alla glaciazione Mindel: da 455.000 a 300.000 anni BP).

Allo stato attuale l'intensa urbanizzazione della zona centrale rende quasi del tutto impossibile individuare tale rilievo.

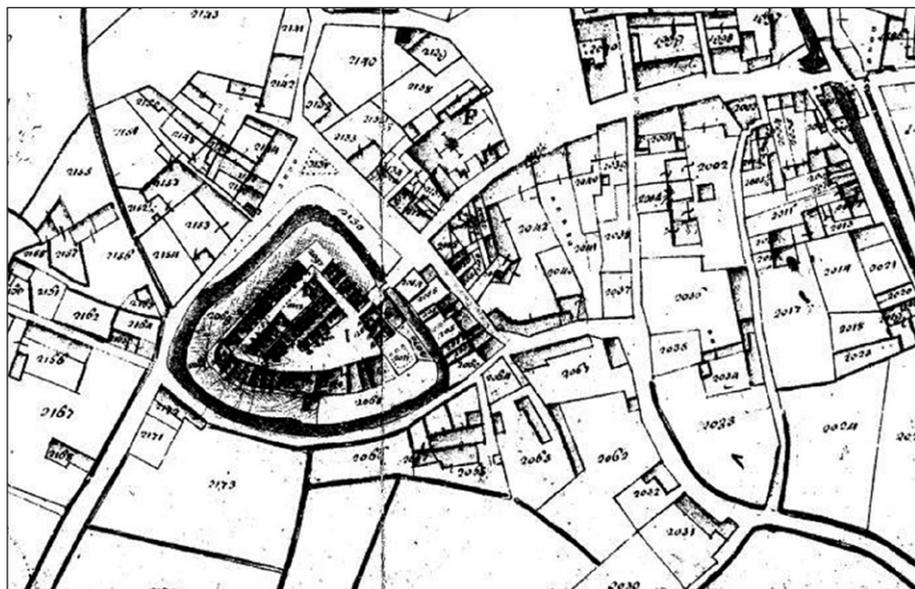


Fig. 13 – Dosso morenico a Medole contornato da linea scura spessa (Catasto Teresiano).

Ringraziamenti

Ringrazio il Dott. Geol. Giovanni Novellini che mi ha accompagnato nei sopralluoghi, nonché il Prof. Giovanni Tosatti per le utili indicazioni e revisione del testo.

Bibliografia

- ACCORDI S., BARALDI F., 2022 – *Enrico Paglia (1834-1889) pioniere della cartografia geologica e idrografica del Mantovano*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 277-299.
- BARALDI F., ZAVATTI A. (a cura di), 1996 – *Area morenica mantovana*. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, **12**, Pubbl. GNDICI-CNR n. 1381, Pitagora Ed., Bologna.
- BARONI C., 2017 – *Lake Garda: An Outstanding Archive of Quaternary Geomorphological Evolution*. In: M. Soldati & M. Marchetti (eds.) “Landscapes and Landforms of Italy”, World Geomorphological Landscapes, Springer.
- BELLELLI S., FORNARI M., PERLINI S. (a cura di), 2011 – *I prati aridi in provincia di Mantova. Inventario dei prati aridi delle colline moreniche: approfondimento tematico di una specifica tipologia di aree a vegetazione naturale rilevante nel circondario A - Alto Mantovano*. Provincia di Mantova.
https://www.provincia.mantova.it/context.jsp?ID_LINK=1092&area=8
- CARRARO F. (coordinatore), 1969 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 48 “Peschiera del Garda”*. Servizio Geologico Italiano, vol. **97**, Roma.
- CASOTTO A., TAMAGNINI C. (a cura di), 2021 – *I catasti del Mantovano. Un'introduzione alla ricerca*. Archivio di Stato di Mantova.
- COZZAGLIO A., 1933 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Fogli 48 “Peschiera del Garda” e 62 “Mantova”*. Ufficio Idrografico del Regio Magistrato delle Acque, Venezia.
- COZZAGLIO A., 1934a – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli 48 “Peschiera del Garda” e 62 “Mantova”*. Ufficio Idrografico del Regio Magistrato delle Acque, Venezia.
- COZZAGLIO A., 1934b – *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 62 “Mantova”*. Ufficio Idrografico del Regio Magistrato delle Acque, Venezia.
- CREMASCHI M., 1987 – *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy): a study in Quaternary Geology and soil development*. Unicopli, Milano.
- D'ARCO C., 1874 – *Storia di Mantova*. Vol. VI, Stabilimento tipografico Mondovì, Mantova.
- ERSAL, PROVINCIA DI MANTOVA, 2000 – *I suoli della pianura mantovana occidentale*. Milano.
- LA MARCA G., 2013 – *Studio geologico-tecnico del Comune di Medole (MN)*. Paper work, Mantova.
- MURATORI L.A., 1741 – *Antiquitates Italiae Medii Aevi*. Tipografia della Società Palatina, Milano.
- PAGLIA E., 1861 – *Sulle Colline di terreno erratico intorno all'estremità meridionale del Lago di Garda*. Atti Soc. It. Sc. Nat., vol. II, anno 1859-60, Milano.
- PAGLIA E., 1879 – *Saggio di studi naturali sul territorio mantovano*. Editore Guastalla, Mantova.
- PENCK A. & BRUCKNER E., 1909 – *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz, 3 voll., Leipzig.
- SACCO F., 1896 – *L'anfiteatro morenico del Lago di Garda. Studio geologico*. Tipografia Bertolero, Torino.
- SACCO F., 1931 – *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 62 “Mantova” (rilevato da Federico Sacco nel 1891)*. Regio Ufficio Geologico, Premiata Stabilimento Cartografico G. Giardi, Firenze.
- STEFANINI F., 1974 – *Il territorio mantovano in una carta del primo Cinquecento*. Civiltà Mantovana, anno VIII, quaderno **44**, 1974.
- VENZO S., 1957 – *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: tratto occidentale Gardone-Desenzano*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano, XII, fasc. II, Milano.
- VENZO S., 1961 – *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II: tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., v. **13**, n. 1, Milano.
- VENZO S., 1965 – *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., vol. **14**, Milano.
- VENZO S. (coordinatore), 1969 – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 48 “Peschiera del Garda”*. Servizio Geologico d'Italia, Istituto Italiano d'Arti Grafiche, Bergamo.
- VOLTA L.C., 1807 – *Compendio cronologico critico della storia di Mantova dalla sua fondazione sino ai nostri tempi*. Tomo I, Tipografia Francesco Agazzi, Mantova.



Gian Paolo Sighinolfi*, Giovanni Tosatti*

Man and the fall of stones from the sky – the Gursum and Jolomba meteorites (Africa)

Abstract

Since the most remote times of humankind, the fall of meteorites has always struck man's imagination, which has often attributed a mythical-fantastic aspect to these events. The meanings ascribed to the fall of stones from the sky have been classified according to anthropological parameters such as cultural background, level of civilisation and environmental factors. Usually, these events were viewed negatively since they were considered harbingers of doom or of environmental catastrophes. It is well known that man's immediate reactions to these happenings are fear, dismay or even terror since they are related to the unknown and the supernatural. The fall of two meteorites taking place at Gursum in Ethiopia in 1981 and at Jolomba in Angola in 1974 are here described. According to the situations and socio-cultural characteristics of the local populations, these two events aroused diverse reactions and conjectures.

Riassunto

L'uomo e la caduta di pietre dal cielo – le meteoriti Gursum e Jolomba (Africa). La caduta di meteoriti ha da sempre colpito l'immaginazione dell'uomo che ha spesso attribuito a tali eventi un aspetto mitico-fantastico, già a partire da tempi remoti dell'umanità. I significati attribuiti dall'uomo al fenomeno della caduta di pietre dal cielo sono stati distinti soprattutto in funzione di parametri antropologici quali substrati culturali, grado di civilizzazione e fattori ambientali. Normalmente tali eventi hanno assunto per l'uomo una connotazione negativa in quanto considerati presagi di sventure, o di catastrofi ambientali. È noto che le reazioni immediate dell'uomo a tali eventi sono l'istaurarsi di paura, sgomento e terrore strettamente connessi all'ignoto e al soprannaturale. L'articolo descrive la caduta di due meteoriti avvenute rispettivamente a Gursum in Etiopia nel 1981 ed a Jolomba in Angola nel 1974 che, in base alle situazioni contingenti e alle caratteristiche sociali e culturali delle popolazioni locali, hanno originato reazioni e congetture diverse.

Keywords: *Chondrite, Gursum and Jolomba meteorites, anthropological parameters, Ethiopia, Angola.*

Parole chiave: *Condrite, meteoriti Gursum e Jolomba, parametri antropologici, Etiopia, Angola.*

* Formerly Department of Earth Sciences, Modena and Reggio Emilia University, Italy; e-mails: sighinolfi@yahoo.it; john.tosatti@gmail.com.

1. Introduction and context

Since the most remote times of humankind the fall of stones from the sky has always struck man's imagination, which has often attributed mythical-fantastic aspects to these phenomena. On this subject there is a vast literature going back as early as ancient Egypt or the Bible. The meanings ascribed to the fall of meteorites or other heavenly bodies (asteroids, comets) from the sky have been classified according to anthropological parameters such as cultural background, level of civilisation and environmental factors. In some cases, the fall of rocks from the sky was considered positive, especially when the event was ascribed to the will of a divine being. Much more frequently, though, these events were viewed negatively since they were considered harbingers of doom or of environmental catastrophes. These contrasting interpretations of extraordinary happenings are frequently observed in populations, which have been affected by several phases of cultural and ethnic overlapping, as in most Latin America where the present population is made up of people of native, African and European descent. In particular, in Brazil it is rather common to attribute magical properties to stony materials of various provenance, such as *pedra raio* or *corisco*. Apart from ancient artefacts of archaeological interest, these include burning objects fallen from the sky and collected on the earth, i.e., meteorites. In certain cases, they are considered as precious materials, a gift from heaven from some benign entity. Therefore, these finds are properly preserved even in a restricted family or clan context, so that their goodness can be transmitted from one generation to another. In other cases, on the contrary, they become taboo, spreading malignant energy such as *azar* ("evil eye" in Portuguese). Those who find these unusual rocks must therefore get rid of them as soon as possible by destroying them or burying them underground.

Just one thing brings together the people of all epochs who observed the fall of a stone from the sky: a strong sense of fear, dismay or even terror owing to the visual and sound effects brought about by such an event. This is an instinctive reaction of man facing the unknown, a mystery often associated with the supernatural.

In 2009, a team of Italian researchers expert on impact craters discovered a cave painting in a rock shelter in the Sahara desert, near the border between Egypt and Sudan (geographic coordinates: lat. 22°00'33.4" N, long. 25°07'26" E). The painting depicted a man apparently in a hasty escape from a roundish object with upright rays (Fig. 1). This painting has been attributed to the Sahara civilisation of the so-called Round Heads (Sansoni, 1993), going back to 8-10 millennia BCE. The discoverers of the painting unanimously interpreted it as the reaction of a human being terrified by the fall of a very bright object from the sky, that is a meteorite, an asteroid or a comet. Not far from this site (some 50 km), this team had previously identified an impact crater (finder

Giancarlo Nigro) with a diameter of about 50 m, named Gebel Kamil, linked to a relatively recent fall of a very large extra-terrestrial body (Folco *et al.*, 2010). Therefore, at first the painting was considered as the depiction of the terror that the event had aroused in man. However, subsequent analyses on the crater, carried out by means of thermoluminescence dating (Sighinolfi *et al.*, 2015), showed a much more recent age of 1600 to 400 BCE, thus excluding any connection with the painting.



Fig. 1 – Cave painting found in a rock shelter of the Egyptian Sahara (coordinates: lat. 22°00'33.4" N, long. 25°07'26" E) depicting a man in a hasty escape probably caused by the fall of a heavenly body (drawn as a round object surrounded by upright rays in the lower left side of the picture; photo by G.P. Sighinolfi).

In any case, according to our interpretation several details (such as the distribution of the rays) indicate that the object terrifying the running man has fallen from the sky. This artefact should be considered the first graphic representation of man's encounter with such extraordinary phenomena.

Sometimes it has happened that the fall of stones from the sky has occurred in particular circumstances in the life of man, such as during warfare or performances of religious rites dedicated to God or other superior beings. In these cases, these heavenly phenomena may influence the course of a war and the way of thinking of the people involved.

This seems to be the case of the falls of the Gursum and Jolomba meteorites some pieces of which are now displayed at the Gemma 1786 Museum of Modena University (Italy).

This article describes the unusual circumstances of their fall and recovery and above all the impact that these events had on local eyewitnesses.

2. Meteorites and warfare: the Gursum meteorite (Ethiopia)

2.1 General information

Date of fall: 10th February 1981 (announced on the Meteoritical Bulletin¹ no. 61, 1983);

Locality: 5 km west of the village of Gursum, Ethiopia (lat. 9°21'05" N, long. 42°23'52" E);

Recovered material: three stones for a total mass of 34.65 kg;

Collectors: members of the Ethiopian Army and Air Force;

Final destination: the Department of Geology of Addis Ababa University;

Composition: stony meteorite classified as LL4-5 olivine-hypersthene chondrite (Sighinolfi *et al.*, 1983);

A piece (74.1 g) is preserved at the Gemma 1786 Museum of Modena (Fig. 2).

2.2 Circumstances of the fall and recovery

This chapter reports the circumstances of the fall and collection of the Gursum meteorite taken from the travel notes of G.P. Sighinolfi (1998):

«In 1983, when I was in Ethiopia doing research concerning the Ethiopian platinum and noble metal resources, I paid a visit to the former Director of the Ethiopian Geological Survey, Prof. Getaneh Assefa. His study was full of rock specimens, most of which dark-black coloured ultramafic rocks. Among these, I noticed a large, dark stony block (some tens of cm large) with several fractures, which showed that its inside was light grey. From these macroscopic features, which indicated the existence of a fusion crust on the rock surface, I immediately recognised it as a stony meteorite. Owing to its well preserved condition (total absence of weathering), I assumed that the meteorite had

¹ The Meteoritical Bulletin is the primary and official source for information about new meteorites. It contains listings of all newly recognised and reclassified meteorites, as accepted by the Nomenclature Committee of the Meteoritical Society.

fallen recently. Therefore, I informed Professor Assefa of the probable extra-terrestrial origin of the sample and its high scientific relevance and asked him if he knew about the circumstances of its finding and if he was interested in a multidisciplinary collaboration for its classification.

Professor Assefa told me that some members of the Ethiopian Army and Air Force had given the stone to him in February 1981. They also presented him with a detailed report on the circumstances leading to its finding and collection. Thanks to the direct witness of these military men, it was possible to reconstruct the singular and amusing story of this meteorite, which is summarised as follows.

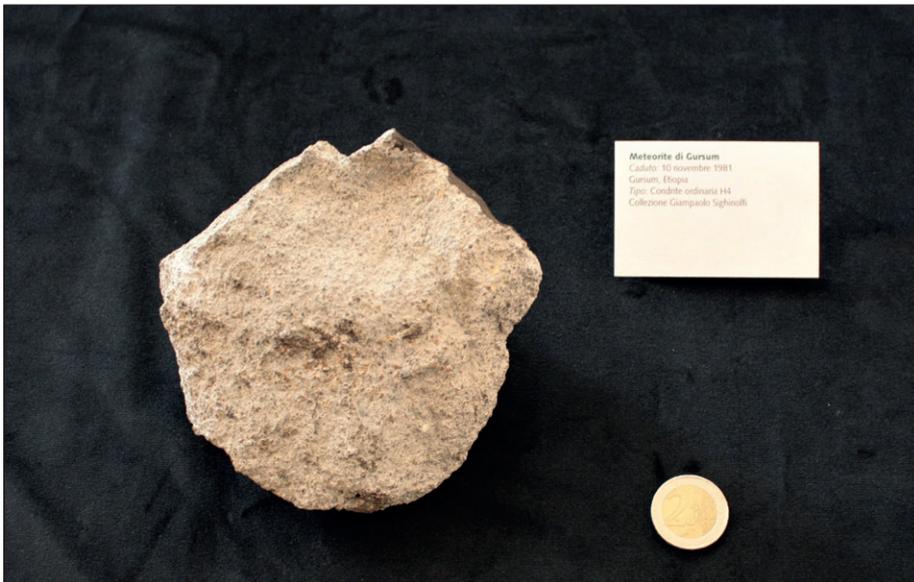


Fig. 2 – A piece of the Gursum meteorite (74.1 g) preserved at the Gemma 1786 Museum of Modena and Reggio Emilia University (photo by G. Tosatti).

During that period (early 1981), the war against the Somali Army and groups of local rebels was not particularly intense in Ethiopia, when in the Oromia territory a fireball was observed in the sky and a terrible sonic boom was heard all over the area. Considering the nearly constant warfare in that area, the troops of the Ethiopian Army thought that the event was an act of war against them, therefore they alerted both land and air forces. Many troops and heavy military vehicles (with cannons and tanks) were moved towards the area following the trajectory of the fireball across the sky. Once they reached the impact site, the soldiers did not find remains of missiles or artillery shells

but dark rounded blocks of non-metallic material quite different from the local bedrock rocks. Rather perplexed about the nature and origin of these stones, the soldiers collected three samples, which were found within a short distance of each other. Later, they were given to the military authorities in Addis Ababa. Here, after a short consultation with experts and having acknowledged the harmless nature of the material, the specimens were handed over to the personnel of the Ethiopian Geological Survey and afterwards placed in the Department of Geology of Addis Ababa University, where most of the material is still preserved».

According to the report by Professor Assefa, the Gursum event did not arouse feelings of fear or terror among the bystanders; it was not perceived by most of the inhabitants of the village and had no resonance in the country. The cause of this lack of interest in a unique and extraordinary phenomenon should be ascribed to the prolonged state of warfare that plagued those regions, thus inducing the population to believe that the fireball and consequent loud bang were simply the result of military activities.

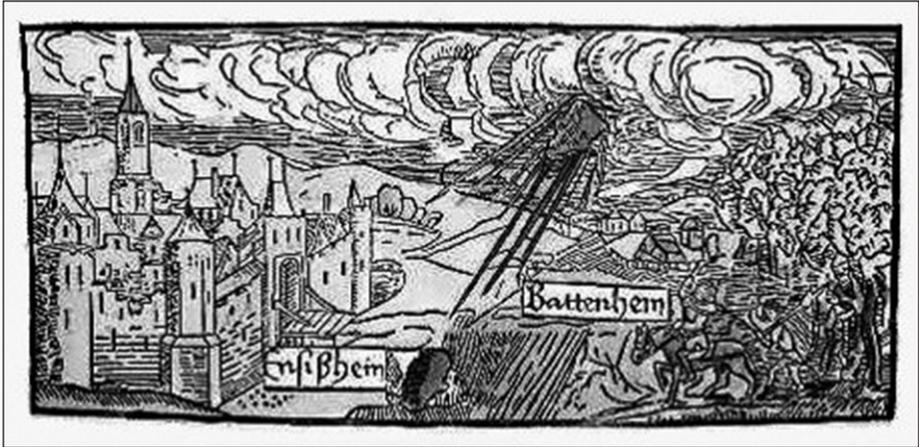


Fig. 3 – *The fall of a meteorite during the siege of Ensisheim (Alsace) on 7th November 1492 (after a print of the time).*

Without a state of war going on, though, it is reasonable to speculate that the Gursum event would have aroused reactions of fear or even terror on the population, similar to the ones depicted on the Sahara painting previously described. They would have likely attributed connotations of magic, taboo or even of good omen to the phenomenon since a strong belief in the supernatural is still common among the less educated and poor communities in Africa.

The Gursum event, though, was not the first case of rocks falling from the sky during a battle. The most famous episode goes back to the year 1492 when the Ensisheim meteorite² – the oldest one still preserved to date – fell in Alsace. A tale has been handed down about the siege of the city of Ensisheim carried out by the Burgundians (Fig. 3), when a fireball was seen in the sky and a sonic boom heard. The besieging troops' imagination was struck to the point that the siege was terminated since it was believed that this phenomenon was a severe warning by God to the aggressors to cease hostilities and retreat.

3. Meteorites and “supernatural” interventions: the fall of the Jolomba meteorite (Angola)

3.1 General information

Date of fall: 3rd February 1974 (announced on the Meteoritical Bulletin no. 65, 1987);

Locality: Jolomba, Huambo district, Angola (lat. 11°51'36" S, long. 15°50'23" E);
Recovered mass: 483 g;

Composition: previously classified as a Ca-poor achondrite (Morais & Sighinolfi, 1987), it is now considered as an LL4-5 chondrite (Sighinolfi *et al.*, 1991);

Collector: an inhabitant of the Jolomba village who later presented it to the local authorities;

Final destination: Department of Geology, Agostinho Neto University, Luanda, Angola;

A fragment (12.0 g) is preserved at the Gemma 1786 Museum of Modena (Fig. 4).

3.2 Circumstances of the fall and recovery

On 3rd February 1974, a stone fell from the sky in the village of Jolomba near the Dungo commercial enclave, Huamo District, Angola. It was reported that the fall was accompanied by loud thunder that astounded the inhabitants of the village. Because of the effect produced on the environment and the unusual circumstances (see later the detailed description in a separate report), this event was widely reported in local media and the news reached Professor E. Morais, director of the Department of Geology, “Agostinho Neto” University of Luanda (Angola). He decided to get in touch with the military and civil authorities

² The Ensisheim meteorite is classified as an LL6 ordinary chondrite, with a mass of 127 kg; it is triangular in shape and its impact created a 1 m deep hole. A portion of it, weighing 55 kg, is now displayed at the Musée de la Régence of Ensisheim (France).

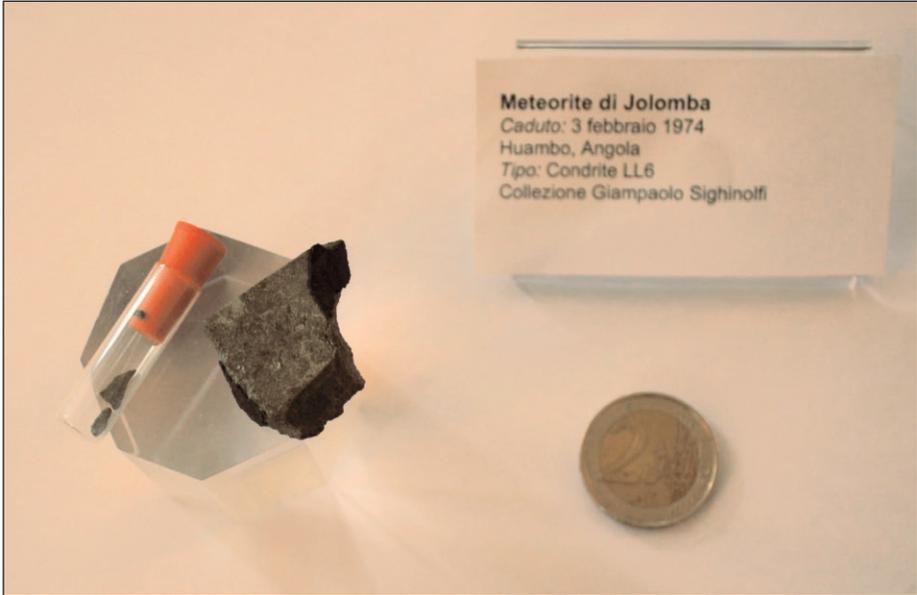


Fig. 4 – A fragment of the Jolomba meteorite (12.0 g) preserved at the Gemma 1786 Museum of Modena and Reggio Emilia University (photo by G. Tosatti).

of the Huambo district in order to get more information on the event and recover the find since he had realised its significant scientific importance. The exploration mission that he organised was successful and led to the finding of the meteorite, which arrived in Luanda accompanied by a handwritten sheet of paper in Portuguese (Fig. 5). The full translation of this writing by an unknown author (perhaps a military man or a geologist) is presented as follows:

«During an exploration journey to verify the true circumstances related to the fall and recovery of a meteorite fragment at Jolomba, we got in touch with Father Alfredo Mendes from the local Bimbe Catholic Mission. He told us that a merchant of the area, named Francisco da Silva, could provide us with further information about the event. An employee of the merchant, named Casimiro Domingues Arede, led us to the precise place where the fall had occurred. He declared that when he arrived at the spot, which was only a few metres away from a hut, the stone was still warm and the local inhabitants did not dare to touch it since it was considered feitico (i.e., a magical or dangerous object). During the homily of the Sunday mass, the priest had warned the faithful that the people of the village were misbehaving and indulging in wine, and this would certainly receive a punishment from God. The fall of the meteorite took place around 13:30

hrs on the same day, a short time after the end of the religious service. At present, we do not know exactly if the phenomenon occurred on the last Sunday of January or, more likely, the first one of February. We were shown the exact point where the meteorite fragment had fallen, although no trace of the event was visible on the ground, and this is compatible with the small mass of the meteorite».

According to the words of Professor Morais, Father Alfredo Mendes – the parish priest who had celebrated mass on the day of the Jolomba fall – gained great respect and consideration by his community, although even before this event he was a highly esteemed and charismatic figure among his parishioners.

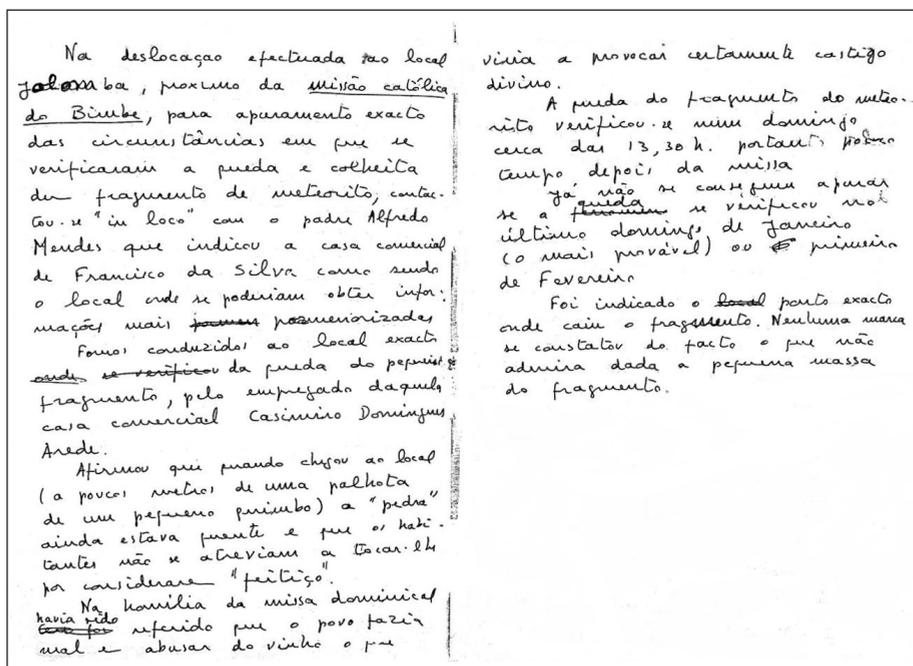


Fig. 5 – Original manuscript (in Portuguese) attached to the Jolomba meteorite with a detailed description of the circumstances of the fall (unknown author).

4. Conclusions

The singular reaction among many cultures connecting the fall of stones from the sky to a religious act, like in the case of Jolomba, is of particular interest for anthropologists and all those who study the behaviour of humans when they witness extraordinary events. In these circumstances, the belief

in an act of God or some supernatural power is very common among both polytheist and monotheist religions. For example, a chronicle from ancient Roman times describes the fall of a meteorite in Rome, which knocked down a passing chariot (cf. Julius Obsequens, IV cent. CE). This happening was considered as an act of the gods and the Senate itself gave great importance to the event to the point of declaring three days of release from public activities.

Once more, a romantic legend of the Brazilian natives is as follows: the stars (female) drool over terrestrial handsome young men. Now and then, some of them fall on the earth taking on the appearance of a charming girl who takes the chosen man back to the sky in order to shine together forever.

In various cultures, there are stones, natural objects (or even mountains) which are believed to be “holy” with the attribution of divine powers owing to their particular colour, look, shape or known provenance. Some of them may be considered of extra-terrestrial origin since they had probably fallen from the sky. A particularly interesting case concerns the so-called Kaaba “holy stone”, venerated at Mecca by millions of Muslim pilgrims since it is considered a direct gift by Allah to humankind. Since there are no scientific data concerning the mineralogical composition of the stone, it is not possible to establish its precise provenance. However, considering that also Islam believes in a creator God who dwells in heaven, the origin of the Kaaba holy stone has been ascribed by the faithful to a fall from the sky.

In all the cases here taken into account, the fall of objects from the sky reaffirms the close link between these phenomena and the supernatural, especially when the lack of scientific knowledge prevails.

Acknowledgements

We wish to thank the members of the Italian team for their support during the Sahara campaigns and Dr. Milena Bertacchini, curator of the Gemma 1786 Museum of Modena, for allowing the pictures of the Gursum and Jolomba meteorites to be used. Special thanks to Prof. Christian Köberl from the University of Vienna, Austria, for his advice and review of the article and Prof. Teodora Luz Conceição from the Federal University of Bahia, Brazil, for her information about the myths and beliefs of the indigenous people of Brazil.

Bibliography

- CALOGERO S., STIEVANO L., RAMPAZZO G., 1997 – *A Mössbauer study of the Gursum Meteorite*. Terra Antartica Reports, **1**, pp. 143-146.
- FOLCO L., DI MARTINO M., EL BARKOOKY A., D’ORAZIO M., LETHY A., URBINI S., NICOLOSI I., HAFEZ M., CORDIER C., VAN GINNEKEN M., ZEOLI A., RADWAN A.M., EL KHREPY S., EL GABRI M., GOMAA M., BARAKAT A.A., SERRA R., EL SARKAWI M., 2010 – *The Kamil crater in Egypt*. Science, **329**, p. 804.

- JULIUS OBSEQUENS, IV century CE – *Prodigiorum Liber*. 3-22, Italian edition with Latin parallel text (1992), Rusconi, 192 pp., Milan.
- MORAIS E., SIGHINOLFI G.P., 1987 – *Fall of Jolomba, Angola stony meteorite*. *Meteoritics*, **22**, pp. 157-158.
- SANSONI U., 1993 – *Le più antiche pitture del Sahara. I Tassili, l'arte delle Teste Rotonde*. Jaca Book, 328 pp., Milan.
- SIGHINOLFI G.P., LEVI DONATI G.R., ASSEFA G., 1983 – *New falls: The Gursum, Ethiopia, chondrite*. *Meteoritics*, **18**, pp. 398-399 (Abstract).
- SIGHINOLFI G.P., GARUTI G., MORAI E., 1991 – *The Jolomba (Angola) LL6 chondrite*. *Meteoritics*, **26**, pp. 27-29.
- SIGHINOLFI G.P., 1998 – *Memorie di viaggio*. Travel notes (unpublished), Modena.
- SIGHINOLFI G.P., MARTINI M., SIBILIA E., CONTINI G., 2015 – *Thermoluminescence dating of the Kamil impact crater (Egypt)*. *Meteoritical and Planetary Science*, **50**, pp. 204-213.
- URBINI S., NICOLSI I., ZEOLI A., EL KHREPRY S., LETHY A., HAFEZ M., 2012 – *Geological and geophysical investigations of the Kamil Crater, Egypt*. *Meteoritical and Planetary Science*, **47**, pp. 1842-1868.



Riccardo Rondelli*

Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) presso Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)

Riassunto

La Formazione di Pantano è un'unità litostratigrafica epiligure costituita, a scala regionale, da innumerevoli membri. Nel medio Appennino modenese affiora diffusamente il Membro di Sassoguidano che è stato ampiamente studiato nel tempo per l'elevato numero di echinoidi fossili ivi rinvenuti. Un recente studio, riguardante l'echinofauna dell'area di Montese, ha definito tre differenti litofacies all'interno del Membro di Sassoguidano. L'applicazione dei concetti e dei metodi di studio utilizzati nell'area di Montese hanno permesso di identificare anche nel Pavullese litofacies comuni alle due aree, associate ad altre, che hanno consentito di definire condizioni ambientali affini seppur con alcune differenze. In particolare il contesto generale identificato a Pavullo pare caratterizzato da condizioni leggermente più superficiali rispetto a quelle identificate sull'altra sponda della Valle del Panaro presso Montese. Estremamente significativa, per l'area di Pavullo, è la totale assenza di (LT2), all'interno della quale era stata fatta la maggior parte dei ritrovamenti storici di echinoidi fossili. Lo studio dell'area di Pavullo ha permesso inoltre di identificare i rapporti tra le litofacies identificate, osservazione che non era stata possibile nella vicina area di Montese.

Abstract

Paleoecology of the Pantano Formation (Sassoguidano Member) near Pavullo (Northern Apennines, Italy). The Pantano Formation (Upper Burdigalian-Langhian) is a Miocene Epiligurian stratigraphic unit made up of several members at a regional scale. The Sassoguidano Member, which has been extensively studied over time due to the high number of fossil echinoids found there, is widespread throughout the Modena Apennines. A recent study, concerning the echinus fauna of the Montese area, has defined three different lithofacies within the Sassoguidano Member. The application of the concepts and study methods used in the Montese area made it possible to define the same lithofacies also in the Pavullo area, associated with other lithofacies, which allowed similar conditions to be defined albeit with some differences. In particular, the general context identified in Pavullo appears to be characterised by slightly more superficial conditions than those identified on the other side of the Panaro Valley near Montese. The total absence of (LT2) is significant for the Pavullo area, within which most of the historical findings of fossil echinoids have been made.

* Società Reggiana di Scienze Naturali C. Iacchetti, Via F.P. Tosti 1, 42124 REGGIO EMILIA; e mail: ricca90.rr@gmail.com.

Furthermore, the study of the Pavullo area made it possible to understand the relationships between the identified lithofacies, which had not been possible in the nearby Montese area.

Parole chiave: Echinoidi, Paleoecologia, Formazione di Pantano, Appennino settentrionale

Keywords: Echinoids, Palaeo-environment, Pantano Formation, Northern Apennines, Italy

1. Introduzione

La Formazione di Pantano (Burdigaliano sup.-Langhiano) è un'unità litostratigrafica miocenica costituita, a scala regionale, da innumerevoli membri, ognuno caratterizzato da peculiari caratteristiche paleontologiche e sedimentologiche (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002). Le caratteristiche litologiche della formazione nel suo complesso, pur se caratterizzate da una certa variabilità, sono dominate da depositi arenitico-siltosi con una notevole componente carbonatica di primaria origine bioclastica.

Nel corso del tempo i fossili rinvenuti all'interno della Formazione di Pantano sono stati oggetto di numerosi studi volti ad approfondire la sistematica e il significato paleoecologico. Tra gli autori di questi studi si possono ricordare Mazzetti (1872, 1879, 1881a, 1881b, 1896), Manzoni & Mazzetti (1878), Manzoni (1879, 1880, 1881), Coppi (1884), Mazzetti & Pantanelli (1885, 1887), Ugolini (1899), Stefanini (1908a, 1908b, 1909), Laureri (1963) e, più recentemente, Borghi (2012, 2013, 2020), Borghi & Stara (2016, 2020), Borghi *et al.* (2017), Borghi & Magnani (2020), Borghi & Battilani (2021), Rondelli (2022a, 2022b, 2023).

Gli studi a cavallo tra '800 e '900 ed in particolare quelli intrapresi dall'Abate Mazzetti e dal Dott. Angelo Manzoni si concentrarono soprattutto nelle zone del Modenese di Montese e Pavullo nel Frignano che destarono un particolare interesse per l'elevata quantità di resti di echinoidi fossili rinvenuti. Oggi le collezioni frutto del lavoro sul terreno di questi due autori ottocenteschi sono conservate presso il museo dell'Università di Modena e Reggio Emilia e presso il museo dell'Università di Firenze.

Sulla base degli studi successivi ed in particolare di quelli recenti che hanno definito la complessa articolazione stratigrafica della Formazione di Pantano, si può ritenere che buona parte dell'echinofauna oggetto di studio delle ricerche paleontologiche ottocentesche e del primo Novecento provengano dal Membro di Sassoguidano, ampiamente affiorante, oltre che nelle zone di Montese e Pavullo, anche in quelle della dorsale tra Guiglia e Zocca. In queste località dell'Appennino modenese la Formazione di Pantano mostra infatti caratteristiche d'insieme che possono ricondurre ad una sedimentazione di mare

relativamente basso, attribuibili ad ambienti di piattaforma interna (Bettelli *et al.*, 1989).

Gli studi sulle faune ad echinoidi fossili compiuti in passato identificarono varie affinità tra quelle di Pavullo e di Montese, notando però anche significative differenze riguardanti varietà e abbondanza dell'associazione (che sono decisamente più limitate nell'area di Pavullo) e qualità della conservazione. Così infatti scriveva Mazzetti (1881a): «*La fauna echinodermica di Montese è perfettamente analoga alla fauna echinodermica di Pavullo. Cotesta però si mostra molto scarsa in generi rispetto a quella di Montese; stante che nella roccia di Pavullo non vi abbiamo potuto riscontrare ancora nessuna traccia di Schizaster, né di Heterobrissus, né di Conoclypeus, né di Linthia. Se non che in mancanza di ciò, vi abbiamo poi trovato in copia sufficiente gli stessi Spatangus e gli stessi Echinolampas e gli stessi Hemipneutes che a Montese: per cui non può rimanere alcun dubbio che le due faune indicate non corrispondano perfettamente tra loro*».

Uno studio recente (Rondelli, 2022a) ha peraltro descritto con metodologie più moderne i fossili della zona di Montese identificando in particolare tre distinte litofacies all'interno del Membro di Sassoguidano. Attraverso un lavoro di campagna su alcuni affioramenti significativi e una revisione critica dei dati disponibili relativi ai campioni conservati nelle collezioni storiche, si è cercato in questa nota di applicare i criteri sedimentologici e paleoecologici già utilizzati per l'area di Montese. Lo scopo generale è dunque quello di proporre un quadro organico sulle condizioni di sedimentazione del Membro di Sassoguidano anche nell'area di Pavullo, correlandolo ed integrandolo con quello definito nella zona di Montese.

2. Inquadramento geologico del Pavullese

Nella zona di Pavullo sono presenti unità litostratigrafiche appartenenti alle Liguridi e alla sovrastante e discordante Successione Epiligure (Bettelli *et al.*, 2002). Tra le prime figurano numerose formazioni geologiche di età compresa tra il Giurassico medio e l'Eocene inferiore. Molte di queste, di età compresa tra il Cretaceo inferiore ed il superiore (Complessi di base o formazioni pre-flysch) sono prevalentemente argillitiche e caratterizzate da un aspetto "caotico" alla scala dell'affioramento a causa dell'obliterazione quasi completa dell'originaria stratificazione. Altre di età cretacea superiore-eocenica (Flysch ad Elmintoidi e Flysch terziari) sono rappresentate da potenti successioni torbiditiche di piana bacinale a dominante sia carbonatica che silicoclastica (arenitica).

La Successione Epiligure è invece rappresentata da una parte inferiore dominata da unità terrigene di bacino piuttosto profondo a dominante argillitica

ed arenitica di età compresa tra l'Eocene medio e il Miocene inferiore e da una porzione superiore a dominante carbonatico/terrigena di età miocenica inferiore e media rappresentata dal Gruppo di Bismantova (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002) e oggetto più specifico di questa nota.

Il Gruppo di Bismantova è caratterizzato, su base regionale, da una porzione inferiore (Formazione di Pantano) piuttosto carbonatica ed arenitica e da una superiore a dominante pelitica (Formazione di Cigarellò), ma caratterizzata, soprattutto nel Pavullese, anche da corpi arenacei risedimentati intercalati a varie altezze stratigrafiche (Fregni & Panini, 1995).

Nell'Appennino emiliano la Formazione di Pantano è costituita da depositi piuttosto eterogenei che vanno da prevalenti biocalcareni, tipiche delle zone più meridionali, a sedimenti più fini come areniti e siltiti, che caratterizzano le aree del margine settentrionale dell'Appennino in prossimità della pianura (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b). In luce della grande eterogeneità dimostrata, la Formazione è stata suddivisa in numerosi membri istituiti per differenziare la porzione più interna della formazione, correlabile a depositi "litorali" (prevalentemente biocalcarenici), dagli affioramenti coevi ed eteropici più prossimi al margine padano (prevalentemente siltitici), correlabili invece ad ambienti di piattaforma esterna/bacino. Le aree del Pavullese e quelle in destra Panaro tra Guiglia e Montese rappresentavano paleogeograficamente, nel Miocene inferiore e medio, zone di alto relativo rispetto a quelle del margine appenninico reggiano e modenese e a quelle del bolognese della media e bassa Valle del Reno. In queste zone (Pavullo e destra Panaro) di alto strutturale miocenico, la Formazione di Pantano è stata suddivisa in due membri tra loro parzialmente eteropici (Sassoguidano e Montecuccolo) per i quali il Pavullese rappresenta l'area tipo. Il Membro di Sassoguidano costituisce solitamente, a scala regionale, la parte basale della formazione ed è considerato più "distale" di quello di Montecuccolo (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002), mostrando una tendenza regressiva verso l'alto stratigrafico. Il Membro di Montecuccolo è invece caratterizzato da una maggiore granulometria e dalla presenza di intervalli a stratificazione obliqua a media e a grande scala. L'ambiente generale è stato interpretato come subtidale, con il processo sedimentario dominato dalla migrazione di *megaripple* e *sandwave*. Al contrario del Membro di Sassoguidano, caratterizzato da un *trend* generale di tipo regressivo, quello di Montecuccolo mostra un'evoluzione di tipo trasgressivo e conduce poi ad un rapido approfondimento con il passaggio alla sovrastante Formazione di Cigarellò. Quest'ultima formazione costituisce la parte centrale della struttura sinclinaloide epiligure del Pavullese e quella maggiormente affiorante (Fig. 1). La Formazione di Pantano costituisce

invece le porzioni laterali della struttura con il Membro di Sassoguidano che affiora prevalentemente nel settore sud-orientale dove sono state concentrate le osservazioni su alcune esposizioni particolarmente significative (Fig. 1). Questo membro, generalmente più ricco di fossili di echinoidi, è costituito da arenarie calcaree, calcareniti e areniti ibride, sedimentate in strati generalmente da medi a molto spessi, a luoghi amalgamati e/o mal definiti. La sua collocazione paleoambientale è stata interpretata come appartenente ad un ambiente di piattaforma interna al di sopra del livello di base delle onde, che verso l'alto stratigrafico evolve fino a condizioni di spiaggia sommersa e battigia.

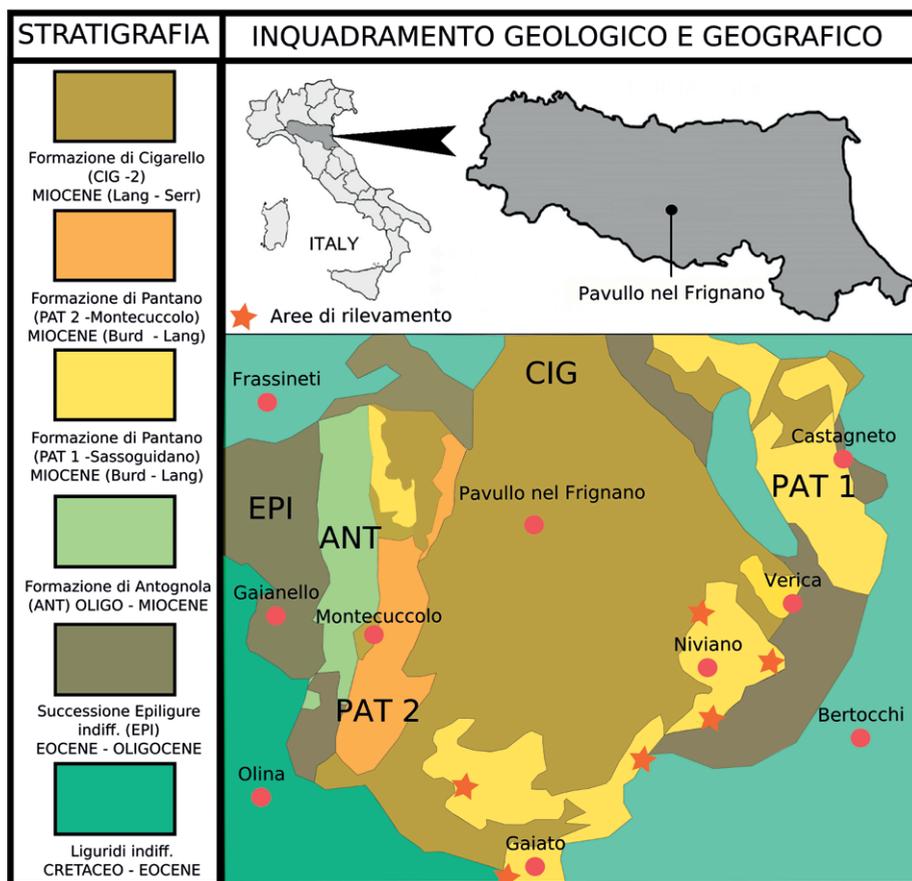


Fig. 1 – Inquadramento geografico generale e geologico semplificata dell'area di Pavullo nel Frignano (da Bettelli et al., 2002, modificato).

3. Materiali, metodi e note sulla classificazione

Come altre note affini riguardanti la Formazione di Pantano (Rondelli, 2022a, 2022b) il lavoro di ricerca ha riguardato i dati disponibili sugli echinoidi conservati presso i musei di paleontologia dell'Università di Modena (MPUM) e dell'Università di Firenze (IGF), dove si trovano rispettivamente le collezioni Mazzetti e Manzoni. Sono state inoltre eseguite osservazioni dirette in affioramento su alcune esposizioni significative allo scopo di rilevare le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche. Per quanto riguarda la classificazione degli echinoidi fossili, sarà utilizzato il modello già proposto da Borghi (2020).

4. Analisi sedimentologica

Nelle aree oggetto di studio è stato possibile distinguere tre differenti tipologie di litofacies, che identificano caratteristiche sedimentologiche, paleontologiche ed ambientali distinte nei differenti affioramenti studiati. Le litofacies descritte in questa nota saranno confrontate con quelle identificate nella zona di Montese (contrassegnate dalle sigle LT1, LT2 e LT3; Rondelli, 2022a) per rilevarne l'eventuale corrispondenza.

4.1 Litofacies 1 (corrispondente a LT1 in Rondelli, 2022a)

La prima litofacies identificata, presente unicamente presso il versante esposto a sud-ovest della dorsale di Gaiato e presso Montorso, è costituita da arenarie calcaree e calcareniti da fini a medie (Fig. 2A), organizzate in strati da medi a molto spessi. All'interno degli strati più marcatamente arenitici, che vanno da sottili a medi, sono solo localmente presenti peculiare orizzonti laminati o laminazioni oblique (Fig. 2B). I bioclasti, distribuiti in modo casuale all'interno del sedimento; non sono mai abbondanti e sono costituiti da frammenti di echinoidi (Fig. 2C), alghe calcaree (Fig. 2D), briozoi (Fig. 2F), frammenti di steli di crinoide (Fig. 2E) e, sporadicamente, da denti di pesce. La bioturbazione, principalmente piste lasciate da organismi limivori, è presente e più abbondante negli intervalli più fini. I bioclasti si presentano tutti in pessimo stato di conservazione. In particolare le teche degli echinoidi mostrano generalmente una giacitura casuale nello strato e forte frammentazione. La frammentazione di questi echinoidi, sulla base dell'aspetto delle linee di frattura, indica che il tessuto connettivo legava ancora il guscio al momento del trauma che ha portato alla rottura (Greenstein, 1992). È possibile quindi che almeno una parte degli echinoidi fosse ancora in vita al momento del trasporto e che la frammentazione sia principalmente riconducibile a urti violenti. Anche gli altri bioclasti contenuti come briozoi e steli di crinoide, si presentano disarticolati e frammentati.

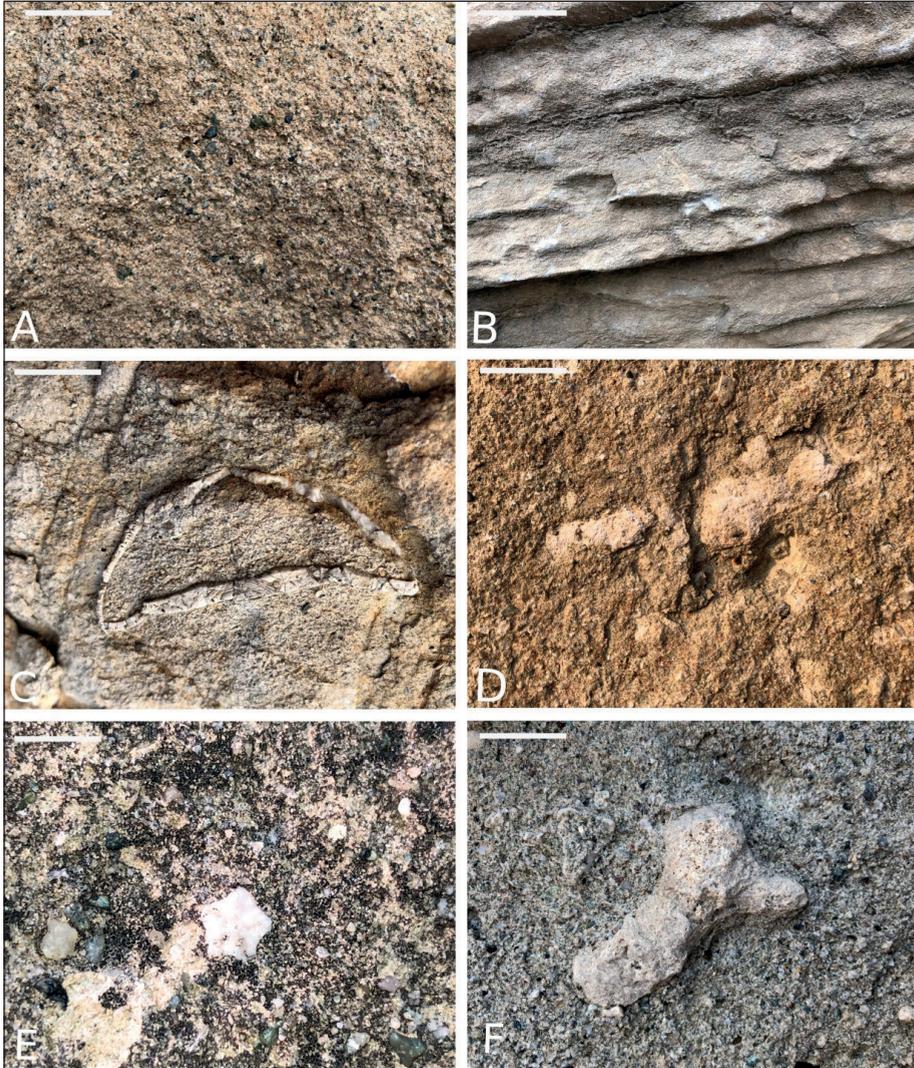


Fig. 2 – A) *Arenaria calcarea* a granulometria media (LT1); scala 0,5 cm; B) Intervallo a laminazione incrociata (LT1), scala 10 cm; C) Teca di echinoide (*Hypsoclypus* sp.) (LT1), scala 1 cm; D) Alghe calcaree (LT1), scala 0,5 cm; E) Frammento di stelo di crinoide (LT1), scala 0,5 cm; F) Frammento di una colonia di briozoi (LT1), scala 1 cm.

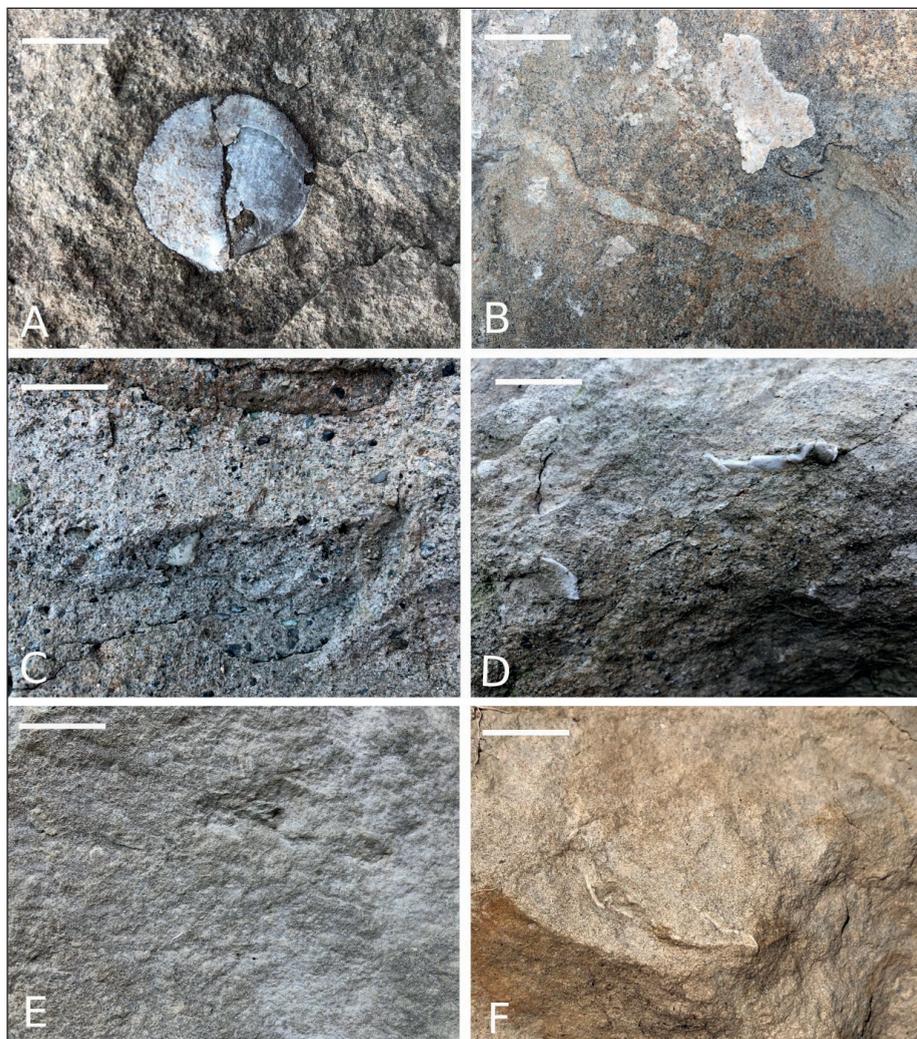


Fig. 3 – A) *Amusium denudatum*, scala 0,5 cm (LT3); B) Tracce di bioturbazione lasciate da vermi limivori (LT3), scala 0,5 cm; C) *Arenaria calcarea media* (LT4), scala 1 cm; D) Resti di teche di echinoide (LT4), scala 1 cm; E) *Arenaria calcarea fine* (LT3), scala 1 cm; F) Frammento di teca di echinoide (LT3), scala 1 cm.

4.2 Litofacies 2 (LT4)

La Litofacies 2 del Pavullese, non avendo un corrispondente specifico per l'area di Montese, può essere contraddistinta dalla sigla (LT4) che va dunque ad aggiungersi, come già accennato, alle tre già definite sul versante opposto della Valle del Panaro (Rondelli, 2022a).

(LT4) è osservabile nell'esteso affioramento costituito dalla gola del Cinghio del Malvarone, nei pressi di Niviano e sul lato sud-ovest della piramide di Gaiato. Essa è costituita principalmente da arenarie calcaree e calcareniti ibride medie estremamente ben selezionate (Fig. 3C). Molto comuni sono le mineralizzazioni e le vene di calcite, che rendono la roccia tenace e ben cementata. Localmente, alla scala dell'affioramento sono osservabili intervalli a stratificazione obliqua da media a grande scala (Fig. 4), che possono raggiungere svariati metri di spessore. I bioclasti sono non comuni e sporadici, presenti principalmente negli orizzonti più fini, essendo costituiti perlopiù da resti di teche di echinoide. Anche in questo caso i bioclasti si presentano in pessimo stato di conservazione ed in particolare le teche degli echinoidi



Fig. 4 – Stratificazione incrociata a grande scala all'interno della (LT4) affiorante presso il Cinghio del Malvarone, scala 1 m.

mostrano generalmente una giacitura casuale nello strato, presentandosi mancanti di parti più o meno estese del guscio, a volte frantumate e ridotte a frammenti minuti (Fig. 3D). Il guscio degli echinoidi si mostra fortemente usurato, caratteristica indicativa di prolungato rimaneggiamento avvenuto prima della deposizione finale. Anche in questo caso la frammentazione (Fig. 3D) non è riconducibile a permanenza prolungata sul fondo, ma risulta causata da un trasporto con una discreta energia.

4.3 Litofacies 3 (LT3) (corrispondente a LT3 in Rondelli, 2022a)

La terza litofacies identificata affiora presso Montorso e lungo la dorsale di Sassomassiccio e Sassoguidano, ma anche più a valle in prossimità del paese di Niviano e presso la gola del Cinghio del Malvarone. Essa è costituita da strati grigi di arenarie calcaree a grana fine (Fig. 3E) generalmente amalgamati, in strati di spessore da medio a molto spesso, a cui si intercalano siltiti sabbiose o arenarie silteose mal cernite e bioturbate a stratificazione mal definita. Alternati ad essi compaiono strati sottili o medi, di areniti fini con bioclasti e bioturbazione localmente molto intensa. Le tracce fossili sono limitate alla traccia *Chondrites* (Fig. 3B). I bioclasti sono molto rari e sono costituiti perlopiù da frammenti di echinoidi, generalmente mal conservati, distribuiti in modo sporadico, ma casuale e irregolare all'interno del sedimento.

5. Analisi paleontologica

5.1 Echinofauna

Gli echinoidi reperiti presso Pavullo e conservati nelle collezioni museali delle Università di Modena e Firenze sono caratterizzati dalla predominanza di echinoidi irregolari dell'ordine Cassiduloida e dell'ordine Spatangoida.

L'ordine Cassiduloida è rappresentato in prevalenza da *Echinolampas manzonii* (Pomel, 1883), mentre in minore quantità, come nuova segnalazione per l'area in studio (Tav. 1), è presente il genere *Hypsoclypus*. L'ordine Spatangoida è ben documentato da un buon numero di esemplari riconducibili al genere *Sardospatangus* (Stara *et al.*, 2018). Sono segnalati per la prima volta per l'area echinoidi appartenenti al genere *Schizaster* (Tav. 1). Nonostante siano state riconosciute per l'areale di Montese (Borghi, 2020) *Schizaster eurynotus* (Sismonda, 1841), *Opissaster cotteauii* (Wright, 1855), *Ova karreri* (Laube, 1869), lo scarso grado di conservazione dell'esemplare rinvenuto a Pavullo (Tav. 1) non ha permesso un'attribuzione specifica certa. Vengono dunque segnalate le tre specie identificate anche per l'areale di Montese (Borghi, 2020), comuni nei giacimenti coevi dell'areale del Mediterraneo. Sporadicamente presente è anche *Toxopatagus italicus* (Manzoni & Mazzetti, 1878).

Gli echinoidi regolari sono estremamente rari all'interno della formazione, risultando presenti unicamente con due specie rappresentate da un esemplare di *Cidaris mazzettii* (Stefanini, 1908a) e spine isolate di *Prionocidaris avenionensis* (Des Moulins, 1837). *Trachypatagus tuberculatus* (Stefanini, 1908a) è stato segnalato (Borghi, 2020) unicamente per la località di Gaiato. Sempre Borghi (2020) ha segnalato la presenza di *Schizobrissus cruciata* (Kroh, 2011).

Tab. 1 – Echinoidi rinvenuti e identificati nel Membro di Sassoguidano (PAT 1) presso Pavullo

Echinidi identificati	Autori della classificazione *	Altre classificazioni **	Litofacies di appartenenza ***
<i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883)	Kroh (2005)	<i>Echinolampas depressa</i> - Manzoni (1880, 1881) <i>Echinolampas depressus</i> - Mazzetti (1882) <i>Echinolampas angulatus</i> - Stefanini (1908a) <i>Echinolampas hemisphaericus</i> - Manzoni (1881) <i>Echinolampas hemisfericus</i> - Mazzetti (1882) <i>Echinolampas hemisphaerica</i> - Kroh (2005)	1-4
<i>Hypsoclypus</i> sp.	Borghi & Ciappelli (2014)	<i>Hypsoclypus lucae</i> - Desor, in Agassiz & Desor (1847) <i>Conoclypeus plagiosomus</i> (pars) - Manzoni (1880) <i>Conoclypus plagiosomus</i> (pars) - Mazzetti (1881) <i>Echinolampas plagiosomus</i> - Stefanini (1908a)	1
	Borghi & Ciappelli (2014)	<i>Hypsoclypus montesiensis</i> - Mazzetti (1881) <i>Conoclypeus plagiosomus</i> (pars) - Manzoni (1880) <i>Conoclypus montesiensis</i> n. sp. - Mazzetti (1881) <i>Echinolampas montesiensis</i> - Stefanini (1908a)	1
<i>Sardospatangus</i> spp.	Stefanini (1908), Philippe (1998), Stara <i>et al.</i> (2018)	<i>Sardospatangus delphinus</i> - DeFrance (1827) <i>Spatangus chitonosus</i> - Manzoni (1879) <i>Spatangus hemiornatus</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus discoidalis</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus semelanensis</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus podex</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus corsicus</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus corsicus</i> - Stefanini (1908a)	1-3-4
	Borghi (2020)	<i>Spatangus aequidilatatus</i> - Mazzetti (1881) <i>Spatangus brissoides</i> - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus aequidilatatus</i> - Stefanini (1908a)	1-3-4

<i>Schizaster</i> sp.	Kroh (2005)	<i>Schizaster eurynotus</i> - Stefanini (1909) <i>Schizaster leithanus</i> - Coppi (1884)	4
	Borghi (2020)	<i>Oya karreri</i> - Laube (1869) <i>Schizaster melitensis</i> - Stefanini (1909)	4
	Kroh (2005), Smith & Kroh (2011)	<i>Opissaster cotteauui</i> – Wright (1855) <i>Hemiaster cotteauui</i> - Mazzetti (1882) <i>Trachyaster Lovisatoi</i> - Stefanini (1909)	4
<i>Prionocidaris avenionensis</i> (Des Moulins, 1837)	Borghi & Stara (2016)	<i>Cidaris avenionensis</i> - Manzoni (1873) <i>Cidaris stemmacantha</i> - Mazzetti (1881) <i>Cidaris avenionensis</i> - Stefanini (1908a)	1
<i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878)	Borghi (2020)	<i>Hemipneustes italicus</i> - Manzoni & Mazzetti (1877)	1-3
<i>Schizobrissus cruciata</i> (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847)	Kroh (2005), Smith & Kroh (2011)	<i>Linthia locardi</i> pars - Manzoni (1880) <i>Linthia insignis</i> - Mazzetti (1881) <i>Macropneustes sahelensis</i> - Stefanini (1909)	4
<i>Trachypatagus</i> cfr. <i>tuberculatus</i> (Wright, 1864)	Stefanini (1908a)	<i>Macropneustes peroni</i> - Manzoni (1881) <i>Trachypatagus tuberculatus</i> - Stefanini (1908a)	4
<i>Cidaris mazzettii</i> (Stefanini, 1908a)	Borghi & Stara (2016)	<i>Dorocidaris papillata</i> - Manzoni (1879) <i>Cidaris peroni</i> - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Dorocidaris Mazzettii</i> n.sp. - Stefanini (1908a)	3

* L'autore indicato è colui che ha affermato che i *Taxa* nella colonna a destra corrispondono alle specie indicate nella prima colonna.

** Le classificazioni non rappresentano l'autore della specie bensì l'autore della segnalazione nella Formazione di Pantano. Nella terza colonna sono indicate in grassetto le specie riconosciute da Borghi (2020).

*** 1) Litofacies 1; 3) Litofacies 3; 4) Litofacies 4.

Nel complesso gli echinoidi sono rari, spesso in pessimo stato di conservazione, ma tuttavia essi si presentano chiaramente distinte all'interno delle tre litofacies identificate.

Nella Litofacies 1 l'associazione risulta costituita principalmente da *Hypsoclypus*, presente con esemplari di dimensioni molto sviluppate, ed *Echinolampas manzonii*. Più raro ma presente è *Sardospatangus* spp. All'interno della seconda litofacies identificata l'associazione appare costituita da rari esemplari di *Sardospatangus* spp. e *Schizaster* sp. ai quali si associano molto raramente *Echinolampas manzonii*, *Schizobrissus cruciata* e *Trachypatagus* cfr. *tuberculatus*.

All'interno della terza litofacies identificata gli echinoidi sono ancora piuttosto rari e rappresentati principalmente da *Sardospatangus* spp., *Schizaster* e *Toxopatagus italicus*.

5.2 Altri organismi

Gli echinoidi precedentemente citati si trovano associati a frammenti di colonie di briozoi (*Cellepora* sp.) (Nelli, 1910) e alghe calcaree all'interno di (LT1). Occasionale presenza di alghe calcaree è stata osservata anche all'interno di (LT4). Presente, unicamente all'interno di (LT3), è il bivalve *Amusium denudatum* (Fig. 3A); anche se non così frequente come all'interno di (LT2) descritta per Montese (Rondelli, 2022a).

6. Analisi paleoambientale

Come già proposto in note affini riguardanti la Formazione di Pantano (Borghi, 2020; Rondelli 2022a, 2022b) saranno utilizzati studi recenti riguardanti macrofaune del Miocene dell'area mediterranea (Smith, 1978, 1980; Philippe, 1998; Kroh, 2002, 2005; Smith & Stockley, 2005; Kroh & Menkveld, 2006; Smith & Gale, 2009; Stara *et al.*, 2016) per investigare il significato paleoecologico degli echinoidi. Recentemente (Rondelli, 2022a) è stato proposto per il Membro di Sassoguidano affiorante presso Montese, un modello d'interpretazione paleoambientale basato sulle associazioni ad echinoidi affioranti in Sardegna presso Funtanazza (Mancosu & Nebelsick, 2016).

6.1 Litofacies 1 (LT1) (corrispondente a LT1 in Rondelli, 2022a)

Nella Litofacies 1 è presente, come già accennato, un'associazione costituita quasi esclusivamente da *Hypsoclypus* e *Echinolampas manzonii*, ai quali si associano *Sardospatangus* spp. e spine isolate di *Prionocidaridavenionensis*. Altri organismi presenti sono alghe calcaree, briozoi e frammenti di steli di crinoidi. *Hypsoclypus* è un echinoide particolarmente significativo per identificare il paleoambiente; in quanto forme affini, oggi presenti nei mari attuali dell'area caraibica e indo-malese, vivono parzialmente infossate nel sedimento (De Ridder & Lawrence, 1982; Mooi, 1990a, 1990b) a profondità comprese tra 120 e 800 m (Mortensen, 1948; Mooi, 1990a; 1990b). Nei depositi fossili oligo-miocenici dell'area circum-mediterranea *Hypsoclypus* è considerato indicatore di substrati mobili di ambiente litoraneo (Kroh, 2005; Borghi & Ciappelli, 2014). La presenza anche di substrati duri è suggerita dall'occorrenza di alghe calcaree e briozoi. L'associazione esaminata si è rivelata ricca di echinoidi considerati tipici indicatori di piattaforma interna (Smith & Gale, 2009), risultando correlabile con un ambiente intermedio tra le facies A2 - A6 (Mancosu & Nebelsick, 2016) e riconducibile a (LT1) descritta per il Membro di Pantano affiorante a Montese (Rondelli, 2022a). Come per Montese, nonostante il gran numero di echinoidi comuni con A2, tale litofacies si è rivelata più affine ad A6 per la totale assenza del genere *Clypeaster*, raro ma presente in A2. Altri echinoidi presenti, come *Echinolampas manzonii*, sono invece più affini ad A2 piuttosto che ad A6.

L'associazione è comunque rappresentativa di un ambiente litorale esterno a moderata energia (Fig. 5). Caratteristiche tafonomiche come teche di echinoidi mai in posizione di vita e danneggiati o frammentati suggeriscono la presenza di un ambiente caratterizzato da energia moderata e periodicamente turbato da correnti più intense, riconducibili al moto ondoso o a onde di tempesta.

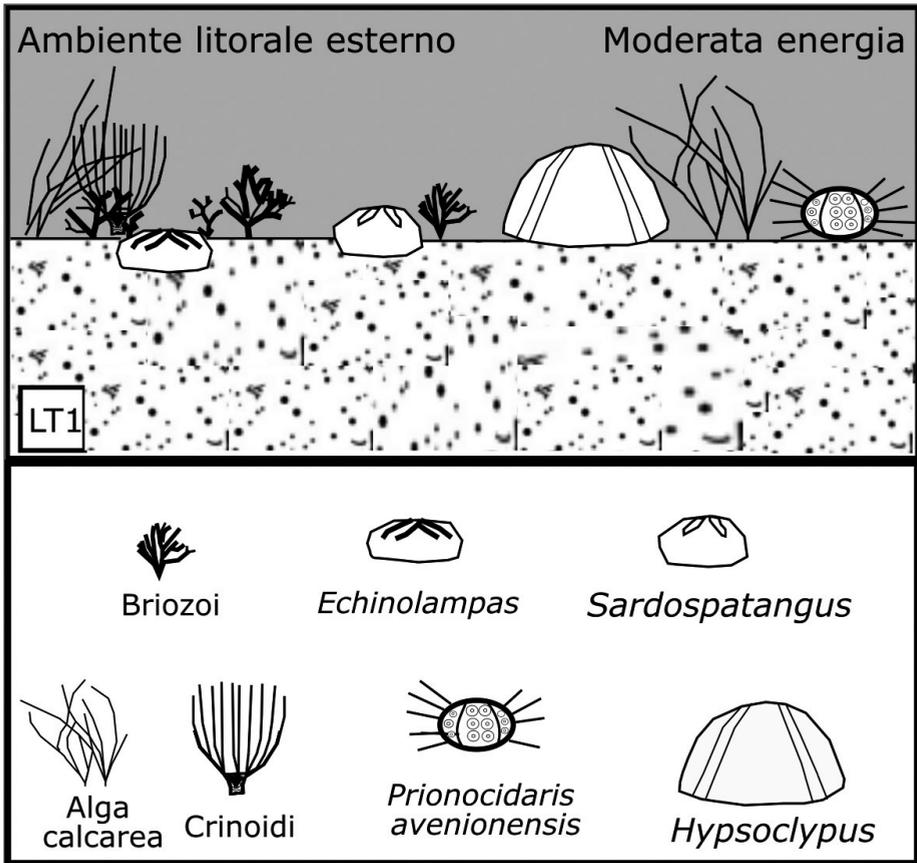


Fig. 5 – Schema paleoambientale riferito a (LT1) (da Rondelli, 2022a, modificato).

Al contrario della corrispondente litofacies affiorante a Montese, a Pavullo sono presenti intervalli caratterizzati da laminazioni piano-parallele o laminazioni incrociate in strati da sottili a medi. Tali intervalli indicano un ambiente di deposizione a profondità inferiori rispetto a quello di Montese, ove l'energia dell'ambiente non era sufficiente per generare strutture sedimentarie come le laminazioni piano-parallele o laminazioni incrociate. L'assenza, o quantomeno la scarsissima

ricorrenza, di generi come *Schizaster* o *Faorina* rispetto a (LT1) affiorante a Montese, in cui *Schizaster* in particolare è ben rappresentato, conferma una minore prossimità all'ambiente sublitorale di (LT1) affiorante a Pavullo. La presenza di bioturbazione indica comunque un ambiente a energia moderata (Amorosi, 1991). La presenza di una maggiore energia all'interno dell'ambiente, rispetto a Montese, è inoltre testimoniata anche dal fatto che le teche degli echinoidi si presentano in condizioni di conservazione decisamente peggiori di quelle osservate nella zona di Montese, risultando maggiormente frammentate e danneggiate.

6.2 Litofacies 2 (LT4)

Nella seconda litofacies identificata, presente soprattutto nel vasto affioramento della gola del Cinghio del Malvarone e presso Gaiato, l'associazione echnologica è costituita principalmente da rari esemplari di *Sardospatangus* spp. e *Schizaster* sp. La completa assenza di substrati duri negli ambienti originari di sedimentazione è suggerita dall'assenza di alghe calcaree e briozoi. La teca degli echinoidi è solitamente mal conservata, suggerendo che l'organismo ha subito un trasporto lungo e severo, imposto da condizioni di alta energia. A testimonianza di ciò in affioramento sono localmente osservabili intervalli a stratificazione obliqua a media e grande scala.

Intervalli a stratificazione incrociata a grande scala o cuneiforme sono stati interpretati come riconducibili a episodi in facies di battaglia (Amorosi, 1991). Tali strutture sedimentarie sono compatibili con l'elevata energia ipotizzata per l'ambiente di sedimentazione. La seconda litofacies identificata presso Pavullo si è rivelata costituita da echinoidi che, per i depositi miocenici dell'area mediterranea, sono considerati tipici di piattaforma interna (Smith & Gale, 2009). Ad esempio *Echinolampas* vive tra 8 e 400 m di profondità, parzialmente immerso nel sedimento (Kroh, 2005) mentre *Schizobrissus cruciata* è considerato tipico di ambienti caratterizzati da bassa profondità (Borghi, 2020). *Echinolampas*, *Schizaster* sp. e *Trachypatagus tuberculatus* indicano un ambiente litorale esterno contraddistinto da energia moderata A2. Tuttavia le condizioni di alta energia identificate per la litofacies, indicate dalla laminazione incrociata a grande scala e allo scarso grado di conservazione degli echinoidi, sono invece più affini ad un ambiente litorale interno ad alta o moderata energia come A4 o A3 piuttosto che ad un ambiente litorale esterno a moderata energia come A6 o A2. L'attribuzione ad A4, A3 o A2 risulta però impossibile per la totale assenza di echinoidi appartenenti al genere *Chlypeaster* che sono tipici delle aree litorali interne più superficiali (Mancosu & Nebelsick, 2016), potendo però, con poche specie, colonizzare anche il sublitorale interno e spingersi, nei mari attuali, fino a 500 m di profondità (Mancosu & Nebelsick, 2017). L'associazione esaminata non è dunque compatibile con nessuna delle associazioni definite da Mancosu & Nebelsick (2016) tuttavia è possibile associarla ad un ambiente litorale esterno

prossimo o oscillante con quello interno. Essa non è inoltre assimilabile con nessuna delle litofacies definite per l'area di Montese (Rondelli, 2022a) essendo riconducibile ad un ambiente litoraneo, posto sotto l'effetto del moto ondoso e dunque contraddistinto da alta energia (Fig. 6).

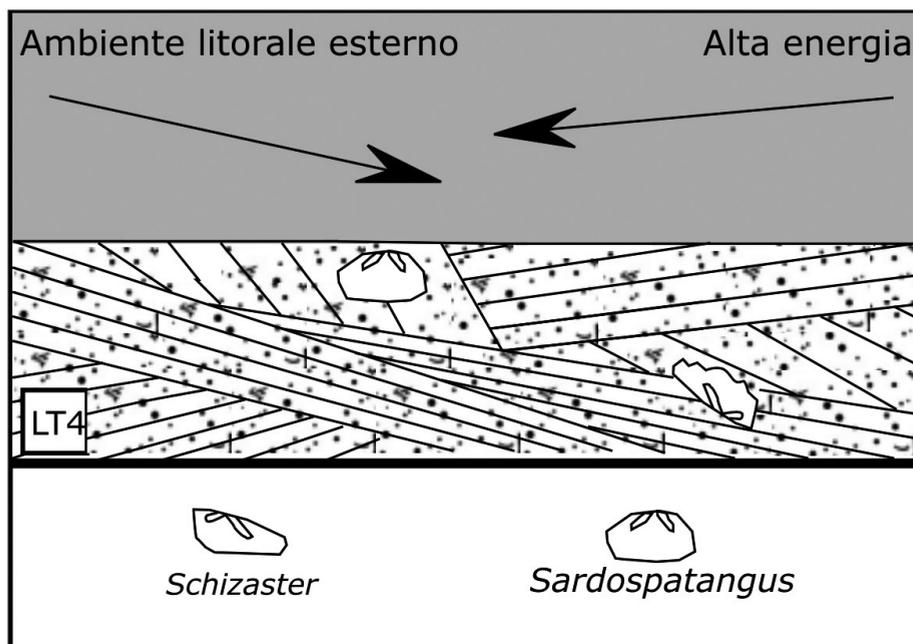


Fig. 6 – Schema paleoambientale riferito a (LT4). Le frecce rappresentano l'alta energia dell'ambiente generata dal moto ondoso.

6.3 Litofacies 3 (LT3) (corrispondente a LT3 in Rondelli, 2022a)

La Litofacies 3 è costituita da arenarie calcaree fini contraddistinte dalla rara presenza di esclusivi spatangoidi, come *Sardospatangus* spp. Gli spatangoidi sono echinoidi che possiedono un'ampia distribuzione batimetrica, vivendo principalmente all'interno del sedimento (Stockley *et al.*, 2005) e nutrendosi di particolato organogeno (De Ridder & Lawrence, 1982). Come detto in precedenza le teche degli echinoidi possiedono una giacitura casuale all'interno dello strato e sono generalmente mal conservate, ma solo saltuariamente frammentate. La presenza di bivalvi non disarticolati come *Amusium denudatum* indica condizioni di bassa energia all'interno dell'ambiente di sedimentazione. Tale bivalve è inoltre tipico di ambienti sublitorali, vista la forte presenza che esso ha mostrato all'interno di (LT2) affiorante a Montese (Rondelli, 2022a).

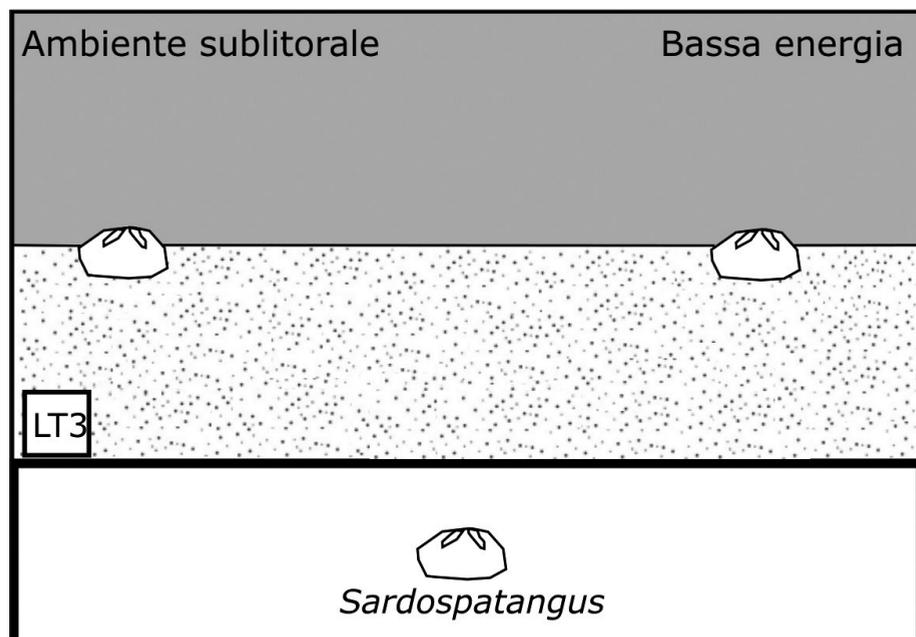


Fig. 7 – Schema paleoambientale riferito alla Litofacies 3 (LT3).

L'ambiente deposizionale identificato da questa associazione, caratterizzata da scarsità e diversità di echinoidi (sono sostanzialmente esclusivi gli spatangoidi), corrisponde ad un ambiente sublitoraneo esterno A5 - A1 (Mancosu & Nebelsick, 2016), caratterizzato da bassa energia idrodinamica (Fig. 7). Tale ambiente è compatibile con quello definito per (LT3) di Rondelli (2022a), descritta presso Montese. È interessante sottolineare che presso Montese le teche degli echinoidi si presentano con dimensioni più sviluppate, caratteristica indicativa di una maggiore profondità, sempre nell'ambito di un ambiente sublitorale, rispetto a Pavullo.

7. Rapporti stratigrafici tra le litofacies distinte per il medio Appennino modenese

Lo studio dell'area del Pavullese, al contrario di quello dell'area di Montese, ha permesso di osservare rapporti diretti tra le differenti litofacies identificate.

Nell'affioramento studiato presso Castelvechio di Montorso, sono documentabili rapporti diretti tra (LT3) e (LT1). In particolare è possibile osservare una posizione stratigraficamente inferiore di (LT3) rispetto a (LT1). La transizione tra le due litofacies è marcata da un contatto piuttosto netto.

L'affioramento studiato al Cinghio del Malvarone mostra invece rapporti diretti tra (LT4) e (LT3), permettendo di osservare la posizione stratigraficamente superiore della prima sulla seconda. Il contatto tra le due litofacies è, anche in questo caso, netto. Sempre al Cinghio del Malvarone sono stati osservati contatti diretti tra la Formazione di Contignaco sottostante e (LT3) sovrastante. Tale contatto è localmente contraddistinto dalla presenza di un orizzonte grossolano particolarmente ricco in glauconite. Quest'ultimo è stato peraltro descritto in molti casi alla base della Formazione di Pantano e rappresenta una significativa discontinuità stratigrafica caratterizzata dalla brusca sovrapposizione di facies di piattaforma *s.l.* sui depositi di scarpata-bacino, piuttosto profondi, sottostanti.

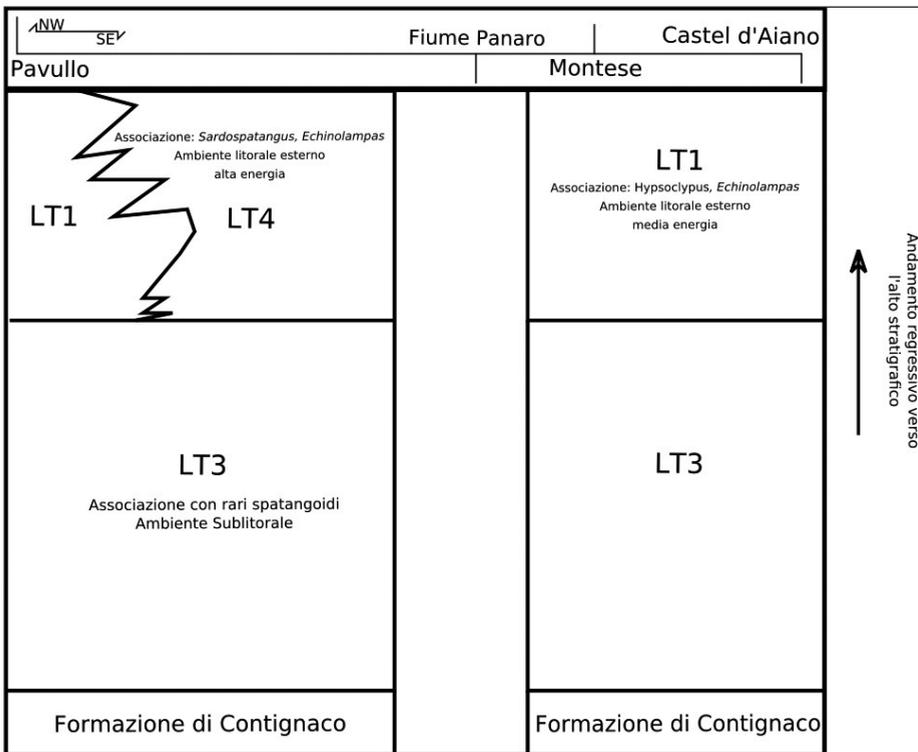


Fig. 8 – Modello dei rapporti tra le litofacies distinte per l'area di Pavullo e Montese.

Questi orizzonti grossolani alla base della Formazione di Pantano sono probabilmente interpretabili come il prodotto di flussi ad alta energia che, occasionalmente e su areali limitati, ridistribuiscono il sedimento da aree costiere meno profonde ad ambienti sublitorali.

Sulla base delle osservazioni dirette di terreno (LT3) si dimostra stratigraficamente sottostante sia a (LT4) che a (LT1) (Fig. 8) e rappresenta, almeno nelle zone del Pavullese studiate, una porzione basale del Membro di Sassoguidano poiché tale litofacies mostra in affioramento un contatto diretto con la sottostante Formazione di Contignaco.

La ricostruzione stratigrafica prospettata, in cui si assiste alla transizione dalle litofacies sublitorali a quelle litorali esterne, sembrerebbe congruente con l'interpretazione secondo la quale il Membro di Sassoguidano rappresenti generalmente, nelle aree appenniniche più interne, la parte basale della Formazione di Pantano e mostri una generale tendenza regressiva verso l'alto stratigrafico (Amorosi, 1991), per poi passare al sovrastante Membro di Montecuccolo.

Rapporti diretti tra (LT1) e (LT4) non sono stati osservati in affioramento, tuttavia, vista l'appartenenza di entrambe ad ambienti litorali esterni, è possibile ipotizzare che queste litofacies siano tra loro parzialmente eteropiche. Tale modello può essere considerato valido anche per la "vicina" area di Montese caratterizzata da litofacies affini per lo stesso Membro della Formazione di Pantano. La litofacies (LT4) è stata identificata unicamente presso Pavullo, mentre nella vicina area di Montese, con limite orientale rappresentato dalla zona di Castel d'Aiano e Masarè nei pressi di Labante, si assiste alla ricomparsa di (LT1). Tale peculiare assetto permette di ipotizzare la presenza di un'area particolarmente superficiale, posta tra il Pavullese e la Valle del Panaro, già soggetta stabilmente all'influenza del moto ondoso. Caratteristiche indicative di una maggiore prosimità per la zona di Pavullo nel Frignano, rispetto a quella di Montese, sono documentate anche per la litofacies basale (LT3), appartenente ad un ambiente sublitorale. Nell'area di Pavullo non è stato possibile osservare (LT2) presente unicamente a sud dei depositi descritti per Montese, con i quali questa litofacies ha rapporti non osservabili direttamente in affioramento (Rondelli, 2022a).

8. Conclusioni

La Formazione di Pantano affiorante presso Pavullo (Membro di Sassoguidano) si è rivelata piuttosto eterogenea per ciò che riguarda le caratteristiche litologiche e di facies e il contenuto fossilifero. L'associazione echinologica studiata, per la quale vengono qui per la prima volta segnalati, per il Pavullese, esemplari di *Hypsoclypus* sp. e *Schizaster* sp. (Tav. 1), assenti nei precedenti studi su quest'area geografica (Mazzetti, 1881a), ha permesso di riconoscere distinte litofacies identificate, oltre che da caratteristiche paleontologiche, anche da altre sedimentologiche e litologiche. L'analisi paleoecologica della formazione ha infatti evidenziato la presenza di tre litofacies (Fig. 9) appartenenti a uno stesso ambiente di piattaforma interna, come già definito da Amorosi (1991), ma riconducibili ad ambienti a batimetria differente. Due di queste litofacies (LT1)

e (LT3), sono simili e paragonabili a quelle già definite per l'areale di Montese (Rondelli, 2022a) sul versante opposto della Valle del Panaro.

Tra la dorsale di Gaiato e Montorso affiorano calcareniti da fini a medie (LT1) ricche di alghe calcaree e briozoi, dominate dall'associazione *Hypsoclypus* e *Echinolampas manzonii*, riconducibile a un ambiente litorale esterno caratterizzato da moderata energia. Molto sviluppata è invece litofacies (LT3) dominata da rari spatangoidi, riconducibile a un ambiente sublitorale esterno, a energia idrodinamica da moderata a bassa. Una terza litofacies (LT4), presente

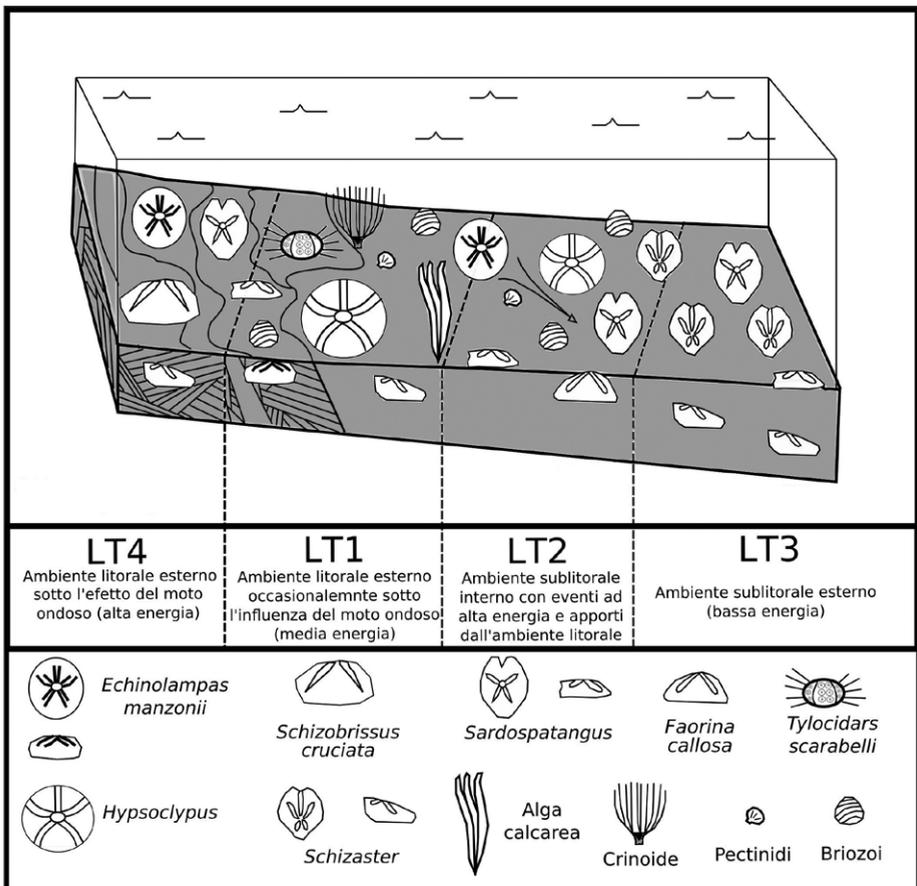
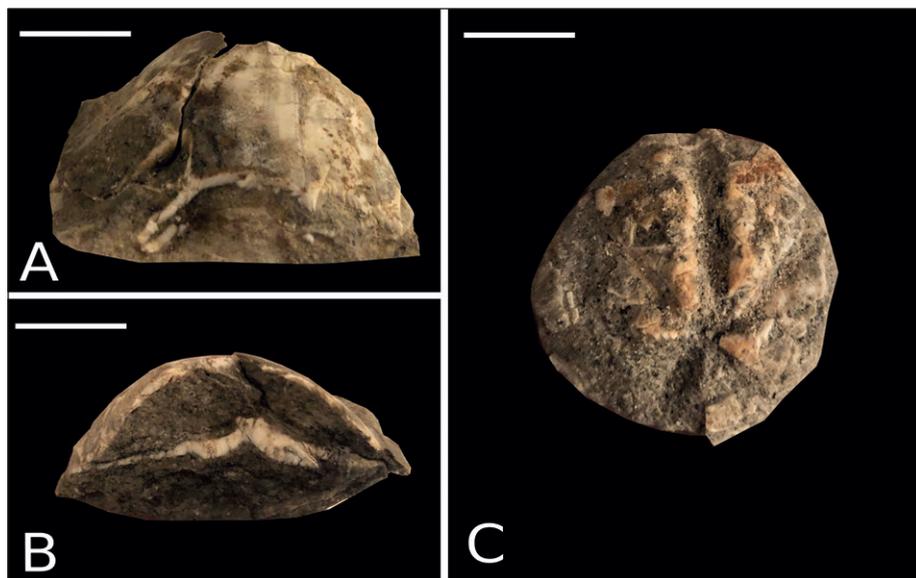


Fig. 9 – Litofacies identificate all'interno della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano), elaborate sulla base del contenuto di echinoidi, presso le località di Montese e Pavullo (da Rondelli, 2022a, modificato).

esclusivamente per l'areale di Pavullo, è costituita da arenarie calcaree medie in cui sono osservabili intervalli a stratificazione incrociata da media a grande scala, caratterizzata dalla scarsa presenza dell'associazione *Sardospatangus* spp., *Schizaster* sp. e sporadicamente *Echinolampas manzonii*. Tale litofacies è stata associata a un ambiente litorale esterno, prossimo all'ambiente litorale interno e contraddistinto da alta energia.

Come già notato da precedenti studi (Mazzetti, 1881a) l'associazione echinologica affiorante a Montese è correlabile con quella affiorante a Pavullo. Sono stati infatti identificati echinoidi come *Echinolampas manzonii*, *Hypsoclypus*, *Schizobrissus cruciata*, *Sardospatangus*, *Toxopatagus italicus* e *Schizaster*. L'abbondanza dell'associazione appare però decisamente più scarsa e gli echinoidi si presentano mediamente in stato di conservazione peggiore. Tale condizione può essere ricondotta alla completa mancanza, nell'area di Pavullo, di una litofacies (LT2) che a Montese mostra la maggior varietà di echinoidi fossili. A ciò si aggiunge la relativa scarsa esposizione di (LT1) più ricca di resti fossili rispetto a (LT4) e (LT3). Nel complesso le tre litofacies identificate presso Pavullo mostrano comunque caratteristiche riconducibili a una generale minor batimetria rispetto a quelle corrispondenti di Montese; ciò potrebbe aver interferito con l'ottimale conservazione dei resti fossili.



Tav. 1 – A) *Hypsoclypus* sp. lato A, scala 2 cm; B) *Hypsoclypus* sp. lato B, scala 2 cm; C) *Schizaster* sp., scala 1 cm (n° di catalogo IPUM 29991).

Particolarmente significativi sono infine i rapporti stratigrafici osservati sul terreno tra le litofacies distinte che confermerebbero come il Membro di Sassoguidano costituisca generalmente la parte basale della formazione e mostri un generale *trend* regressivo verso l'alto stratigrafico (Amorosi, 1991), testimoniato da una transizione dalle litofacies sublitorali (LT3) a quelle litorali esterne (LT1) e (LT4). L'andamento regressivo generale della Formazione di Pantano affiorante nelle aree appenniniche interne ove sviluppa facies complessivamente riconducibili ad ambienti di piattaforma interna, (Pietra di Bismantova, Pavullese, Zocca-Montese-Castel d'Aiano, Montovolo e Monte Vigese) è ulteriormente confermato dal passaggio al sovrastante Membro di Montecuccolo che mostra caratteristiche di facies ancora più litorali (Rondelli, 2023).

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Lorenzo Carrozzi e Sergio Magnani per il supporto, per la grande conoscenza del territorio e per il confronto sempre utile e costruttivo. Ringrazio inoltre il Prof. Filippo Panini ed Enrico Borghi per la lettura critica del testo.

Bibliografia

- AMOROSI A., 1991 – *Analisi di facies e stratigrafia sequenziale della Formazione di Bismantova ad est del Fiume Panaro ("placca" di Zocca-Montese, Appennino bolognese)*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **52**(1-2), (1990), pp. 159-177.
- AMOROSI A., 1992a – *Stratigrafia e sedimentologia del Miocene Epiligure tra le valli del Panaro e del Marecchia (Appennino settentrionale)*. Tesi di dottorato (inedita), Università di Bologna e Modena, 205 pp., Bibl. Naz. Roma e Firenze.
- AMOROSI A., 1992b – *Correlazioni stratigrafiche e sequenze deposizionale nel Miocene epiligure delle Formazioni di Bismantova, San Marino e M. Fumaiolo (Appennino settentrionale)*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **54**(1), pp. 95-105.
- AMOROSI A., 1993 – *Use of Glaucony for stratigraphic correlation: review and case histories*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **55**(1), pp. 117-137.
- AMOROSI A., COLALONGO M.L., VAIANI S.C., 1996 – *Revisione stratigrafica dell'Unità Bismantova (Miocene epiligure, Appennino settentrionale)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **115**, pp. 355-367.
- BETTELLI G., PANINI F., PIZZOLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FAZZINI P., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., MANTOVANI UGUZZONI M.P., BOSI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000; Foglio n. 236 "Pavullo nel Frignano"*. Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- BORGHİ E., 2012 – *Il genere Spatangus (Echinoidea) nel Langhiano dell'Appennino reggiano*. *Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali* (2010), pp. 43-61.
- BORGHİ E., 2013 – *Il genere Mazettia (Maretiidae), un caratteristico echinoide del Miocene dell'Emilia-Romagna*. *Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali* (2012), pp. 9-20.
- BORGHİ E., 2020 – *Gli echinoidi della Formazione di Pantano (Miocene medio-inferiore) dell'Emilia*. *Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali* (2019), pp. 30-48.
- BORGHİ E., CIAPPELLI F., 2014 – *Prima segnalazione del genere Hypsoclypus (Echinoidea) nel Pliocene italiano*. *Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali*, pp. 9-18.

- BORGHI E., STARA P., 2016 – *I cidaroidi (Echinoidea) del Miocene inferiore-medio dell'Emilia-Romagna e di San Marino*. Parva Naturalia, **11**, pp. 13-45.
- BORGHI E., STARA P., 2020 – *Nudobrissus (Lambert, 1920), un raro echinoide del Miocene medio-inferiore dell'Emilia e della Sardegna*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 6-13.
- BORGHI E., CARROZZI L., RINALDI O., 2017 – *Tripneustes, un raro echinoide rinvenuto nel Miocene dell'Appennino reggiano*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2016), **12**, pp. 7-12.
- BORGHI E., MAGNANI S., 2020 – *Cidaridi completi (Echinoidea) con spine a ventaglio nel Miocene del Pescale (Modena)*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 22-29.
- BORGHI E., BATTILANI D., 2021 – *First record of the Cycloster genus (Echinoidea) in the European Miocene*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **152**, pp. 73-80.
- COPPI F., 1884 – *Il Miocene medio nei colli modenesi; appendice alla paleontologia modenese*. Boll. R. Comitato Geologico d'Italia, **15**(5-6), pp. 171-201.
- DE RIDDER C., LAWRENCE J.M., 1982 – *Food and feeding mechanisms: Echinoidea*. In: M. Jangoux & J.M. Lawrence (eds.) "Echinoderm Nutrition", pp. 499-519, A.A. Balkema, Rotterdam.
- FREGNI P., PANINI F., 1995 – *Dati stratigrafici della Formazione di Cigarello (Gruppo di Bismantova), Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)*. "Scritti e documenti", Acc. Naz. Scienze, **14**, pp. 87-111.
- GREENSTEIN B.J., 1992 – *Taphonomic bias and the evolutionary history of the family Cidaridae (Echinodermata: Echinoidea)*. Paleobiology, **18**(19), pp. 50-79., Chicago.
- KROH A., 2002 – *The echinodermata of the Langhian (Lower Badenian) of the Molasse Zone and the northern Vienna Basin (Austria)*. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, **104A**, pp. 155-183.
- KROH A., 2005 – *Catalogus Fossilium Austriae, Band 2, Echinoidea neogenica*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 210 pp., Wien.
- KROH A., MENKVELD U., 2006 – *Echinoids from the Belpberg Beds (Obere Meeresmolasse, Middle Burdigalian) in the area of Bern (Switzerland)*. Eclogae Geologicae Helvetiae, **99**, pp. 193-203, Birkhauser Verlag, Basel.
- LAUBE G.C., 1869 – *Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen*. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, **3**(9), pp. 182-184, Wien.
- LAURERI S., 1963 – *Nuovi echinoidi elveziani della media val d'Enza (Reggio Emilia)*. Boll. Soc. Geol. It., **81**(1), pp. 3-31, Roma.
- MANCOSU A., NEBELSICK J.H., 2016 – *Echinoid assemblages from the early Miocene of Funtanazza (Sardinia): a tool for reconstructing depositional environments along a shelf gradient*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **454**, pp. 139-160.
- MANCOSU A., NEBELSICK J.H., 2017 – *Ecomorphological and taphonomic gradients in clypeasteroid-dominated echinoid assemblages along a mixed siliciclastic-carbonate shelf from the early Miocene of northern Sardinia, Italy*. Acta Palaeontologica Polonica **62** (3), pp. 627-646.
- MANZONI A., 1879 – *Gli echinodermi fossili dello Schlier delle colline di Bologna*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, **39**, pp. 149-164.
- MANZONI A., 1880 – *Echinodermi fossili della molassa serpentinoso e supplemento agli echinodermi dello Schlier delle colline di Bologna*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, **42**, pp. 185-190.
- MANZONI A., 1881 – *Sugne silicee della molassa miocenica del bolognese*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Memorie, **5**(1), (1880), pp. 173-176, Firenze.
- MANZONI A., MAZZETTI G., 1878 – *Echinodermi nuovi della molassa miocenica di Montese nella provincia di Modena*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., **3**(2), pp. 350-356, Firenze.
- MAZZETTI G., 1872 – *Cenno intorno di fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **6**, pp. 1-12.
- MAZZETTI G., 1879 – *La molassa marnosa delle montagne modenesi e reggiane e lo Schlier delle colline del Bolognese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **13**(1), pp. 1-22.
- MAZZETTI G., 1881a – *Echinodermi fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, serie 2, **15**, pp. 108-126.
- MAZZETTI G., 1881b – *Echinodermi fossili di Pantano*. Annuario Soc. Nat. in Modena, serie 2, **15**, pp. 127-129.
- MAZZETTI G., 1896 – *Catalogo degli Echinoidi fossili della collezione Mazzetti esistente nella Regia Università di Modena*. Memorie R. Accademia Scienze, Lettere e Arti, Modena, serie 2, **11**, pp. 409-461.
- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1885 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte prima*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **4**, pp. 58-96.

- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1887 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte seconda*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **6**, pp. 46-82.
- MOOI R., 1990a – *A new “living fossil” echinoid (Echinodermata) and the ecology and paleobiology of Caribbean Echinolampadoids*. Bull. Mar. Sci., **46**, pp. 688-700.
- MOOI R., 1990b – *Living cassiduloids (Echinodermata: Echinoidea): a key and annotated list*. Proc. Biol. Soc. Wash., **103**, pp. 63-85, Washington, D.C.
- MORTENSEN T., 1948 – *A Monograph of the Echinoidea. Volume IV(1): Holoctypoida, Cassiduloida*. C.A. Reitzel, Copenhagen.
- NELLI B., 1910 – *Fossili miocenici del Modenese*. Boll. Soc. Geol. It., Vol. **XXVII**, Fasc. 3 (4° trimestre).
- PANINI F., BETTELLI G., PIZZIOLI M., BONAZZI U., CAPITANI M., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., BORSETTI M., MANTOVANI UGUZZONI M. P., BASOLI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000; Foglio n. 237 “Sasso Marconi”*. Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- PHILIPPE M., 1998 – *Les échinides miocènes du bassin du Rhône : révision systématique*. Nouvelles Archives Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, **36**, 441 pp., Lyon.
- POMEL A., 1883 – *Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie. Zoophytes. 2e fasc. Echinodermes*, Adolphe Jourdan, 344 pp., Alger.
- RONDELLI R., 2022a – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) nei pressi di Montese tra Appennino modenese e bolognese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 67-88.
- RONDELLI R., 2022b – *Paleoecologia della Formazione di Pantano, medio Appennino modenese tra le valli del Fiume Secchia e del Torrente Tiepido*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 99-126.
- RONDELLI R., 2023 – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Montecucolo) tra Appennino modenese e bolognese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **154** (questo volume).
- SMITH A.B., 1978 – *A functional classification of the coronal pores of regular echinoids*. Palaeontology, **21**(4), pp. 759-789.
- SMITH A.B., 1980 – *The structure, function, and evolution of tube feet and ambulacral pores in irregular echinoids*. Palaeontology, **23**(1), pp. 39-83.
- SMITH A.B., STOCKLEY C.W., 2005 – *Fasciole pathways in spatangoid echinoids: a new source of phylogenetically informative characters*. Zoological Journal of the Linnean Society, **144**, pp. 15-35.
- SMITH A.B., GALE A., 2009 – *The pre-Messinian deep-sea Neogene echinoid fauna of the Mediterranean: surface productivity controls and biogeographical relationships*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **281**, pp. 115-125.
- SMITH A.B., KROH A. (eds.), 2011 – *The Echinoid Directory*. World Wide Web electronic publication, <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory> [accessed 05.02.2019].
- STARA P., BORGHİ E., KROH A., 2016 – *Revision of the genus Mariania (Echinoidea) with the description of two new species from the Miocene of Italy*. Bulletin of Geosciences, **91**(1), pp. 65-88.
- STARA P., CHERBONNIER S., BORGHİ E., 2018 – *Redefinition of Prospatangus thieryi Lambert, 1909 (Echinoidea, Spatangoida), in Sardospatangus nov. gen. with two new species from Sardinia, Italy*. Annales de Paléontologie, **104**, pp. 309-327.
- STEFANINI G., 1908a – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte prima)*. Palaeontographia Italica, **14**, pp. 65-119, Pisa.
- STEFANINI G., 1908b – *Echinoidi miocenici di Malta esistenti nel Museo di Geologia di Firenze*. Boll. Soc. Geol. It., **27**, pp. 435-483, Roma.
- STEFANINI G., 1909 – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte seconda)*. Palaeontographia Italica, **15**, pp. 57-114, Pisa.
- STOCKLEY B., SMITH A.B., LITTLEWOOD T., LESSIOS H.A., MACKENZIE-DODDS J.A., 2005 – *Phylogenetic relationships of Spatangoid sea urchins (Echinoidea): taxon sampling density and congruence between morphological and molecular estimates*. Zool. Scr., **34**, pp. 447-468.
- UGOLINI R., 1899 – *Sopra alcuni fossili dello Schlier del Monte Cedrone (Umbria)*. Boll. Soc. Geol. It., **18**, pp. 290-296.
- WRIGHT T., 1855 – *On fossil echinoderms from the island of Malta with notes on the stratigraphical distribution of the fossil organisms in the Maltese beds*. The Annals and Magazine of Natural History, 2nd Series, **15**, pp. 101-127, 175-196, 262-277, London.



Riccardo Rondelli*

Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Montecuccolo) tra Appennino modenese e bolognese

Riassunto

La Formazione di Pantano è una formazione miocenica epiligure suddivisa in vari membri afferenti a momenti e condizioni differenti della storia geologica dell'Appennino emiliano. I depositi corrispondenti ad ambienti di piattaforma interna della Formazione di Pantano sono stati suddivisi nel Membro di Montecuccolo e nel Membro di Sassoguidano. Nell'Appennino modenese e bolognese essi affiorano presso Pavullo nel Frignano, Montese, Castel d'Aiano e Zocca dove sono osservabili corpi geologici litologicamente abbastanza eterogenei e diversificati tra loro. Il membro di Montecuccolo in genere appoggia stratigraficamente, spesso attraverso una superficie di discontinuità, sul Membro di Sassoguidano ed è il risultato della progressiva diminuzione di profondità alla quale è andata incontro la paleo-catena appenninica ancora parzialmente sommersa durante la prima parte del Miocene. Recenti studi hanno proposto per il Membro di Sassoguidano, affiorante presso Montese e Pavullo, uno schema sedimentologico e stratigrafico che ha portato alla distinzione di varie unità basate, oltre che sulle caratteristiche litologiche e sedimentologiche, anche sulle associazioni a echinoidi. Si propone in questa nota uno studio analogo per le metodologie applicate al Membro di Montecuccolo. Nel complesso lo studio ha evidenziato una limitata abbondanza e diversità degli echinoidi presenti all'interno del membro, sufficienti però per permettere di distinguere tre litofacies differenti. Esse testimoniano di una progressiva diminuzione di batimetria verso l'alto stratigrafico all'interno del Membro di Sassoguidano, associata ad instabilità sedimentaria e ad apporti dall'ambiente litorale. Le litofacies interne al Membro di Montecuccolo hanno inoltre confermato l'andamento trasgressivo del Membro. Lo studio di dettaglio sul terreno in tutta l'area del Modenese e del Bolognese ha inoltre permesso di definire, con maggiore dettaglio, rispetto ai precedenti studi, i rapporti esistenti tra i due membri della Formazione di Pantano, nonché di meglio delineare i rapporti interni alle unità (litofacies) già a suo tempo distinte entro il Membro di Sassoguidano.

Abstract

Paleoecology of the Pantano Formation (Montecuccolo Member) between the Modena and Bologna Apennines. *The Pantano Formation is an Epiligurian Miocene formation divided into various members related to different moments and conditions in the geological history of the Emilia*

* Società Reggiana di Scienze Naturali C. Iacchetti, Via F.P. Tosti 1, 42124 REGGIO EMILIA; e mail: ricca90.rr@gmail.com.

Apennines. The deposits corresponding to internal shelf environments of the Pantano Formation have been subdivided into the Montecuccolo Member and the Sassoguidano Member. In the Modena and Bologna Apennines, they crop out at Pavullo, Montese, Castel d'Aiano and Zocca where lithologically heterogeneous and diversified geological bodies can be observed. The Montecuccolo Member generally rests stratigraphically on the Sassoguidano Member, often through a surface of discontinuity, and is the result of the progressive decrease in depth which the paleo-Apennine chain underwent during the first part of the Miocene when it was still partially submerged. For the Sassoguidano Member outcropping near Montese and Pavullo, recent studies have proposed a sedimentological and stratigraphic scheme which has led to the distinction of various units based not only on lithological and sedimentological characteristics but also on associations with echinoids. In this paper, a similar study is proposed for the applied methodologies related to the Montecuccolo Member. Overall, this study highlights a limited abundance and diversity of the echinoids present within the member, sufficient to allow the distinction of three different lithofacies. They testify a progressive decrease in stratigraphic upward bathymetry within the Sassoguidano Member, which is associated with sedimentary instability and contributions from the littoral environment. The internal lithofacies of the Montecuccolo Member also confirmed its transgressive progress. The detailed field study throughout the Modena and Bologna areas also made it possible to define, in greater detail than previous studies, the relationships existing between the two members of the Pantano Formation, as well as to better outline the internal relations of the units (lithofacies) already distinct within the Sassoguidano Member.

Parole chiave: *Echinoidi, Paleoecologia, Formazione di Pantano, Appennino settentrionale*

Keywords: *Echinoids, Paleo-environment, Pantano Formation, Northern Apennines, Italy*

1. Introduzione

La Formazione di Pantano (Burdigaliano sup.-Langhiano) è una formazione geologica miocenica che si estende in diversi settori lungo l'intero Appennino emiliano e che si correla a simili e coevi depositi affioranti al confine romagnolo-marchigiano (Formazione di San Marino e di Monte Fumaiolo). Essa è stata suddivisa in alcuni membri corrispondenti a caratteristiche litologiche e a condizioni ambientali differenti, ma accomunati, oltre che dalla collocazione cronostratigrafica, anche da una diffusa presenza di carbonati dovuta ad una significativa presenza di resti fossili sia microscopici che macroscopici.

In una prima schematica approssimazione alla Formazione di Pantano vengono attribuiti depositi, tra loro eteropici, appartenenti a una piattaforma pericontinentale carbonatico-terrigena sia esterna (anche piuttosto distale), che interna e più litorale. I primi si localizzano ora nelle fasce appenniniche pedecollinari delle province di Reggio Emilia e Modena e in buona parte dell'Appennino bolognese. I secondi affiorano invece nel medio Appennino reggiano (Pietra di Bismantova), in una vasta area del Modenese localizzata sia in sinistra (Pavullo)

che in destra (Montese, Zocca, Guiglia) del Fiume Panaro e nel medio Appennino bolognese (Castel d'Aiano, Montovolo e Monte Vigese).

Fra i membri interpretati come appartenenti ad un ambiente di piattaforma interna il Membro di Sassoguidano viene considerato come basale, mostrando un passaggio al sovrastante Membro di Montecuccolo mediante un contatto netto interpretato come una superficie di discontinuità (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b). La transizione al Montecuccolo vede un brusco passaggio ad un ambiente litorale di spiaggia sommersa. In seguito si ebbe poi un successivo aumento di batimetria testimoniato dallo sviluppo delle facies in senso trasgressivo all'interno del membro di Montecuccolo e del progressivo ma rapido passaggio alla sovrastante Formazione di Cigarello, di ambiente più bacinale (Fregni & Panini, 1995).

Nel corso del tempo la Formazione di Pantano è stata ampiamente studiata per l'elevato numero di echinoidi fossili ivi rinvenuti Mazzetti (1872, 1879, 1881a, 1881b, 1896), Manzoni & Mazzetti (1878), Manzoni (1879, 1880, 1881), Coppi (1884), Mazzetti & Pantanelli (1885, 1887), Ugolini (1899), Stefanini (1908a, 1908b, 1909), Laureri (1963) e, più recentemente, Borghi (2012, 2013, 2020), Borghi & Stara (2016, 2020), Borghi *et al.* (2017), Borghi & Magnani (2020), Borghi & Battilani (2021), Rondelli (2022a, 2022b, 2023). Recenti studi hanno proposto uno schema di litofacies basato sulle associazioni ad echinoidi per il Membro di Sassoguidano affiorante presso Montese e Pavullo (Rondelli, 2022a, 2022b, 2023). Tali studi hanno permesso di identificare differenti condizioni sedimentarie e paleoambientali, talvolta anche in areali molto prossimi tra loro.

Per la stesura di questa nota sono state applicate le medesime metodologie di indagine per ricostruire le caratteristiche paleo-sedimentologiche del Membro di Montecuccolo affiorante nelle aree di Pavullo, Montese, Castel d'Aiano e Zocca. Rilievi sono stati eseguiti anche nell'area bolognese di Montovolo e Monte Vigese. Ciò ha permesso di approfondire il significato delle differenze riscontrate con quello di Sassoguidano e di fornire un quadro organico sulle caratteristiche paleoambientali dell'intera Formazione di Pantano tra l'areale modenese e bolognese.

2. Inquadramento geografico e geologico

Il medio Appennino modenese è costituito (Fig. 1), per la maggior parte, da unità litostratigrafiche appartenenti al Dominio Ligure e alla sovrastante e discordante Successione Epiligure (Bettelli *et al.*, 2002). Tra le prime figurano numerose formazioni geologiche di età compresa tra il Giurassico medio e l'Eocene inferiore. I Complessi di base o formazioni pre-flysch, di età compresa tra il Cretaceo inferiore e il superiore, sono prevalentemente argillitici e caratterizzati da un aspetto "caotico" alla scala dell'affioramento in conseguenza

dell'obliterazione quasi completa dell'originaria stratificazione. Essa è avvenuta a causa di una deformazione pervasiva connessa a piegamento e a sviluppo di zone di taglio a varia scala. Seguono, con età compresa tra il Cretaceo superiore ed Eocene, i Flysch ad Elmintoidi costituiti da potenti successioni torbiditiche di piana bacinale a dominante sia carbonatica che silicoclastica.

In discordanza sulle Unità Liguri, dopo la fase tettonica ligure o mesoalpina dell'Eocene medio che portò allo sviluppo di una paleocatena sommersa e alla definitiva chiusura dell'area oceanica ligure-piemontese, inizia la deposizione della Successione Epiligure costituita da una parte inferiore caratterizzata da formazioni a dominanza argillitica e arenitica di età compresa tra l'Eocene medio e il Miocene inferiore e di ambiente marino profondo (torbiditi e peliti di scarpata-bacino). La porzione superiore della Successione Epiligure è costituita invece da formazioni a dominanza carbonatico/terrigena di età miocenica inferiore e medio-superiore rappresentate dal Gruppo di Bismantova e dalla sovrastante Formazione del Termina (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002). Il Gruppo di Bismantova, a scala regionale, è suddiviso in varie formazioni geologiche, che vanno, nella parte inferiore, da prevalenti biocalcareni tipiche delle zone più meridionali ai sedimenti più fini che caratterizzano le aree del margine settentrionale dell'Appennino emiliano, in prossimità della pianura (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b). La parte superiore del Gruppo di Bismantova è invece caratterizzata, nell'Appennino emiliano, da sedimenti fini di scarpata-bacino (Formazione di Cigarello).

In parte dell'Appennino reggiano e in quello modenese e bolognese, i sedimenti carbonatico-terrigeni epiliguri del Miocene inferiore e medio del Gruppo di Bismantova sono stati complessivamente attribuiti alla Formazione di Pantano. Essa è stata suddivisa in alcuni membri tra loro coevi, ma rappresentanti differenti condizioni ambientali. Nel Modenese, il Membro di Montecuculo, oggetto specifico di questa nota, si associa generalmente al Membro di Sassoguidano mostrando esposizioni particolarmente significative nelle aree di Pavullo, Zocca e Montese. Essi si prolungano poi nel Bolognese nelle zone di Castel d'Aiano e Cereglio e negli affioramenti isolati di Montovolo e Monte Vigese ad est del Fiume Reno. Il Membro di Sassoguidano, generalmente considerato come più "distale", rappresenta solitamente la parte basale della formazione mostrando un andamento regressivo verso l'alto stratigrafico; esso porta al passaggio netto al Membro di Montecuculo che è infatti solitamente caratterizzato da una maggiore granulometria e dalla presenza di intervalli a stratificazione obliqua da media a grande scala.

Al contrario del Membro di Sassoguidano, il *trend* generale del membro ad esso sovrastante è di tipo trasgressivo e conduce ad un rapido approfondimento con il passaggio alla sovrastante Formazione di Cigarello.

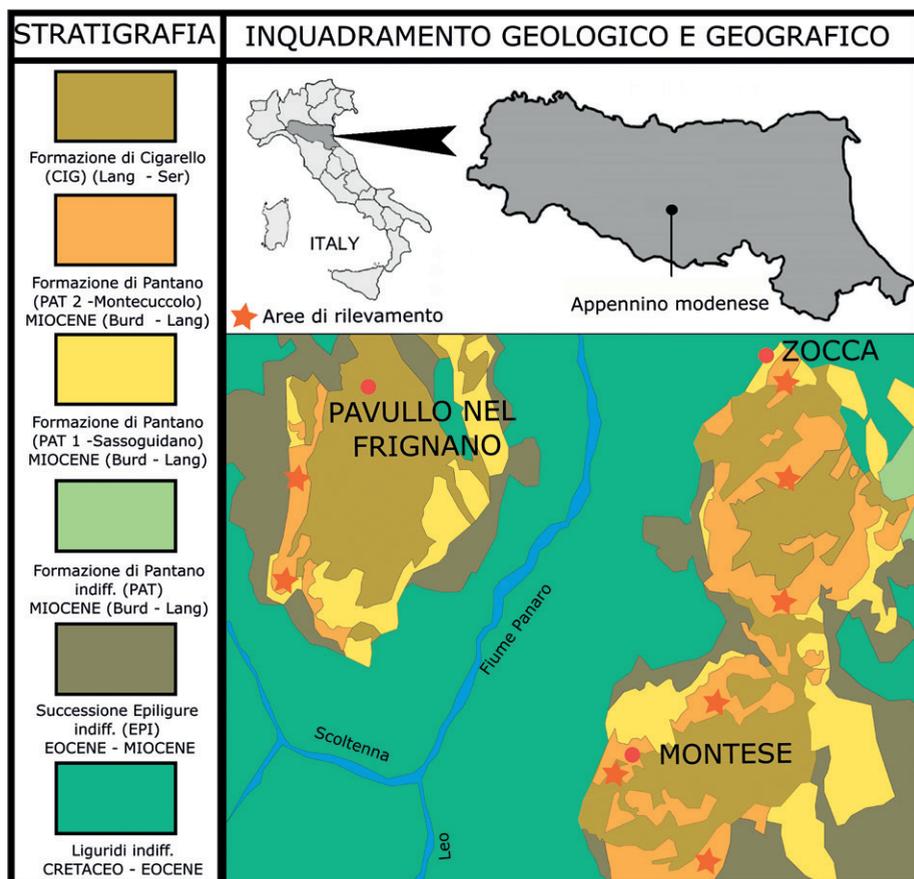


Fig. 1 – Inquadramento geografico e geologico semplificato della media Valle del Fiume Panaro in Appennino modenese (da Bettelli et al., 2002, modificato).

3. Materiali, metodi e note sulla classificazione

Come altri lavori affini riguardanti la Formazione di Pantano (Rondelli, 2022a, Rondelli 2022b, Rondelli, 2023) sono stati presi in considerazione i dati disponibili sugli echinoidi conservati presso i Musei di Paleontologia dell'Università di Modena (MPUM) e dell'Università di Firenze (IGF), dove si trovano le collezioni Mazzetti e Manzoni. A tali dati sono state aggiunte, per ottenere un quadro più completo possibile, osservazioni dirette su alcuni affioramenti significativi ed effettuate durante i rilievi di natura lito-sedimentologica necessari alla realizzazione del corrente studio. Per quanto riguarda la classificazione degli echinoidi fossili, sarà utilizzato il modello proposto da Borghi (2020).

4. Analisi sedimentologica

Nelle aree oggetto di studio e nei differenti affioramenti studiati (Fig. 1) è stato possibile distinguere tre differenti tipologie di litofacies, che identificano altrettante tipiche caratteristiche sedimentologiche, paleontologiche ed ambientali.

4.1 Litofacies 1 (LTA)

La prima litofacies identificata (LTA) è osservabile presso Pavullo, principalmente nei pressi della rupe al di sopra della quale è stato edificato il Castello di Montecuccolo. Essa affiora con caratteristiche simili anche presso Montese, Maserno, Iola, Castel d'Aiano, Zocca, Montovolo e Monte Vigese ed è costituita da biocalcareniti e da areniti ibride da fini a molto grossolane (Fig. 2A) e localmente micro-conglomeratiche. In prossimità della transizione con il sottostante Membro di Sassoguidano, sono presenti orizzonti a stratificazione incrociata organizzati in intervalli da media a grande scala (Fig. 2D e 3F).

Presso la placca di Montese gli affioramenti più meridionali sono quelli ubicati presso Maserno, Montese e Iola. La litofacies è localmente costituita da un orizzonte basale formato da arenarie grossolane e micro conglomerati dallo spessore di circa 3 m. Questo orizzonte è particolarmente riconoscibile per la presenza di stratificazioni incrociate a grande scala. Le laminazioni sono organizzate secondo successioni laterali, sigmoidali, concave e tangenziali la cui regolarità è a volte interrotta da superfici di rielaborazione (Amorosi, 1991). Localmente sono state osservate unicamente laminazioni piano parallele come a Montese o Iola. Questi intervalli sono costituiti da glauconie e bioclasti, principalmente alghe calcaree visibilmente arrotondate (Fig. 2F) e frammenti di pectinidi sempre disarticolati, concentrati in tasche o allineati in livelli particolarmente grossolani.

Al di sopra di esso, con uno spessore di poche decine di metri, affiora un'alternanza di strati di arenarie glauconitiche a laminazione parallela o obliqua (Fig. 2C) e strati più siltitici (Fig. 2E). Verso l'alto stratigrafico la frazione arenitica decresce rapidamente conducendo poi alla transizione graduale, ma rapida, alla sovrastante Formazione di Cigarello. Allo stesso modo la bioturbazione aumenta verso l'alto stratigrafico, indicando una progressiva diminuzione di energia nell'ambiente di sedimentazione. Caratteristiche simili a quelle descritte per l'area attigua all'abitato di Montese sono state osservate anche presso Pavullo.

Spostandosi più a nord, quindi in un intervallo compreso tra Castel d'Aiano e Zocca, (LTA) è formata da arenarie glauconitiche medie e grossolane a stratificazione obliqua a media scala, con *set* spessi anche 50 cm (Fig. 2D). La litofacies 1 (LTA) è qui organizzata in corpi tabulari a granulometria decrescente verso l'alto stratigrafico; per poi passare alle siltiti o arenarie siltose massive di Litofacies 2 (LTB) (Fig. 3A). (LTA) si è rivelata stratigraficamente sottoposta a (LTB), oltre che lateralmente eteropica verso ovest.

I resti di echinoidi sono generalmente molto rari risultando costituiti principalmente da frammenti (Fig. 2B), spesso minuti, usurati e nella maggior parte dei casi non riconoscibili a causa della forte frammentazione. I bioclasti sono generalmente dispersi in maniera casuale all'interno degli strati, mostrando una forte disarticolazione, usura e frammentazione.

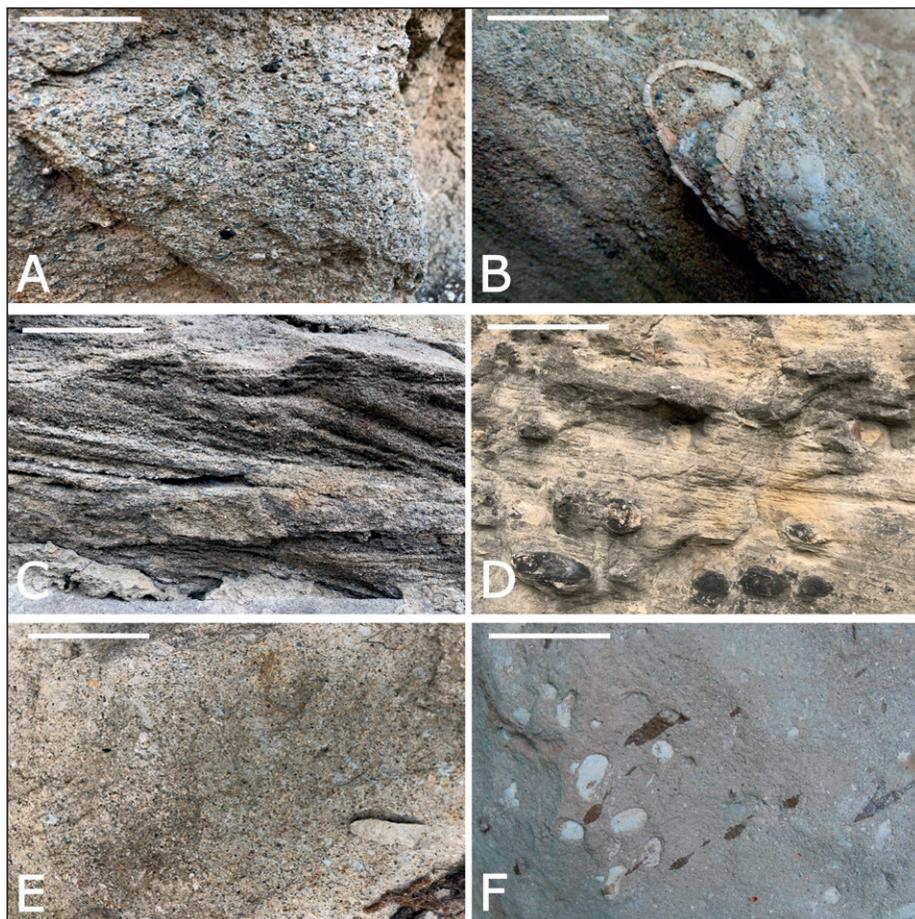


Fig. 2 – Alcune caratteristiche lito-sedimentologiche e paleontologiche tipiche del Membro di Montecuccolo: A) Particolare di uno strato arenitico a grana medio-grossolana (LTA) presso Pavullo, scala 1 cm; B) Esemplare di echinoide presso Maserno (LTA), scala 1 cm; C) Esempio di stratificazione incrociata a piccola scala (LTA) presso Montese, scala 1 cm; D) Esempio di stratificazione incrociata a grande scala (LTA) nei pressi di Lamae appena a sud di Zocca, scala 15 cm; E) Intervallo arenitico a grana medio-fine (LTA) nei pressi di Iola (Montese), scala 1 cm F) Resti di alghe calcaree (LTA) presso Maserno, scala 1 cm.

4.2 *Litofacies 2 (LTB)*

La seconda litofacies identificata (LTB) è costituita da strati da sottili a medi di arenarie finissime e siltiti marnose (Fig. 3A) bioturbate. Essa affiora principalmente presso Zocca, Monti della Riva, Serra dei Guidoni, Montalto e Semelano. La litofacies presso Zocca e Monti della Riva è costituita da alternanze di siltiti e arenarie siltose massive o stratificate. Localmente sono osservabili sottili orizzonti di arenarie medio fini con geometria generalmente sigmoidale, demarcati da coppie di veli pelitici.

Presso Serra dei Guidoni, Semelano e Montalto (LTB) si dimostra decisamente più spessa di (LTA), occupando gran parte della successione del Membro di Montecuccolo. In particolare negli affioramenti di Montalto e Semelano (LTB) ha uno spessore di una cinquantina di metri e si dimostra eteropia a Litofacies 1 (LTA) affiorante più a est verso Zocca (Amorosi, 1991). Essa è costituita da arenaria siltosa grigia estremamente bioturbata (Fig. 3B) organizzata in strati massivi e grigi a cui si alternano straterelli decimetrici di areniti fini. Dove la bioturbazione non è particolarmente sviluppata sono stati osservati sottili strati sabbiosi, gradati e spesso con base erosiva, all'interno dei quali sono presenti set di *ripples* simmetrici. Viceversa dove la bioturbazione è intensa l'arenaria assume un aspetto più omogeneo. Localmente è possibile osservare una fitta alternanza di straterelli di arenarie fini e siltose, a cui si intercalano sporadici strati di arenaria medio fine. Questi straterelli arenacei isolati tendono a scomparire verso l'alto stratigrafico.

I macrofossili nella litofacies sono estremamente rari risultando costituiti quasi esclusivamente da frammenti di teche di echinoidi, dispersi in maniera casuale all'interno dello strato. La bioturbazione è generalmente costituita da tracce di vermi limivori (Fig. 3B).

4.3 *Litofacies 3 (LTC)*

La terza litofacies osservata (LTC), affiora principalmente lungo il crinale di Serra dei Guidoni e stratigraficamente occupa la zona di "transizione" tra il Membro di Montecuccolo e il sottostante Membro di Sassoguidano. Corpi simili sono segnalati (Amorosi, 1991) unicamente in un piccolo affioramento, non molto distante da Serra dei Guidoni, presso Case Maserno. Le breccie marcano anche in questo caso la transizione tra Sassoguidano (LT1) e Montecuccolo (LTA). Spostandosi più a ovest, quindi presso Montese e Pavullo, il contatto tra il Membro di Sassoguidano (LT1 e LT4) e quello di Montecuccolo (LTA) è netto e non marcato dalla presenza di breccie (Rondelli, 2022a, 2023). Localmente presso Pavullo, e totalmente presso Montovolo e Monte Vigese, il Membro di Montecuccolo (LTA) poggia direttamente sulle sottostanti formazioni epiliguri. Il Membro di Sassoguidano è costituito, nella località di Serra dei Guidoni, dalla ritmica alternanza di strati limosi e strati più sabbiosi (LT2;

Rondelli, 2022a). In prossimità del passaggio con il membro di Montecuccolo, ancora all'interno del Membro di Sassoguidano, cominciano a comparire orizzonti arenacei a granulometria media, generalmente presenti nella porzione basale degli intervalli più sabbiosi (Fig. 4). Come sottolineato anche da precedenti autori (cfr. Manzoni, 1881), alcuni di questi intervalli sono costituiti

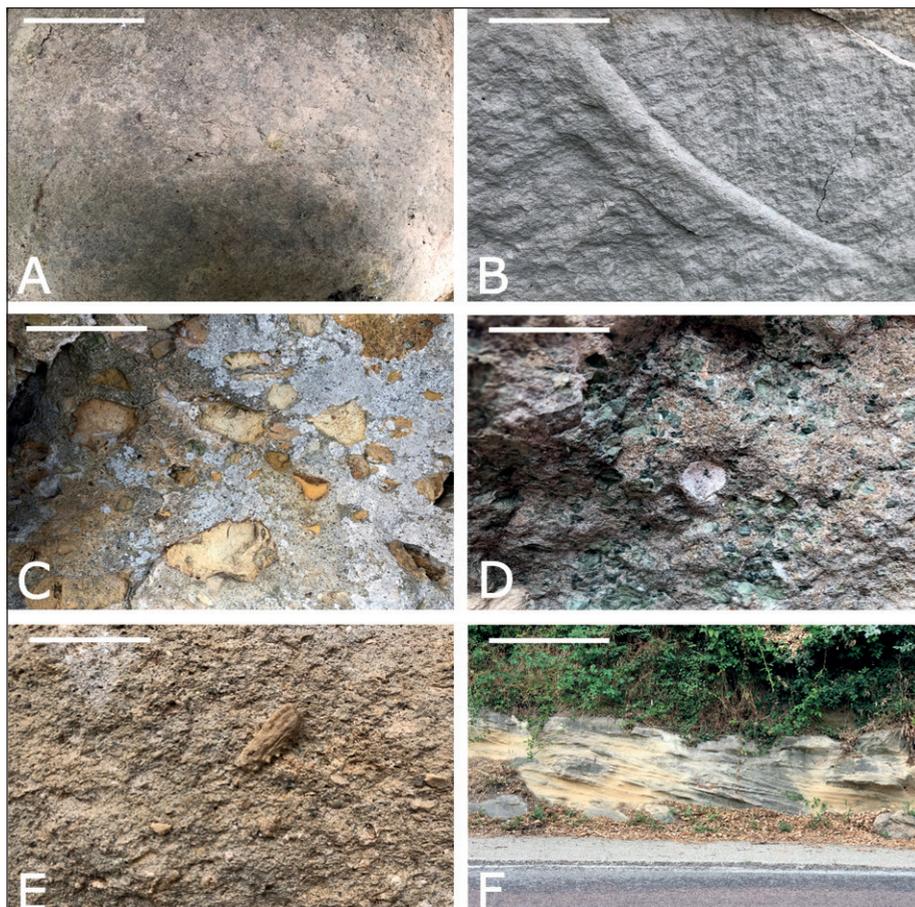


Fig. 3 – Alcune caratteristiche lito-sedimentologiche e paleontologiche tipiche del Membro di Montecuccolo: A) Esempio di areniti a grana fine (LTB) presso i Monti della Riva poco a nord di Zocca, scala 1 cm; B) Traccia fossile (LTB) presso i Monti della Riva poco a nord di Zocca, scala 1 cm; C) Breccia calcarea presso Serra dei Guidoni, scala 2 cm; D) Arenite grossolana con cristalli di glauconite presso Serra dei Guidoni. Al centro della foto è presente un frammento di bivalve (LTC), scala 1 cm; E) Arenite carbonatica a grana media con frammenti di alghe calcaree e radioli di echinoide (*Prionocidaris avenionensis*) (LTA) presso Serra dei Guidoni, scala 2 cm; F) Esempio di stratificazione incrociata a grande scala (LTA) nei pressi di Castel d'Aiano, scala 1 m.



Fig. 4 – Esempio di orizzonti grossolani, alternati a strati più fini, presenti nella porzione terminale del Membro di Sassoguidano (LT2) in prossimità con la transizione con il Membro di Montecuccolo; presso Serra dei Guidoni (A in figura corrisponde agli strati più grossolani mentre B ai più fini); scala 20 cm.

dall'accumulo di molteplici frammenti di spugna, radioli e frammenti di tette di echinoidi, pectinidi e ostreidi. Mano a mano che ci si avvicina al passaggio con il Membro di Montecuccolo lo spessore degli intervalli grossolani aumenta progressivamente, di pari passo con la diminuzione dello spessore degli intervalli fini. Il passaggio, netto, è marcato dalla presenza di uno spessore, di circa 4 m, di arenarie glauconitiche medie e grossolane, che passano verso l'alto a orizzonti costituiti da breccie grossolane a matrice sostenuta, poco selezionate, con clasti da millimetrici fino a centimetrici generalmente molto angolosi e caratterizzati da bassa sfericità (Fig. 3C). Lo strato basale, che marca la transizione al Membro di Montecuccolo, è caratterizzato dalla abbondante presenza di glauconite (Fig. 3D), generalmente presente con granuli millimetrici decisamente angolosi. I bioclasti contenuti all'interno di questi intervalli sono solitamente mal conservati e costituiti da resti di echinoidi frammentati e posizionati in modo del tutto casuale all'interno dello

strato. Agli echinoidi si associano generalmente frammenti di spugne silicee, coralli, rari gasteropodi e frammenti di piccoli pectinidi disarticolati. Verso l'alto stratigrafico, prima del passaggio alla Litofacies 2 (LTB) si assiste al graduale ma rapido passaggio a un intervallo, dello spessore di poco più di un metro, di arenarie calcaree ricche di radioli di echinoide (Fig. 3E), alghe calcaree e frammenti di spugne silicee. Tale intervallo è stato associato a Litofacies 1 (LTA/2).

5. Analisi paleontologica

5.1 Echinofauna

Gli echinoidi reperiti presso Pavullo, Montese, Iola, Maserno, Semelano (Stefanini, 1909) e conservati nelle collezioni museali delle Università di Modena e Firenze (Tab. 1), sono caratterizzati dalla predominanza di echinoidi irregolari dell'ordine Cassiduloidea e dell'ordine Spatangoida. A testimonianza della rarità dei ritrovamenti all'interno del Membro di Montecuccolo, le segnalazioni ottocentesche e del primo Novecento (Stefanini, 1909) riguardano anche solo campioni unici per le varie località. Tale caratteristica è confermata anche dalle osservazioni in affioramento.

L'ordine Cassiduloidea è rappresentato in prevalenza da *Echinolampas manzonii* (Pomel, 1883) per l'area di Maserno e Pavullo. L'ordine Spatangoida è documentato da esemplari riconducibili al genere *Sardospatangus* (Stara *et al.*, 2018). Presenti sono anche esemplari appartenenti al genere *Schizaster*. Come per note affini (Rondelli, 2022a, 2022b, 2023) sono segnalate, per il genere *Schizaster*, le tre specie identificate da Borghi (2020), comuni nei giacimenti coevi dell'areale mediterraneo.

Sporadicamente presente è anche *Toxopatagus italicus* (Manzoni & Mazzetti, 1878). Gli echinoidi regolari sono estremamente rari all'interno del membro, rappresentati unicamente da spine isolate di *Prionocidaris avenionensis* (Des Moulins, 1837).

Le associazioni echinologiche identificate si sono rivelate estremamente poco abbondanti, spesso in pessimo stato di conservazione, ma chiaramente distinte all'interno delle tre litofacies identificate.

All'interno di (LTA) l'associazione risulta costituita principalmente da rari echinoidi quali: *Sardospatangus* spp. e meno comuni *Echinolampas manzonii*. All'interno di (LTB) l'associazione è costituita principalmente da echinoidi estremamente rari e sporadici come: *Sardospatangus* spp. e *Schizaster* sp. All'interno di (LTC) gli echinoidi sono quasi esclusivamente rappresentati da *Echinolampas manzonii*.

Tab. 1 – Echinoidi rinvenuti e identificati nel Membro di Montecuccolo (PAT 2) tra Appennino modenese e bolognese.

Echinidi identificati	Autori della classificazione *	Altre classificazioni **	Associazione di appartenenza ***
<i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883)	Kroh (2005)	<i>Echinolampas depressa</i> - Manzoni (1880, 1881) <i>Echinolampas depressus</i> - Mazzetti (1882) <i>Echinolampas angulatus</i> - Stefanini (1908a) <i>Echinolampas hemisphaericus</i> - Manzoni (1881) <i>Echinolampas hemisphericus</i> - Mazzetti (1882) <i>Echinolampas hemisphaerica</i> - Kroh (2005)	A-C
<i>Sardospatangus</i> spp.	Stefanini (1908), Philippe (1998), Stara <i>et al.</i> (2018) Borghi (2020)	<i>Sardospatangus delphinus</i> - DeFrance (1827) <i>Spatangus chitonosus</i> - Manzoni (1879) <i>Spatangus hemiornatus</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus discoidalis</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus semelanensis</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus podex</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus corsicus</i> n. sp. - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus corsicus</i> - Stefanini (1908a) <i>Spatangus aequidilatatus</i> - Mazzetti (1881) <i>Spatangus brissoides</i> - Mazzetti & Pantanelli (1885) <i>Spatangus aequidilatatus</i> - Stefanini (1908a)	A-B A-B
<i>Schizaster</i> sp.	Kroh (2005) Borghi (2020) Kroh (2005), Smith & Kroh (2011)	<i>Schizaster eurynotus</i> - Stefanini (1909) <i>Schizaster leithanus</i> - Coppi (1884) <i>Ova karreri</i> - Laube (1869) <i>Schizaster melitensis</i> - Stefanini (1909) <i>Opissaster cotteauui</i> - Wright (1855) <i>Hemiaster cotteauui</i> - Mazzetti (1882) <i>Trachyaster Lovisatoi</i> - Stefanini (1909)	B B B
<i>Prionocidaris avenionensis</i> (Des Moulins, 1837)	Borghi & Stara (2016)	<i>Cidaris avenionensis</i> - Manzoni (1873) <i>Cidaris stemmacantha</i> - Mazzetti (1881) <i>Cidaris avenionensis</i> - Stefanini (1908a)	A-C
<i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878)	Borghi (2020)	<i>Hemipneustes italicus</i> - Manzoni & Mazzetti (1877)	B
<i>Faorina maullui</i> (Stara & Borghi, 2012)	Stara & Borghi (2012)	<i>Pericosmus callosus</i> (pars) - Manzoni (1879) <i>Pericosmus orbigny</i> (pars) - Stefanini (1909)	C

* L'autore indicato è colui che ha affermato che i taxa nella colonna a destra corrispondono alle specie indicate nella prima colonna.

** Le classificazioni non rappresentano l'autore della specie bensì l'autore della segnalazione nella Formazione di Pantano. Nella terza colonna sono indicate in grassetto le specie riconosciute da Borghi (2020).

*** LTA; LTB; LTC.

6. Analisi paleoambientale

Come già proposto in note affini riguardanti la Formazione di Pantano (Borghi, 2020; Rondelli 2022a, 2022b, 2023) saranno utilizzati studi recenti riguardanti macrofaune del Miocene dell'area mediterranea (Smith, 1978, 1980; Philippe, 1998; Kroh, 2002, 2005; Smith & Stockley, 2005; Kroh & Menkveld, 2006; Smith & Gale, 2009; Stara *et al.*, 2016; Mancosu & Nebelsick, 2016) per interpretare il significato paleoecologico degli echinoidi fossili. In particolare l'interpretazione paleoecologica delle litofacies, identificate sulla base degli echinoidi fossili, verrà fatta sulla base del modello proposto da Mancosu & Nebelsick (2016).

6.1 Litofacies 1 (LTA)

All'interno di questa litofacies l'associazione echinologica è costituita (Fig. 5) da non comuni esemplari di *Sardospatangus* spp. e *Echinolampas manzonii*. L'assenza di substrati duri negli ambienti originari è suggerita dall'assenza di briozoi e dalla sporadica presenza di alghe calcaree, comunque sempre fortemente rimaneggiate e dalla forma spesso arrotondata in conseguenza del lungo trasporto patito (Fig. 2F). Le caratteristiche osservate sui bioclasti come valve di pectinidi sempre disarticolate, alghe calcaree chiaramente arrotondate e teche di echinoidi decisamente usurate e frammentarie; suggeriscono che l'organismo ha subito un trasporto lungo e severo, imposto da condizioni di alta energia. A testimonianza di ciò in affioramento sono osservabili intervalli a stratificazione obliqua da media a grande scala. Queste strutture sono state ricondotte a *ripples*, *hummocky* e *cross bedding* (Amorosi, 1991).

Tali strutture sono indicative di un ambiente litoraneo in cui il processo sedimentario dominante era rappresentato dalla migrazione di dune sottomarine e *mega ripples*. Queste strutture possono essere generate, in ambienti di piattaforma, da correnti tidali o di tempesta. L'associazione di stratificazioni sigmoidali a ben determinate strutture sedimentarie hanno permesso di ricondurre (Amorosi, 1991) queste strutture come generate da correnti tidali. Le stratificazioni osservate sono state inoltre associate a cicli di marea (Amorosi, 1991). L'osservazione di drappaggi argillosi tra i *set* di lamine oblique indica condizioni di energia variabile in cui avveniva decantazione nelle pause tra gli eventi ad alta energia. Condizioni più prossimali sono state osservate in particolare presso Maserno, dove, l'esclusiva presenza di materiale a grana media o grossolana, l'assenza di bioturbazione, la concentrazione di materiale conchigliare e la bi-direzionalità delle laminazioni a grande scala è stata interpretata come indicativa della presenza di canali tidali (Amorosi, 1991). Dal punto di vista sedimentologico la Litofacies 1 mostra alcune caratteristiche comuni alla litofacies già descritta presso Pavullo (LT4 - Rondelli, 2023); appartenente al sottostante Membro di Sassoguidano. Essa condivide con (LTA) la presenza di echinoidi come *Sardospatangus* e

Echinolampas, ma si distingue per la presenza di *Schizaster*. Tale echinoide è tipico di ambienti sublitorali A1, A5, A7 e ricorrente fino al litorale esterno in condizioni di moderata energia A2 (Mancosu & Nebelsick, 2016). Questa differenza permette di affermare che la Litofacies 1 (LTA) mostra caratteristiche ancora più litorali rispetto a (LT4) che gli è stratigraficamente sottostante in quanto appartenente al Membro di Sassoguidano. L'andamento descritto è peraltro coerente con quello trasgressivo ipotizzato per la porzione inferiore della Formazione di Pantano (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b). L'associazione descritta per la Litofacies 1 è dunque compatibile con la facies A3 (Mancosu & Nebelsick, 2016), descrivente un ambiente litorale interno da alta a moderata energia, eccezion fatta per l'assenza di *Clypeaster*. L'assenza di questo echinoide, comunemente presente in facies litorali interne tipo A4 o A3 (Mancosu & Nebelsick, 2016), dovrebbe porre l'ambiente in condizioni litoranee esterne A6; contraddistinte da moderata energia.

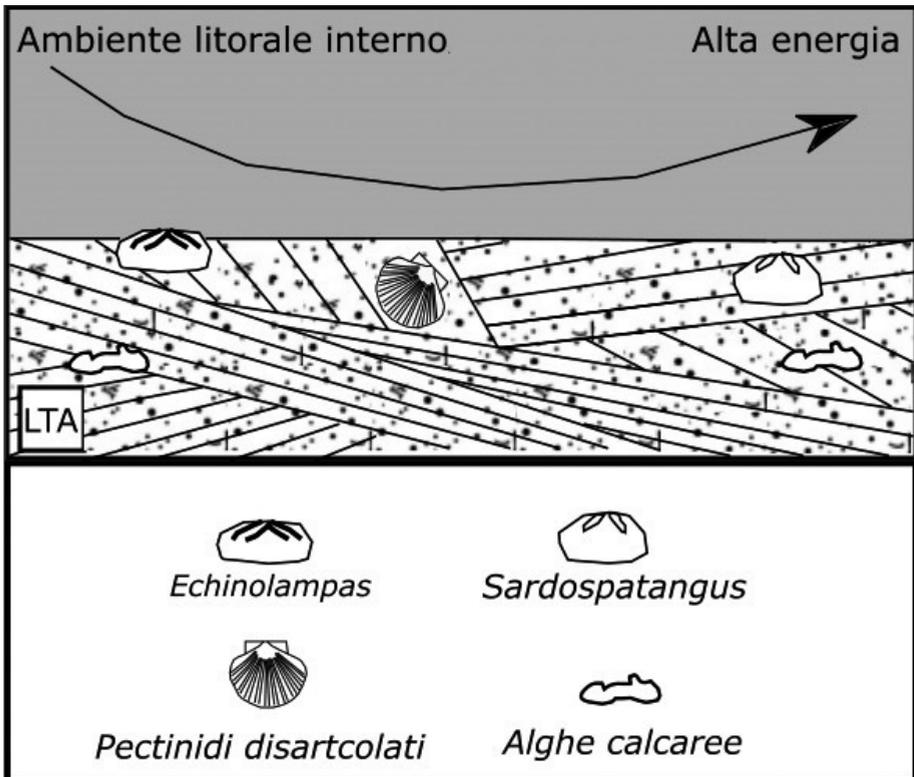


Fig. 5 – Schema paleoambientale relativo alla Litofacies 1 (LTA). La freccia in figura rappresenta condizioni di alta energia all'interno dell'ambiente di sedimentazione, riconducibili al moto ondoso.

Le caratteristiche sedimentologiche, precedentemente discusse, suggeriscono però al contrario, l'appartenenza ad un ambiente litorale interno stabilmente sotto l'effetto del moto ondoso o comunque in condizioni di alta energia. La stessa dinamica, data dalla singolare assenza di *Clypeaster*, è stata notata anche per il sottostante Membro di Sassoguidano che presenta, per Montese e in particolare per la zona di Pavullo, facies litorali esterne (LT1-LT4) a moderata e alta energia (Rondelli, 2022a, 2023).

L'assenza generale di esemplari appartenenti ai generi *Clypeaster* e *Scutella*, che spessissimo si associano nei giacimenti miocenici litoranei del Mediterraneo, in comunità decisamente numerose, era già stata notata da Mazzetti (1882) che scriveva: «*La fauna echinodermica di Montese è dunque una fauna interamente miocenica. È però singolare che tra tanti individui componenti questa stessa fauna, non se ne conti uno solo che rappresenti in essa i due generi Clypeaster e Scutella che sono pur anche cotesti fra gli echinidi eminentemente caratteristici del Miocene medio*». La pressoché assenza di tali generi, normalmente comuni nei depositi più litoranei, anche nel momento di massima regressione, rappresentato nella Formazione di Pantano dalla parte basale del Membro di Montecuccolo, sembrerebbe suggerire che l'Appennino modenese/bolognese non sia mai giunto a condizioni francamente litorali da permettere la presenza degli echinoidi tipici dei depositi miocenici più superficiali. Tale affermazione è supportata dal fatto che i rapporti osservati in affioramento (cfr. Cap. 7) unitamente alle caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche osservate, hanno permesso di associare (LTA) alla porzione inferiore, più grossolana e superficiale del Membro di Montecuccolo.

Risulta però assai inverosimile immaginare una catena appenninica, già parzialmente emersa durante il Miocene, priva di una linea di costa e quindi di ambienti litorali interni. Una prima ipotesi per spiegare la mancanza di depositi rappresentanti tali ambienti può quindi essere messa in relazione con fenomeni erosivi occorsi durante il sollevamento recente post-Messiniano della catena, che avrebbero asportato tali facies.

Una seconda ipotesi può invece riguardare le condizioni paleoambientali del Miocene medio, che potrebbero aver giocato un ruolo fondamentale riguardo la rimarchevole scarsità di Clypeasteroidi nell'area di studio.

Durante il Miocene molteplici generi di Clypeasteroidi vivevano infatti nel bacino del proto Mediterraneo come: *Sismondia* Desor, 1857, *Clypeaster* Lamark, 1801, *Scutella* Lamark, 1816, *Parascutella* Durham, 1953 e *Amphiope* L. Agassiz, 1840 (Cottreau, 1914; Smith & Kroh, 2011); ma solo alcuni di essi, tra cui *Clypeaster*, sopravvissero fino al Pliocene (Cotteau *et al.*, 1876-1891; Giannini, 1957).

La ragione di tale declino è da ricercarsi in variazioni climatiche occorse a partire dalla metà del Miocene. Dopo l'optimum climatico del Miocene medio

iniziò infatti, durante il Langhiano, un progressivo raffreddamento delle acque superficiali (Shevenell *et al.*, 2004), che innescò il declino di molti Clypeasteroidi, in particolare *Parascutella* e *Amphiope* (Stara & Rozzi, 2014). Le prime tracce di Clypeasteroidi, in Italia, provengono da zone comprese tra Piemonte, Liguria e altre località dell'arco alpino in rocce datate al Rupeliano (Oligocene). Tali organismi espanderono poi il loro areale andando in seguito a colonizzare il Bacino Sardo-Provenzale e, attraverso il corridoio di Val Bormida, la Paratetide. Tra l'Aquitaniense e il Burdigaliano si assistette a una grande espansione del gruppo, soprattutto in Sardegna, Spagna, Provenza e nel Bacino Pannonico. Con il passaggio al Langhiano si assistette alla colonizzazione di rare aree sul lato tirrenico dell'Appennino, in Toscana. La variazione climatica iniziata durante il Langhiano generò però una contrazione delle popolazioni e una loro progressiva migrazione verso sud. Tra il Serravalliano e il Tortonianense le uniche popolazioni rimaste erano infatti quelle presenti nella porzione meridionale di Spagna e Sardegna assieme a alcune stazioni in Basilicata, Calabria e Sicilia (Stara & Rozzi, 2014).

Il modello elaborato da Mancosu & Nebelsick (2016), sul quale ci si è basati per l'interpretazione paleoambientale della Formazione di Pantano è stato elaborato su formazioni geologiche di età compresa tra Aquitaniense e Burdigaliano inferiore, affioranti in Sardegna. Esse non sono quindi perfettamente sincrone alla Formazione di Pantano datata tra Burdigaliano superiore e il Langhiano. Tra Aquitaniense e Burdigaliano, quindi nel periodo di massima dispersione dei Clypeasteroidi nell'area mediterranea, in Appennino Settentrionale era in corso la deposizione della Formazione di Antognola, contraddistinta da un ambiente profondo in cui avveniva la decantazione di argille pelagiche al di sopra della catena in sollevamento. Tale ambiente non era quindi idoneo per lo sviluppo dei Clypeasteroidi, affini ad ambienti litorali. Ambienti più idonei, seppur solo in alcune aree, cominciarono ad essere presenti unicamente con la Formazione di Pantano tra il Burdigaliano superiore e il Langhiano basale (Papani *et al.*, 1989). Tali ambienti avrebbero però avuto vita breve in quanto la Formazione di Pantano mostra un rapido sprofondamento, a scala regionale, con il definitivo passaggio alla Formazione di Cigarello depositatasi in condizioni decisamente profonde di piattaforma esterna (Roveri, 1966). La base della Formazione di Cigarello è infatti compresa tra la zona a *Praeorbulina glomerata s.l.* e la parte inferiore della zona a *Orbulina suturalis* – *Globorotalia peripheroronda* (Boni *et al.*, 1961; Borsetti *et al.*, 1984). Il resto dell'unità è stata datata intorno al limite Langhiano-Serravalliano nell'Appennino reggiano e parmense (Borsetti *et al.*, 1984), al Langhiano inferiore su gran parte dell'Appennino modenese (Amorosi *et al.*, 1996; Guerra, 1979; Panini *et al.*, 2002), e al Langhiano, sia inferiore che superiore (parte sommitale della subzona a *Praeorbulina glomerata sicana* o entro la successiva biozona a *Praeorbulina glomerata circularis* (Guerra, 1979)) nell'Appennino bolognese (Pieri, 1961; Bettelli *et al.*, 1989). È dunque

possibile ipotizzare che l'assenza dei Clypeasteroidi, nell'areale oggetto della corrente nota, sia da ricercare nella presenza di barriere ecologiche (catena appenninica già emersa e tratti di mare decisamente profondi) oltre a scarsa durata e presenza di ambienti idonei; unitamente alla progressiva contrazione delle popolazioni, iniziata proprio durante la deposizione della Formazione di Pantano, e successiva migrazione del gruppo verso sud occorsa tra Langhiano e Tortoniano. In tale scenario il gruppo dei Clypeasteroidi non sarebbe arrivato a colonizzare l'area dell'Appennino modenese e bolognese. Questa interpretazione potrebbe trovare supporto nel fatto che, dove presenti, questi echinoidi sono sempre ben rappresentati. Echinoidi come *Scutella* e *Amphiope* formano infatti comunità aggregate e molto dense in ambienti costieri caratterizzati da substrati molli; sia protetti che spazzati del moto ondoso, dove questi organismi vivono come semi infaunali (Seilacher, 1979; Telford & Mooi, 1987). *Clypeaster*, che nei depositi miocenici si associa spesso a *Scutella* e *Amphiope*, forma comunità meno dense di 27 individui per 100 m² o 2 individui per 1 m² (Kampfer & Ott, 1995; Nebelsick, 2008), generalmente su substrati molli, sia fini che grossolani (Mancosu & Nebelsick, 2017), principalmente nelle zone litorali più superficiali (Mortesen, 1948b, Edean & Pope, 1964; Serafy, 1970; Hopkins, 1988, Nebelsick, 1992a); potendo però, con poche specie, colonizzare fino all'ambiente sublitorale giungendo a profondità anche di 500 m (Mancosu & Nebelsick, 2017). Pare dunque assai improbabile che non sia rimasta alcuna traccia di queste popolazioni, considerando che nella Formazione di Pantano sono noti eventi di risedimentazione di materiale proveniente da ambienti più superficiali verso ambienti più profondi sublitorali, fino alla piattaforma esterna (Borghi, 2020; Rondelli, 2022a, 2022b). L'unica segnalazione per l'Appennino modenese di *Clypeaster* è peraltro quella di Mazzetti & Pantanelli (1884) riguardante un unico esemplare proveniente da Guiglia, dove affiora unicamente il Membro di Sassoguidano in facies profonda. Gli stessi Autori riportarono però che il fossile, oltre ad essere parziale, quasi completamente inglobato nella roccia e fortemente usurato, era mancante dei caratteri diagnostici utili per una certa determinazione e l'attribuzione è stata fatta con grande dubbio e incertezza. La segnalazione non fu più ripresa dalla successiva revisione sugli echinoidi dell'Appennino emiliano di Stefanini (1909) in luce dello scarsissimo grado di conservazione dell'echinoide, e la grande incertezza sulla sua attribuzione a *C. intermedius*. Borghi (2020) segnalò nuovamente il ritrovamento assegnandolo a *Clypeaster* sp.

Altro supporto a questa seconda ipotesi viene dal fatto che Amorosi (1991) identificò gli intervalli a stratificazione incrociata a grande scala come appartenenti ad un ambiente di spiaggia interna in facies di battigia. Le caratteristiche differenti che (LTA) mostra spostandosi progressivamente dall'area di Montese e Maserno a quelle più a nord, con limite settentrionale ubicato appena a sud di Zocca, erano peraltro state interpretate (Amorosi, 1991) come

rappresentative di un ambiente litoraneo che degradava da sud a nord verso ambienti più profondi; con la transizione da un ambiente contraddistinto da canali tidali (Montese-Maserno) a uno leggermente più profondo (Castel d'Aiano-Zocca) caratterizzato dalla migrazioni di *mega ripples* e *sandwave* in ambiente subtidale. In questa seconda ipotesi dunque i depositi corrispondenti a (LTA) rappresenterebbero le litofacies di ambiente litorale interno più superficiali. In tutta l'area investigata (LTA) mostra verso l'alto stratigrafico un andamento trasgressivo con il passaggio ad un ambiente litorale progressivamente sempre più profondo. Questo *trend* è testimoniato, nelle aree di Montese e Pavullo nel Frignano, dalla progressiva diminuzione della granulometria, scomparsa delle strutture sedimentarie legate al moto ondoso e dall'aumento della bioturbazione. Nei dintorni di Zocca (LTA) passa a (LTB) dimostrando, anche per queste aree, un andamento trasgressivo.

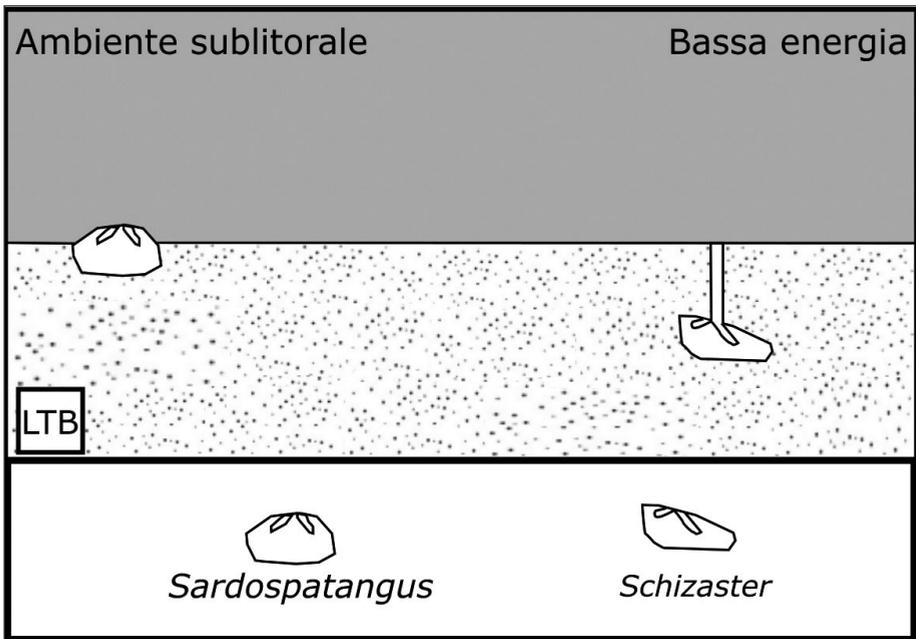


Fig. 6 – Schema paleoambientale relativo alla Litofacies 2 (LTB).

6.2 Litofacies 2 (LTB)

La litofacies, costituita come detto da arenarie calcaree fini, è caratterizzata dalla non comune presenza di spatangoidi, in particolare *Sardospatangus* spp. e *Schizaster* sp. Gli spatangoidi sono prevalentemente echinoidi infaunali, che

scavano a varie profondità in diversi tipi di sedimenti, dagli ambienti litorali a quelli abissali (Stockley *et al.*, 2005). L'ambiente deposizionale identificato da quest'associazione, caratterizzata da una bassa diversità tassonomica di echinoidi, è un ambiente sublitorale esterno (Fig. 6) contraddistinto da bassa energia. Questa litofacies occupa da un punto di vista stratigrafico (Fig. 9) la porzione superiore del Membro di Montecuccolo, come si evince dai suoi rapporti osservati sul terreno con la Formazione di Cigarellino; nelle aree poste appena a nord di Montese e comprese tra Castel d'Aiano e Zocca. In queste aree tale litofacies rappresenta il progressivo annegamento, che conduce al passaggio (transazionale ma rapido) con la sovrastante Formazione di Cigarellino, del sistema subtidale rappresentato da (LTA) attraverso il passaggio all'ambiente sublitorale di (LTB). Discorso differente riguarda gli affioramenti di Semelano, Montalto e Serra dei Guidoni dove (LTB) costituisce la maggior parte della successione del Montecuccolo. Le caratteristiche sopra elencate permettono di associare tali aree sempre ad un ambiente sublitorale esterno, periodicamente turbato da correnti più intense come ad esempio correnti di tempesta. L'esistenza di queste correnti, che rielaboravano sabbie provenienti dall'ambiente litorale, è avvalorata dalla presenza di sporadiche strutture sedimentarie (*ripples*) contenute all'interno dei sottili intervalli sabbiosi. Verso l'alto stratigrafico tali fenomeni sembrano decisamente attenuarsi, con l'affermazione di un ambiente sublitorale più distale e meno soggetto a apporti provenienti dall'ambiente litoraneo. Tale andamento concorda con l'evoluzione di tipo trasgressivo descritta da precedenti studi riguardo il Membro di Montecuccolo (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002).

6.3 Litofacies 3 (LTC)

La litofacies è costituita da arenarie calcaree grossolane, ricche di granuli glauconitici, che verso l'alto passano a vere e proprie breccie. Le breccie sono oggetti geologici molto complessi da decifrare, esse possono infatti essersi formate *in situ*, oppure essere il risultato di un trasporto più limitato. Le caratteristiche osservate nell'affioramento, presente unicamente lungo la cresta della Serra dei Guidoni, evidenziano la presenza di una sorta di breccia matrice-sostenuta, con i clasti più grossolani poco selezionati ed angolosi. I bioclasti, generalmente dispersi in modo disorganizzato all'interno dell'intervallo e marcatamente usurati, sono costituiti principalmente da frammenti di echinoidi, coralli, gasteropodi, bivalvi e frammenti di spugne silicee. In particolare la presenza di echinoidi come *Echinolampas manzonii* ha permesso di affermare che la maggior parte dei bioclasti contenuti provengano da un ambiente litoraneo in cui tale echinoide si trova con frequenza più elevata (Kroh, 2005).

Nel complesso le varie caratteristiche osservate hanno permesso di associare tale deposito ad un flusso gravitativo caotico subacqueo. In particolare areniti grossolane e microconglomeratiche, all'interno delle quali sono presenti clasti a spigoli vivi grossolani, sono generalmente associate a depositi litoranei rimaneggiati in ambienti più profondi (Fig. 7). Questi depositi sono tipicamente bimodali, quindi caratterizzati da detrito silicoclastico extrabacinale; tendenzialmente arrotondato (carattere tipico di clasti che hanno subito un trasporto fluviale) e/o clasti glauconitici associati a clasti e bioclasti di origine intrabacinale (che non hanno subito un trasporto subaereo e quindi risultano spigolosi). Tali depositi sono solitamente rimaneggiamenti da aree costiere da flussi molto energetici come mareggiate o flussi gravitativi.

Nel deposito analizzato presso la Serra dei Guidoni gli strati particolarmente ricchi di glauconite indicano la presenza di una netta discontinuità stratigrafica, compatibile con la transizione tra il Membro di Montecuccolo e quello di Sassoguidano. Tale minerale è diagnostico di ambienti deposizionali caratterizzati da periodi di stasi della sedimentazione, presso la costa.

La natura non arrotondata dei clasti osservati all'interno delle arenarie grossolane e breccie di Serra dei Guidoni, fa propendere per un'origine intrabacinale. Essi hanno dunque subito un trasporto limitato, in condizioni non subaeree. È possibile dunque interpretare tali clasti come derivanti da crostoni carbonatici litoranei, tipo *hard ground* penecontemporanei, rotti e rielaborati in massa con i bioclasti, le areniti della matrice e la glauconite in un ambiente litorale esterno. L'esclusiva presenza nei livelli sommitali del Membro di Sassoguidano (LT2), unicamente nei pressi di Serra dei Guidoni (Fig. 4) e Santa Maria Villiana, di orizzonti di arenarie medie e grossolane, alternate a strati generalmente limo-sabbiosi, in prossimità delle sovrastanti arenarie grossolane ricche di glauconite e breccie (base del Membro di Montecuccolo) può dunque essere ricondotta alla presenza di flussi gravitativi, correnti di riflusso da mareggiate di forte intensità o piene fluviali che mobilizzavano depositi costieri, che già nelle ultime fasi di deposizione del Membro di Sassoguidano scendevano in un ambiente sublitorale interno (LT-2, Rondelli, 2022a). Presso Santa Maria Villiana il Membro di Montecuccolo non è affiorante; tuttavia è stato possibile osservare, talvolta con spessori maggiori, le medesime singolari alternanze ricche di bioclasti (echinoidi, molluschi, briozoi), sopra descritte per la località Serra dei Guidoni, poste nella porzione terminale del Membro di Sassoguidano. Forti somiglianze tra le due località, dalle quali derivano numerosi campioni conservati nelle collezioni storiche, erano peraltro già state osservate dagli autori ottocenteschi (Manzoni, 1881).

Questi fenomeni sono peraltro compatibili con l'analisi dell'echinofauna del Membro di Sassoguidano, affiorante unicamente in queste due località (LT2, Rondelli, 2022a) e che aveva messo in evidenza la presenza di associazioni

miste, afferenti sia ad ambienti litorali sia ad ambienti sublitorali. Tali associazione sarebbe dunque il risultato della discesa in ambiente sublitorale di materiale proveniente dall'ambiente litorale. La presenza di questi fenomeni è inoltre in grado di spiegare le scarse condizioni di conservazione degli echinoidi ivi rinvenuti; caratteristica già evidenziate dagli autori ottocenteschi (Mazzetti, 1882). Le caratteristiche del passaggio tra i due membri della Formazione di Pantano, nella zona compresa tra Santa Maria Villiana e Serra dei Guidoni, confermano l'ipotesi già proposta in passato (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2022; Panini *et al.*, 2002) e riproposta su più recenti studi basati sull'echinofauna (Rondelli, 2022a, 2023) che la parte superiore del Membro di Sassoguidano rappresenti un'evoluzione regressiva della sedimentazione, sempre più influenzata dall'apporto di materiali provenienti dalle aree costiere. L'acme regressivo è rappresentato dall'orizzonte basale del Membro di Montecuccolo, così fortemente caratterizzato dalla presenza di clasti di grossa taglia e scarsa rielaborazione dovuta ad un modesto trasporto (apporti intrabacinali di carbonati e glauconie penecontemporanei). Subito sopra a questi orizzonti che rappresentano la Litofacies 3 (LTC) si assiste ad un rapido passaggio alla Litofacies 2 (LTB) che rappresenta gran parte della successione afferente al Membro di Montecuccolo nell'area di Serra dei Guidoni. Questa transizione avviene attraverso un graduale, ma rapido, passaggio dalle breccie a arenarie calcaree medie contenenti alghe calcaree, frammenti di spugne silicee e radioli di echinoide (Fig. 3E). Tali caratteristiche permettono di porre questo limitato orizzonte, correlabile a (LTA), in condizioni litorali esterne. Viene dunque definita una nuova litofacies (LTA/2), che si differenzia da (LTA), molto più diffusa, per essersi depositata in condizioni più distali. Nell'area oggetto di studio non sono più osservabili corpi sedimentari costituiti da breccie che marcano la discontinuità tra il Membro di Sassoguidano e Montecuccolo; e nemmeno le singolari alternanze sopra descritte per il Membro di Sassoguidano. È quindi possibile ipotizzare che la deposizione di (LT2 - Sassoguidano) e (LTC - Montecuccolo), siano da ricondurre a peculiari condizioni locali che, per quest'area limitata, indicano un momento di forte instabilità sedimentaria (movimenti tettonici o abbassamento del livello marino) coincidente con la discontinuità stratigrafica (base di una nuova sequenza deposizionale) rappresentata dal passaggio tra il Membro di Sassoguidano e quello di Montecuccolo. Tale instabilità avrebbe generato la conseguente mobilizzazione di materiali da una piattaforma litoranea, probabilmente la piattaforma oggi rappresentata dalle aree di Pavullo, Montese e Castel d'Aiano (Rondelli, 2023) verso aree più profonde e sublitorali, affacciate verso la Valle del Fiume Reno, oggi rappresentate dall'area di Serra dei Guidoni e Santa Maria Villiana (cfr. Cap. 7).

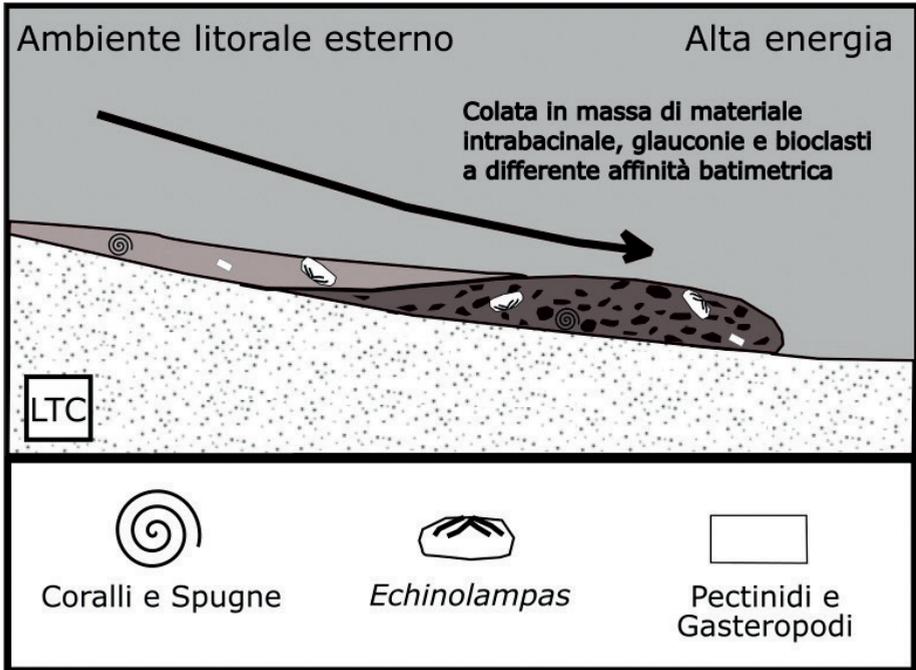


Fig. 7 – Schema paleoambientale relativo alla Litofacies 3 (LTC).

7. La distribuzione areale delle facies distinte su base litologica e paleontologica entro la Formazione di Pantano tra il Pavullese e la media Val Reno: considerazioni paleoambientali e paleogeografiche

Gli studi sulle echinofaune e sul contenuto fossilifero in generale riportati in questa nota e in altri lavori analoghi recenti (Rondelli, 2022a, 2023) permettono di proporre un quadro complessivo e relativamente dettagliato dello sviluppo stratigrafico dell'intera Formazione di Pantano affiorante tra la Val Panaro e la Val Reno. Come già ampiamente riportato nelle pagine precedenti, in questa zona essa presenta caratteristiche litologiche d'insieme che sono dominate da facies relativamente prossimali rispetto ad aree più settentrionali. Da tempo l'area è stata interamente suddivisa nei due membri di Sassoguidano e Montecuccolo. Questi membri furono distinti (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b, 1993; Amorosi *et al.*, 1996; Fregni & Panini, 1995; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002) sulle base delle caratteristiche lito/sedimentologiche, ma senza la possibilità di disporre di vincoli cronostatigrafici certi (dati biostratigrafici) per una correlazione tra i vari affioramenti che non fosse quella fisica sul terreno. Questa correlazione è peraltro, quasi ovunque, ostacolata dalla mancanza

di continuità degli affioramenti per erosione o a causa di una diffusa tettonica di tipo fragile che ha modificato gli originari rapporti tra corpi rocciosi. Risulta quindi complicato organizzare le litofacies distinte nell'ambito della formazione in uno schema spaziale e temporale dettagliato; tuttavia è possibile riassumere in un unico quadro sinottico (Fig. 8) il loro sviluppo verticale in alcune zone chiave lungo una trasversale a direzione appenninica a cavallo del Modenese e del Bolognese (Figg. 8 e 9). Per una più agevole lettura di questo quadro si riportano, di seguito (Tab. 2), le caratteristiche paleoambientali sintetiche delle litofacies distinte entro il Membro di Sassoguidano (LT 1-4), Montecuccolo (LTA; LTB; LTC) e la Formazione di Pantano indifferenziata (AS1; AS2). Si rimanda comunque ai precedenti lavori (Rondelli, 2022a, 2022b, 2023) per una loro definizione più completa e dettagliata.

Senza entrare nel dettaglio dei rapporti stratigrafici osservabili sul terreno tra le unità (litofacies) distinte su base lito-sedimentologica e paleontologica, si possono proporre alcune considerazioni generali di tipo paleogeografico e paleoambientale.

Le situazioni osservate nei differenti affioramenti studiati permettono di ipotizzare per l'area di Pavullo e per l'adiacente area di Montese, entrambe affacciate sulla valle del Fiume Panaro, condizioni di relativo alto strutturale locale. Si riscontra tuttavia una certa differenza tra le due zone: nel Pavullese si ha infatti, rispetto all'area di Montese-Castel d'Aiano, una minore batimetria con aree di piattaforma peri-continentale marcatamente sotto l'effetto del moto ondoso (LT4) già durante la deposizione del Membro di Sassoguidano. L'ambiente litorale a energia piuttosto elevata si sarebbe poi ampliato ed espanso a tutti i settori medio-appenninici modenese con il passaggio al sovrastante Membro di Montecuccolo (Litofacies 1, LTA), contraddistinto peraltro da una maggiore omogeneità di facies in entrambi gli areali. Spostandosi verso oriente, in corrispondenza della dorsale di Serra dei Guidoni e Santa Maria Villiana, si ha l'esclusiva presenza della Litofacies (LT2), caratterizzata dalla presenza di orizzonti grossolani risedimentati entro la parte sommitale del Membro di Sassoguidano; questa zona rappresenta un'area di raccordo riferibile a un paleoambiente sublitorale interno, compresa tra le aree più litorali e meno profonde di Montese-Castel d'Aiano e di Montovolo e Monte Vigese. In queste due ultime località la base della Formazione di Pantano è costituita però da facies decisamente prossimali che per le loro caratteristiche sono state attribuite al Membro di Montecuccolo, richiamando peraltro una situazione osservabile anche nell'area sudoccidentale del Pavullese (dorsale di Montecuccolo). Si pone quindi un problema di non semplice soluzione circa il significato e i rapporti tra i due membri che, in via teorica, potrebbero avere anche relazioni reciproche eteropiche, con successioni almeno parzialmente coeve, suggerendo transizioni laterali tra ambienti

litorali ad alta (Montecuccolo: litofacies LTA; Sassoguidano: litofacies LT4) e moderata (Sassoguidano: litofacies LT1) energia. Un'ipotesi alternativa (Amorosi, 1991, 1992, 1993) prevede invece che il contatto tra i due membri sia rappresentato ovunque da una superficie di discontinuità stratigrafica trasgressiva (*sensu* Haq *et al.*, 1988) sostanzialmente sincrona. In questo scenario la "mancanza" di successioni riferibili al Membro di Sassoguidano in posizione basale può essere imputata a un loro originario esiguo spessore, tale da impedirne l'osservazione in presenza di coperture superficiali estese e scarse esposizioni, o a veri e propri eventi erosivi (subaerei o sottomarini) miocenici. I rapporti stratigrafici invertiti tra i due membri (Fig. 8) come cartografati nell'area di Montovolo (Panini *et al.*, 2002) implicherebbero dunque, in questa seconda ipotesi, solo un'identità lito-sedimentologica, ma non cronostratigrafica, tra le successioni di questa località attribuite al Membro di Sassoguidano rispetto a quelle affioranti estesamente nel Pavullese orientale e sulla dorsale tra Panaro e Reno. La loro presenza al di sopra del Membro di Montecuccolo rappresenterebbe dunque uno stadio dell'evoluzione di tipo trasgressivo caratteristica della parte superiore della Formazione di Pantano. Le associazioni a echinoidi indicano peraltro una sostanziale corrispondenza in termini paleoambientali (ambiente sublitorale a bassa energia) tra le litofacies distinte nelle varie aree (Fig. 6) ed attribuite ai due membri (Montecuccolo, LTB; Sassoguidano, LT3).

Le peculiarità nella successione stratigrafica e nel contenuto fossilifero della zona di Serra dei Guidoni e S. Maria Villiana (Fig. 8), già segnalate per la porzione superiore del Membro di Sassoguidano (litofacies LT2), riguardano anche la parte basale del Membro di Montecuccolo caratterizzato da un orizzonte particolarmente grossolano e ricco di clasti glauconitici di origine intrabacinale (litofacies LTC) legato alla mobilizzazione, attraverso eventi ad energia piuttosto alta, di materiali costieri o litorali *s.s.* poi rideposto in zone più esterne a maggior batimetria. Una tale caratteristica ben si inquadrebbe nell'ipotesi di una base trasgressiva e discontinua del Membro di Montecuccolo, già peraltro ipotizzata in passato sulla base delle analisi di facies e del significato sedimentologico e stratigrafico degli orizzonti glauconitici nel quadro della ciclostratigrafia.

In termini generali le litofacies identificate per il Membro di Montecuccolo si sono rivelate più omogenee, ed estese su areali decisamente maggiori, rispetto a quelle descritte per il sottostante Membro di Sassoguidano. Il Membro di Montecuccolo nelle zone di Pavullo, Montese e Maserno risulta molto sviluppato con la presenza esclusiva della Litofacies 1 (LTA). La Litofacies 2 (LTB) mostra invece una distribuzione più ampia, rispetto alla prima, nelle località poste più ad est affacciate sulla Valle del Reno, come Serra dei Guidoni, e più a nord, come Zocca e Monte della Riva.

Tra Castel d'Aiano e Zocca, al di sopra di (LTA) comincia infatti a comparire la Litofacies 2 (LTB) (Fig. 9), con spessori sempre maggiori mano a mano che ci si sposta verso nord; con limite settentrionale identificato dai Monti della Riva. Oltre queste località, verso settentrione, terminano infatti gli affioramenti del membro e le caratteristiche delle successioni arenitiche mioceniche inferiori affioranti, sono attribuibili nel loro intero sviluppo stratigrafico al solo Membro di Sassoguidano. Sempre per le aree comprese tra Zocca e Castel d'Aiano il Membro di Montecuccolo mostra rapporti di eteropia laterale tra (LTA) e (LTB) affiorante presso Semelano e Montalto (Fig. 9). Per quest'area è possibile ipotizzare la presenza di un'area sublitorale posta ai margini della piattaforma litoranea di Montese e che si affacciava verso quella che oggi è la Valle del Panaro. A supporto di questa affermazione è l'analisi delle paleo correnti (Amorosi, 1991) che ha identificato, per gli affioramenti di Montalto e Semelano, un ambiente più profondo, sottocorrente ma periodicamente turbato da correnti di tempesta, in posizione laterale rispetto a quello della Litofacies 1 (LTA) affiorante più a sud tra Castel d'Aiano e Zocca. La condizione di alto relativo delle aree del Pavullese, di Montese-Castel d'Aiano e della zona di Montovolo e Monte Vigese, già descritta per il Membro di Sassoguidano, si mantiene sostanzialmente identica anche per il Membro di Montecuccolo. Le facies più prossimali di ambiente litorale degradano dunque progressivamente in direzione orientale verso ambienti più profondi rappresentati dagli affioramenti miocenici di Rocca di Roffeno, Cereglio e della media Val Reno. Allo stesso modo si osserva lo stesso andamento verso nord, dove le litofacies identificate mostrano una progressiva transizione da ambienti litoranei interni ad ambienti sublitorali per poi degradare ulteriormente, a nord dei Monti della Riva, verso depositi ancora più distali posti nell'area di Rocca Malatina e Guiglia.

8. Conclusioni

Il Membro di Montecuccolo della Formazione di Pantano, affiorante nel medio Appennino modenese e bolognese, si è rivelato piuttosto povero di resti fossili; tra questi si ritrovano sporadiche teche di echinoidi. La loro analisi sul terreno, aggiunta a una revisione di materiale museologico raccolto in passato, ha comunque permesso di riconoscere 3 distinte litofacies, contraddistinte da caratteristiche paleontologiche, sedimentologiche e litologiche tra loro abbastanza differenti. È stato possibile attribuire la prima di queste (Litofacies 1, LTA) a un ambiente litoraneo interno contraddistinto da relativa alta energia (Fig. 10). Un'altra litofacies (Litofacies 2, LTB) è invece riferibile a un ambiente compreso tra il sublitorale esterno e una piattaforma esterna (Fig. 10).

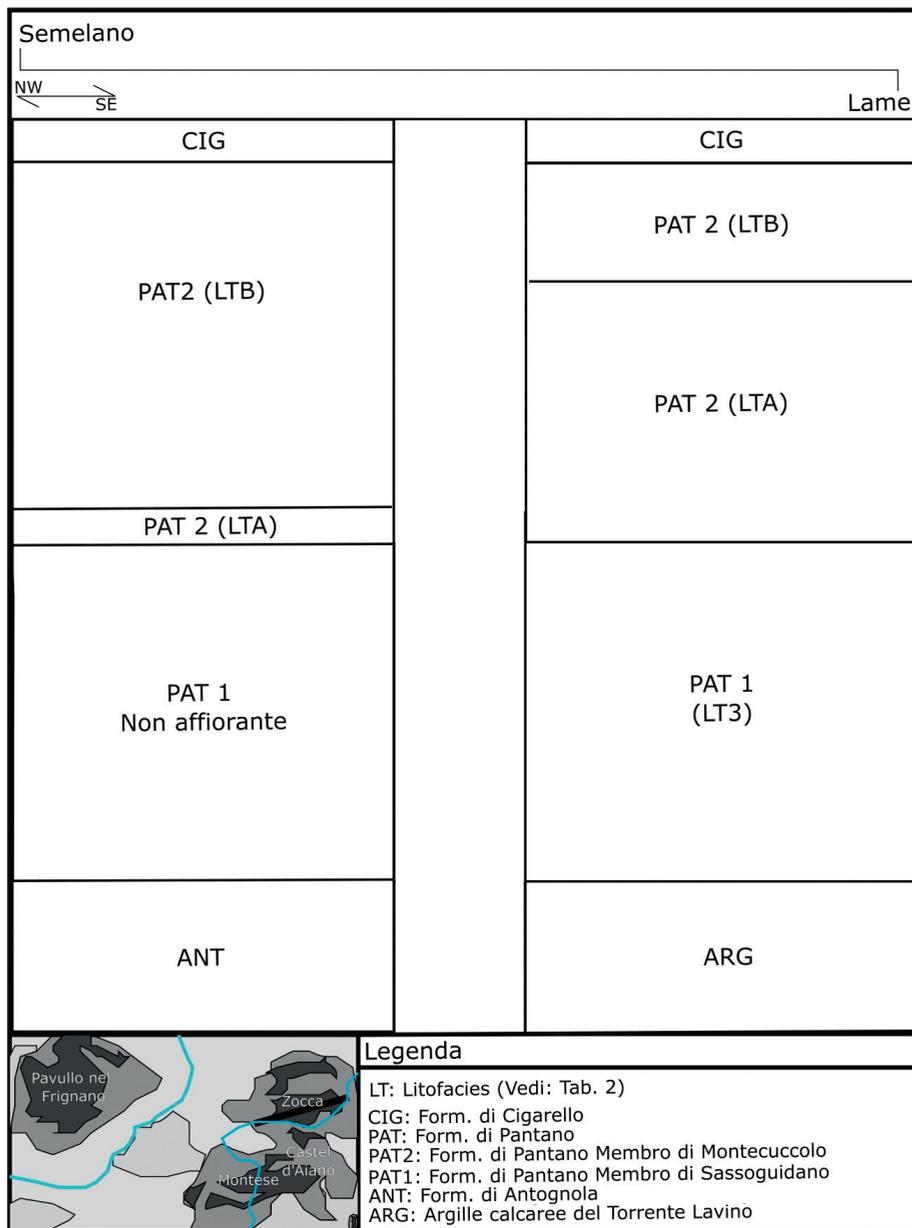


Fig. 9 – Ricostruzione schematica dei rapporti tra litofacies, definite sulla base delle associazioni a echinoidi, presenti tra Semelano e Lame (Zocca).

L'andamento stratigrafico verticale indicato dall'echinofauna e dalle caratteristiche lito-sedimentologiche generali è tipicamente trasgressivo, contraddistinto dal passaggio dalle litofacies più litoranee a quelle sublitoranee ed è coerente con quanto ipotizzato da precedenti studi (Amorosi, 1991). Le breccie e arenarie glauconitiche (Litofacies 3, LTC), identificate presso Serra dei Guidoni e marcanti la transizione tra Membro di Sassoguidano e quello di Montecuccolo nell'area a est di Montese, sono invece state associate a consistenti fenomeni di risedimentazione in massa di materiale proveniente da ambiente litorale o costiero (Fig. 10). Questi orizzonti possono essere messi in relazione con un aumento di energia ed instabilità (rielaborazione e trasporto da aree litorali da parte di correnti e/o movimenti gravitativi dopo periodi di bassa o nulla sedimentazione) connessa alla progressiva evoluzione regressiva, tipica del sottostante Membro di Sassoguidano, unitamente a peculiari condizioni locali. Tali fenomeni di risedimentazione, per la medesima area (Serra dei Guidoni e Santa Maria Villiana), sono già presenti anche nella porzione terminale del Membro di Sassoguidano sotto forma di orizzonti più grossolani ricchi di bioclasti come briozoi ed echinoidi.

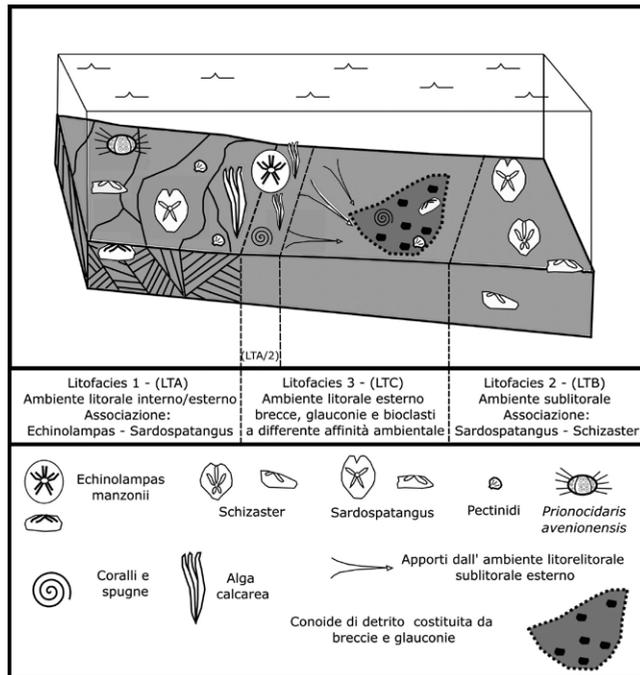


Fig. 10 – Litofacies identificate all'interno della Formazione di Pantano (Membro di Montecuccolo) elaborate sulla base del contenuto di echinoidi nell'Appennino modenese e bolognese.

Tab. 2 – Quadro riassuntivo delle litofacies a echinoidi definite (Rondelli, 2022a, 2022b, 2023). Sottolineati in tabella sono gli echinoidi presenti in maggior numero e quindi più significativi all'interno della litofacies.

*: incerta appartenenza dell'echinoide alla litofacies. Vengono aggiunti all'interno delle litofacies appartenenti al Membro di Sassoguidano (LT2) e (LT3) echinoidi a suo tempo esclusi (Rondelli, 2022a) per l'incertezza sull'appartenenza ad una litofacies piuttosto che a un'altra.

Litofacies	LT1	LT2	LT3	LT4
Membro	Sassoguidano	Sassoguidano	Sassoguidano	Sassoguidano
Litologia	Arenarie calcaree e calcareniti medie	Arenarie calcaree fini intercalate, verso l'alto stratigrafico, a arenarie medie e grossolane	Arenarie calcaree fini	Arenarie calcaree e calcareniti medie localmente con laminazioni incrociate a grande scala.
Echinofauna	<p><u><i>Hypsoclypus</i> sp.</u> <u><i>Echinolampas manzonii</i></u> (Pomel, 1883) <u><i>Sardospatangus</i> spp.</u> <u><i>Schizaster</i> sp.</u> <i>Faorina callosa</i> (Manzoni, 1879) <i>Schizobrissus cruciata</i> (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847) <i>Prionocidaris avenionensis</i> (Des Moulins, 1837) <i>Tylocidaris scarabellii</i> (Stefanini in Nelli, 1907) <i>Arbacina catenata</i> (Desor in Agassiz & Desor, 1846) <i>Studeria pantanellii</i> (Stefanini, 1908a) <i>Pliolampas vassalli</i> (Wright, 1855). <i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Lovenia anteroalta</i> (Gregory, 1891) <i>Tripneustes planus</i> (Agassiz in Agassiz & Desor, 1846) <i>Brissopsis crescenticus</i> (Wright, 1855)</p>	<p><u><i>Echinolampas manzonii</i></u> (Pomel, 1883) <u><i>Sardospatangus</i> spp.</u> <u><i>Schizaster</i> sp.</u> <u><i>Gregoryaster</i> sp.</u> (Lambert, 1907) <u><i>Hypsoclypus</i> sp.</u> <u><i>Schizobrissus cruciata</i></u> (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847) <u><i>Nudobrissus malatinus</i></u> (Mazzetti & Pantanelli, 1885) <u><i>Faorina callosa</i></u> (Manzoni, 1879) <i>Pericosmus latus</i> (Agassiz, 1840) <i>Brissopsis crescenticus</i> (Wright, 1855) <i>Ditremaster scillae</i> (Wright, 1855) <i>Tylocidaris scarabellii</i> (Stefanini in Nelli, 1907) <i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Arbacina catenata</i> (Desor in Agassiz & Desor, 1846) <i>Studeria pantanellii</i> (Stefanini, 1908a) <i>Pliolampas vassalli</i> (Wright, 1855) <i>Mariania stefaninii</i> (Stara et al., 2016) <i>Lovenia anteroalta</i> (Gregory, 1891) <i>Trachypatagus tuberculatus</i> (Wright, 1864) <i>Cyclaster</i> sp. (Cotteau in Leymerie & Cotteau, 1856) <i>Echinocyamus pseudopusillus</i> (Cotteau, 1895) <i>Echinolampas hemisphaerica</i>* (Lamarck, 1816)</p>	<p><u><i>Sardospatangus</i> spp.</u> <u><i>Schizaster</i> sp.</u> <u><i>Toxopatagus italicus</i></u> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Gregoryaster</i> sp. <i>Cidaris mazzettii</i> (Stefanini, 1908a) <i>Eupatagus pressus</i>* (Mazzetti & Pantanelli, 1887) <i>Heterobrissus montesi</i>* (Manzoni & Mazzetti, 1878)</p>	<p><u><i>Sardospatangus</i> spp.</u> <u><i>Schizaster</i> sp.</u> <i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883) <i>Schizobrissus cruciata</i> (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847) <i>Trachypatagus tuberculatus</i> (Wright, 1864)</p>

Altri organismi	Rari pectinidi e gasteropodi (cfr. Nelli, 1910) briozoi (<i>Cellepora</i> sp.) Alghe calcaree	Spugne: <i>Craticularia</i> sp. Briozoi: <i>Cellepora</i> sp. Brachiopode: <i>Terebratula sinuosa</i> <i>Amusium denudatum</i> (abbondante) Pectinidi vari (cfr. Nelli, 1910) Gasteropodi vari (cfr. Nelli, 1910) Rari ostreidi	<i>Amusium denudatum</i>	Rare alghe calcaree
Tracce fossili	<i>Chondrites</i> (Scarsa)	<i>Chondrites</i>	<i>Chondrites</i>	-
Paleoambiente	Ambiente litorale esterno a moderata energia	Ambiente sublitorale interno a moderata energia	Ambiente sublitorale a bassa energia	Ambiente litorale esterno ad alta energia

Litofacies	LTA	LTA/2	LTB	LTC
Membro	Montecuccolo	Montecuccolo	Montecuccolo	Montecuccolo
Litologia	Arenarie calcaree e calcareniti con laminazioni incrociate a media e grande scala.	Arenarie calcaree e calcareniti	Arenarie finissime e siltiti marnose bioturbate	Arenarie grossolane e breccie calcaree glauconitiche
Echinofauna	<i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883) <i>Sardospatangus spp.</i> <i>Prionocidaris avenionensis</i> (Des Moulins, 1837)	<i>Prionocidaris avenionensis</i> (Des Moulins, 1837)	<i>Sardospatangus spp.</i> <i>Schizaster sp.</i> <i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878)	<i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883) <i>Faorina maullui</i> (Stara & Borghi, 2012)
Altri organismi	Pectinidi vari disarticolati Alghe calcaree	Alghe calcaree Frammenti di spugne silicee	-	Coralli solitari Pectinidi vari Gasteropodi vari
Tracce fossili	-	-	<i>Chondrites</i>	-
Paleoambiente	Ambiente litorale interno ad alta energia	Ambiente litorale esterno	Ambiente sublitorale a bassa energia	Ambiente litorale esterno ad alta energia con rimaneggiamento di materiale litorale interno

Litofacies	AS1	AS2
Membro	F. di Pantano indif.	F. di Pantano indif.
Litologia	Ritmica alternanza di strati arenitici fini e siltitici con variabili quantità relative di arenaria, limo, pelite	Ritmica alternanza di strati arenitici fini e siltitici con variabili quantità relative di arenaria, limo, pelite
Echinofauna	<i>Mazettia pareti</i> (Manzoni, 1879) <i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Heterobrissus montesi</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Cidaris mazzettii</i> (Stefanini, 1908a) <i>Sardospatangus spp.</i> <i>Schizaster sp.</i> <i>Ditremaster scillae</i> (Wright, 1855) <i>Faorina callosa</i> (Manzoni, 1879) <i>Arbacina catenata</i> (Desor in Agassiz & Desor, 1846) <i>Histocidaris rosaria</i> (Bronn, 1831) <i>Brissopsis crescenticus</i> (Wright, 1855)	<i>Faorina callosa</i> (Manzoni, 1879) <i>Echinolampas manzonii</i> (Pomel, 1883) <i>Cidaris sahelensis</i> (Pomel, 1887) <i>Sardospatangus spp.</i> <i>Schizaster sp.</i> <i>Toxopatagus italicus</i> (Manzoni & Mazzetti, 1878) <i>Cidaris mazzettii</i> (Stefanini, 1908a)

Altri organismi	Coralli solitari (<i>Flabellum extensum</i>) Legni compenetrati da teredini <i>Eudolium</i> sp. <i>Aturia morrisii</i> <i>Solemya doderleini</i> <i>Gryphus rovasendianus Sphenarina</i> cf. <i>sicula</i> Colonie di picnodonti Rare vertebre di pesce	Spugne (<i>Craticularia</i> sp.) Colonie di picnodonti Brachiopodi e bivalvi vari
Tracce fossili	<i>Zoophycos</i> , <i>Chondrites</i>	<i>Chondrites</i>
Paleoambiente	Ambiente di piattaforma esterna	Ambiente sublitorale

Sulla base delle evidenze e delle analisi esposte in questa nota e in altre che hanno specificatamente riguardato il Membro di Sassoguidano (Rondelli, 2022a, 2023) viene sostanzialmente confermato e più dettagliatamente descritto un quadro paleogeografico relativo all'intera Formazione di Pantano che vede aree di piattaforma *s.l.* a modesta batimetria ubicate nel Pavullese, nella zona di Montese-Castel d'Aiano e nelle aree più meridionali del medio Appennino bolognese (Montovolo, Monte Vigese). Esse lasciano spazio ad ambienti progressivamente più profondi a mano a mano che ci si sposta verso nord e verso i settori ora occupati dalla media Val Reno ove compaiono anche facies di piattaforma esterna e di ambiente bacinale.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Lorenzo Carrozzi e Sergio Magnani per il supporto, per la grande conoscenza del territorio e per il confronto sempre utile e costruttivo. Ringrazio inoltre il Prof. Filippo Panini ed Enrico Borghi per la lettura critica del testo.

Bibliografia

- AMOROSI A., 1991 – *Analisi di facies e stratigrafia sequenziale della Formazione di Bismantova ad est del Fiume Panaro ("placca" di Zocca-Montese, Appennino bolognese)*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **52**(1-2), (1990), pp. 159-177.
- AMOROSI A., 1992a – *Stratigrafia e sedimentologia del Miocene epiligure tra le valli del Panaro e del Marecchia (Appennino settentrionale)*. Tesi di dottorato (inedita), Università di Bologna e Modena, 205 pp., Bibl. Naz. Roma e Firenze.
- AMOROSI A., 1992b – *Correlazioni stratigrafiche e sequenze deposizionale nel Miocene epiligure delle Formazioni di Bismantova, San Marino e M. Fumaiolo (Appennino settentrionale)*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **54**(1), pp. 95-105.
- AMOROSI A., 1993 – *Use of Glaucony for stratigraphic correlation: review and case histories*. *Giornale di Geologia*, ser. 3, **55**(1), pp. 117-137.
- AMOROSI A., COLALONGO M.L., VAIANI S.C., 1996 – *Revisione stratigrafica dell'Unità Bismantova (Miocene epiligure, Appennino settentrionale)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **115**, pp. 355-367.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., PANINI F. 1989 – *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguri dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **39** (1987), pp. 215-244, Roma.
- BETTELLI G., PANINI F., PIZZIOLLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FAZZINI P., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., MANTOVANI UGUZZONI M.P., BOSI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia*

- alla scala 1:50.000; Foglio n. 236 "Pavullo nel Frignano". Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- BONI A., BRAGA G., GELATI R., LAUERI S., PAPANI G., PETRUCCI F., VENZO S. 1971 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 72 "Fiorenzuola d'Arda"*. Serv. Geol. d'It., 93 pp., Roma.
- BORGHI E., 2012 – *Il genere Spatangus (Echinoidea) nel Langhiano dell'Appennino reggiano*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2010), pp. 43-61.
- BORGHI E., 2013 – *Il genere Mazettia (Maretiidae), un caratteristico echinoide del Miocene dell'Emilia-Romagna*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2012), pp. 9-20.
- BORGHI E., 2020 – *Gli echinoidi della Formazione di Pantano (Miocene medio-inferiore) dell'Emilia*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 30-48.
- BORGHI E., STARA P., 2016 – *I cidaroidi (Echinoidea) del Miocene inferiore-medio dell'Emilia-Romagna e di San Marino*. Parva Naturalia, **11**, pp. 13-45.
- BORGHI E., STARA P., 2020 – *Nudobrissus (Lambert, 1920), un raro echinoide del Miocene medio-inferiore dell'Emilia e della Sardegna*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 6-13.
- BORGHI E., CARROZZI L., RINALDI O., 2017 – *Tripneustes, un raro echinoide rinvenuto nel Miocene dell'Appennino reggiano*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2016), **12**, pp. 7-12.
- BORGHI E., MAGNANI S., 2020 – *Cidaridi completi (Echinoidea) con spine a ventaglio nel Miocene del Pescale (Modena)*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 22-29.
- BORGHI E., BATTILANI D., 2021 – *First record of the Cyclaster genus (Echinoidea) in the European Miocene*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **152**, pp. 73-80.
- BORSETTI A.M., CATI F., MAZZETTI R., SAVELLI C., TONI G., 1984 – *Le intercalazioni vulcanoclastiche in sedimenti oligo-miocenici dell'Appennino settentrionale e centrale (dati petrologici, K/Ar e micropaleontologici)*. Giornale di Geologia, **45**(2), pp. 159-198.
- COPPI F., 1884 – *Il Miocene medio nei colli modenesi; appendice alla paleontologia modenese*. Boll. R. Comitato Geologico d'Italia, **15**(5-6), pp. 171-201.
- COTTEAU G.H., PERON P., GAUTHIER V., 1876-1891 – *Échinides fossiles de l'Algérie*. Étage Miocène et Pliocène, **10**, 1891, 273 pp., Paris.
- COTTREAU J., 1914 – *Les échinides néogènes du Bassin méditerranéen*. Annales de l'Institut Océanographique, **6**, 193 pp.
- ELLERS O., TELFORD M., 1984 – *Collection of food by oral surface podia in the sand dollar, Echinarachnius parma (Lamarck)*. Biological Bulletin **166**, pp. 574-582.
- ENDEAN R., POPE E.C., 1964 – *Rediscovery of the echinoid Clypeaster tumidus (Tenison-Woods) and an emended description*. Records of the Australian Museum **26**, pp. 275-281.
- FREGNI P., PANINI F., 1995 – *Dati stratigrafici della Formazione di Cigarello (Gruppo di Bismantova), Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)*. "Scritti e documenti", Acc. Naz. Scienze, **14**, pp. 87-111.
- GIANNINI E., 1957 – *I fossili dell'arenaria di Manciano (Grosseto)*. Paleontografia Italiana, **51**, pp. 97-109.
- GUERRERA F., 1979 – *Stratigrafia e sedimentologia dei livelli "tripolacei" del Miocene inferiore-medio appenninico*. Boll. Serv. Geol. d'It., **99**, pp. 233-262.
- HAQ B.U., HARDENBOL J., VAIL P.R., 1988 – *Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change*. Exxon Production Research Company, P. O. Box 2189, Houston, Texas.
- HOPKINS T.S., 1988 – *A review of the distribution and proposed morphological groupings of extant species of the genus Clypeaster in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico*. In: R.D. Burke, P.V. Mladenov, P. Lambert & R.L. Parseley (eds.) "Echinoderm Biology: Proceedings of the 6th International Echinoderm Conference", pp. 337-345.
- KAMPFER S., OTT J., 1995 – *Nutrition and feeding preferences in the Caribbean echinoid Clypeaster rosaceus (Echinodermata: Echinoidea)*. In: A. Eleftherion, A.D. Ansell & C.J. Smith (eds.) "Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters", Proc. 28th European Marine Biology Symposium, pp. 309-313.
- KROH A., 2002 – *The echinodermata of the Langhian (Lower Badenian) of the Molasse Zone and the northern Vienna Basin (Austria)*. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, **104A**, pp. 155-183.
- KROH A., 2005 – *Catalogus Fossilium Austriae, Band 2, Echinoidea neogenica*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 210 pp., Wien.
- KROH A., MENKVELD U., 2006 – *Echinoids from the Belpberg Beds (Obere Meeresmolasse, Middle Burdigalian) in the area of Bern (Switzerland)*. Eclogae Geologicae Helvetiae, **99**, pp. 193-203, Birkhauser Verlag, Basel.
- LAUBE G.C., 1869 – *Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen*. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, **3**(9), pp. 182-184, Wien.

- LAURERI S., 1963 – *Nuovi echinoidi elveziani della media val d'Enza (Reggio Emilia)*. Boll. Soc. Geol. It., **81**(1), pp. 3-31, Roma.
- MANCOSU A., NEBELSICK J.H., 2016 – *Echinoid assemblages from the early Miocene of Funtanazza (Sardinia): a tool for reconstructing depositional environments along a shelf gradient*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **454**, pp. 139-160.
- MANZONI A., 1879 – *Gli echinodermi fossili dello Schlier delle colline di Bologna*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, **39**, pp. 149-164.
- MANZONI A., 1880 – *Echinodermi fossili della molassa serpentinoso e supplemento agli echinodermi dello Schlier delle colline di Bologna*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, **42**, pp. 185-190.
- MANZONI A., 1881 – *Spugne silicee della molassa miocenica del Bolognese*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Memorie, **5**(1), (1880), pp. 173-176, Firenze.
- MANZONI A., MAZZETTI G., 1878 – *Echinodermi nuovi della molassa miocenica di Montese nella provincia di Modena*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., **3**(2), pp. 350-356, Firenze.
- MAZZETTI G., 1872 – *Cenno intorno di fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **6**, pp. 1-12.
- MAZZETTI G., 1879 – *La molassa marnosa delle montagne modenese e reggiane e lo Schlier delle colline del Bolognese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **13**(1), pp. 1-22.
- MAZZETTI G., 1881a – *Echinodermi fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, serie 2, **15**, pp. 108-126.
- MAZZETTI G., 1881b – *Echinodermi fossili di Pantano*. Annuario Soc. Nat. in Modena, serie 2, **15**, pp. 127-129.
- MAZZETTI G., 1896 – *Catalogo degli Echinoidi fossili della collezione Mazzetti esistente nella Regia Università di Modena*. Memorie R. Accademia Scienze, Lettere e Arti, Modena, serie 2, **11**, pp. 409-461.
- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1885 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte prima*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **4**, pp. 58-96.
- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1887 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte seconda*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **6**, pp. 46-82.
- MORTENSEN T., 1948b – *A Monograph of the Echinoidea, IV, 2. Clypeasteroidea. Clypeasteridæ, Arachnoidæ, Fibulariidae, Laganidae and Scutellidae*. 471 pp.
- NEBELSICK J.H., 1992a – *Echinoid distribution by fragment identification in the Northern Bay of Safaga, Red Sea, Egypt*. Palaios, **7**, pp. 316-328.
- NEBELSICK, J.H., 2008 – *Taphonomy of irregular echinoid Clypeaster humilis from the Red Sea: implications for taxonomic resolution along taphonomic grades*. In: W.I. Ausich & G.D. Webster (eds.) "Echinoderm Paleobiology", pp. 115-128.
- PANINI F., BETTELLI G., PIZZIOLLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., BORSETTI M., MANTOVANI UGUZZONI M. P., BASOLI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000; Foglio n. 237 "Sasso Marconi"*. Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- PAPANI G., TELLINI C., TORELLI L., VERNIA L., IACCARINO S., 1989 – *Nuovi dati stratigrafici e strutturali sulla Formazione di Bismantova nella "sinclinale" Vetto-Carpineti (Appennino reggiano-parmense)*. Mem. Soc. Geol. It., **39**, pp. 245-275.
- PHILIPPE M., 1998 – *Les échinides miocènes du bassin du Rhône : révision systématique*. Nouvelles Archives Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, **36**, 441 pp., Lyon.
- PIERI M., 1961 – *Nota introduttiva al rilevamento del versante appenninico padano eseguito nel 1955-59 dai geologi dell'AGIP Mineraria*. Boll. Soc. Geol. d'It., **80**, pp. 1-34.
- POMEL A., 1883 – *Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie. Zoophytes. 2e fasc.: Echinodermes*, Adolphe Jourdan, 344 pp., Alger.
- RONDELLI R., 2022a – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) nei pressi di Montese tra Appennino modenese e bolognese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 67-88.
- RONDELLI R., 2022b – *Paleoecologia della Formazione di Pantano, medio Appennino modenese tra le valli del Fiume Secchia e del Torrente Tiepido*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 99-126.
- RONDELLI R., 2023 – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) presso Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **154** (questo volume).
- ROVERI E. 1966 – *Geologia della sinclinale Vetto-Carpineti (Reggio Emilia)*. Mem. Soc. Geol. d'It., **5**, pp. 241-267.
- SEILACHER A., 1979 – *Constructional morphology of sand dollars*. Palaeobiology **5**, pp. 191-222.

- SERAFY D.K., 1970 – *A new species of Clypeaster from the Gulf and Caribbean and a key to the species in the tropical Northwestern Atlantic (Echinodermata: Echinoidea)*. Bulletin of Marine Science, **20**, pp. 662-677.
- SHEVENELL A.E., KENNET J.P., LEA D.W., 2004 – *Middle Miocene Southern Ocean Cooling and Antarctic Cryosphere Expansion*. Science, **305**, pp. 1766-1770.
- SMITH A.B., 1978 – *A functional classification of the coronal pores of regular echinoids*. Palaeontology, **21**(4), pp. 759-789.
- SMITH A.B., 1980 – *The structure, function, and evolution of tube feet and ambulacral pores in irregular echinoids*. Palaeontology, **23**(1), pp. 39-83.
- SMITH A.B., STOCKLEY C.W., 2005 – *Fasciole pathways in spatangoid echinoids: a new source of phylogenetically informative characters*. Zoological Journal of the Linnaean Society, **144**, pp. 15-35.
- SMITH A.B., GALE A., 2009 – *The pre-Messinian deep-sea Neogene echinoid fauna of the Mediterranean: surface productivity controls and biogeographical relationships*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **281**, pp. 115-125.
- SMITH A.B., KROH A. (eds.), 2011 – *The Echinoid Directory*. World Wide Web electronic publication, <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory> [accessed 05.02.2019].
- STARA P., BORGHI E., KROH A., 2016 – *Revision of the genus Mariania (Echinoidea) with the description of two new species from the Miocene of Italy*. Bulletin of Geosciences, **91**(1), pp. 65-88.
- STARA P., CHERBONNIER S., BORGHI E., 2018 – *Redefinition of Prospatangus thieri Lambert, 1909 (Echinoidea, Spatangoida), in Sardospatangus nov. gen. with two new species from Sardinia, Italy*. Annales de Paléontologie, **104**, pp. 309-327.
- STARA P., RIZZO R., 2014 – *Paleogeography and diffusion of astrichypeids (Echinoidea Clypeasteroidea) from Proto-Mediterranean basins*. Biodiversity Journal, **5**(2), pp. 233-244.
- STEFANINI G., 1908a – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte prima)*. Palaeontographia Italica, **14**, pp. 65-119, Pisa.
- STEFANINI G., 1908b – *Echinoidi miocenici di Malta esistenti nel Museo di Geologia di Firenze*. Boll. Soc. Geol. It., **27**, pp. 435-483, Roma.
- STEFANINI G., 1909 – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte seconda)*. Palaeontographia Italica, **15**, pp. 57-114, Pisa.
- STOCKLEY B., SMITH A.B., LITTLEWOOD T., LESSIOS H.A., MACKENZIE-DODDS J.A., 2005 – *Phylogenetic relationships of Spatangoid sea urchins (Echinoidea): taxon sampling density and congruence between morphological and molecular estimates*. Zool. Scr., **34**, pp. 447-468.
- TELFORD M., MOOI R., 1987 – *The art of standing still*. New Scientist, **1556**, pp. 30-35.
- UGOLINI R., 1899 – *Sopra alcuni fossili dello Schlier del Monte Cedrone (Umbria)*. Boll. Soc. Geol. It., **18**, pp. 290-296.
- WRIGHT T., 1855 – *On fossil echinoderms from the island of Malta with notes on the stratigraphical distribution of the fossil organisms in the Maltese beds*. The Annals and Magazine of Natural History, 2nd Series, **15**, pp. 101-127, 175-196, 262-277, London.



Fulvio Baraldi*

Resti fossili di grandi bovidi e cervidi estinti rinvenuti nel Mantovano

Riassunto

Nel corso del Pleistocene superiore e del Tardoglaciale, vivevano nel territorio mantovano grandi mammiferi erbivori, quali bisonti, cervi e alci, oggi estinti. Nel corso del XIX secolo molti naturalisti mantovani si dedicarono alla ricerca, raccolta e conservazione dei reperti fossili di questi animali; i reperti furono inizialmente conferiti nel museo dell'Accademia Virgiliana di Mantova, per poi disperdersi presso vari enti. I resti fossili testimoniano di un ambiente e di un clima assai diverso dall'attuale, e il loro studio può portare alla comprensione dell'evoluzione ambientale del Mantovano.

Abstract

Fossil remains of large extinct bovids, cervids and elks found in the Mantua area. During the Upper Pleistocene and Late Glacial Period, large herbivorous mammals lived in the territory of Mantua, such as bison, deer and elk, now extinct. During the 19th century, many Mantuan naturalists devoted their work to research, collection and conservation of the fossil remains of these animals. Their finds were initially transferred to the museum of the Accademia Virgiliana in Mantua, and later dispersed to various local institutions. These fossil remains are proof of how different both the environment and the climate were back then compared to date. Their study can contribute to a better understanding of the environmental evolution of this area.

Parole chiave: Mantovano, Pleistocene superiore, Tardoglaciale, bisonte, cervo, alce, megalocero

Keywords: Late Pleistocene, Late Glacial Period, bison, deer, elk, giant deer, Mantua province, Italy

1. Premessa

Nel corso del Pleistocene superiore (da 0,129 fino a 0,0117 Ma BP secondo la *Chronostratigraphic Chart*, versione 2023/04) e della sua fase finale, il Tardoglaciale (Fig. 1), vivevano nel Mantovano grandi mammiferi erbivori in seguito estinti: bovidi e cervidi; la loro presenza è testimoniata dai numerosi reperti fossili ritrovati in molte parti del territorio.

* Geologo, Via F.lli Bandiera 33, 46100 MANTOVA; e-mail: baraldi.geologo@gmail.com.

Il Pleistocene fu caratterizzato da una estrema variabilità climatica, ben conosciuta dalla fine del XVIII secolo, quando furono scoperti e riconosciuti i depositi glaciali dell'Europa centro-settentrionale e alpina; all'inizio del XX secolo, sono state riconosciute nel Pleistocene alternanze di periodi glaciali ed interglaciali. Agli inizi degli anni cinquanta del XX secolo, con l'introduzione di nuove tecnologie analitiche, cominciò lo studio degli isotopi stabili nelle carote oceaniche profonde e di ghiacciaio. Il rapporto isotopico principalmente studiato è quello tra l'ossigeno 18 e l'ossigeno 16 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$): questo rapporto è dipendente dalle variazioni della temperatura delle acque oceaniche. Tale metodo ha permesso di meglio identificare stadi glaciali e interglaciali indicati con i numeri da 1 a 63 (32 a clima freddo, indicati con il numero pari più lo stadio 3, e 31 a clima mite o caldo, indicati con numero dispari).

L'alternanza di periodi freddi con periodi più caldi, oltre a determinare mutamenti nell'assetto fisico del territorio mantovano causata dai cicli di glaciazione-deglaciazione, influì anche sulla presenza delle popolazioni animali e vegetali che qui vivevano.

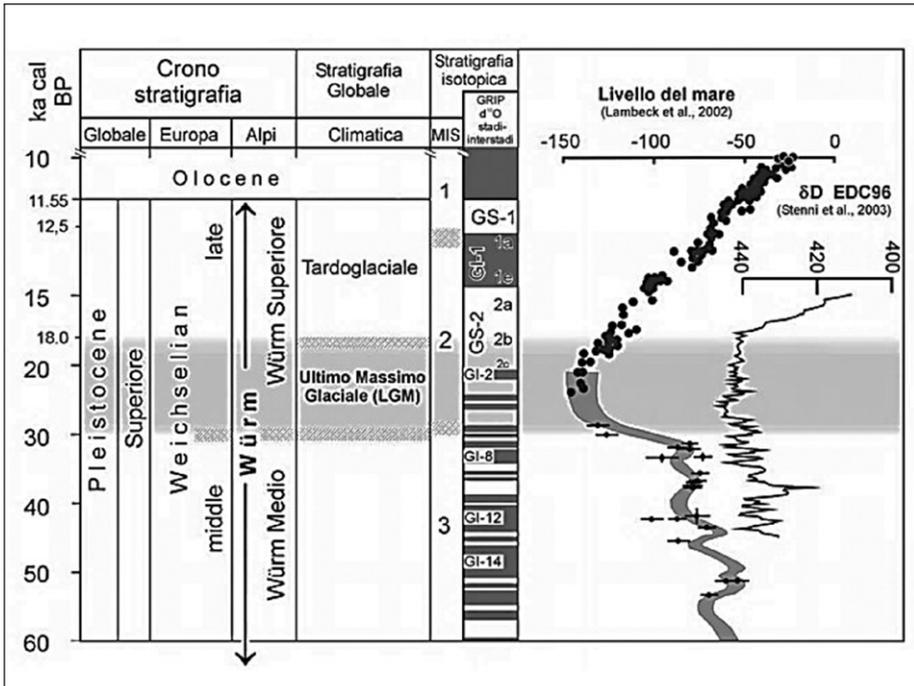


Fig. 1 – Tavola stratigrafica relativa all'intervallo 60.000-10.000 anni BP (da Orombelli et al., 2005, modificato).

Circa 15.000-18.000 anni BP, all'inizio del Tardoglaciale (Würm superiore) e quindi alla fine del Pleistocene superiore, nell'area dell'Italia settentrionale si verificarono profondi cambiamenti climatici, come riportato da Ravazzi *et al.* (2007):

«Dopo il ritiro dei ghiacciai dagli anfiteatri pedemontani e dai grandi laghi prealpini, nella prima parte del Tardoglaciale si verifica il collasso dei ghiacciai entro le vallate alpine, accompagnato da una intensa evoluzione del fondovalle e dei versanti in ambiente paraglaciale. In questo intervallo, che registra le prime installazioni antropiche al piede delle Prealpi, la vegetazione forestale era limitata alle aree stabili del settore pedemontano, agli anfiteatri deglaciatati in corso di colonizzazione e alle aree prossimali della pianura, mentre i settori distali dei megaconoidi erano in attiva aggradazione. Con l'inizio dell'interstadio di Bølling-Allerød (circa 14.700 anni BP), le foreste avanzarono rapidamente fino a 1700-1800 m s.l.m. Gli effetti del riscaldamento sono rilevabili da un aumento di produttività dei sistemi lacustri e palustri nelle Alpi».

La struttura geologica che si venne a determinare nel territorio mantovano può essere ricondotta alla presenza di tre Unità fisiografiche che descrivono superfici caratterizzate da sostanziale omogeneità nelle forme del paesaggio (Marchetti, 2002; Norini, 2015); esse sono denominate: 1) Unità dell'anfiteatro morenico; 2) Livello fondamentale della pianura; 3) Unità della piana olocenica.

2. Le estinzioni dei grandi mammiferi erbivori

Secondo Hilton Johnson (2021), per quanto riguarda l'estinzione dei grandi mammiferi, questa avvenne verso la fine del Pleistocene: fu molto intensa in Nord America, dove 32 generi di grandi mammiferi sono scomparsi durante un intervallo di circa 2.000 anni, centrato su 11.000 anni BP; negli altri continenti scomparvero meno generi e le estinzioni si diffusero in un arco di tempo un po' più lungo, tuttavia, sembrano ancora essere più comuni verso la fine del Pleistocene che in qualsiasi altro momento.

La causa delle estinzioni è stata oggetto di accessi dibattiti e viene ricondotta, attualmente, a due ipotesi principali: a) predazione eccessiva da parte dei cacciatori umani; b) rapidi cambiamenti climatici e di vegetazione durante l'ultima transizione glaciale-interglaciale.

La prima – la cosiddetta *ipotesi di overkill* – riceve supporto dalla coincidenza nella tempistica dell'estinzione di massa e dalla comparsa di un gran numero di tribù di umani abilissimi nella caccia. L'ipotesi del cambiamento climatico assume una serie di forme, ma si concentra essenzialmente sulla riorganizzazione della vegetazione, sulla disponibilità di cibo (incluso il valore

nutritivo), sul generale sconvolgimento ambientale e sullo *stress* che ne derivò quando il clima divenne più stagionale. Sembra probabile che le cause dell'estinzione variassero, nelle differenti aree geografiche, in modi dissimili, e che sia il cambiamento climatico sia le attività umane giocassero ruoli di diversa importanza in situazioni diverse.

Per quanto riguarda i bovidi, secondo Ruggeri (2003):

«I più antichi bovidi apparvero nel Miocene inferiore e conobbero nel Miocene superiore una prima radiazione evolutiva che fu una vera esplosione; Bos priscus Bojanus = Bison priscus Bojanus 1827 o bisonte delle steppe, era un animale grande e robusto, con un'altezza al garrese fino a 2 metri. Le grandi corna a sviluppo semi-circolare potevano raggiungere un'apertura fino a 1,2 metri e avevano una forma con una curvatura semplice verso l'esterno e verso l'alto. Questo bisonte proveniente dall'Asia aveva colonizzato l'Europa dal Pleistocene medio per estinguersi alla fine della glaciazione würmiana. Durante le fasi fredde ma relativamente umide dell'ultimo glaciale, quando nella Pianura Padana predominava una vegetazione a steppa-taiga, il bisonte viveva assieme ad altri grandi mammiferi quali il mammut lanoso, il rinoceronte lanoso e il megalocero. Nel Tardoglaciale quando il clima divenne arido e si estesero le formazioni di steppe povere in nutrienti, solo animali poco esigenti quale era il bisonte poterono sopravvivere. Con la fine del würmiano, quando le foreste di caducifoglie si espansero a scapito delle steppe, il bisonte delle steppe iniziò a regredire e fu rapidamente soppiantata dal bisonte europeo».

Per quanto attiene ai cervidi, *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758), *Cervus alces fossilis* = *Alces alces*¹ (Linnaeus, 1758) e *Megaloceros hibernicus* = *Megaloceros giganteus* (Blumenbach, 1799), sempre secondo Ruggeri (2003):

«...apparvero in Europa nel Pleistocene medio. Nella penisola italiana i più abbondanti resti fossili provengono dalla Pianura Padana, soprattutto dalle alluvioni sabbioso-ghiaioso-torbose, generalmente di età würmiana; scomparvero alla fine del würmiano».

3. Ricerca, raccolta e conservazione dei resti fossili di bovidi e cervidi nel Mantovano

Le ricerche sui mammiferi pleistocenici in Lombardia, di cui il territorio mantovano fa parte, non hanno mai avuto un grande seguito, benché fin dalla metà del XIX secolo Cornalia (1871), Stoppani (1871) tra i più conosciuti, Giacometti (1879, 1881) tra i meno noti, se ne fossero interessati. Tuttavia, negli ultimi anni varie università e musei della Lombardia hanno ripreso e

¹ Ruminante della famiglia cervidi, è l'unico rappresentante del genere *Alces*; i suoi componenti vengono anche genericamente indicati come Alcini.

approfondito le ricerche. Indichiamo, in ordine cronologico, alcune interessanti pubblicazioni riguardanti fossili di bovidi e di cervidi rinvenuti in Lombardia: Brentana (1936), Vialli (1939), Agosti & Bajetti (1966), Cantaluppi & Sacchi Vialli (1974), Agosti (1986), Dal Sasso (1993), Anfossi & Santi (1999), Anfossi *et al.* (2000, 2002), Breda (2002, 2005), Breda *et al.* (2002), Reggiani (2005), Bona & Corbetta (2009), Persico (2021).

A partire dalla fine del XVIII secolo e per quasi tutto il XIX, fu operativo nel Mantovano un consistente gruppo di studiosi di scienze naturali che, oltre ad interessarsi di paleontologia (Trevisan, 2019), botanica e zoologia del territorio mantovano, si dedicarono anche alla ricerca paleontologica; tra i più attivi ricordiamo Luigi d'Arco (1795-1872), Giovanni Nuvolari (1805-1894), Francesco Masè (1808-1884), Vincenzo Giacometti (1819-1888), Antonio Parazzi (1823-1899), Attilio Portioli (1830-1891), Enrico Paglia (1834-1889), Luigi Ruzzenenti (1838-1905), Giacomo Locatelli (1849-1935), Eugenio Masè Dari (1864-1961). Tra questi, furono certamente Luigi d'Arco, Vincenzo Giacometti ed Enrico Paglia gli studiosi che maggiormente si dedicarono alla paleontologia (Baraldi, 2022), mentre gli altri quasi unicamente alla paleontologia.

Nell'ambito delle loro ricerche sul campo, gli studiosi mantovani sopra indicati raccolsero molti reperti fossili di animali che confluirono inizialmente in un importante e composito museo, costituito a partire dal 1774, voluto dalla Casa d'Austria e realizzato grazie anche all'impegno culturale dell'Accademia di Scienze Lettere e Belle Arti, in particolare del Segretario perpetuo della stessa, l'abate Giovanni Girolamo Carli, che rimase in carica dal 1774 al 1786. Il museo aveva sede nel Palazzo degli Studi, edificato tra il 1753 e il 1763, che a quel tempo ospitava il Ginnasio, il Gabinetto di Fisica sperimentale, l'Elaborato di Scienze, la Specola, la Biblioteca Governativa e il Museo di Storia Naturale; di questi oggi permane la Biblioteca Teresiana, mentre altri ambienti ospitano il Liceo Classico Virgilio. A seguito del completo rinnovamento della nuova sede dell'Accademia di Scienze Lettere e Arti di Mantova (su progetto di Giuseppe Piermarini, tra il 1773 e il 1775), fu istituito presso l'Accademia un Museo, suddiviso in tre sezioni: il Museo Lapidario e Statuario, il Gabinetto Numismatico e il Museo di Storia Naturale; questo divenne Museo Patrio il 22 aprile 1852 per volontà dell'Amministrazione Municipale di Mantova e, in seguito, Museo Civico a partire dal 7 giugno 1862.

Nonostante la contrarietà di parte del Consiglio municipale e di molti accademici mantovani, l'Amministrazione comunale di Mantova, con sindaco Arnaldo Cerato, accettò l'11 marzo 1915 di firmare con lo Stato una convenzione che, fatta salva la proprietà delle opere conservata al Comune cittadino, prevedeva il deposito in Palazzo Ducale di tutte le raccolte civiche. A seguito della convenzione, tra il 1915 e il 1922, in fasi successive anche a causa della Prima Guerra Mondiale, l'intero patrimonio del Museo Civico e del Museo Statuario,

costituito da diverse migliaia di oggetti di varia tipologia, tra cui anche la collezione di ossa fossili, venne depositato in Palazzo Ducale. Ben prima comunque molti reperti naturalistici furono trasferiti presso il Liceo Classico Virgilio e il Seminario di Mantova per dotare i loro gabinetti scientifici.

Per quanto riguarda i reperti trasferiti allo Stato, oggi conservati presso i Magazzini del Palazzo Ducale di Mantova, un repertorio dei fossili fu redatto da Tamassia (1996). Recentemente tali reperti paleontologici sono stati oggetto di studio approfondito da parte di Belenghi (2021), nonché da Papazzoni & Belenghi (2022). Dei 453 pezzi inventariati, 246 sono resti di vertebrati ritrovati nella provincia di Mantova; di questi ultimi, 127 sono bovidi, 50 cervidi, 27 ovicaprini, 22 suidi, 9 canidi, 5 equidi e 6 sono resti umani (*Homo sapiens*).

Anche se con ogni probabilità si tratta di una mescolanza di elementi provenienti da livelli stratigrafici differenti, l'abbondanza di bovidi e cervidi (insieme oltre il 70% del totale) è notevole e testimonia dell'alternanza di ambienti steppici (con presenza di bovidi come il *Bison priscus*) e boschivi (con presenza di cervidi come il *Cervus elaphus*) legati alle fasi climatiche fredde e più calde rispettivamente, susseguitesesi in Pianura Padana durante il Pleistocene (Persico, 2021).

4. Principali fossili di bovidi e cervidi ritrovati nel Mantovano

I fossili di grandi erbivori estinti, ritrovati nel Mantovano, sono riconducibili a *Bison priscus*, *Cervus* sp., *Cervus elaphus*, *Alces alces* e, forse (come diremo oltre), *Megaloceros giganteus*.

a) *Bison priscus* (Bojanus, 1827)

Il primo naturalista a interessarsi dei resti fossili di *Bison priscus* fu Giacometti (1879), che studiò i vari crani e altre ossa di bovidi trovati nelle ghiaie quaternarie di Rivalta sul Mincio (Comune di Rodigo, MN), così commentando:

«Venuto a cognizione che dalle ghiaie Fluvio-Glaciali di Rivalta si andavano estraendo in questi ultimi anni molte ossa fossili di grossi mammiferi, potei mediante la diligenza dell'esimio collega Dott. Massimiliano Genesi raccogliergliene buon numero ed arricchirne il nostro Civico Museo. La massima parte sono avanzi del genere *Bue* più o meno maltrattati e mutilati dalla violenza delle acque che li travolsero al costituirsi di quelli antichi depositi quaternari. La loro giacitura ordinaria sta tra i sei e li otto metri al disotto della superficie del suolo; se ne trovano per altro dispersi anche a maggiori profondità. Esaminando i crani a primo aspetto si rileva che tutti offrono lo stesso grado di fossilizzazione, sono leggeri, assai friabili, facili a frantumarsi e contengono nelle anfrattuosità la sabbia o le ghiaie, nelle quali erano sepolti. Tutti [...] mostrano una fronte tondeggiante, convessa rigonfia massime tramezzo

alle orbite, fronte che riesce più alta che larga coi nuclei delle corna brevi e robusti».

Giacometti eseguì sui resti fossili dei bovidi accurate misure osteometriche, di cui era particolarmente esperto. Si può ricordare che, dopo Giacometti, Domenico Brentana (1936) si interessò a fondo dei resti di bovidi rinvenuti nel Mantovano, in particolare nel 1931 nella zona di San Matteo delle Chiaviche, in occasione degli scavi per la sistemazione del canale Navarolo nelle vicinanze del suo sbocco nel Fiume Oglio. Fu in particolare recuperato, a circa 5 m di profondità rispetto al piano di campagna, un teschio completo sul quale Brentana eseguì accurate osservazioni osteologiche nonché misure osteometriche, che lo portarono a classificarlo come *Bison priscus*, Bojanus 1827.



Fig. 2 – Cranio di *Bison priscus* (Bojanus, 1827), reperto 7046, Rivalta sul Mincio (Belenghi, 2021, modificato).

I reperti di *Bison priscus* provenienti da Rivalta sul Mincio (Fig. 2) e oggi conservati presso i magazzini del Palazzo Ducale di Mantova, sono stati recentemente analizzati e descritti da Papazzoni & Belenghi (2022), dai quali riportiamo:

Reperti n. 7046 e 7048: Crani incompleti di *Bison priscus* (Bojanus, 1827)

*I due crani di *Bison priscus* (Bojanus, 1827) catalogati con i numeri 7046 e 7048 sono due dei numerosi fossili trovati nelle cave di ghiaia di Rivalta sul Mincio trovati dal dott. Massimiliano Genesi, medico condotto del paese. Sulla “Gazzetta di Mantova” del 3 gennaio 1871 si legge del materiale consegnato dal dott. Genesi al Museo Civico, specificando che si tratta per lo più di resti di “Bue” (la specie priscus era allora attribuita al genere Bos). Delle raccolte effettuate dal dott. Genesi a Rivalta si era già occupata la “Gazzetta di Mantova”*

il 18 e 20 agosto 1870; in quest'ultima si citano resti di Bos che comprendono non solo un frontale, ma anche altre ossa dello scheletro dello stesso animale. Questi ritrovamenti sono stati ritenuti talmente significativi che ad essi si sono dedicati ulteriori accenni in scritti dell'epoca, ad esempio da parte del dottor Vincenzo Giacometti (1879)... confermando il ritrovamento nelle ghiaie fluvio-glaciali di Rivalta; egli sostiene inoltre che si tratti di resti di bue danneggiati dalle acque che li hanno travolti quando si formarono i depositi quaternari nei quali sono stati rinvenuti. Giacometti specifica anche che questi reperti sono stati rinvenuti a 6-8 metri di profondità, e alcuni in strati ancora inferiori. Egli li compara, sulla base delle misure dei suddetti frontali e degli elementi che li caratterizzano, con i resti di Bos che altri studiosi dell'epoca avevano esaminato altrove. In particolare, analizza l'aspetto esteriore di questi due crani affermando che possiedono lo stesso grado di fossilizzazione, sono leggeri, si sbriciolano con una certa facilità, contengono negli interstizi sabbia o ghiaia e risultano all'appare alla lingua... Il *Bison priscus*, detto comunemente bisonte delle steppe, pare abbia abitato la Terra durante il Pleistocene medio e superiore, originandosi in Asia e occupando le steppe dell'Asia centrale, del Nord America, della Beringia² e dell'Europa. In particolare, in Europa il *Bison priscus* è vissuto da 400.000 a 20.000 anni fa circa (Bona & Corbetta, 2009, p. 40). In Italia si è diffuso soprattutto al nord, ma si è anche spostato verso il centro e il sud, fino in Sicilia durante i periodi dell'ultimo glaciale caratterizzati da temperature più rigide e da un clima più arido. Gli esemplari di *Bison priscus* abbondavano in Pianura Padana caratterizzata all'epoca da fredde steppe, infatti resti fossili di detta specie vengono spesso ritrovati lungo le barre fluviali del Po (Ravara et al., 2018, p. 24). L'estinzione di questo bisonte in Pianura Padana è stata attribuita alla caccia da parte dell'uomo e all'aumento delle temperature (Bona & Corbetta, 2009, p. 40). Il *Bison priscus* si è estinto nella maggior parte degli areali occupati al termine dell'ultima glaciazione, ma nella zona settentrionale della Siberia centro orientale è sopravvissuto fino a 7.500 anni fa circa (Ravara et al., 2018, p. 24). I due reperti differiscono per il colore un po' più chiaro di 7046, probabilmente dovuto a piccole differenze nella granulometria del sedimento incassante, più limoso in 7048 e più sabbioso in 7046. I due reperti sono con ogni probabilità autoctoni, in quanto, date la pesantezza e le dimensioni delle ossa, un trasporto fluviale a lunga distanza avrebbe dovuto implicare un'alta energia e di conseguenza la frammentazione estesa delle stesse.

Secondo Persico (2021), il bisonte abitava le steppe aride e fredde delle fasi

² Beringia è il nome dato al ponte di terra dello stretto di Bering – un istmo largo al massimo 1600 km – che ha collegato per vari periodi la Siberia e l'Alaska durante le ere glaciali del Pleistocene. L'innalzamento e abbassamento del livello del mare hanno determinato vari periodi di unione e separazione dell'America con l'Asia.

glaciali e si trova spesso in associazione con mammut e megaloceri (detti anche megaceri); tra i fossili del Fiume Po si trova frequentemente, a testimonianza dell'elevato numero di esemplari che, in mandrie, si spostavano attraverso la pianura.

b) *Cervus* sp. e *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758)

Numerosi palchi di *Cervus* sp. e di *Cervus elaphus* sono stati ritrovati nei territori comunali di Volta Mantovana, Cavriana, Bigarello, Roverbella, Roncoferraro, Castel d'Ario, Viadana; su di essi non furono fatti studi approfonditi da parte dei naturalisti mantovani, pur raccogliendoli e conservandoli in gran quantità.

Reperti di *Cervus* sp., conservati presso i magazzini del Palazzo Ducale di Mantova (Fig. 3), sono stati recentemente analizzati e descritti da Papazzoni & Belenghi (2022), dai quali riportiamo:



Fig. 3 – Frammento di palco di *Cervus* sp., reperto 7047 (Belenghi, 2021, modificato).

Reperti nn. 7047 e 7355: Palchi di *Cervus* sp.

Il palco n. 7047 probabilmente proviene da Volta ed è stato scoperto e donato al Museo Civico dal prof. Enrico Paglia. Questa ipotesi, già fatta dalla dottoressa Tamassia, deriva da un articolo della "Gazzetta di Mantova" del 16 gennaio 1884 in cui, parlando del Museo Civico, viene citato il ritrovamento di un "corno con palchi" di *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758) e viene nominato il suo scopritore. Trevisan (2021, CD, p. 305) conferma che questo reperto sarebbe stato donato al museo dal prof. Paglia, ma si limita ad indicare una

provenienza ignota. A questo palco è tuttora collegato un pezzo di cranio dopo il cercine, prova che esso proviene da un animale morto per cause naturali o cacciato e che non si tratta di un palco caduto stagionalmente.

Il palco n. 7355 presenta un cartellino incollato, scritto probabilmente verso la fine dell'800 e sul quale si legge "Cervus elaphus. Cervo (?). Maschio di anni 3. Corno non caduto da sé ma di animale ucciso. Canedole. Valle a Diritta di Molinella. Dono grazioso del Sig. Montresor G.". Di questo reperto conosciamo quindi sia il luogo di rinvenimento, sia il nome della persona che l'ha donato al museo. Quanto a Canedole come luogo del ritrovamento, Paglia (1879, p. 290) e Trevisan (2015, p. 69) parlano della presenza della stazione di Fornasotto a Canedole, in Comune di Roverbella, dove sono stati trovati da Eugenio Masè, figlio del proprietario del terreno e paleontologo mantovano, moltissimi materiali risalenti al periodo protostorico raccolti in un piccolo museo privato e oggi conservati dai suoi eredi a Mantova. Come nel caso del 7047, il palco presenta una piccola parte di cranio dopo il cercine e ciò conferma la sua provenienza da un animale morto per cause naturali o cacciato. In più, questo reperto mostra evidenti segni di rosicchiamento, probabilmente da parte di roditori, e piccole tracce di taglio di probabile origine antropica.

Secondo Persico (2021), abitualmente abitavano boschi a conifere e a caducifoglie, specialmente in prossimità di zone aperte. I resti fossili di cervidi sono molto comuni in Pianura Padana; la percezione di abbondanza è comunque amplificata dall'elevato numero di ritrovamenti di palchi caduti stagionalmente.

c) *Alces alces* (Linnaeus, 1758)

Alcuni resti fossili di *Alces alces* sono stati ritrovati nelle sabbie delle gole o delle isole del Fiume Po. Emilio Cornalia, Direttore del Museo Civico di Milano, nell'opera *Mammifères fossiles de Lombardie* (1871), aveva prodotto una tavola grafica rappresentativa di quello che lui definì *Cervus alces*, di proprietà del conte Luigi d'Arco di Mantova, che gli aveva prestato il fossile originale; inoltre aveva comparato le misure di questo cranio con quelle di altri resti fossili di alce.

Recentemente Breda *et al.* (2002) hanno studiato lo stesso reperto conservato nel Museo d'Arco (Fig. 4), attribuendone l'appartenenza ad *Alces alces* e descrivendolo come segue: «Il reperto... recuperato all'inizio dell'Ottocento nel fiume Po (manca un'indicazione più precisa), è ora conservato a Mantova nel Museo di Palazzo d'Arco. L'aspetto poroso fa supporre un basso grado di fossilizzazione del reperto che apparteneva ad un individuo adulto, come testimonia il diametro delle rosette e dei pedicelli. I palchi sono comunque ben sviluppati e abbastanza completi: la porzione anteriore è intatta, mentre mancano le estremità di alcuni pugnali della porzione posteriore. Le tracce dei

canali dei vasi sanguigni sono appena visibili sulla pagina superiore, poco di più su quella inferiore. Il terzo pugnale sinistro e il secondo destro presentano alla base espansioni appiattite... La divisione tra porzione anteriore e posteriore dei palchi è ben evidente in quello sinistro ma meno nel destro, dove l'incisura è poco profonda».

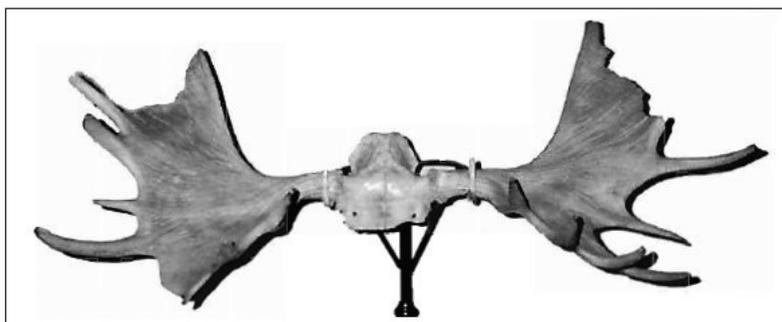


Fig. 4 – Palco fossile di *Alces alces* (Linnaeus, 1758), Palazzo d'Arco a Mantova (Breda et al., 2002, modificato).

Questo grande mammifero erbivoro viveva in prossimità di paludi e lungo i corsi e gli specchi d'acqua delle foreste aperte a conifere e betulle (Persico, 2021).

d) *Megaloceros giganteus* (Blumenbach, 1799)

Il megalocero (o megacero, o cervo gigante) era un mammifero artiodattilo cervide di dimensioni gigantesche, dai grandi palchi palmati che a volte raggiungevano dimensioni di 3,50 m di ampiezza e altezza al garrese di circa 1,80 m (Fig. 5), comparso in Europa circa 400.000 anni fa (Stuart *et al.*, 2004) ed estinto probabilmente alla fine del Pleistocene-inizio Olocene, circa 11.700 anni BP. Recenti scoperte nell'Isola di Man e nel sud-ovest della Scozia, datate col metodo del radiocarbonio, hanno permesso di spostare l'estinzione a 9.400-9.600 anni BP, quindi nell'Olocene. In Pianura Padana viveva in aree umide a taiga aperta.

Sono state avanzate numerose teorie per spiegare le grandi dimensioni dei palchi del megalocero gigante; secondo alcuni costituivano un richiamo sessuale: le femmine erano portate a scegliere i maschi con i palchi più grandi effettuando così una vera e propria selezione sessuale. L'ipotesi che tale tipo di evoluzione avesse penalizzato la specie concorrendo, assieme ai mutamenti climatici, alla sua estinzione, fu confutata da Stephen Jay Gould (1974), che sostenne che le dimensioni non erano eccessive, ma esattamente in linea con le dimensioni e la stazza degli animali stessi, escludendo un loro ruolo nella dinamica dell'estinzione.

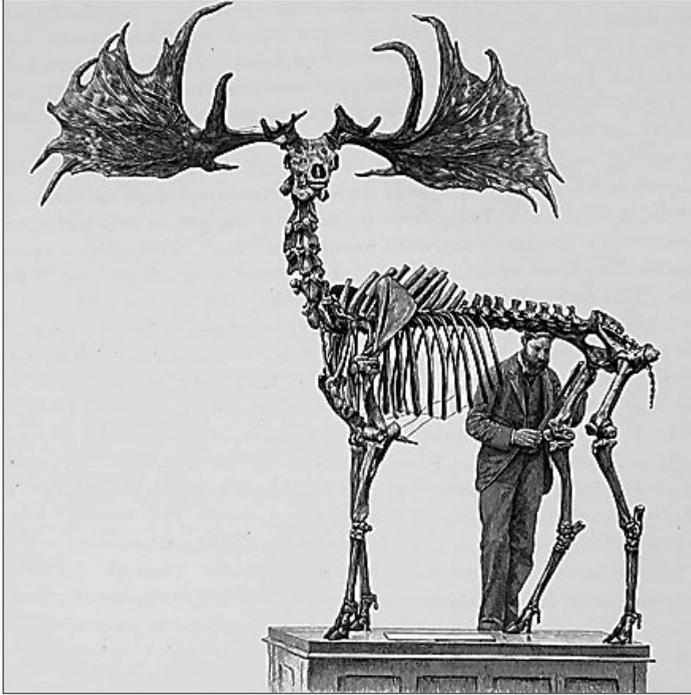


Fig. 5 – Scheletro completo di megalocero, l'altezza dell'uomo è 185 cm (Millais, 1897).

Il primo studioso mantovano a segnalare la presenza di megaloceri fu Giacometti (1881), che annunciò in Accademia Virgiliana di Mantova un importante ritrovamento di un fossile di megalocero; così egli scriveva: «*Onorevoli Colleghi, altra volta vi trattenni dandovi la illustrazione dei resti del cranio di un Cervide trovato nelle sabbie del Po mantovano, ed ora deposto nel museo D'Arco. Oggi mi preme si tenga nota negli atti della nostra Accademia di un secondo Cranio di questa specie di ruminante quaternario, trovato esso pure nelle sabbie del nostro Po; essendo egli il meno incompleto esemplare, che siasi raccolto nella vallata padana. Nella primavera dello scorso anno un contadino lavorando nell'isola la Boschina presso Ostiglia, a poca profondità dalla superficie del suolo, scoperse molte ossa e tra queste un cranio integro che esso sgraziatamente ridusse in frammenti onde renderne più agevole il trasporto. Per fortuna lo si poté ricomporre in modo che quando io lo esaminai non lo trovai mancante che di una parte dell'arco zigomatico sinistro, del mascellare inferiore e della maggior parte delle corna. Il colore di questo cranio è scuro, cioccolato carico; è pesante assai e molto voluminoso... I caratteri*

osteologici di questo cranio lo dimostrano appartenere al Megaceros hibernicus... grosso quadrupede dell'epoca quaternaria, specie ora affatto scomparsa dalla fauna vivente. Dall'esame istituito raccolsi le seguenti misurazioni che stimai opportuno mettere a confronto con quelle date dal cranio del museo d'Arco...».

Secondo Fabiani (1919) il Megalocero rinvenuto presso l'Isola Boschina doveva trovarsi presso il museo del Liceo Classico Virgilio di Mantova, ma le ricerche qui svolte non portarono ad alcun risultato, per cui tale reperto fossile fu ritenuto smarrito. Anche una recente ricerca presso i magazzini di Palazzo Ducale di Mantova, dove sono confluiti i reperti dell'ex Museo Civico mantovano, non ha dato risultati.

5. Alce o Megalocero?

La prima denominazione di Megalocero si deve a Blumenbach (1799); secondo Croitor (2021) ad essa hanno fatto seguito molte altre denominazioni, tra le quali: *Alce gigantea*, *Cervus hibernus*, *Cervus megaceros*, *Megaloceros antiquorum*, *Cervus euryceros*, *Cervus euryceros irlandicus*, *Cervus megaloceros*, *Cervus (Megaceros) hibernicus*, *Megaceros hibernicus*, *Cervus (Euryceros) hiberniae*, *Cervus giganteus*, *Megaceros euryceros latifrons*, *Megaceros giganteus*, *Megaloceros giganteus*.

Attualmente la classificazione dei resti fossili, descritti in passato da Giacometti come megaloceri, deve essere ampiamente revisionata. Breda *et al.* (2002), confrontando tra loro alci e megaloceri, affermano che: «...i resti cranici di *Alces alces* e *Megaloceros giganteus* sono molto diversi tra di loro, ad esempio nell'orientazione dei pedicelli che nell'alce si dipartono orizzontalmente ai due lati del cranio formando tra loro un angolo di 180°, mentre nel megacero si inseriscono verticalmente sul frontale. Inoltre, nell'alce, il frontale è piatto con la sutura sagittale lievemente in rilievo, mentre nel megacero è debolmente convesso. Negli Alcini i parietali si allungano caudalmente, hanno margini laterali quasi piatti che si aprono lievemente nella cresta nucale a formare un occipitale proporzionalmente più alto e stretto rispetto al megacero. In quest'ultimo i parietali hanno profilo più arrotondato a formare una scatola cranica maggiormente sferica».

Secondo Bona & Corbetta (2009) le caratteristiche dei megaloceri sono così sintetizzabili: «A questo genere appartengono i più grandi cervidi mai esistiti; questi si differenziarono in tutta Europa e nella Pianura Padana durante il Pleistocene. I rappresentanti di questo genere sembrano avere distribuzione limitata al Pleistocene, in quanto si suppone che si siano estinti con la fine di questo periodo. Ulteriore prova è fornita dallo stato di

fossilizzazione piuttosto avanzato dei reperti appartenenti a questo genere che vengono trovati. Il primo cervo gigante europeo fu Praemegaceros verticornis del Pleistocene medio; da esso sembra si sia originato il genere Megaloceros attraverso una tendenza evolutiva che portò ad un aumento delle dimensioni corporee e soprattutto ad un eccezionale sviluppo dei palchi, che arrivarono a sfiorare i quattro metri di larghezza. Proprio basandosi sulla morfologia dei palchi, in passato, sono state create numerose specie e sottospecie caratterizzate da una diversa disposizione delle superfici palmate e delle punte dei palchi; attualmente tutti questi taxa sono stati riuniti sotto il nome di Megaloceros giganteus».

Secondo Breda (2005), di solito la sistematica dei cervidi si basa esclusivamente su corna e morfologia cranica. La possibilità di distinguere tra loro *Cervalces*³/*Alces* e *Megaloceros giganteus* può essere basata sulle differenze rilevabili nello scheletro postcranico; secondo l'autrice, a livello generale *Megaloceros giganteus*, rispetto a *Cervalces/Alces*, ha uno scheletro postcranico più forte, non solo per il rapporto larghezza/lunghezza di ogni osso lungo, ma anche per il livello di ossificazione e lo sviluppo delle superfici di inserzione muscolare.

Secondo Croitor (2021): «...nonostante l'estrema diversità individuale e intraspecifica, le corna del cervo gigante rappresentano, con alcune modificazioni insignificanti, lo stesso schema strutturale che si caratterizza per la posizione molto bassa del rebbio basale con la parte distale appiattita orizzontalmente e normalmente biforcata, il dente centrale situato a una certa distanza da quello basale, il dente posteriore situato sul lato posteriore del corno a livello del dente centrale o un po' più distalmente, e (più comunemente) cinque denti della corona (due denti anteriori e tre denti distali). L'assenza di denti della corona posteriore è una delle caratteristiche più costanti delle corna di *Megaloceros*. La parte prossimale delle corna sul cranio diretta posteriormente e lateralmente rappresenta una condizione morfologica iniziale primitiva di *M. giganteus*, mentre l'orientamento più o meno laterale dei raggi delle corna è caratteristico delle forme avanzate».

Giacometti, come sopra riportato, ritenne dei megaloceri i resti fossili presenti nel Palazzo d'Arco di Mantova e quello rinvenuto presso Ostiglia; tuttavia il primo è stato recentemente classificato come *Alces alces* (Breda *et al.*, 2002), mentre del secondo si sono perse le tracce. Il ritrovamento di resti fossili di megaloceri nel Mantovano è quindi da ritenersi incerto.

³ *Cervalces* (*C. gallicus*, *C. carnutorum* e *C. scotti*) è una specie estinta di cervide vissuta durante il Pleistocene.

5. Considerazioni finali

Il Mantovano fu interessato durante il Pleistocene superiore dalla presenza di grandi mammiferi erbivori oggi estinti; i naturalisti mantovani raccolsero, soprattutto durante il XIX secolo, una larga messe dei loro resti fossili, spesso associati a siti da cui traevano anche reperti paleontologici.

Nel corso del tempo molti di questi reperti sono andati dispersi; tuttavia sia nei magazzini del Palazzo Ducale di Mantova che nel gabinetto scientifico del Liceo Classico Virgilio di Mantova (Fig. 6), oltre che in ciò che rimane del gabinetto scientifico del Seminario mantovano (Fig. 7), sono ancora conservati molti reperti fossili di grande interesse, che andrebbero studiati a fondo per definirne la posizione sistematica.

Purtroppo i ricercatori mantovani del XIX secolo non avevano l'abitudine di accompagnare con una mappa dettagliata le loro scoperte di fossili; pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, facendo riferimento all'elenco compilato da Tamassia (1996) e ripreso da Belenghi (2021), è possibile indicare solo schematicamente i territori comunali dove i fossili di grandi mammiferi erbivori estinti furono trovati, come segue (Fig. 8): a) nelle colline moreniche di Volta Mantovana, Cavriana e Solferino; b) nel livello fondamentale della pianura a Ceresara, Rodigo, Roverbella, Castelbelforte, Bigarello, Roncoferraro e Castel d'Ario; c) nella piana olocenica a Viadana, Dosolo, San Benedetto Po, Moglia, Ostiglia e Sermide.



Fig. 6 – Reperti conservati presso il Liceo Classico Virgilio di Mantova (foto F. Baraldi).



Fig. 7 – Reperti conservati presso il Seminario di Mantova (foto M. Scansani).

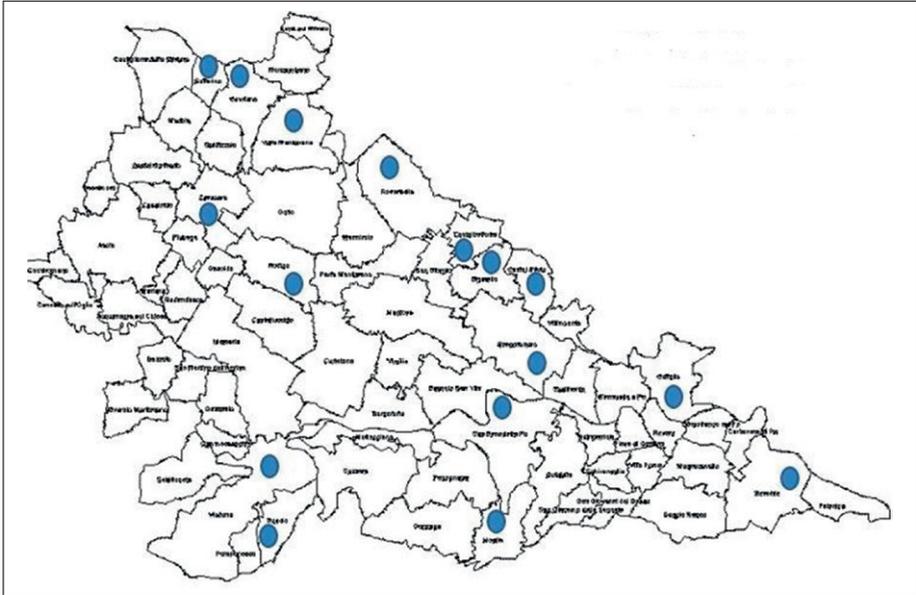


Fig. 8 – Distribuzione schematica dei ritrovamenti di fossili di grandi erbivori estinti in provincia di Mantova.

Nel territorio mantovano, i fossili di bovidi sono stati ritrovati nell'area pleistocenica del livello fondamentale della pianura, ma pure nelle alluvioni oloceniche del Fiume Po, a testimonianza dell'elevato numero di esemplari che, in mandrie, si spostavano attraverso la pianura; i cervidi sono stati ritrovati in gran parte nell'area delle colline moreniche würmiane e in sinistra del Fiume Mincio, dove probabilmente esistevano boschi in prossimità di zone aperte; alcini e, forse, megaloceri, che privilegiavano le aree umide, sono stati ritrovati unicamente nelle alluvioni del Po, in particolare nel tratto mantovano compreso tra San Benedetto Po e Ostiglia, probabilmente qui trasportati dalle correnti fluviali e quindi alloctoni.

La distribuzione dei reperti fossili indica che in passato il territorio mantovano era prevalentemente caratterizzato da un ambiente tipo steppa-taiga, con vegetazione boschiva aperta, ricco di corsi d'acqua; qui vivevano assieme i grandi mammiferi erbivori. Nel Tardoglaciale, quando il clima divenne arido e si estesero le formazioni di steppe povere in nutrienti, solo animali poco esigenti, quale era il bisonte, poterono sopravvivere. Secondo Ruggeri (2003), con la fine del würmiano, quando le foreste di caducifoglie si espansero a scapito delle steppe, il bisonte delle steppe iniziò a regredire e fu rapidamente soppiantato dal bisonte europeo (*Bison bonasus*, Linnaeus 1758).

Ringraziamenti

Ringrazio il Prof. Cesare Andrea Papazzoni, docente di Paleontologia presso l'Università di Modena e Reggio Emilia, per le utili indicazioni bibliografiche e il Prof. Giovanni Tosatti per la lettura critica del manoscritto.

Bibliografia

- AGOSTI F., 1984 – *Su alcuni reperti di Bison priscus Boj conservati al Museo di Scienze Naturali di Brescia*. Natura Bresciana, **21**, Brescia.
- AGOSTI F., BAJETTI M., 1966 – *Su alcuni resti di mammiferi fossili. (Note di paleontologia quaternaria)*. Natura Bresciana, **2-3**, Brescia.
- ANFOSSI G., SANTI G., 1999 – *Resti di Megaloceros giganteus (Blumenbach) dalle alluvioni quaternarie in provincia di Pavia*. Pianura, scienze e storia dell'ambiente padano, **11**, Cremona.
- ANFOSSI G., ROSSI M., SANTI G., 2000 – *I bisonti del Pleistocene superiore della Lombardia (Italia settentrionale): dati, problemi, ipotesi. Nota preliminare*. Pianura, scienze e storia dell'ambiente padano, **12**, Cremona.
- ANFOSSI G., ROSSI M., SANTI G., 2002 – *Un'emimandibola destra di Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1803) dalla Grotta del Buco dell'Orso (Laglio-Como, Lombardia)*. Pianura, scienze e storia dell'ambiente padano, **15**, Cremona.
- BARALDI F., 2022 – *Resti fossili di giganteschi bovidi e cervidi rinvenuti nel Mantovano. Gli studi pionieristici di Paleontologia dell'Accademico Virgiliano Vincenzo Giacometti (Mantova, 1819-1888)*. Accademia Nazionale Virgiliana di Scienze Lettere e Arti, Atti e Memorie, Nuova Serie, Mantova, volume LXXXIX.
- BELENGHI A., 2021 – *Il materiale paleontologico conservato al Palazzo Ducale di Mantova: contributo alla ricostruzione della Wunderkammer gonzaghesca*. Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Tesi di Laurea Magistrale in Didattica e Comunicazione delle Scienze, a.a. 2020-2021.
- BLUMENBACH J.F., 1799 – *Handbuch der Naturgeschichte, Sechste Auflage*. Johann Christian Dieterich, Göttingen.
- BOJANUS L.H., 1827 – *De Uro nostrate ejusque sceleto Commentatio: Scripsit et bovis primigenii sceleto auxit*. Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum, n. **11-13**, Weber, Bonn.
- BONA F., CORBETTA C., 2009 – *Mammalofauna quaternarie delle alluvioni del Po (province di Cremona, Lodi, Piacenza e Parma): analisi paleontologica e ricostruzione paleoambientale*. Pianura, scienze e storia dell'ambiente padano, Monografie, n. **9**, Cremona.
- BREDA M., 2002 – *Pleistocene fossil Alceini from Lombardy and Emilia-Romagna (North Italy)*. Memorie di Scienze Geologiche dell'Università di Padova, **54**, Padova.
- BREDA M., 2005 – *The morphological distinction between the postcranial skeleton of Cervalces/Alces and Megaloceros giganteus and comparison between the two Alceini genera from the Upper Pliocene-Holocene of Western Europe*. Elsevier Geobios, **38**.
- BREDA M., GALLINI V., SANTI G., 2002 – *Rinvenimento di nuovi resti cranici di Alces alces (Linnaeus, 1758) e Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1803) del Pleistocene superiore-Olocene antico da depositi alluvionali in Lombardia*. Pianura, scienze e storia dell'ambiente padano, n. **15**, Cremona.
- BRENTANA D., 1936 – *Resti di Bison priscus Bojanus nel Mantovano*. Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1935, Anno Accademico CXXXIV, Stabilimenti tipografici Ditta F. Apollonio & C., Brescia.
- CANTALUPPI G., SACCHI VIALLI G., 1974 – *I bovidi fossili delle alluvioni quaternarie pavesi*. Atti Istituto Geologico dell'Università di Pavia, **23**, pp. 72-89.
- CORNALIA E., 1871 – *Mammifères fossiles de Lombardie : carnivores, rongeurs, ruminants*. In : A. Stoppani « Paléontologie lombarde ou description des fossiles de Lombardie publiée à l'aide de plusieurs savants », 3 vols., 2^e série, Giuseppe Bernardoni, Milan.
- CROFTON R., 2021 – *Taxonomy, Systematics and Evolution of the Giant Deer Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1799) (Cervidae, Mammalia) from the Pleistocene of Eurasia*. *Quaternary*. **4**(4), 36 pp.

- DAL SASSO C., 1993 – *I mammiferi fossili delle alluvioni quaternarie lombarde*. Natura, vol. **84**, fasc. 3-4, Milano.
- FABIANI R., 1919 – *Mammiferi quaternari della Regione veneta*. Memorie dell'Istituto Geologico della Reale Università di Padova, vol. V, Padova.
- GIACOMETTI V., 1879 – *Note per uno studio di paleontologia del territorio mantovano letta il 16 giugno 1878*. Atti e Memorie della R. Accademia Virgiliana di Mantova, biennio 1877-78, Mantova.
- GIACOMETTI V., 1881 – *Sul Megaceros hibernicus. Comunicazione del socio cavalier Vincenzo Giacometti letta nella tornata del giorno 12 giugno 1881*. Atti e Memorie della R. Accademia Virgiliana di Mantova, biennio 1879-80, Mantova.
- GOULD S.J., 1974 – *The origin and function of "bizarre" structures: antler size and skull size in the "Irish Elk" Megaloceros giganteus*. Evolution, vol. **28**, fasc. 2.
- HILTON JOHNSON W., 2021 – *Encyclopedia Britannica*; <https://www.britannica.com/contributor/W-Hilton-Johnson/3712>.
- LINNAEUS C., 1758 – *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Decima editio, Impensis Laurentii Salvii, Stockholm.
- MARCHETTI M., 2002 – *Environmental changes in the central Po Plain (Northern Italy) due to fluvial modifications and man's activities*. Geomorphology, **44**(3-4).
- MILLAIS J.G., 1897 – *British Deer and their Horns*. Henry Sotheran & Co., London.
- NORINI G. (a cura di), 2015 – *Acquisizione ed elaborazione di dati geologici, geotecnici e geofisici per la caratterizzazione sismica di parte del territorio lombardo ricadente nell'Area Pilota del Progetto GeoMol-Programma Europeo "Spazio Alpino"*. Rapporto tecnico, CNR, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, Milano.
- OROMBELLI G., RAVAZZI C., CITA M.B., 2005 – *Osservazioni sul significato dei termini LGM (UMG), Tardoglaciale e Postglaciale in ambito globale, italiano ed alpino*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **18**(2).
- PAGLIA E., 1879 – *Saggio di studi naturali sul territorio mantovano*. V. Guastalla Tipografo Editore, Mantova.
- PAPAZZONI C.A., BELENGHI A., 2022 – *I reperti paleontologici del Palazzo Ducale di Mantova*. In: AA.VV. "Naturalia e Mirabilia", Scienze alla Corte dei Gonzaga, Brokerprint, Mantova.
- PERSICO D., 2021 – *I fossili delle alluvioni. Ricerca, studio e descrizione della paleofauna padana*. Service Lito, Persico Dosimo (CR).
- RAVAZZI C., PERESANI M., PINI R., VESCOVI E., 2007 – *Il Tardoglaciale nelle Alpi italiane e in Pianura Padana. Evoluzione stratigrafica, storia della vegetazione e del popolamento antropico*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **20**(2).
- REGGIANI P., 2005 – *Segnalazione del rinvenimento di resti di bisonte provenienti dai sedimenti del Fiume Oglio, in provincia di Brescia (Lombardia, Italia settentrionale)*. Natura Bresciana, Annali del Museo Civico di Scienze Naturali, **34**.
- RUGGERI A., 2003 – *Mammiferi del Quaternario Padano*. Quaderni di educazione ambientale, Museo Civico di Storia Naturale, Piacenza.
- STOPPANI A., 1871 – *Paléontologie lombarde ou description des fossiles de Lombardie publiée à l'aide de plusieurs savants*, 3 vols., 2^e série, Giuseppe Bernardoni Éd., Milan.
- STUART A.J., KOSINTSEV P.A., HIGHAM T.F.G., LISTER A.M., 2004 – *Pleistocene to Holocene extinction dynamics in giant deer and woolly mammoth*. Nature, vol. **431**.
- TAMASSIA L., 1996 – *Dossier - I Musei Civici di Mantova*. Dattiloscritto inedito.
- TREVISAN D., 2019 – *Prospettiva etnografica e ricerca paleontologica mantovana negli anni Settanta dell'Ottocento: il caso di Vincenzo Giacometti. Reperti archeologici e fonti archivistiche*. Atti e Memorie, Accademia Nazionale Virgiliana di Scienze Lettere e Arti, n.s., LXXXVI (2018), Mantova.
- VIALLI V., 1939 – *Nuova varietà di Megacero rinvenuta in Lombardia*. Atti Società Italiana Scienze Naturali, LXXV.



Riccardo Rondelli*, Davide Battilani*

Il genere *Gregoryaster* nel Langhiano dell'Appennino emiliano

Riassunto

Il genere Gregoryaster identifica un echinoide la cui posizione sistematica è stata per lungo tempo poco chiara e molto dibattuta. Partendo dalla prima descrizione di J.W. Gregory del 1891, questo echinoide è stato riclassificato più volte, spesso in modo contraddittorio, a causa della mancanza di caratteri morfologici diagnostici chiari. In una recente nota riguardante la miocenica Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) dell'Appennino modenese e bolognese, il genere Gregoryaster è stato segnalato per la prima volta nella fauna fossile di Montese. Il corrente studio ha avuto lo scopo di approfondire questa segnalazione sulla base di nuovi criteri distintivi, relativi a questo genere, proposti in recenti studi sull'echinofauna fossile del Mediterraneo. Lo studio ha permesso di confermare, per i campioni di Montese oggetto della corrente nota, l'appartenenza al genere Gregoryaster. Le scarse condizioni di conservazione non hanno tuttavia consentito di osservare alcuni caratteri chiave per l'attribuzione specifica, impedendo di confrontare gli echinoidi rinvenuti a Montese con altre specie segnalate per il bacino del Mediterraneo. La conferma della presenza di questo echinoide all'interno della Formazione di Pantano, datata per l'area studiata al Burdigaliano sup.-Langhiano, ha permesso di estendere la distribuzione stratigrafica del genere, precedentemente limitata al Burdigaliano inferiore, fino al Langhiano inferiore.

Abstract

The Gregoryaster genus in the Langhian of the Emilia Apennines. The Gregoryaster genus identifies an echinoid whose taxonomic position has been unclear and much debated for a long time. Starting from the first description by J.W. Gregory in 1891, this echinoid has been reassigned several times, often in a contradictory way, due to the lack of clear diagnostic characteristics. In a recent note, concerning the Miocene Pantano Formation (Sassoguidano Member) of the Modena and Bologna Apennines (Italy), the Gregoryaster genus was reported for the first time in the fossil fauna of Montese. The present study aims to investigate this record according to new diagnostic criteria proposed in recent studies on fossil echinofauna of the Mediterranean. The study allowed the samples to be assigned to the Gregoryaster genus. However, owing to the specimens' poor conditions,

* Società Reggiana di Scienze Naturali C. Iacchetti, Via F.P. Tosti 1, 42124 REGGIO EMILIA; e-mails: ricca90.it@gmail.com; davide.bat@libero.it.

some key characteristics for specific attribution have not been observed. Therefore, the echinoids found in Montese have not been compared with other species reported from the Mediterranean basin. Confirmation of the presence of this echinoid in the Pantano Formation, dated for the area to the Upper Burdigalian-Langhian, has allowed the stratigraphic distribution of this genus to be extended to the Lower Langhian, which was previously limited to the Lower Burdigalian.

Parole chiave: Genere *Gregoryaster*, Echinoidi, Paleoambienti, Formazione di Pantano, Appennino Settentrionale

Key words: *Gregoryaster* genus, Echinoids, Palaeo-environment, Pantano Formation, Northern Apennines, Italy

1. Introduzione

La collocazione sistematica del genere *Gregoryaster* (Lambert, 1907) è stata controversa per lungo tempo. La prima descrizione di questo echinoide si deve al geologo ed esploratore inglese John Walter Gregory (1891) che descrisse e figurò un esemplare del Miocene di Malta che era stato inizialmente assegnato da Wright (1855) al genere *Hemiaster* (Desor, in Agassiz & Desor, 1847); poi trasferito dallo stesso Wright (1864) nel genere *Brissopsis* (Agassiz, 1840). In seguito lo stesso esemplare fu inserito nel genere *Pericosmus* (Agassiz, in Agassiz & Desor, 1847); come *Pericosmus coranguinum* (Wright, 1855). Più tardi Lambert (1907) istituì il genere *Gregoryaster* sulla base di questa specie di Malta affermando che questi differiva da *Pericosmus* per la sua morfologia e per la mancanza della fasciola marginale. Sulla base di queste caratteristiche vennero attribuiti da Lambert (1907) alla specie tipo *Gregoryaster coranguinum* (Gregory, 1891) anche tutti gli esemplari da lui studiati nel Miocene della Sardegna. Tale classificazione è stata modificata più volte da allora, principalmente a causa della mancanza di caratteri diagnostici adeguati che permettessero di distinguere il genere *Hemiaster* da *Gregoryaster*, generando molta confusione.

Negli stessi anni, infatti, Stefanini (1909) conservò questa specie nel genere *Hemiaster*, come *Hemiaster coranguinum*, mentre Cottreau (1914) classificò esemplari provenienti dal Miocene di Malta e Gozo, come *Gregoryaster coranguinum*. Lambert & Thiery (1924) consideravano *Gregoryaster* come un sottogenere di *Hemiaster*, caratterizzato da un solco anteriore poco profondo e petali dritti. Wigglesworth (1964), d'accordo con Lambert (1907), distinse *Gregoryaster* da *Pericosmus* in base alla presenza di quattro gonopori anziché tre, l'assenza di una fasciola marginale, la forma della fasciola peripetala e l'ambulacro frontale superficiale. Wigglesworth (1964) suggerì inoltre che *Gregoryaster coranguinum* fosse strettamente correlato a *Hemiaster*

cotteauii, attualmente attribuito in Smith & Kroh (2011) al genere *Opissaster* (Pomel, 1883).

Mortensen (1950), Fisher (1966) e Challis (1980) trattarono *Gregoryaster* come un sottogenere di *Hemiaster* e distinsero la specie *Hemiaster (Gregoryaster) coranguinum* (Gregory, 1891) da *Hemiaster (Trachiaster) cotteauii* (Wright, 1855), sulla base del diverso rapporto tra la lunghezza dei petali posteriori e degli anteriori.

Fino a tempi recenti, il genere rimase inserito, a seconda delle diverse opinioni, nella famiglia Hemiasteridae (Clark, 1917; Challis, 1980; Néraudeau, 1994; Cappelletti, 2008; Quintana Cardona, 2019) o nella famiglia Schizasteridae (Lambert, 1905; Kroh, 2005; Pereira, 2008; Smith & Kroh, 2011). Per quanto riguarda l'Appennino modenese e bolognese, il primo autore a figurare un echinoide simile a quelli oggetto della corrente nota, fu Manzoni (1880) che identificò *Brissopsis lyrifera* per l'areale di Santa Maria Villiana (Gaggio Montano, BO).

Riprendendo in seguito gli stessi campioni Stefanini (1909) definì la presenza del genere *Hemiaster*, identificando *Hemiaster coranguinum* in campioni provenienti da Santa Maria Villiana e Serra dei Guidoni (Montese). Vista l'incertezza tassonomica che ha da sempre accompagnato tali echinoidi, il genere non è stato più segnalato nei successivi lavori riguardanti la Formazione di Pantano. In una recente pubblicazione (Rondelli, 2022) è stato segnalato per la prima volta il genere *Gregoryaster* per l'areale attiguo all'abitato di Montese sulla base di campioni storici conservati nelle collezioni universitarie di Modena e Firenze. Lo scopo del presente studio è stato quello di approfondire la segnalazione di Rondelli (2022) sulla base di un recente studio (Stara *et al.*, 2022) che ha definito i parametri principali utili per distinguere tra *Pericosmus*, *Opissaster*, *Hemiaster* e *Gregoryaster*.

2. Inquadramento geografico e geologico

L'area dalla quale provengono i campioni oggetto della corrente nota si trova nei pressi dell'abitato di Montese, nel medio Appennino emiliano, al confine tra le province di Modena e Bologna. L'area è nota fin dalla seconda metà dell'800 per i numerosi echinidi fossili rinvenuti.

Numerosi sono gli studiosi, Mazzetti (1872, 1879, 1881a), Manzoni & Mazzetti (1878), Manzoni (1880), Mazzetti & Pantanelli (1885, 1887), Stefanini (1908, 1909) e, più recentemente, Borghi (2020), Borghi & Stara (2016, 2020), Borghi & Battilani (2021), Rondelli (2022, 2023) che si sono occupati nel tempo dei fossili provenienti da questa località. I resti fossili, oggi conservati presso le collezioni museali delle Università di Modena e Reggio Emilia e di Firenze, provengono dalla miocenica Formazione di Pantano (Burdigaliano sup.-Langhiano).

Come il resto della Successione Epiligure (Bettelli *et al.*, 2002), essa giace in discontinuità sul sottostante Dominio Ligure, depositatosi in un intervallo di tempo compreso tra Cretaceo ed Eocene.

La Formazione di Pantano è a dominanza carbonatico-terrigena e appartiene al Gruppo di Bismantova (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002), che comprende le Formazioni di Pantano e di Cigarellò. Nell'areale tra le province di Modena e Bologna la Formazione di Pantano è stata suddivisa in un complesso sistema di litofacies costituite da biocalcareni come quelle del Membro Sassoguidano (PAT_1) e del Membro di Montecuccolo (PAT_2), tipiche delle zone appenniniche più meridionali, e sedimenti più fini che caratterizzano le aree del margine settentrionale dell'Appennino emiliano associate al Pantano indif. (PAT), in prossimità della pianura (Amorosi, 1991, 1992a, 1992b). Presso Montese la Formazione di Pantano affiora con i membri di Sassoguidano e di Montecuccolo, che nell'area si presentano articolati in un complesso sistema di litofacies interne (Rondelli, 2022, 2023). In particolare i due campioni approfonditi nella presente nota provengono dalla località di Santa Maria Villiana nell'Appennino bolognese (Fig. 1) in cui affiora il Membro di Sassoguidano. Tale membro si è depositato in un ambiente di piattaforma interna (Amorosi, 1993; Fregni & Panini, 1995; Amorosi *et al.*, 1996; Bettelli *et al.*, 2002; Panini *et al.*, 2002; Rondelli, 2022), caratterizzato da condizioni sublitorali interne e da ingenti apporti derivanti dall'ambiente litoraneo (LT2 - Rondelli, 2022).

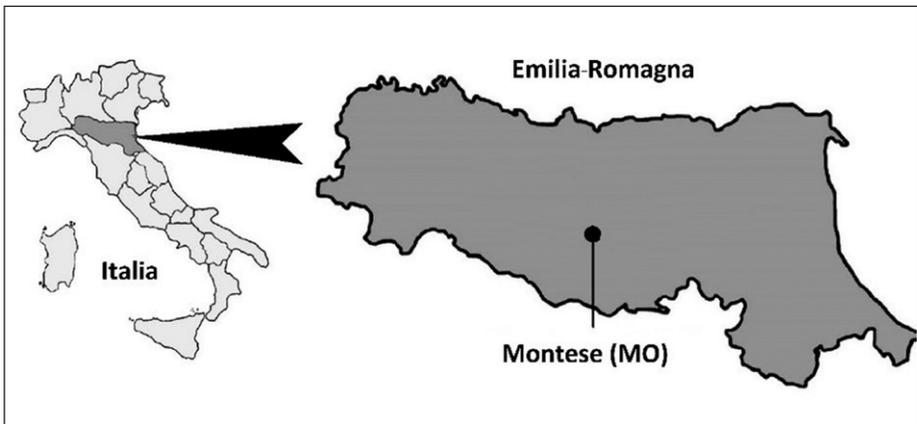


Fig. 1 – Inquadramento geografico dell'area di studio.

3. Materiali, metodi

L'analisi ha riguardato una revisione critica dei dati disponibili riguardo ai campioni conservati nelle collezioni storiche delle Università di Modena e Firenze. Lo studio si è concentrato, in particolare, su due esemplari (Fig. 3), custoditi presso le collezioni dell'Università di Modena e Reggio Emilia (IPUM35016 e IPUM35017), particolarmente ben conservati. La metodologia applicata è quella proposta dallo studio di Stara *et al.*, (2022). I dati biometrici degli echinoidi sono riportati in Tab. 1. Tutte le misure effettuate sugli echinoidi fossili (Fig. 2) sono state condotte utilizzando un calibro con precisione di 0,02 mm. TL è riportato in mm, mentre le altre misure sono state espresse in percentuale di TL; gli angoli sono espressi in gradi.

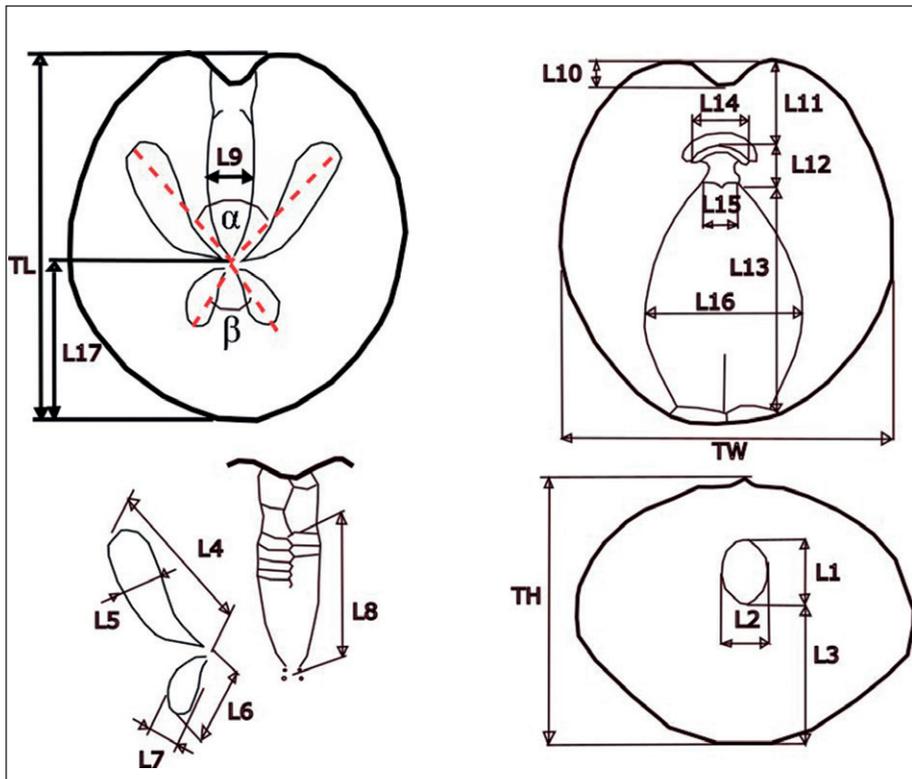


Fig. 2 – Schema delle misure effettuate sugli echinoidi fossili (da Stara *et al.*, 2022, modificato).

Tab. 1 – Parametri dimensionali rilevati sugli echinoidi fossili.

Misure	Valori di riferimento per <i>Gregoryaster coranguinum</i> (Stara <i>et al.</i> , 2022)	Valori di riferimento per <i>Gregoryaster cabiddui</i> (Stara <i>et al.</i> , 2022)	Misure eseguite sul campione 1 (Figg. 3c, 3d, 3f) IPUM35017		Misure eseguite sul campione 2 (Figg. 3a, 3b, 3e) IPUM35016		Media tra i parametri dimensionali misurati sui due esemplari studiati
TL	48,5-75 mm	66-82,5 mm	57 mm		85 mm		71 mm
TW	100-119%TL	93,8-106%TL	58 mm	102%TL	84 mm	98%TL	100%TL
TH	51,6-80,4% TL	36-48%TL	22 mm	38,5%TL	25 mm	29%TL	34%TL
L1	11,6%TL	7,5-8,3%TL	5 mm	8%TL	9 mm	10%TL	9%TL
L2	9%TL	4-10%TL	3 mm	5%TL	6 mm	7%TL	6%TL
L3	32,8-47,6%TL	23,9-28,7%TL	20 mm	35%TL	-	-	35%TL
L4	35,3-50%TL	37,2-44%TL	18 mm	35%TL	30 mm	35%TL	35%TL
L5	3,7-14,3%TL	6,1-8,2%TL	5 mm	8,7%TL	5 mm	6%TL	7%TL
L6	30-39,6%TL	29,9-36,4%TL	17 mm	33,3%TL	26 mm	30,5%TL	32%TL
L7	5,1-14,1%TL	5,6-8,5%TL	5 mm	8,7%TL	4 mm	5% TL	7%TL
L8	28,6-41%TL	29-42,5%TL	19 mm	31,6%TL	38 mm	44%TL	39%TL
L9	4,1-9,9%TL	6,2-10,2%TL	4 mm	7%TL	5 mm	6%TL	7%TL
L10	0-2,7%TL	1,4-2,7%TL	1 mm	1,7%TL	2 mm	2%TL	2%TL
L11	21,6-26,3%	9-16%TL	-	-	15 mm	17,6%TL	18%TL
L12	14,3-16,1%TL	14,4-17,2%TL	-	-	12 mm	14%TL	14%TL
L13	51,3-54,8%TL	51,5-57%TL	-	-	47 mm	55%TL	55%TL
L14	12-14,6%TL	9,6-13,2%TL	-	-	9 mm	10%TL	10%TL
L15	8,3-11%TL	8,7-10,1%TL	-	-	9 mm	10%TL	10%TL
L16	34,8 –45,3%TL	32,6-36,7%TL	-	-	27 mm	31,7%TL	32%TL
L17	50,4-63,3% TL	54,4-56%TL	29 mm	49,1%TL	40 mm	47%TL	48%TL
α	124°-139°	112°-129°	120°		129°		124°
B	44°-60°	41°-54°	41°		51°		46°
L4/L6	1,10-1,40 mm		1,05 mm		1,15 mm		1,10 mm

4. Descrizione dati

4.1 Descrizione

Gli echinoidi analizzati sono di dimensioni medio-grandi per il genere (TL=71 mm) (TW=100%TL). Essi possiedono una teca globosa (Fig. 3D) di forma sub-arrotondata e troncata posteriormente. L'altezza della teca è tendenzialmente influenzata da ingenti schiacciamenti avvenuti durante il processo di fossilizzazione. Il profilo, salvo quando la deformazione è molto marcata, è prevalentemente globoso e leggermente inclinato in avanti, con altezza massima posteriore al disco apicale. La faccia orale (Fig. 3B) si presenta convessa e leggermente depressa attorno al peristoma. Il solco anteriore è poco profondo (L10=2%TL) (Figg. 3A e 2C). Il disco apicale, quando non obliterato da deformazioni, è tendenzialmente piccolo (Fig. 3C) e anteriore al centro (L17=48%TL). Purtroppo la cattiva conservazione del sistema apicale ha pregiudicato l'osservazione dei gonopori.

L'ambulacro III è petaloide (L9=7%TL) e di lunghezza variabile (L8=39%TL). Gli ambulacri anteriori sono petaloidi, lunghi (L4=35%TL) e stretti (L5=7%TL); mentre i posteriori sono leggermente più corti (L6=32%) e più stretti (L7=7%TL). I petali anteriori formano un angolo di 124° mentre i posteriori di 46°. I petali II e IV si estendono alla quinta piastra interambulacrale adiacente (Fig. 4). Nel campione 2, la cui teca è meglio conservata rispetto al campione 1, è possibile osservare che vicino al margine le piastre sono parzialmente coperte da tubercoli. La densità dei tubercoli diminuisce a mano a mano che ci si avvicina alla zona petaloide. Sul lato aborale gli ambulacri I e V formano aree nude peripiastrali, fino alla quinta piastra adiacente. Gli ambulacri II e IV sul lato aborale sono ricoperti di tubercoli, densi al margine e più sparsi vicino all'area petaloide. Il plastron è leggermente rigonfio, completamente ricoperto di tubercoli (Fig. 3B), con piastre sternali lunghe (L13=55%TL) e larghe (L16=32%TL). Il labbro si presenta lungo e a contatto con due piastre ambulacrali adiacenti per lato (L12=14%TL; L15=10%TL) con ampio margine anteriore (L14=10%TL) (Fig. 4D). Plastron e labbro sono completamente tubercolati. Peristoma piccolo, con la parte posteriore leggermente più larga del labbro, in posizione molto prossima al margine della teca (L11=18%TL).

Il periprocto è piccolo (Figg. 3E e 2F), allungato verticalmente (L1=9%TL; L2=6%TL; L3=35%TL). Nella totalità dei campioni, a causa dallo scarso grado di conservazione, non è mai stato possibile osservare la fasciola peripetala.

4.2 Sintesi dei caratteri principali

Gli echinoidi analizzati sono di taglia medio-grande e con altezza variabile. Il solco anteriore è molto superficiale; mentre il labbro è lungo, stretto, si allarga sopra lo stoma ed è in contatto con due piastre ambulacrali per lato. Il periprocto è piccolo e allungato verticalmente.

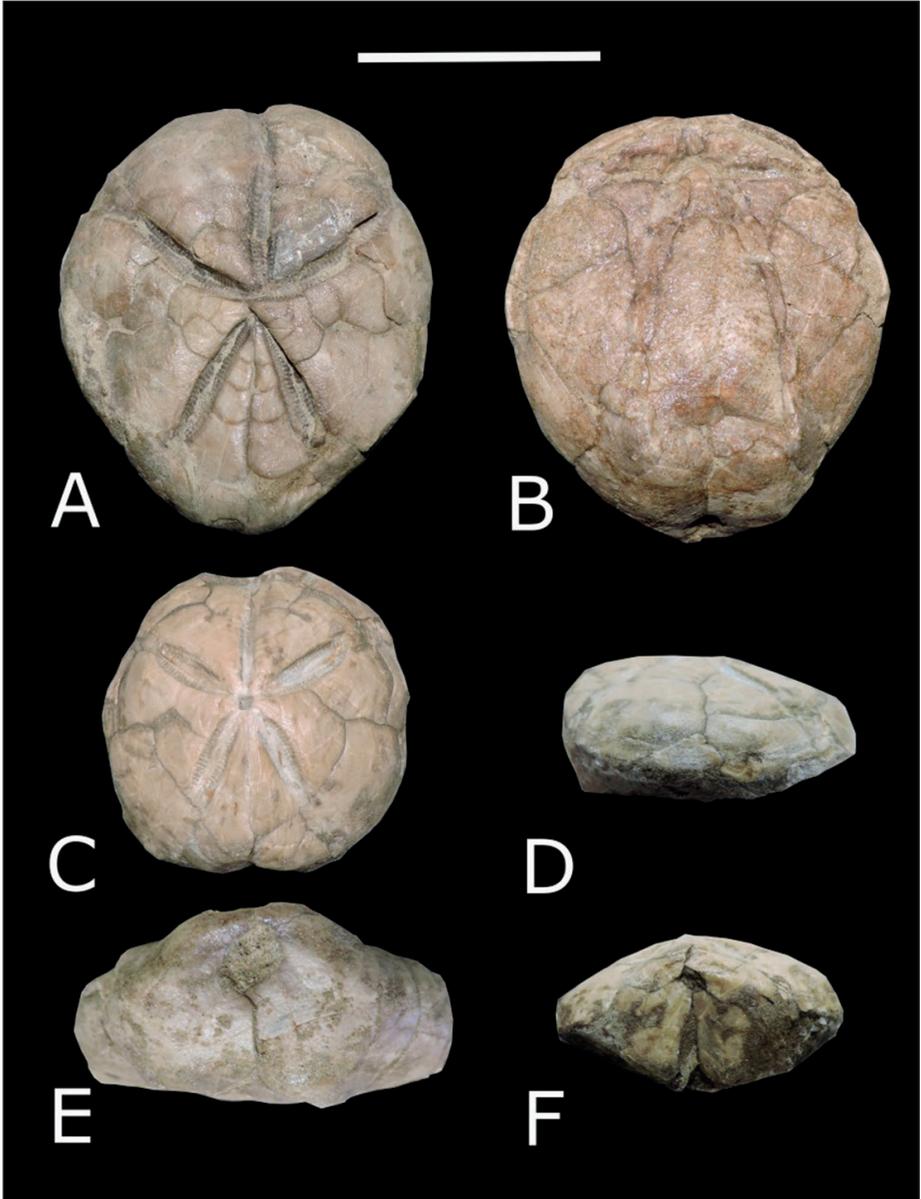


Fig. 3 – A) Campione 2 (IPUM35016) vista aborale; B) Campione 2 (IPUM35016) vista orale; C) Campione 1 (IPUM35017) vista aborale; D) Campione 1 (IPUM35017) vista laterale; E) *Periprocto* campione 2 (IPUM35016); F) *Periprocto* campione 1 (IPUM35017); scala 55 mm.

5. Discussione dei dati

Come ampiamente illustrato in precedenza, l'attribuzione del genere *Gregoryaster* è da sempre oggetto di discussione. Esso è stato spesso confuso, ed erroneamente attribuito, ai generi *Hemiaster*, *Pericosmus* e *Schizaster*. La controversia con *Hemiaster* deriva da confronti basati sulla morfologia complessiva della teca (Wright, 1855; Gregory, 1891; Lambert & Thiery, 1909-1925; Mortesen, 1950; Fisher, 1966; Comaschi Caria, 1972; Challis, 1980), decisamente simile tra i due echinoidi. Il genere *Hemiaster* è oggi (Smith & Kroh, 2011) ristretto a forme aventi un sistema apicale etmofrattico, un labbro a contatto con tre piastre ambulacrali, piastre sternali asimmetriche e separate da una sutura obliqua. Le caratteristiche osservate nei campioni in studio, in particolare la presenza di due sole piastre ambulacrali a contatto con la piastra labiale, hanno permesso di affermare che gli esemplari oggetto di studio non appartengono al genere *Hemiaster* (Desor, in Agassiz & Desor, 1847). Ulteriore prova a sostegno dell'appartenenza dei campioni analizzati al genere *Gregoryaster* è data dal valore del rapporto della lunghezza tra la misura degli ambulacri ($L4/L6=1,10$) più affine all'intervallo proprio a *Gregoryaster* (1,10-1,40 mm), piuttosto che a quello tipico di *Hemiaster* (1,25-2 mm) (Stara *et al.*, 2022).

Il genere *Pericosmus* (Agassiz, in Agassiz & Desor, 1847) condivide con il genere *Gregoryaster* (Lambert, 1907) la piastra labiale che si estende alla seconda piastra ambulacrale e un rapporto tra la lunghezza degli ambulacri simile (*Pericosmus* 1-1,12 mm; *Gregoryaster* 1,10-1,40 mm). Le notevoli caratteristiche comuni tra i due generi hanno portato nel tempo ad assegnare la specie *Gregoryaster coranguinum* (Wright, 1855) al genere *Pericosmus* e viceversa. Studi recenti (Stara *et al.*, 2022) hanno permesso di definire che, nonostante *Pericosmus* condivida con *Gregoryaster* la piastra labiale che si estende alla seconda piastra ambulacrale, questi due generi possono essere differenziati per tutta una serie di altri fattori quali: sistema apicale etmolitico con tre gonopori, nel caso del *Pericosmus*, invece di quattro nel caso di *Gregoryaster*, differenze nella fasciola peripetala, la presenza o assenza della fasciola marginale, angolo formato dai petali anteriori e posteriori, forma dell'ambulacro III e forma del periprocto.

Negli esemplari oggetto di studio, a causa dello scarso grado di conservazione, non è stato mai possibile osservare il numero di gonopori o la presenza/assenza della fasciola peripetala e marginale. Altre caratteristiche però come l'ambulacro III petaloide, e non continuo e aperto; unitamente al periprocto allungato verticalmente ($L1=9\%TL$; $L2=6\%TL$), e non circolare, sono caratteristiche riconosciute da Stara *et al.* (2022) come appartenente al genere *Gregoryaster*. Anche l'angolo tra gli ambulacri anteriori ($\alpha=124^\circ$) e posteriori ($\beta=46^\circ$) è rapportabile all'intervallo proposto per il genere *Gregoryaster* ($\alpha=112-129^\circ$; $\beta=41-60^\circ$), piuttosto che per il genere *Pericosmus* ($\alpha=119-121^\circ$; $\beta=68-79^\circ$).

È possibile inoltre escludere che gli esemplari oggetto di studio appartengano al genere *Opissaster* per il fatto che la piastra labiale, in questo genere, è in contatto con una sola piastra ambulacrale. Altri caratteri per i quali è possibile distinguere tra questi due generi sono la posizione del sistema apicale, il percorso della fasciola peripetala nell'ambulacro anteriore e il rapporto tra la lunghezza dei petali anteriori e posteriori. Questo rapporto corrisponde a (1,35-1,84 mm) per *Opissaster* e a (1,10-1,40 mm) per *Gregoryaster* (Kroh, 2005; Smith & Kroh, 2011). La media del rapporto tra la lunghezza dei petali, per i campioni oggetto di studio, è stata 1,10 mm, quindi affine all'intervallo di riferimento per il genere *Gregoryaster*. Inoltre *Gregoryaster* differisce dalla maggior parte degli schizasteridi (Stara *et al.*, 2022), per la presenza di un solco anteriore molto superficiale e petali anteriori e posteriori di lunghezza simile. Nei campioni oggetto della corrente nota il solco anteriore è sempre molto superficiale e i petali anteriori e posteriori hanno lunghezza simile ($L6=32\%TL$; $L4=35\%TL$) risultando, quindi, anche per queste caratteristiche, affini al genere *Gregoryaster*.

I campioni osservati possiedono anche altre caratteristiche riconducibili al genere *Gregoryaster* come: piastre parzialmente coperte da tubercoli in prossimità del margine la cui densità diminuisce mano a mano che ci si avvicina alla zona petaloide, aree nude peripiastronali presso gli ambulacri I e V dopo le quali si assiste alla comparsa di tubercoli fino al margine della teca e sul tratto aborale.

Il plastron è leggermente rigonfio, con piastre sternali lunghe ($L13=55\%TL$) e larghe ($L16=32\%TL$). Piastra labiale lunga e a contatto con due piastre ambulacrali adiacenti per lato ($L12=14\%TL$; $L15=10\%TL$), con ampio margine anteriore ($L14=10\%TL$). Caratteristiche divergenti rispetto agli standard definiti da Stara *et al.*, (2022) sono quelle relative ai parametri dimensionali TH e TW. Ciò è dovuto alle deformazioni, subite dalla teca dell'echinoide in fase di fossilizzazione.

È possibile dunque concludere che le caratteristiche osservate permettono di associare gli echinoidi rinvenuti presso Montese e appartenenti alla Formazione di Pantano, Membro di Sassoguidano (PAT_1), al genere *Gregoryaster*.

Recentemente Stara *et al.* (2022) hanno identificato, per l'areale del Mediterraneo, due specie appartenenti al genere *Gregoryaster*, ossia *Gregoryaster coranguinum* e *Gregoryaster cabiddui*.

Esse si differenziano per una serie di parametri dimensionali che purtroppo non sono valutabili negli esemplari rinvenuti a Montese. Essi si differiscono anche sulla base della posizione del peristoma che, similmente per quanto detto precedentemente, ha subito ingenti deformazioni. Altre differenze riguardano la posizione e organizzazione dei tubercoli, inclinazione della faccia posteriore e l'angolo tra gli ambulacri anteriori.

Per le caratteristiche sopra citate non è stato dunque possibile determinare

a quale delle due specie identificate da Stara *et al.* (2022) appartengano gli echinoidi rinvenuti tra Appennino modenese e bolognese e in generale a quelle già segnalate nell'areale del Mediterraneo.

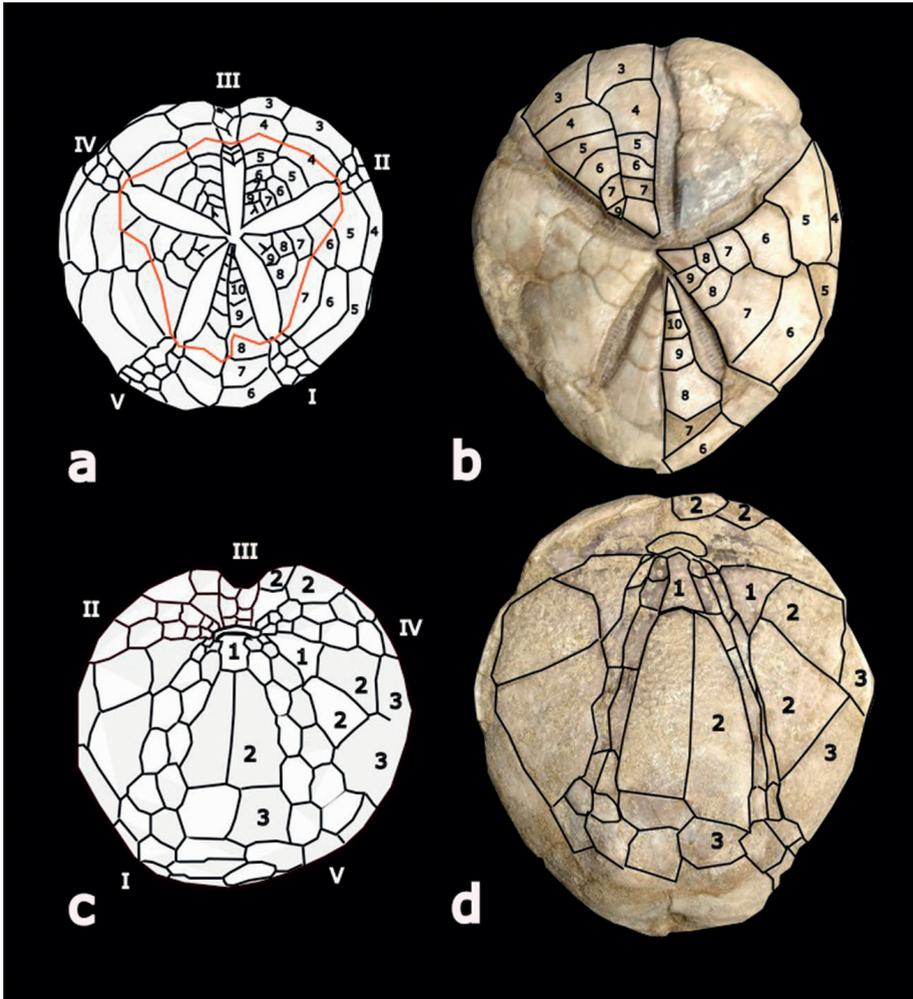


Fig. 4 – a) Schema delle piastre del lato aborale di Gregoryaster; b) Schema delle piastre del lato aborale del campione 2 (IPUM35016); c) Schema delle piastre del lato orale di Gregoryaster; d) Schema delle piastre del lato orale del campione 2 (IPUM35016) (da Stara *et al.*, 2022, modificato).

6. Paleoecologia e distribuzione stratigrafica di *Gregoryaster*

Gregoryaster è un genere estinto e non trova nessuna correlazione con generi presenti nei mari attuali. Dati paleoecologici possono dunque essere estrapolati unicamente dalla morfologia funzionale della teca (Smith, 1980a, 1984). Molte delle caratteristiche morfologiche di *Gregoryaster* suggeriscono uno stile di vita infaunale. Tale affermazione è supportata dal fatto che *Gregoryaster* possedeva numerosi tubercoli aborali che sostenevano una fitta coltre di aculei. Questa caratteristica permette solitamente di scavare all'interno di sedimenti fini, utilizzando gli aculei dorsali per sostenere la tana e consentire allo stesso tempo la circolazione dell'acqua (Gale & Smith, 1982; Kanazawa, 1992). Questi echinoidi erano probabilmente detritivori (Smith, 1980b), incapaci di scavare in profondità nel sedimento (Smith, 1980b), ma capaci di generare correnti ciliari all'interno della tana (Smith & Stockley, 2005). Nell'area del Mediterraneo *Gregoryaster coranguinum* è segnalato all'interno della Formazione del Calcare a Globigerina di Malta, dove spesso è associato a spatangoidi come *Schizaster* e *Ditremaster*, associazione considerata tipica di piattaforme prossime al mare aperto (Challis, 1980; Boggild & Rose, 1984; Gatt, 2006a, 2006b). *Gregoryaster cabiddui*, tipico del Miocene sardo, è invece associato generalmente a spatangoidi, come *Faorina* e *Spatangus*, e viene considerato tipico di sedimenti fini afferenti ad ambienti sublitorali. I *Gregoryaster* provenienti dalla Sardegna sono stati reperiti nella Formazione delle Marne di Ales datate all'Aquitano (Casula *et al.*, 2001; Cherchi *et al.*, 2008).

Nell'Appennino modenese e bolognese *Gregoryaster* è stato reperito unicamente nel Membro di Sassoguidano (Formazione di Pantano), nelle litofacies appartenenti all'ambiente sublitorale interno (LT2) ed esterno (LT3). L'echinoide è tuttavia ben rappresentato (Stefanini, 1909; Rondelli, 2022) unicamente in (LT2). Particolarmente interessante è la distribuzione stratigrafica dei *Gregoryaster* rinvenuti nell'Appennino emiliano. La Formazione di Pantano occupa infatti un intervallo di tempo compreso tra Burdigaliano superiore e Langhiano. I precedenti studi riguardo al genere *Gregoryaster*, descritti per l'areale del Mediterraneo (Stara *et al.*, 2022), non riportano la presenza del genere oltre il Burdigaliano inferiore. L'identificazione degli esemplari conservati nella Formazione di Pantano permette dunque di ampliare la distribuzione stratigrafica del genere *Gregoryaster* al Langhiano (Fig. 5). Pur non essendo disponibili datazioni di dettaglio, è possibile ipotizzare una datazione sulla base della litofacies di appartenenza degli echinoidi. (LT2), afferente al Membro di Sassoguidano (PAT₁), si colloca nella porzione mediana della Formazione di Pantano, in prossimità con il sovrastante Membro di Montecuccolo (Rondelli, 2023). La transizione tra il Membro di Montecuccolo (PAT₂) e la sovrastante Formazione di Cigarellino è stata datata al Langhiano inferiore su gran parte dell'Appennino modenese (Guerrera, 1979; Amorosi *et al.*, 1996; Panini *et al.*, 2002) e al Langhiano, sia

inferiore che superiore, nell'Appennino bolognese (Pieri, 1961; Bettelli *et al.*, 1989). È quindi ragionevole ipotizzare un'appartenenza al Langhiano inferiore per gli echinoidi oggetto della corrente nota.

	App. Settentrionale	Malta	Sardegna
Messiniano			
Tortoniano			
Serravalliano			
Langhiano	★		
Burdigaliano			
Aquitaniense		★	★
Chattiano		★	★
Rupeliano			
★ <i>Presenza di Gregoryaster</i>	<i>Frequente</i>	<i>Non comune</i>	<i>Raro</i>

Fig. 5 – Distribuzione biostratigrafica del genere *Gregoryaster* (da Stara *et al.*, 2022, modificato).

7. Conclusioni

Lo studio degli echinoidi reperiti presso Santa Maria Villiana e Serra dei Guidoni, nell'Appennino bolognese (Rondelli, 2022), ha permesso di confermare la presenza del genere *Gregoryaster* all'interno del Membro di Sassoguidano afferente alla Formazione di Pantano. Come gran parte degli echinoidi reperiti all'interno della Formazione, i campioni in oggetto della corrente nota non sono in condizioni di preservazione ottimali. Le scarse condizioni di conservazione hanno impedito di osservare alcuni caratteri chiave per l'attribuzione specifica. Non è dunque stato possibile ricondurre gli echinoidi rinvenuti alle altre specie di *Gregoryaster* segnalate per il bacino del Mediterraneo, come *Gregoryaster coranguinum* e *Gregoryaster cabiddui*. La presenza

di questi echinoidi all'interno della Formazione di Pantano, datata per l'area di studio al Miocene (Burdigaliano sup.-Langhiano), ha inoltre permesso di estendere la distribuzione stratigrafica del genere, precedentemente limitata al Burdigaliano inferiore, fino al Langhiano inferiore (Fig. 5).

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento a Sergio Magnani per il confronto sempre utile e costruttivo e ad Enrico Borghi per la lettura critica e le correzioni al testo.

Bibliografia

- AGASSIZ L., 1840 – *Description des échinodermes fossiles de la Suisse*. Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences Naturelles, 107 pp., Neuchâtel.
- AGASSIZ L., DESOR P.J.E. (eds.), 1847 – *Catalogue raisonné des espèces, des genres et des familles d'échinides*. Annales des Sciences Naturelles, sér. 3 (Zool.), **8**, pp. 5-35, 355-380, Paris.
- AMOROSI A., 1991 – *Analisi di facies e stratigrafia sequenziale della Formazione di Bismantova ad est del Fiume Panaro ("placca" di Zocca-Montese, Appennino bolognese)*. Giornale di Geologia, ser. 3, **52**(1-2) (1990), pp. 159-177.
- AMOROSI A., 1992a – *Stratigrafia e sedimentologia del Miocene Epiligure tra le valli del Panaro e del Marecchia (Appennino settentrionale)*. Tesi di dottorato (inedita), Università di Bologna e Modena, 205 pp., Bibl. Naz. Roma e Firenze.
- AMOROSI A., 1992b – *Correlazioni stratigrafiche e sequenze deposizionale nel Miocene epiligure delle Formazioni di Bismantova, San Marino e M. Fumaiolo (Appennino settentrionale)*. Giornale di Geologia, ser. 3, **54**(1), pp. 95-105.
- AMOROSI A., 1993 – *Use of Glaucony for stratigraphic correlation: review and case histories*. Giornale di Geologia, ser. 3, **55**(1), pp. 117-137.
- AMOROSI A., COLALONGO M.L., VAIANI S.C., 1996 – *Revisione stratigrafica dell'Unità Bismantova (Miocene epiligure, Appennino settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., **115**, pp. 355-367.
- BETTTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., PANINI F. 1989 – *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguri dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. Mem. Soc. Geol. It., **39** (1987), pp. 215-244.
- BETTTELLI G., PANINI F., PIZZIOLLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FAZZINI P., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., MANTOVANI UGUZZONI M.P., BOSI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000; Foglio n. 236 "Pavullo nel Frignano"*. Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- BOGGILD G.R., ROSE E.P.F., 1984 – *Mid-Tertiary echinoid biofacies as palaeoenvironmental indices*. Annales Géologiques des Pays Helléniques, **32**, pp. 57-67.
- BORCHI E., 2020 – *Gli echinoidi della Formazione di Pantano (Miocene medio-inferiore) dell'Emilia*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 30-48.
- BORCHI E., STARA P., 2016 – *I cidaroidi (Echinoidea) del Miocene inferiore-medio dell'Emilia-Romagna e di San Marino*. Parva Naturalia, **11**, pp. 13-45.
- BORCHI E., STARA P., 2020 – *Nudobrissus (Lambert, 1920), un raro echinoide del Miocene medio-inferiore dell'Emilia e della Sardegna*. Notiziario Società Reggiana Scienze Naturali (2019), pp. 6-13.
- BORCHI E., BATTILANI D., 2021 – *First record of the Cyclaster genus (Echinoidea) in the European Miocene*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **152**, pp. 73-80.
- CAPPELLETTI E., 2008 – *Gli echinoidi miocenici dell'Arcipelago Maltese: studio sistematico ed affinità biogeografica*. Tesi di laurea magistrale, Università di Pisa (inedita), 225 pp.
- CASULA G., CHERCHI A., MONTADERT L., MURRU M. & SARRIA E., 2001 – *The Cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data*. Marine and Petroleum Geology, **18**, pp. 863-888.

- CHALLIS G.R., 1980 – *Palaeoecology and Taxonomy of Mid-Tertiary Maltese Echinoids*. Unpublished Ph.D. thesis, Bedford College, University of London, 401 pp.
- CHERCHI A., MANCINI N., MONTADERI L., MURRU M., PUTZU M.T., SCHIAVINOTTO F. & VERRUBBI V. 2008 – *The stratigraphic response to Oligo-Miocene extension in the western Mediterranean from observations on the Sardinia graben system (Italy)*. Bulletin de la Société Géologique de France, **179**, pp. 267-287.
- COMASCHI CARIA I., 1972 – *Gli echinidi del Miocene della Sardegna*. S.T.E.F. Ed., Cagliari, 91 pp.
- FISHER A.G., 1966 – *Spatangoids*. In: R.C. Moore (ed.) "Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U, Echinodermata", **3(2)**, pp. U543-U628, Boulder, CO & Lawrence, KS (GSA & Univ. Kansas Press).
- FREGNI P., PANINI F., 1995 – *Dati stratigrafici della Formazione di Cigarellò (Gruppo di Bismantova), Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)*. "Scritti e documenti", Acc. Naz. Scienze, **14**, pp. 87-111.
- GALE A.S., SMITH A.B., 1982 – *The palaeobiology of the Cretaceous irregular echinoids *Infulaster* and *Hagenowia**. Palaeontology, **25**, pp. 11-42.
- GATT M., 2006a – *Il-Geologija u l-Paleontologija tal-Gzejjer Maltin*. Publikazzjonijiet Indipendenza, Malta, Vol. **1**, i-x, 264 pp.
- GATT M., 2006b – *Il-Geologija u l-Paleontologija tal-Gzejjer Maltin*. Publikazzjonijiet Indipendenza, Malta, Vol. **2**, i-viii, pp. 265-470.
- GREGORY J.W., 1891 – *The Maltese fossil Echinoidea and their evidence on the correlation of the Maltese rocks*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, **36**, pp. 585-639.
- GUERRERA F., 1979 – *Stratigrafia e sedimentologia dei livelli "tripolacei" del Miocene inferiore-medio appenninico*. Boll. Servizio Geol. d'Italia, **99**, pp. 233-262.
- KANAZAWA K., 1992 – *Adaptation of test shape for burrowing and locomotion in spatangoid echinoids*. Palaeontology, **35**, pp. 733-750.
- KROH A., 2005 – *Catalogus fossilium Austriae. Band 2. Echinoidea neogenica*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 210 pp.
- LAMBERT J.M., 1907 – *Description des Echinides Fossiles des Terrains Miocéniques de la Sardaigne*. Mémoires de la Société Paléontologique Suisse, **34**, 72 pp.
- LAMBERT J.M., THIÉRY P., 1909-1925 – *Essai de nomenclature raisonnée des Échinides*. Librairie Septime Ferrière, Chaumont, 607 pp.
- MANZONI A., 1880 – *Echinodermi fossili della molassa serpentinoso e supplemento agli echinodermi dello Schlier delle colline di Bologna*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, **42**, pp. 185-190.
- MANZONI A., MAZZETTI G., 1878 – *Echinodermi nuovi della molassa miocenica di Montese nella provincia di Modena*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., **3(2)**, pp. 350-356, Firenze.
- MAZZETTI G., 1872 – *Cenno intorno ai fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **6**, pp. 1-12.
- MAZZETTI G., 1879 – *La molassa marnosa delle montagne modenesi e reggiane e lo Schlier delle colline del Bolognese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **13(1)**, pp. 1-22.
- MAZZETTI G., 1881a – *Echinodermi fossili di Montese*. Annuario Soc. Nat. in Modena, serie 2, **15**, pp. 108-126.
- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1885 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte prima*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **4**, pp. 58-96.
- MAZZETTI G., PANTANELLI D., 1887 – *Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese. Parte seconda*. Atti Soc. Nat. in Modena, Memorie, **6**, pp. 46-82.
- MORTENSEN T., 1950 – *A Monograph of the Echinoidea. V, 1. Spatangoida I. Protoseternata, Meridosternata, Amphisternata I. Palaeopneustidae, Palaeostomatidae, Aëropsidae, Toxasteridae, Micrasteridae, Hemiasteroidae*. C.A. Reitzel, Copenhagen, 422 pp.
- NÉRAUDEAU D., 1994 – *Hemiasteroid echinoids (Echinodermata: Spatangoida) from the Cretaceous Tethys to the present day Mediterranean*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **110**, pp. 319-344.
- PANINI F., BETTELLI G., PIZZIOLLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FIORONI C., FREGNI P., GASPERI G., BORSETTI M., MANTOVANI UGUZZONI M.P., BASOLI R., FONTANA D., 2002 – *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio n. 237 "Sasso Marconi"*. Reg. Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e del Suolo.
- PEREIRA J.S.P., 2008 – *Echinoids from the Neogene of Portugal mainland: Systematics, Palaeoecology, Palaeobiogeography*. Doutoramento em Geologia (Especialidade de Paleontologia e Estratigrafia), Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 200 pp.
- PIERI M., 1961 – *Nota introduttiva al rilevamento del versante appenninico padano eseguito nel 1955-59 dai geologi dell'Agip Mineraria*. Boll. Soc. Geol. d'It., **80**, pp. 1-34.

- POMEL A., 1883 – *Classification méthodique et Généra des Échinides vivants et fossiles*. Thèses à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grad de Docteur en Sciences Naturelles, Paris.
- QUINTANA CARDONA J., 2019 – *Fauna equinològica del Mioceno superior de Ses Fonts Redones de Baix (Es Migjorn Gran, Menorca)*. Bollet de la Societat d'Historia Natural de les Balears, **62**, pp. 161-174.
- RONDELLI R., 2022 – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) nei pressi di Montese tra Appennino modenese e bolognese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 67-88.
- RONDELLI R., 2023 – *Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Montecuccolo) in Appennino modenese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **154** (questo volume).
- SMITH A.B., 1980a – *The structure and arrangement of echinoid tubercles*. Philosophical Transaction of the Royal Society of London, B, **289**, pp. 1-54.
- SMITH A.B., 1980b – *The structure, function, and evolution of tube feet and ambulacral pores in irregular echinoids*. Palaeontology, **23**, pp. 39-83.
- SMITH A.B., 1984 – *Echinoid Palaeobiology*. George Allen & Unwin Ltd., London, 199 pp.
- SMITH A.B., KROH A. (eds.), 2011 – *The Echinoid Directory. World Wide Web electronic publication*. <http://www.nhm.ac.uk/researchcuration/projects/echinoid-directory> (accessed on 10/03/2020).
- SMITH A.B., STOCKLEY B., 2005 – *Fasciole pathways in spatangoids echinoids: a new source of phylogenetically informative characters*. Zoological Journal of the Linnean Society, **144**, pp. 15-35.
- STARA P., MANCOSU A., GATT M., BELKERCHA M., 2022 – *Redefinition of the genera Opissaster Pomel, 1883 and Gregoryaster Lambert, 1907 (Order Spatangoida, Suborder Paleopneustina, Family Schizasteridae), from the Oligo-Miocene of Malta, Algeria and Sardinia*. Ital. J. Geosci., **141**(3), pp. 426-448, doi.org/10.3301/IJG.2022.25.
- STEFANINI G., 1908 – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte prima)*. Palaeontographia Italica, **14**, pp. 65-119, Pisa.
- STEFANINI G., 1909 – *Echinoidi del Miocene medio dell'Emilia (parte seconda)*. Palaeontographia Italica, **15**, pp. 57-114, Pisa.
- WIGGLESWORTH J.C., 1964 – *The Tertiary Stratigraphy and Echinoid Palaeontology of Gozo, Malta*. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Durham, 26 plates and geological map of Gozo, 133 pp.
- WRIGHT T., 1855 – *On Fossil Echinoderms from the Island of Malta; with notes on the stratigraphical distribution of the fossil organisms in the Maltese Beds*. Annals and Magazine of Natural History, **15**, pp. 101-276.
- WRIGHT T., 1864 – *On the fossil Echinidea of Malta – with additional notes on the Miocene Beds of the Island, and the Stratigraphical Distribution of the Species therein*. Quarterly Journal of the Geological Society of London, **20**, pp. 470-491.

Francesco Foggia* , Gian Paolo Sighinolfi , Giovanni Tosatti****

Preliminary remarks on ceramic finds from the IV-II century BCE recovered at the Serravuda site (Acri, Calabria, Italy)

Abstract

In the 1970s, on top of Mt. Serravuda (Acri, Calabria), numerous ceramic fragments were found (total no. 135) near vitrified rock masses of uncertain origin. These finds later underwent archaeometric analyses with the help of some experts. The results of these investigations are described together with the technical-morphological features of the artefacts and pictures of the most significant specimens, in order classify them. Detailed observations allowed the fragments to be attributed to diverse classification groups in a time interval ranging from the IV to the II century BCE. Most of the fragments are compatible with local workshop production and some of them are characterized by a shiny black varnish used in Greek or Italic pottery art. Age discrepancies between the Serravuda ceramic fragments and the vitrified rocks were noticed, since recent studies demonstrated that the latter are the remains of a defensive structure built in the mid-final Bronze Age. On the other hand, the ceramic finds seem to be ascribable to a settlement occurring in the final Bronze-Iron Age by autochthonous populations belonging to the Oenotrian ethnic group, who were already in contact with the Greeks.

Riassunto

Osservazioni preliminari sui reperti ceramici del IV-II secolo a.C. rinvenuti nel sito di Serravuda (Acri, Calabria). Negli anni Settanta del secolo scorso sulla sommità del colle di Serravuda (Acri, Calabria), in prossimità di ammassi di rocce vetrificate di origine incerta, furono trovati e raccolti numerosi frammenti (in totale 135) di reperti ceramici che in seguito furono sottoposti ad indagini archeometriche con l'aiuto di alcuni esperti. Il presente lavoro riporta i risultati di tali studi descrivendo le caratteristiche tecnico-morfologiche e illustrando le immagini di un gruppo selezionato di campioni al fine di procedere alla loro classificazione. Le osservazioni fatte permettono di raggruppare i campioni in gruppi classificativi distinti ed attribuire la loro età in un intervallo di tempo compreso fra il IV e II secolo a.C. Gran parte dei reperti risultano compatibili con una loro produzione in botteghe locali. Alcuni reperti caratterizzati da vernice nera lucente risultano prodotti dell'arte figulina greca o italoita. Le discrepanze di età fra le ceramiche di Serravuda e le rocce vetrificate, che studi recenti hanno dimostrato rappresentare i resti di una struttura difensiva costruita

* Consultant Geologist, ACRI (CS), Italy; e-mail: ffoggia@yahoo.it.

** Formerly Department of Earth Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, MODENA, Italy; e-mail: sighinolfi@yahoo.it, john.tosatti@gmail.com.

dall'uomo nel medio-fine Bronzo, escludono che esse siano collegate alle attività dei costruttori della struttura. Tali reperti, al contrario, sembrano ricollegarsi all'insediamento sul territorio avvenuto nel Bronzo finale-Ferro di popolazioni autoctone appartenenti alle stirpi enotrie, alcune delle quali avevano già subito contatti/colonizzazioni da parte dei Greci.

Keywords: *Archaeology, Ceramic finds, Serravuda, Calabria, Italy*

Parole chiave: *Archeologia, Reperti ceramici, Serravuda, Calabria*

1. Introduction

Mt. Serravuda is placed some 2 km NW of the village of Acri (province of Cosenza), and shows an artificially flattened top (Fig. 1). The top of Mt. Serravuda (926 m a.s.l.) has WGS84 coordinates: 39°30'10,50" lat. N and 16°22'05,50" long. E. Since 1971, this site has been investigated by several researchers from the petrographic and geochemical standpoint (Bertolani, 1972; Sighinolfi *et al.*, 2022, 2023) owing to the presence of a semi-circular outcrop of vitrified rocks on its northern edge, which form a sort of wall-like construction, some 35-40 m long and 0.5 to 1 m thick (Fig. 2).



Fig. 1 – The top of Mt. Serravuda today.
Fig. 1 – La sommità di monte Serravuda oggi.

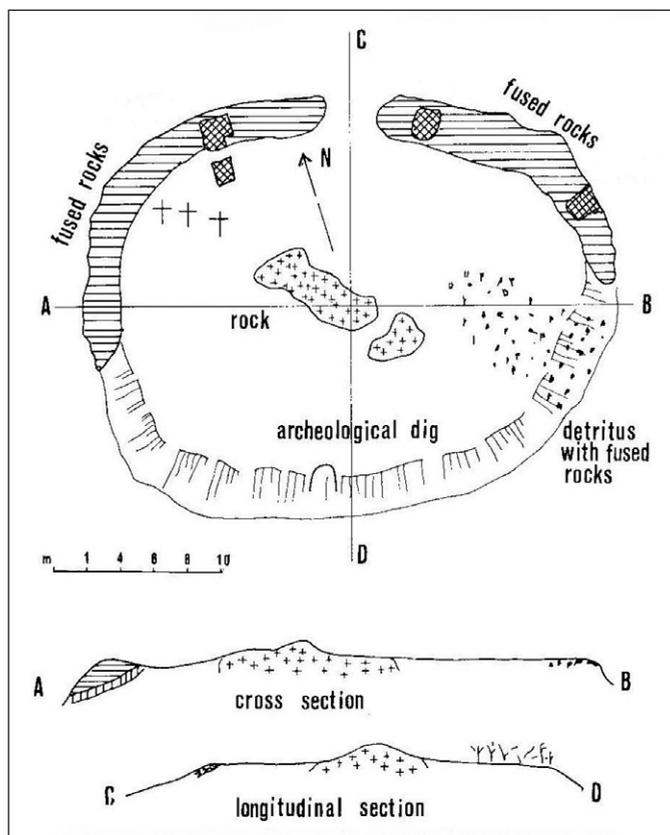


Fig. 2 – Planimetric view of the site investigated (modified after Bertolani, 1972).

Fig. 2 – Vista planimetrica del sito indagato (da Bertolani, 1972, modificato).

Bertolani (1972) was the first researcher to discuss the origin and formation of these unusual rocks, presenting a series of hypotheses concerning their vitrification owing either to natural events (forest wildfires, extra-terrestrial impact, lightning strikes) or to human activities. In the latter case, vitrification might be ascribed to the use of furnaces for the production of ceramics or for metal smelting or even for funerary rites.

Recent multidisciplinary studies (mineralogical, petrographic, TL dating) on the vitrified rocks have confirmed their anthropogenic origin, owing to their particular structure (Elmi *et al.*, 2021; Sighinolfi *et al.*, 2022, 2023; Cipriani *et al.*, in press). The most probable hypothesis is that the vitrified rocks are the remnants of a defensive stronghold dating from the Middle Bronze Age to the Iron Age. These rocks underwent one or more heating events that caused

partial melting and, as a consequence, strengthening owing to the formation of vitreous cement.

In order to determine the effective extent of the vitrified rocks in depth, a series of exploration digs on top of the hill were carried out, which accidentally brought to light numerous ceramic fragments (total no. 135) broken into small pieces. Then, they were examined by famous experts, who were eventually able to classify them from the archaeological viewpoint and establish their age.

Considering the scientific importance of these ceramic finds, their archaeometric characterization is here discussed, including dating.

2. Geological and stratigraphic outlines of the Serravuda site and details on the excavation campaigns

Mt. Serravuda belongs geologically to the Palaeozoic Sila Plateau, which is made up of granitoid rocks including those belonging to high-grade metamorphic rocks of the so-called Kinzigitic Formation (Bertolani & Foggia, 1975). On the flattened top of the hill, the granite bedrock crops out in some points, although most of the ground is covered by masses of vitrified rocks and rather thin debris soil (usually from a few dm to about 1 m thick), which tends to become thicker on the southern slope of the hill, which is on the opposite side where the vitrified rocks lie. The discovery of some ceramic fragments in the fourth excavation on the southern part of the hill induced one of us (F. Foggia) to make other attempts in the vicinity, succeeding in removing the thin top soil cover for almost 4 m² and thus recovering more archaeological material.

The finds seemed to be distributed casually in the ground, giving the impression that they had been thrown randomly from the hill top.

3. Treatment of samples and archaeometric analyses

The ceramic fragments were freed from soil residues by washing them with water then they underwent detailed examination by some experts. In particular, Benedetto Benedetti, Director of the Archaeological Museum of Modena and Melchiorre Masali, professor of Anthropology at Modena University, provided the first classification of the finds based on their aesthetic-physical-technical characteristics. A number of finds was also shown to Renato Peroni, full professor of European Protohistory at “Sapienza” University of Rome, when he visited the Archaeological Museum of Modena. He considered them as artefacts produced by local people during the Sybaris colonization occurring between the III and II century BCE.

4. Classification of the finds

Based on the parameters previously described, 106 ceramic fragments out of 135 were classified into 5 separate groups (A, B, C, D and N). This paper describes some of the more representative specimens belonging to the various groups by taking into account their mixture, baking, consistency, type of work and differences in size and thickness. The remaining 29 fragments are not considered owing to their very small size 8 to 38 mm with an average thickness of 5.0 mm. They probably belonged to the vase parietals described in groups A, B, C.

4.1 Group A

This group counts 17 fragments of vase bottoms, necks, parietals and handles. They are distinguished from those of the other groups because of a firmer consistency of the mixture owing to higher firing temperatures and the bigger size of the artefacts. They are usually characterised by fine, properly fired mixtures, with a brown-reddish colour and various thicknesses according to the original place of the fragment within the artefact (Figs. 3-6).



Fig. 3 – (A3b.1) Vertical-ribbon handle, probably belonging to the same vase as the A5a fragment (Fig. 5). This fact is supported by the nearly identical thickness of the two finds. Purified ceramic; size 140-55-14 mm.

Fig. 3 – (A3b.1) Ansa a nastro verticale, impostata sull'orlo di un vaso, probabilmente appartenente al vaso del quale A5a (Fig. 5) rappresenta un frammento di fondo con parete; infatti la ceramica fra le altre analogie ha quasi identico spessore. Ceramica depurata; dimensioni 140-55-14 mm.



Fig. 4 – (A4a) Flat-bottom fragment with heeled foot belonging to a kind of jar. Purified ceramic; size 116-87-11 mm.

Fig. 4 – (A4a) Frammento di fondo con piede a tacco e fondo piatto, con parete; appartenente ad una forma di orcio. Ceramica depurata; dimensioni 116-87-11 mm.



Fig. 5 – (A5a) Fragment of flat bottom with parietal. On the inner face the lathe signs can be seen. Purified ceramic; size 107-64-7 mm.

Fig. 5 – (A5a) Frammento di fondo piatto con parete. Internamente si notano i segni del tornio. Ceramica depurata; dimensioni 107-64-7 mm.

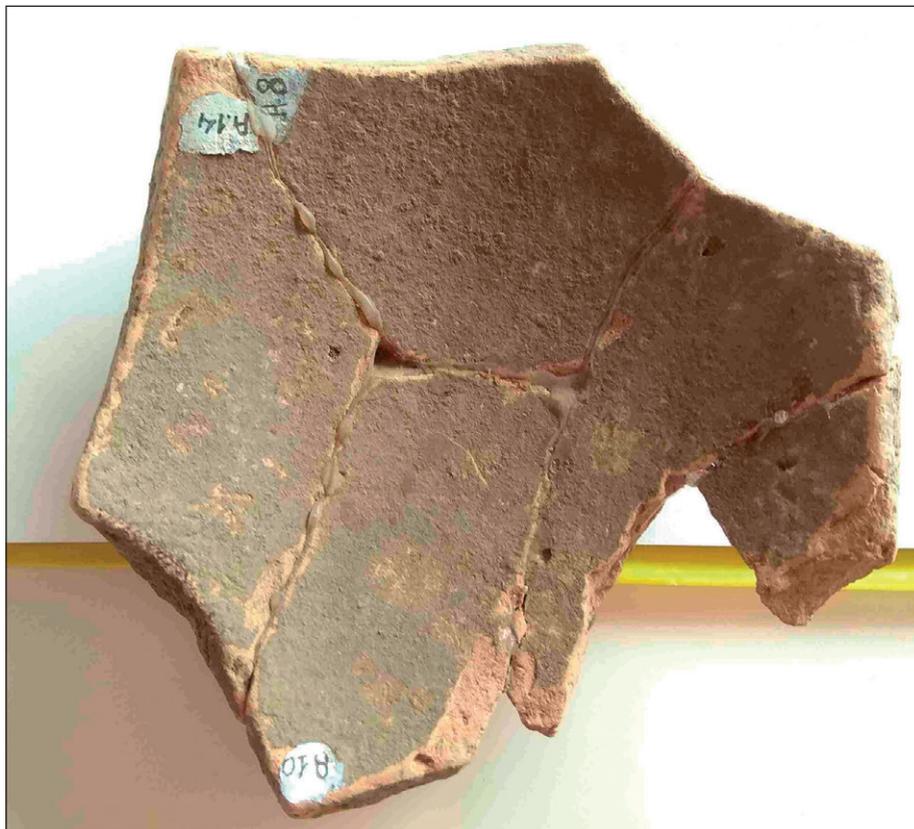


Fig. 6 – (A8a+) Side fragment of a globular vase. The lathe signs are visible, though they are different from those in A5a (Fig. 5). Purified ceramic; size 90-89-6 mm.

Fig. 6 – (A8a+) Frammento di parete di un vaso globulare. Distinguibili i segni del tornio, diversi da quelli riscontrabili su A5a (Fig. 5). Ceramica depurata; dimensioni 90-89-6 mm.

4.2 Group B

This group comprises the greatest number of fragments (71). They consist of vase rims, shoulders, parietals, bottoms and necks of various sizes (Figs. 7 and 9). Many specimens are similar in mixture, level of firing and colour to those from Group A. 11 bottom samples and some other fragments are characterised by slightly different mixtures, although not to the point of creating a specific sub-group. Some finds are distinguished not so much for their mixture, firing or colour but for the production techniques (see the circles grooved on the flat bottom and the slight umbilical prominence on the inner part of the bottom (Figs. 7-11).

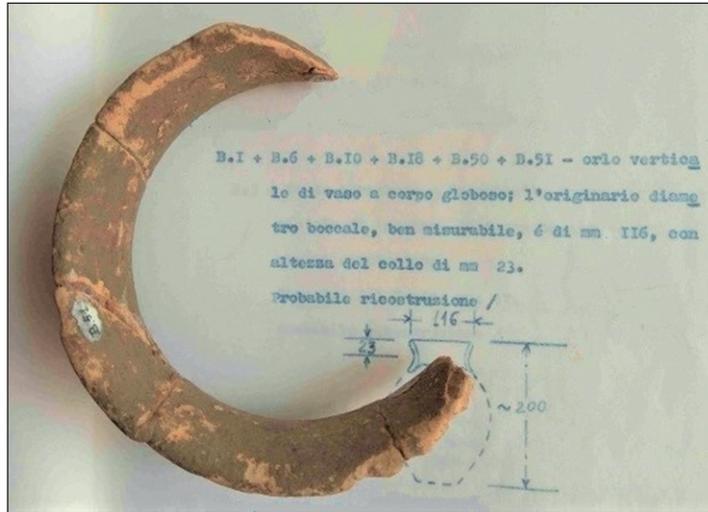


Fig. 7 – (B1a+B10a+) Vertical rim of a globular vase; the original diameter at the mouth is 116 mm, whereas the neck length is 23 mm. Purified ceramic.

Fig. 7 – (B1a+B10a+) Orlo verticale di vaso a corpo globulare; l'originario diametro alla bocca, ben misurabile, è di 116 mm, con altezza del collo di 23 mm. Ceramica depurata.



Fig. 8 – (B2b) Circular bottom with attachment to the side, probably belonging to a truncated cone bowl. At the centre of the bottom, a regular circle is grooved. Purified ceramic; bottom width 47 mm.

Fig. 8 – (B2b) Fondo circolare con attacco della parete, trattasi probabilmente di scodella tronco-conica. Al centro del fondo, sull'esterno, è inciso un cerchio regolare. Ceramica depurata; diametro del fondo 47 mm.



Fig. 9 – (B3b) *Side of a truncated cone-shaped bowl. Purified ceramic; bottom width 47 mm.*
Fig. 9 – (B3b) *Parete di scodella di forma tronco-conica. Ceramica depurata; diametro del fondo 47 mm.*



Fig. 10 – (B9a, top): Bottom fragment, probably belonging to a lamp; in the centre there are two concentric circles. Purified ceramic; bottom width 39 mm. (B14a, left): Slightly sunken circular bottom fragment, probably of a bowl. Purified ceramic; bottom width 37 mm. (B16a, right): Reconstructed fragment of a bowl bottom. The technique is different from the B14a bottom. Purified ceramic; bottom width 33 mm.

Fig. 10 – (B9a, in alto): Frammento di fondo, probabilmente di lucerna; al centro vi sono due cerchi concentrici. Ceramica depurata; diametro del fondo 39 mm. (B14a, sx): Frammento di fondo circolare, leggermente incavato, con parete, probabilmente di scodella. Ceramica depurata; diametro del fondo 37 mm. (B16a, dx): Frammento ricostruito di fondo di scodella, con parete. La tecnica è diversa dal fondo di B14a. Ceramica depurata; diametro del fondo 33 mm.



Fig. 11 – (B11b) Fragment of globular-shaped vase shoulder and rim. Purified ceramic.
Fig. 11 – (B11b) Frammento di spalla e di orlo di vaso, di forma globulare. Ceramica depurata.

4.3 Group C

This group consists of 13 fragments ascribable to parietals or vase mouth rims. The mixture is made up of a clayey component, which after firing assumed a reddish colour, and a sandy texture, mostly made up of quartz crystals visible with the naked eye. The ceramic differs from that of Group B not only for its composition and nature of the mixture but also for the rarer and linear lathe traces and for the roughness of the surface due to the engobe-like cover of a veil of brown earth (Fig. 12).

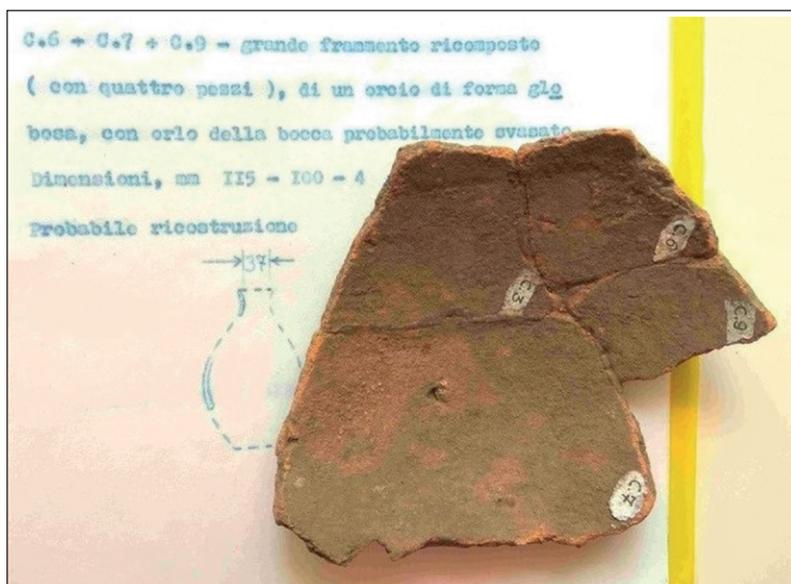


Fig. 12 – (C3a+) Reconstructed fragment of vase parietal of a globular-shaped jar, probably with flared mouth. Semi-purified mixture ceramic; size 115-100-4 mm.

Fig. 12 – (C3a+) Frammento di parete (ricomposto) di un orcio di forma globulare, con orlo probabilmente svasato. Ceramica d'impasto semi-depurato; dimensioni 115-100-4 mm.

4.4 Group D

Only two vase parietal fragments belong to this group which show a very fine, camel-coloured mixture tending to grey. The consistency of the mixture is not suitable for the considerable size of the artefact owing to low firing. Based on the marks left by lathe on sample D1 (Fig. 13), the vase diameter can be estimated as about 220 mm long. Since the artefact must have had an inverted truncated cone shape, the upper rim probably had a larger diameter (Figs. 13-14).

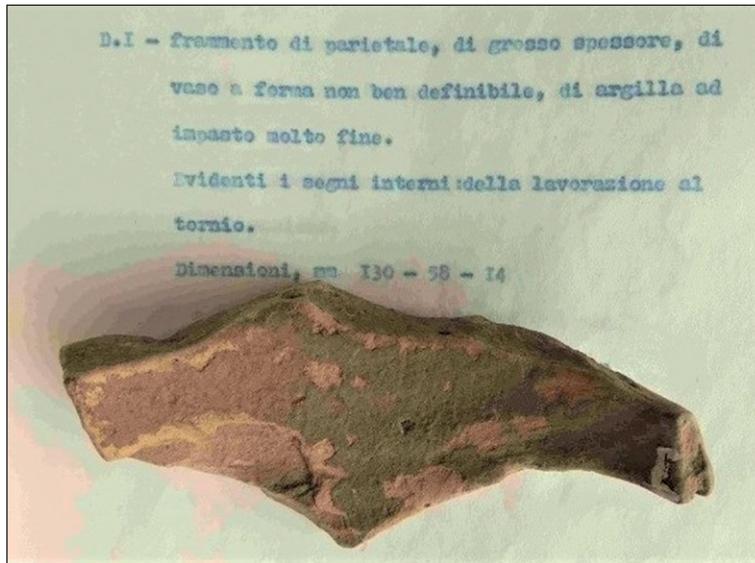


Fig. 13 – (D1) Fragment of vase parietal in purified ceramic. The inner marks of lathe working are quite evident; size 130-58-14 mm.

Fig. 13 – (D1) Frammento di parete in ceramica depurata. Evidenti i segni interni della lavorazione al tornio; dimensioni 130-58-14 mm.



Fig. 14 – (D2a) Fragment of vase parietal in purified ceramic; size 160-83-10 mm.

Fig. 14 – (D2a) Frammento di parete in ceramica depurata; dimensioni 160-83-10 mm.

4.5 Group N

Just 3 fragments belong to this group. One of them is ascribable to a parietal and another to the foot of a little cup with a sunken-base. The three fragments probably belong to a low-footed single cup with an external diameter of 54 mm and height of the foot of 10 mm. It is made up of a very fine, shiny black varnish (*kylix*) of exquisite workmanship from a culturally advanced environment. The clay quality and the perfect stretch of the mixture with very fine parietals point to a refined product of the Greek-Mycenaean or Italiot pottery art (Fig. 15).



Fig. 15 – (N1a, bottom): parietal fragment in purified ceramic, painted with shiny, black varnish, 1 mm thick. (N2a, left): parietal fragment in purified ceramic, painted with black varnish, similar in thickness to (N1a). (N3a, right): open-shaped foot fragment with sunken base. Purified ceramic, shiny black varnish; outer diameter 54 mm, length of the foot 10 mm.

Fig. 15 – (N1a, in basso): frammento di parete in ceramica depurata, vernice nera lucente, spessore 1 mm. (N2a, sx): frammento di parete in ceramica depurata, vernice nera, simile a (N1a) come spessore. (N3a, dx): frammento di piede di forma aperta, a base incavata. Ceramica depurata, vernice nera lucente; il diametro esterno è di 54 mm, l'altezza del piede è di 10 mm.

5. Final remarks

5.1 Chronological attribution of the finds and their use

According to the opinion of expert archaeologists, who examined the finds immediately after their recovery, these ceramic artefacts should be ascribed to a time interval between the IV and the II century BCE. This attribution on an archaeological basis excludes any connection between the ceramic finds

and the builders of the adjacent vitrified structure of Mt. Serravuda, which – according to recent studies (Sighinolfi *et al.*, 2022, 2023; Cipriani *et al.*, in press) – would date back to the Mid-Final Bronze Age (1900-1700 yr. BCE). As for the meaning and use of the ceramic finds, the most probable hypothesis considers them to be artefacts produced at local workshops and utilised for common everyday purposes, although some of them (in particular those belonging to Group B) are morphologically compatible with grave goods (Capalbo, 1924). Furthermore, their presence at this site could be due to the occasional settlements by autochthonous populations or migrants from Calabrian areas already under Greek-Mycenaean influence.

5.2 Human settlements at Serravuda and in other inner areas of Calabria

Excavation campaigns at Colle Dogna and ¹⁴C absolute dating carried out on all of the material recovered (Castagna *et al.*, 2004), confirm the existence of human presence in the Acri territory already in the VI millennium BCE. Those early populations used to practice deforestation also by means of fires. Human activities of the same type and occurring in the same period were documented in other parts of Calabria (Vanzetti, 2013; Moser *et al.*, 2017). The most recent dating at Colle Dogna, carried out on material of the so-called Upper Complex, confirm that in this region the terminal phase of the Ancient Bronze Age was particularly significant, as pointed out also by other authors in other parts of Calabria (*e.g.*, Marino & Pacciarelli, 1996; Mollo, 2018). It is worthy of note that the absolute age (around 1900-1700 yr. BCE) determined in the upper levels of Colle Dogna coincides perfectly with the one obtained by means of thermo-luminescence techniques on the vitrified rocks of Serravuda (Sighinolfi *et al.*, 2022; Cipriani *et al.*, in press). This seems to indicate that during this period human activities in this part of inner Calabria were particularly intense. It is therefore possible to hypothesize that these activities were carried out by essentially indigenous populations. The ethnic attributions of these peoples, though, still remain a subject of speculation. Some experts on ancient Calabrian peoples think that in this period they belonged to the Oenotrian world since, according to some authors (Kleibrink Maaskant, 2003; Bettelli *et al.*, 2004), they already existed as a single ethnic-cultural group in the Mid-Bronze Age. Only much later did they undergo cultural colonization by the Greeks, in particular by the Mycenaeans (Jacobsen *et al.*, 2008; Jung, 2014; Quondam, 2014).

The Serravuda ceramic finds are characterised by a variety of types and multiplicity of styles, some of which are clearly derived from Greek influence. They suggest that groups of Oenotrians, which had been colonized in the Final Bronze-Iron Age by the Greeks, starting from the Ionian coast, penetrated into the inner parts of Calabria (for reasons not yet known) to establish more or less

stable settlements on the Sila mountains and the massif of Pollino (Kleibrink Maaskant, 2003).

Therefore, the province of Cosenza may well be considered as one of the key-areas for understanding the origin and development of Neolithic civilisation in southern Italy. Among the villages of the inner parts of its province, the territory of Aciri would deserve systematic archaeological research owing both to the Neolithic and Aeneolithic finds accidentally recovered at Colle Dogna since 1996 (Castagna & Schiappelli, 2004; Castagna *et al.*, 2019) and to the archaeological material found at Policaretto, Giamberga-Ceraso, Piano del Barone, Casa Pannizzo and Timpone della Morte, following archaeological surveys by the University of Rome “Sapienza” and University of Calabria, which were carried out in the years 2002 and 2016, respectively.

Acknowledgements

The archaeometric analyses of the material recovered were carried out at Modena University within the framework of research by one of us (F. Foggia) thanks also to the help of important scholars, among whom we wish to remember the late professors Benedetto Benedetti (Modena Archaeological Museum), Renato Peroni (“Sapienza”, Rome University) and Melchiorre Masali (Turin University). We express heartfelt thanks to Dr. Gianluca Pellacani, archaeologist from the Modena Civic Museum, for his accurate examination of the photos of the finds and the review of the picture captions.

Bibliography

- BERTOLANI M., 1972 – *An enigmatic outcrop of vitrified rocks near Aciri (Cosenza)*. Boll. Soc. Geol. It., **91**, pp. 683-692.
- BERTOLANI M., FOGGIA F., 1975 – *La Formazione kinzigitica della Sila Greca*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, pp. 329-345.
- BETTELLI M., CARDARELLI A., DI GENNARO F., LEVI S.T., MARINO D., PACCIARELLI M., PERONI R., VAGNETTI L., VANZETTI A., 2004 – *L'età del Bronzo media e tarda in Calabria*. In: Atti XXXVII Riunione Scientifica IIPP, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria “Preistoria e Protostoria della Calabria”, 29 settembre-4 ottobre 2002, Firenze, pp. 325-347.
- CAPALBO R., 1924 – *Memorie storiche di Aciri*. La Fiaccola, Santa Maria Capua Vetere.
- CASTAGNA M.A., SCHIAPPELLI A., 2004 – *La sequenza stratigrafica di Aciri-Colle Dogna (CS), tra Eneolitico e Bronzo antico*. Atti XXXVII Riunione Scientifica, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Scalea, Papisidero, Praia a Mare, Tortora), 29 settembre-4 ottobre 2002, Firenze.
- CASTAGNA M.A., SCHIAPPELLI A., VANZETTI A., 2019 – *Aciri, scavi di Colle Dogna (1996-2008). 4.000 anni di presenze umane alle porte della Sila*. XII Premio Nazionale V. Padula (Abstract), Aciri, 20 novembre 2019.
- CIPRIANI A., ELMI C., FOGGIA F., GALLI A., LUGLI F., SALEH M., SIGHINOLFI G.P., 2023 – *Geochemistry and TL dating of vitrified rocks from Serravuda (Acry, Italy). First evidence of Medium Bronze-Iron age vitrified fortifications in the southern Mediterranean?* (in press).
- ELMI C., CIPRIANI A., LUGLI F., SIGHINOLFI G.P., 2021 – *Insights on the origin of vitrified rocks from Serravuda, Aciri (Italy): rock fulgurite or anthropogenic activity?* Geosciences, **11**, pp. 1-14.

- FOGGIA F., 1971 – *Reperti archeologici provenienti dalla località Serra di Buda (Acri) di età II o III sec. a.C.* Tesina di laurea, a. a. 1970-71, Università di Modena, inedita.
- JACOBSEN J.K., D'ANDREA M., MITTICA G.P., 2008 – *Frequentazione fenicia ed euboica durante la prima età del Ferro nella Sibaritide, Cosenza*. R. St. Fen., xxxvi, pp. 1-20.
- JUNG R., 2014 – *Le relazioni egee degli insediamenti calabresi e del basso Tirreno durante l'età del Bronzo*. Convegno “Centri fortificati indigeni della Calabria dalla protostoria all'età ellenistica”, Napoli, pp. 51-67.
- KLEIBRINK MAASKANT M., 2003 – *Dalla lana all'acqua: culto e identità nel santuario di Atena a Lagaria, Francavilla Marittima (zona di Sibari, Calabria)*. Rossano Calabro, 103 pp.
- MARINO D., PACCIARELLI M., 1996 – *Calabria. L'antica età del Bronzo. Articolazioni culturali e cronologiche*. Atti Congresso nazionale “L'antica età del Bronzo in Italia”, Viareggio, 9-12 gennaio 1995, pp. 147-162.
- MOLLO F., 2018 – *Guida archeologica della Calabria antica*. Rubbettino Ed., Cosenza, 750 pp.
- MOSER L., DI PASQUALE G., SCARCIGLIA F., NELLE O., 2017 – *Holocene mountain forest changes in the central Mediterranean: soil charcoal data from the Sila Massif (Calabria, southern Italy)*. *Quaternary International*, **457**, pp. 113-130.
- PERONI R., 1980 – *Il bronzo finale in Italia*. Atti Centro Studi di Protostoria (1978-1979), Ed. De Donato, Perugia, 163 pp.
- QUONDAM F., 2014 – *Il mondo enotrio e la chora sibarita: processi di integrazione e dinamiche identitarie*. Atti LIV Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto, 25-28 settembre 2014, pp. 405-440.
- SIGHINOLFI G.P., FOGGIA F., TOSATTI G., 2022 – *Further insights on the origin of the vitrified rock structure of Serravuda (Acri, Calabria, Italy)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 143-148.
- SIGHINOLFI G.P., DI SALVATORE M., FOGGIA F., TURANO G., 2023 – *Preliminary results of a multidisciplinary study on the anthropogenic rock structure of Serravuda (Acri, Calabria, Italy)*. In: “The Geoscience Paradigm: resources, risk and future perspectives” (Abstract), 19-21 September 2023, Potenza.
- VANZETTI A., 2013 – *Sibari protostorica*. In: G. Delia & T. Masneri (eds.) “Sibari - archeologia, storia, metafora”, Castrovillari, pp. 11-33.



Claudio Santini*, Fabrizio Buldrini**, Enrico Selmi***

Flora della Partecipanza Agraria di Nonantola (provincia di Modena)

Riassunto

Un territorio agricolo posto nella pianura padana, antropizzato da secoli, ma vasto e indiviso sin dall'alto Medioevo, per oltre dieci anni è stato esplorato dal punto di vista floristico, nel tentativo di renderne completa la conoscenza. Sono oltre 482 le specie censite, comprendenti anche 37 importanti segnalazioni storiche ottocentesche, di cui 28 presenti nell'Herbarium Mutinense. È stato confermato solo il 59% di quelle esistenti nell'Ottocento, per lo più a causa della distruzione degli habitat originari (vedi l'abbattimento del Bosco di Nonantola) o per cambiamenti di indirizzi culturali. Negli ultimi decenni, le mutate condizioni economiche e produttive del territorio nonantolano e una maggior consapevolezza dell'importanza della biodiversità hanno consentito all'Assemblea dei Partecipanti di ridurre le superfici da coltivare, avviando un processo di rinaturalizzazione dell'area che attualmente interessa una superficie di circa 80 ha. L'analisi dei dati emersi ha permesso di confrontarli con studi realizzati in altre aree agricole della pianura modenese per verificare il grado di naturalità di questo particolare territorio.

Abstract

Flora of the Agricultural "Partecipanza" of Nonantola (province of Modena, northern Italy). The "Partecipanza" (an ancient land sharing system) is a wide agricultural territory of the lower Po Plain in the municipality of Nonantola, which has been colonised by man for over 1000 years. This institution was established in the Middle Ages (1058) and has remained undivided ever since. This territory has been explored from a floristic standpoint for more than 10 years, in an attempt to gain complete botanical knowledge. There are more than 482 recorded species, including 37 important 19th century records, 28 of which are preserved in the Herbarium Mutinense. Only 59% of the 19th century floristic records was confirmed, mostly because of the destruction of the original habitats (e.g., the complete felling of the Nonantola Forest) or the changing of farming practices. In recent decades, the new economic and productive conditions of the Nonantola territory and an increased awareness on the importance of biodiversity, induced the Assembly of the Participants to reduce the cultivated land, thus starting a process of renaturalisation of an area currently some 80 ha wide. The analysis

* Gruppo Flora Modenese e Lipu Modena; e-mail: claudiosantini48@gmail.com.

** Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 287, 41125 MODENA; e-mail: fabrizio.buldrini@unimore.it.

*** Lipu Modena; e-mail: eselmi@alice.it.

of the data obtained allowed a comparison with studies carried out in other agricultural areas of the Modena plain, in order to verify how natural this particular territory actually is.

Parole chiave: *Partecipanza agraria di Nonantola, agronomia tradizionale, recupero del paesaggio agrario, specie estinte, biodiversità vegetale*

Keywords: *Partecipanza Agraria of Nonantola, traditional agronomy, recovery of rural landscape, extinct species, plant biodiversity*

1. Introduzione

Sul finire dell'Ottocento, a giudicare dalla cartografia dell'epoca, la pianura modenese presentava una grande varietà di ambienti naturali, quali zone umide, boschi planiziali e corsi d'acqua non completamente regimati. Tale diversità è andata progressivamente riducendosi nel corso del Novecento, fino all'odierno assetto territoriale caratterizzato da un'agricoltura altamente specializzata e un'urbanizzazione molto estesa (Santini *et al.*, 2009). La flora del territorio agricolo, legata a ecosistemi complessi (Draghetti, 1948) e non a indirizzi monospecifici come ora, era chiaramente più ricca, in particolare per la presenza di colture stabili, come praterie irrigate e filari di vite maritata all'olmo; non mancavano inoltre le siepi di confine, i maceri e i filari di pioppo, gelso, farnia. Le concimazioni poi erano legate principalmente alla zootecnia bovina aziendale e minori erano gli apporti di concimi minerali e di fitofarmaci. La completa scomparsa dal paesaggio agrario modenese degli elementi che lo caratterizzavano avvenne fra gli anni Sessanta e Settanta del Novecento ed è dovuta a diversi fattori, non ultima la fine dei contratti di mezzadria avvenuta proprio in quegli anni (Santini & Buldrini, 2012). L'agricoltura, costituita allora da piccole aziende a conduzione familiare in cui si praticavano varie colture, si trasformò, secondo le vocazioni territoriali, in aziende specializzate e con appoderamenti sempre più estesi. La fine del secolo scorso segna il momento più basso nella storia del paesaggio e della conservazione della biodiversità. Sono compartecipi di tale distruzione la perdita di suoli a causa dell'espansione dei centri abitati, l'agricoltura sempre più estensiva, l'uso eccessivo di fitofarmaci e diserbanti; quest'ultimi, poi, sono i maggiori responsabili della scomparsa della flora e della fauna autoctona propria dei corsi d'acqua (Sereni, 1976; Dallai *et al.*, 2015; Santini *et al.*, 2019, 2022).

Nondimeno, pur nel declino generalizzato della diversità biologica, che al momento pare irreversibile sul breve periodo, resistono sporadici lembi di territorio che, quantunque antropizzati da secoli, per effetto di una gestione non regolata solo dalle logiche di mercato, ma da antiche consuetudini tramandatesi

nei secoli, preservano ancora una flora e una fauna ricche e diversificate e un paesaggio simile a come poteva apparire un tempo, con prevalenti aree agricole, ma anche ampie aree palustri e forestali. Fra tali superstiti, di grande rilievo è la Partecipanza Agraria di Nonantola, una delle pochissime zone della pianura padana ove ancora i poderi sono dati e condotti in enfiteusi. Vista la particolarità di questo territorio, da centinaia d'anni sfruttato dall'uomo, ma vasto e indiviso e soggetto a una forma di gestione quasi ovunque scomparsa, ci è sembrato interessante esplorarlo in modo il più possibile esaustivo sotto il profilo floristico, per renderne più completa la conoscenza. Scopo del presente studio è dunque descrivere la flora del territorio della Partecipanza nonantolana, finora oggetto solo di segnalazioni occasionali compiute nell'ambito delle ricerche per la stesura della flora provinciale (Gibelli & Pirota, 1883, 1884; Alessandrini *et al.*, 2010), sull'esempio delle antiche florule realizzate nel Modenese (Monte Calvario, cfr. Fiori, 1917; Montegibbio e Pescaro, cfr. Pasquini, 1945).

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio: la Partecipanza Agraria di Nonantola

Il territorio della Partecipanza Agraria (coordinate geografiche medie: lat. 44° 41' 30" N, long. 11° 05' 12" E, alt. media 20 m s.l.m.; Fig. 1) è situato in Comune di Nonantola (MO), a nord-est del capoluogo, e si estende oggi su una superficie di 767 ha; confina con i comuni di Ravarino a nord-est e di Sant'Agata Bolognese a est. I terreni si trovano nella zona più depressa del territorio comunale e per secoli furono testimoni degli straripamenti dei fiumi, in particolare del Panaro (Venturoli, 1988). L'origine della bonifica di tali paludi, voluta dall'Abbazia di Nonantola nel IX secolo e attuata dalla popolazione allora residente, rappresenta anche l'inizio della storia molto particolare di questo territorio, rimasto indiviso fin dal Medioevo, il cui atto costitutivo risale al 1058, quando l'abate Gottescalco permise al popolo nonantolano il diritto d'uso sulle terre coltivabili site entro i confini, ciò che rende la Partecipanza Agraria di Nonantola la più antica fra quelle tuttora esistenti in Emilia-Romagna (<https://www.partecipanzanonantola.it>). La Selva Gena, citata nelle fonti storiche (lasciti imperiali a favore dell'Abbazia di Nonantola) come un'immensa foresta a ridosso del Fiume Panaro, allora descritto come *Scultenna*, almeno in epoca altomedievale ricopriva solo in parte l'area dell'attuale Partecipanza (Rucco *et al.*, 2019). Le analisi eseguite in campo con prelievi di suolo da 0,65 m fino a 3,30 m di profondità hanno dimostrato che la copertura forestale, composta da specie quercine e altre caducifoglie, era limitata alle parti più elevate; le zone depresse, soggette a continui allagamenti, erano per lo più costituite da paludi con boschi igrofilii,

dove si praticavano la pesca, il pascolo saltuario e la coltivazione della canapa. Tracce di vera foresta sono più presenti negli strati riferibili a periodi successivi, dalla fine del Quattrocento al Settecento: per diversi secoli, in questa parte del territorio nonantolano, furono mantenute e tutelate ampie aree incolte costituite da boschi, valli e praterie (Debbia, 1990; Reggiani & Ansaloni, 2019). Nel Medioevo, nonostante la forte contrazione dei boschi, le attività silvo-pastorali rimanevano ben presenti e radicate nel modo di vivere delle campagne (Debbia, 1990). Documenti della fine del XV secolo parlano di figure quali i *silvani* e i *guardiaboschi* nominate dalla Comunità per la cura delle manutenzioni idrauliche e per la difesa del bosco dai danni dovuti a tagli abusivi di legname e macchiatico. Dall’inizio del Settecento, stante la ripresa del settore agricolo e la ricerca di nuovi spazi per colture emergenti come riso e mais, quest’ultime divennero “i motori e regolatori” del ritmo dei disboscamenti, sempre più accelerati nella seconda metà del secolo (Debbia, 1990). Il saccheggio di *roveri*¹, compiuto a varie riprese a fine Settecento, e l’aumento della produzione di foraggi entro il bosco medesimo ne documentano la perdita di naturalità ed equilibrio ecologico. Nonostante i divieti emanati dalla corte estense, lo scempio dei boschi dal crinale appenninico alla Bassa continuò per tutti gli anni a venire, causando una forte trasformazione del territorio e un parallelo, rilevante dissesto idrogeologico, talché non di rado gli autori ottocenteschi lamentavano il serio deterioramento del manto arboreo e discutevano di una possibile riforestazione dell’Appennino (Pezzi *et al.*, 2021). Gli ultimi lembi forestali del Modenese, residui dell’antico paesaggio padano, scomparvero tra la seconda metà dell’Ottocento e la metà del Novecento (abbattimento del Bosco della Saliceta nel 1951, cfr. Torelli & Turco, 1988). A differenza dei territori limitrofi ricchi di alberate e colture differenziate, la Partecipanza Agraria di Nonantola, dopo l’abbattimento del bosco storico fra il 1876 e il 1884 (<https://visitnonantola.it/la-partecipanza-agraria/l-oasi-torrazzuolo>), a causa dei riparti ravvicinati dei terreni (o bocche), con scadenza novennale fino al 1973, non poteva presentare un paesaggio a piantata con siepi e alberi sui confini come il resto dei territori limitrofi: all’epoca, il paesaggio agrario della Partecipanza probabilmente anticipava di vari decenni, almeno nel nostro territorio, quella “steppa a cereali” descritta da Giacomini (1958) per la Pianura Padana.

¹ In questo caso da intendersi nel senso dialettale: *rovri* in dialetto modenese sono le farnie (*Quercus robur* L.), tipiche querce dei boschi pianiziali come quello di Nonantola.

Quattrocchi, 2008; Alessandrini *et al.*, 2010). La temperatura media del periodo 1991-2015 è pari a 14,6 °C, con un incremento di +1,3 °C rispetto alla media trentennale 1961-1990 (AA.VV., 2017). Le temperature medie mensili hanno un minimo in gennaio e un massimo in luglio; durante l'estate si toccano facilmente, anche per parecchi giorni consecutivi, valori maggiori di 30 °C.

Con riferimento al trentennio 1991-2020, i dati della stazione meteorologica di Modena (la più vicina all'area di studio) indicano una temperatura media annua di 15,1 °C (Lombroso *et al.*, 2022), una media mensile minima in gennaio (4,3 °C) e una media mensile massima in luglio (26,1 °C); durante l'estate si raggiungono temperature prossime anche ai 40 °C. Le precipitazioni medie subiscono un leggero incremento: 691 mm/anno nel trentennio 1991-2020 (Lombroso *et al.*, 2022) contro 639 nel trentennio 1961-1990 (AA.VV., 2017), con primavera e autunno più piovosi ed estate e inverno più secchi; i massimi di piovosità sono in ottobre e novembre.

2.3 I suoli

I suoli della Partecipanza appartengono, secondo Guermandi & Preti (1993), a due consociazioni a tessitura fine argilloso-limosa, praticamente prive di sabbia: Galisano argillosa limosa (località Ca' Matta, Arginone, Ponte dei Gatti, Valluzza) e Risaia del Duca argillosa limosa (località Bosco Nuovo, le Magnanine, Valle di Sopra e Valle di Sotto), quest'ultima con suoli salini oltre il metro di profondità. Sono suoli molto calcarei e moderatamente alcalini, con scarsa disponibilità d'ossigeno per le radici, adatti a colture di seminativi e solo marginalmente a colture legnose come vite e frutta.

2.4 Evoluzione degli indirizzi culturali

Alla fine degli anni Cinquanta del Novecento, nel territorio della Partecipanza furono allagate le parti orientali delle due valli, sia a scopo venatorio sia per l'allevamento ittico (Imperiale *et al.*, 1999). Gli stessi autori descrivono l'impianto di estesi pioppeti industriali nei primi anni Settanta. Nel 1975, in località I Risi lungo il "caradone del Bosco"² (Debbia, 1990), fu realizzato un doppio filare di farnie, distanziate secondo gli usi locali, dono della Regione Emilia-Romagna. Nel 1978 vennero chiusi gli appostamenti di caccia e prosciugato lo stagno della Valle di Sopra. In seguito l'Amministrazione Provinciale di Modena, già affittuaria della Valle di Sotto, procedette alla risagomatura dei laghi ed eseguì i primi interventi di consolidamento delle sponde, con piantumazione di specie autoctone (Ferri, 1984). Nel 1990, l'acquisto di un pioppeto maturo posto al confine con la Partecipanza, eseguito dal Comune di Nonantola su proposta delle associazioni ambientaliste, e il successivo impianto boschivo

² Oggi comunemente noto come Viale delle Querce.

possono ritenersi il punto di partenza di un lento e costante miglioramento della situazione ecologica. Il primo intervento di rimboschimento, di 8,5 ha, fu attuato nell'area comunale sopraccitata, a cura del Servizio Difesa del Suolo della Regione Emilia-Romagna, con specie caducifoglie quali farnia, frassino, acero ecc.; si inglobò anche una parte di pioppeto, evitando così la scomparsa di una biomassa già ricca di elementi interessanti, fra cui cespugli, cavità ecc. Nella stessa area, in seguito, furono realizzate due vasche per favorire gli anfibi ancora presenti (con particolare attenzione per la raganella), e una siepe perimetrale molto ricca di specie di pianura e collina. Nel 1992, l'Assemblea dei Partecipanti, viste le mutate condizioni economiche e produttive, decise di mantenere fuori del riparto agrario una superficie di circa 38,6 ha da dedicare a un intervento di rimboschimento di grande rilevanza (il primo di così ampia dimensione per la pianura emiliano-romagnola), realizzato sempre dal Servizio Difesa del Suolo della Regione Emilia-Romagna, Progettazione e Direzione Lavori (Po, 1991). Le piantine, poste a dimora con un sesto d'impianto di 3×3 m, pari a 1100 piante/ettaro, furono complessivamente 40.946. Vista la scarsa presenza di boschi naturali nella Pianura Padana, soprattutto nell'area emiliana, la composizione del nuovo bosco seguiva le indicazioni di botanici (Pignatti, 1953) e palinologi (Bertolani Marchetti, 1980). Come componenti primarie furono pertanto scelte *Quercus robur* e *Populus alba* e *Salix* spp., *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Prunus mahaleb* come piante compagne. Nei primi anni, dei volontari (nonantolani, ma non solo) adottarono porzioni di bosco e si impegnarono con operazioni di diserbo manuale a limitare lo sviluppo di specie indesiderate. Tale intervento diverrà un motore di rinnovamento culturale, superando in breve tempo brontolii e malumori di chi non credeva possibile ricostituire il bosco di Nonantola. Seguiranno altri interventi, sia di rimboschimento (Bosco di Sant'Anselmo, realizzato nel 2004) sia di allagamento di altre aree, grazie al nuovo atteggiamento dell'Ente proprietario (Fig. 2). Attualmente le superfici interessate da boschi (Partecipanza Agraria e Comune) e aree umide si estendono per circa 80 ha, ricadono nell'Area di Riequilibrio Ecologico Torrazzuolo e costituiscono la ZSC-ZPS IT4040010 Torrazzuolo, facente parte della Rete Natura 2000³ (Regione Emilia-Romagna, 2022).

³ Le ZPS (zone di protezione speciale), insieme con i SIC (siti d'importanza comunitaria), costituiscono la Rete Natura 2000, concepita per la tutela della biodiversità europea attraverso la conservazione degli habitat naturali e delle specie animali e vegetali d'interesse comunitario. Le ZPS non sono aree protette nel senso tradizionale e non rientrano nella legge quadro sulle aree protette n. 394/1991: sono previste e regolamentate dalla Direttiva comunitaria 1979/409 (meglio nota come Direttiva Uccelli), recepita dall'Italia con la legge sulla caccia n. 157/1992, il cui obiettivo è la «conservazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico», che viene raggiunta non soltanto attraverso la tutela delle popolazioni, ma anche proteggendo i loro habitat naturali, tramite la designazione delle ZPS. Per i SIC vale lo stesso discorso delle ZPS: non sono aree protette nel senso tradizionale e quindi non rientrano nella legge quadro sulle aree protette n. 394/1991, ma nascono grazie alla direttiva 1992/43 (meglio nota come Direttiva Habitat), recepita dal D.P.R. n. 357/1997 e successivo n. 120/2003, tesa alla conservazione degli habitat naturali e delle specie animali e vegetali d'interesse comunitario e sono designati per tutelare la biodiversità attraverso specifici piani di gestione.

2.5 Il ruolo della Lipu sezione di Modena nello studio naturalistico del territorio della Partecipanza

La Lipu (Lega Italiana Protezione Uccelli) è presente su questo territorio dal 1979, ma è dal 1983 che iniziò una raccolta organica di dati dedicata principalmente alla fauna, con particolare riguardo a uccelli, anfibi e rettili. Grazie all'affidamento di un monitoraggio ambientale più vasto, stipulato nel 1991 coll'Amministrazione Provinciale di Modena e riformalizzato nel 2005 con il Comune di Nonantola e la Partecipanza Agraria, la raccolta dei dati è stata uniformata e allargata ad altri aspetti naturalistici dell'area. Gli studi faunistici sino ad ora pubblicati sull'Area di Equilibrio Ecologico del Torrazzuolo riguardano la fauna in generale (Imperiale *et al.*, 1999), i dati forniti dalla stazione d'inanellamento (Zoboli *et al.*, 2004), i Lepidotteri Ropaloceri (Reggiani *et al.*, 2010), il macrozoobenthos (Ansaloni *et al.*, 2014), gli Odonati (Tabarroni, 2015).



Fig. 2 – Veduta prospettica della località La Fiuma: la Valle di Sopra con il canneto e il nuovo lago, il Bosco e i campi della Partecipanza Agraria e, sullo sfondo, il Viale delle Querce (foto P. Meschiari su concessione di Pro Loco Nonantola).

2.6 Metodo di lavoro

Sono state censite tutte le specie di piante vascolari spontanee trovate all'interno della Partecipanza Agraria, senza escludere le colture e le poche aree edificate (barchesse, ruderi, manufatti). Sono state incluse tutte le specie presenti, anche se da impianto, come ad esempio boschi, boschetti e siepi realizzati negli ultimi decenni, come descritto in premessa. Per una lista esaustiva degli ambienti considerati si rimanda alla tabella seguente.

Ambiente (abbreviazione)	Spiegazione
<i>bos. sie.</i>	boschi, siepi
<i>can.</i>	canali, fossi, argini e banche arginali
<i>cav. marg.</i>	cavedagne, margini delle cavedagne, margini di colture o di aree boschive
<i>colt.</i>	coltivi
<i>luo. um.</i>	luoghi umidi (letti di canali, paludi, laghi, laghetti artificiali)
<i>rud.</i>	ruderi, macerie, zone ruderali, manufatti

Tab. 1 – Ambienti di rinvenimento delle specie citate nell'elenco floristico.

Il censimento è stato compiuto nel periodo 2010-2023, percorrendo ripetutamente dei transetti nell'area di studio con cadenza settimanale, nei mesi da marzo a ottobre, così da coprire con regolarità l'intera stagione vegetativa. Ai dati ottenuti sono stati aggiunti quelli desunti dalla letteratura disponibile (Alessandrini *et al.*, 2010) e dai campioni custoditi nell'*Herbarium Mutinense* (MOD). Quando possibile, le specie sono state identificate direttamente in campo; nei casi più complessi, tramite il prelievo di esemplari esaminati poi allo stereomicroscopio (OPTECH SNZ). Le determinazioni sono state eseguite grazie a manuali, atlanti (Rothmaler, 2000), chiavi dicotomiche e flore (Zàngheri, 1976; Pignatti, 1982; Aeschmann & Burdet, 1994; Pignatti *et al.*, 2017-2019). A volte si è ricorsi al confronto con fotografie pubblicate su *Acta Plantarum* (2007-) o su cataloghi Bayer (Viggiani, 1991) e BASF (Behrendt & Hanf, 1982) per plantule o parti di piante delle cosiddette infestanti delle colture agrarie. I dati raccolti sono stati poi riassunti in una lista floristica. Le forme biologiche e i corotipi sono stati ricavati da Pignatti *et al.* (2005). L'analisi corologica è basata sui tipi principali (*sensu* Pignatti, 1982, e Alessandrini *et al.*, 2010), raggruppati in categorie (termocorotipi) più ampie *sensu* Poldini (1991) e Tomaselli & Gualmini (2000). La caratterizzazione ecologica dell'area di studio è stata eseguita mediante gli indici di bioindicazione di Ellenberg corretti per la flora italiana (Pignatti *et al.*, 2005); i dati così ottenuti sono stati confrontati con quelli relativi alla pianura già pubblicati da Alessandrini *et al.* (2010). La nomenclatura delle specie segue Pignatti *et al.* (2017-2019). L'indigenato e/o l'invasività delle specie sono stati desunti da Alessandrini *et al.* (2010), Celesti-Grappow *et al.* (2010), Pignatti *et al.* (2017-2019) e Galasso *et al.* (2018); le archeofite, in quanto presenti nella nostra flora in molti casi da migliaia d'anni, nelle analisi sono state accorpate alle specie spontanee, seguendo la prassi consolidata in *Atlas Florae Europaeae* (Jalas & Suominen, 1972-).

Una lettura di un territorio sotto il profilo floristico dà la possibilità di confrontare i dati con aree analoghe o più ampie (per esempio il territorio provinciale o regionale), per giudicare il grado di naturalità di un'area antropizzata da secoli.

3. Risultati e discussione

Sono state registrate 482 specie, suddivise in 263 generi e 80 famiglie, delle quali le più numerose (con almeno 30 specie ognuna) sono le Compositae (12,9%) e Gramineae (11%), le più abbondanti anche a livello italiano (Pignatti *et al.*, 2017-2019); seguono Leguminosae (6,6%), Labiatae (5,0%), Cruciferae e Rosaceae (entrambe 4,6%), Plantaginaceae (2,9%), Euphorbiaceae e Amaranthaceae (entrambe 2,3%), Polygonaceae (2,1 %), Caryophyllaceae, Umbelliferae e Malvaceae (tutte 1,9%). Ben 19 famiglie sono rappresentate da 2 specie e le restanti 25 famiglie annoverano una sola specie. I generi con maggior ricchezza specifica sono *Ranunculus*, con 11 specie, ed *Euphorbia* con 10; seguono *Veronica* e *Prunus* con 8 specie ciascuno, *Medicago* e *Trifolium* con 6 specie, *Mentha* e *Amaranthus* con 5 specie, *Crepis*, *Erigeron*, *Galium*, *Geranium*, *Poa*, *Rumex*, *Salix* con 4 specie. Ricco il contingente di generi con 3 specie ciascuno (ben 17) e con 2 (oltre 12).

I dati esposti sono in larga parte originali, frutto della presente ricerca (96%); il restante 4% è relativo a entità presenti nell'antico Bosco di Nonantola nel secolo XIX (ora estinte) o accertate nel corso della ricerca sulla Flora del Modenese (Alessandrini *et al.*, 2010) e attualmente non confermate, come *Acalypha virginica* e *Najas minor*. Le segnalazioni di fine Ottocento e della metà del XX secolo sono riferibili a ricerche realizzate da botanici delle Università di Modena e di Bologna che esplorarono il Nonantolano: *in primis* Gibelli e Pirotta (1883, 1884) e Cocconi (1883), poi Negodi (1941) e Vaccari (1947), quest'ultimo con raccolte di fine Ottocento e degli anni Quaranta del Novecento.

Le specie già documentate nell'Ottocento sono 37, pari al 7,7% del totale. Nell'*Herbarium Mutinense* sono presenti 28 campioni d'erbario provenienti dal territorio della Partecipanza: i più antichi sono 26, del periodo 1876-1883, e riportano i nomi di Giuseppe Gibelli, Romualdo Pirotta e Antonio Vaccari; due campioni risalgono al XX secolo (Adriano Fiori, 1917, e ancora Antonio Vaccari, 1940). Le entità confermate nel corso di questa ricerca sono 22, pari al 59% di quelle esistenti nell'Ottocento; le specie non confermate sono estinte per l'abbattimento dell'antico bosco (*Ranunculus auricomus* L. = *Ranunculus mutinensis* Pignatti, *Platanthera chlorantha*, *Deschampsia cespitosa*), per il mutare degli indirizzi agronomici (caso di *Schoenoplectus triquetet*, per la scomparsa delle risaie, presenti sino alla fine dell'Ottocento), per la generalizzata distruzione degli ambienti umidi (*Ranunculus ophioglossifolius*, rarissi-

mo in tutto il territorio nazionale) o a causa del generale peggioramento della qualità delle acque in tutti i territori di pianura (*Myriophyllum verticillatum*, *Marsilea quadrifolia*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*).

3.1 Specie d'interesse per la flora nazionale, regionale o provinciale

Si tratta di un complesso di 24 specie (5% circa dell'intero contingente) a vario livello di tutela, di cui alcune non rinvenute all'epoca delle indagini a livello provinciale (Alessandrini *et al.*, 2010) e confermate per la prima volta.

Le orchidee rinvenute (*Anacamptis pyramidalis*, *Cephalanthera damasodium*, *Himantoglossum adriaticum*, *Ophrys apifera*, *O. insectifera*, *Orchis purpurea*) sono tutelate dalla legge regionale 2/1977 e/o dalla lista rossa regionale (Regione Emilia-Romagna, 2017), oltre a tutele nazionali e internazionali (CITES, Direttiva Habitat 92/43/CEE); *Vinca minor* è tutelata dalla L.R. 2/1977 e *Butomus umbellatus* è ascritto alla lista rossa regionale. A livello provinciale 3 sono le specie comprese nella lista di attenzione della Flora modenese (Alessandrini *et al.*, 2010): *Astragalus cicer*, *Lythrum hyssopifolia* e *Najas minor*. Nella lista delle specie di particolare interesse per la conservazione biologica della provincia di Modena (Alessandrini *et al.*, 2010), per la sola pianura sono presenti, oltre alle Orchidacee e a *Butomus umbellatus* già descritte, anche *Epilobium tetragonum*, *Hypericum tetrapterum* ed *Euphorbia palustris*. Due segnalazioni risultano come prime riconferme dopo oltre un secolo: *Acalypha virginica* (ultima citazione 1878) e *Scolymus hispanicus* (ultima citazione 1882). Altre 12 entità sono incluse nell'elenco regionale delle specie di interesse per la conservazione biologica (Regione Emilia-Romagna, 2017), di cui 4 sopra menzionate (fra parentesi la categoria di minaccia *sensu* IUCN): *Himantoglossum adriaticum* (DD), *Anacamptis pyramidalis*, *Lythrum hyssopifolia* (VU), *Najas minor* (EN), *Lemna gibba* e *L. minor* (entrambe VU), *Ranunculus trichophyllus* (VU), *Schoenoplectus lacustris* (NT), *S. tabernaemontani* (VU), *Scutellaria hastifolia* (LC), *Typha angustifolia* (NT) e *T. latifolia* (LC).

A livello provinciale, per rilevanza floristica ricordiamo in questo contesto le specie rinvenute per la prima volta in pianura (*Himantoglossum adriaticum*, al momento in forte espansione a livello regionale, *Rosa gallica*, con tre popolazioni disgiunte, *Podospermum laciniatum* subsp. *laciniatum*, diffusa in suoli aridi della collina), *Anchusa azurea*, specie non comune in pianura e stabilmente presente su alcuni argini, e qualche rara carice (*Carex acuta*, *C. muricata* subsp. *pairae*, *C. tomentosa*).

3.2 Ambienti di rinvenimento e loro ricchezza specifica

Il numero di specie osservate per ambiente di rinvenimento è illustrato in Tab. 2. Sommando i valori di ricchezza floristica per ogni ambiente si otterrebbero 685 specie, quasi un 30% in più della lista: quest'apparente incongruità

deriva dal fatto che molte specie sono state individuate in più di un ambiente, in alcuni casi 3 (vedi *Anacamptis pyramidalis*, *Allium vineale*, *Capsella rubella*, *Gladiolus italicus*, *Erigeron* spp.), 4 (per esempio *Poa trivialis*, *P. bulbosa*, *Plantago major*, *Stellaria media*) o persino 5 (es. *Potentilla reptans*). Le entità ritrovate in un solo ambiente sono 256, pari al 53% dell'intero contingente; in tre tipi d'ambienti (zone umide, ruderi e manufatti, argini e banche dei canali), la percentuale supera il 40%; in boschi e siepi, tolte le specie introdotte, è invece pari al 15%. Cavedagne e margini, avendo un certo carattere ecotonale, risentono dell'ingressione di specie legate ai coltivi e dei diserbi eseguiti nelle colture adiacenti, oltre che del calpestio dei mezzi agricoli. Quest'ambiente, consistente nel sedime stradale e nei connessi fossetti laterali di scolo, è interessato da un 25% di specie esclusive, quali *Cephalaria transsylvanica*, *Hordeum marinum*, *Sclerochloa dura* ecc.; in particolare, *C. transsylvanica*, con le sue lunghe fioriture estive, oltre a interrompere la monotonia delle colture costituisce un ambiente rilevante soprattutto per i lepidotteri.

Ambienti di rinvenimento	N° specie	Frequenza (%)
Canali (argini e banche)	202	41,9
Cavedagne e margini	157	32,6
Boschi e siepi	118	24,5
Colture	80	16,6
Ruderi	65	13,5
Zone umide	63	13,1

Tab. 2 – Valori di ricchezza specifica nei diversi ambienti di rinvenimento della flora della Partecipanza Agraria di Nonantola.

Le specie rare legate ad ambienti esclusivi, come le specie igrofile, quasi sempre sono state rinvenute in un solo ambiente, come ad esempio *Ranunculus trichophyllus*, *Butomus umbellatus*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Rumex palustris*, *Hypericum tetrapterum* ecc. Anche gli ambienti ruderali hanno una loro esclusività, costituita da entità nitrofile specifiche come i numerosi *Che-nopodium* più rari (*C. opulifolium*, *C. vulvaria*) o i *Sedum* (*S. montanum* o *S. sexangulare*). I bordi e le banche dei canali sono in assoluto l'ambiente più ricco anche per specie esclusive, fra cui ricordiamo la diffusa *Clematis viticella*, *Anchusa azurea* e *Papaver rhoeas* (specie ubiquitaria) che compongono delle cortine coloratissime. In quest'ambiente si trova anche *Conium maculatum*, con più stazioni. Per concludere, anche nelle colture possono trovarsi specie interessanti che colpiscono per i loro colori, quali *Adonis annua*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris*, un tempo conosciute insieme a tante altre

come commensali dei cereali autunno-vernini, ma oggi sempre più rare a causa delle mutate tecniche agricole.

3.3 *Forme biologiche*

Lo spettro biologico della flora censita è riportato in Tab. 3. In generale, emerge una certa equivalenza, in tutte le forme biologiche, con quanto osservato nell'analisi dell'intera pianura modenese (Alessandrini *et al.*, 2010). Emicriptofite e terofite insieme rappresentano oltre il 64% dell'intera flora accertata; le terofite sono particolarmente numerose in quanto gli ambienti aridi e disturbati sono molteplici (piccole aree ruderali e abitate, campi abbandonati o in post coltura estiva, margini dei canali sottoposti a manutenzione) e tutti si caratterizzano per una vegetazione composta in prevalenza di specie annue. Soprattutto nella pianura padana le terofite sono legate per lo più a luoghi d'origine antropica e riflettono il forte impatto umano sul territorio (Poldini, 1991). L'alta percentuale delle emicriptofite, come noto, si deve al fatto che la pianura padana, dal punto di vista fitoclimatico, appartiene alla zona temperata, dove questa forma biologica risulta predominante. Anche geofite e fanerofite sono ben rappresentate grazie agli ambienti umidi e boschivi. Idrofite ed elofite, tipiche di canali e aree allagate, hanno percentuali simili a quanto emerso per la zona pianiziale della provincia (5 e 1%, rispettivamente, cfr. Alessandrini *et al.*, 2010).

Forme biologiche	N° specie	Frequenza (%)
Emicriptofite	156	32,4
Terofite	154	32,0
Fanerofite	67	13,9
Geofite	63	13,1
Idrofite	19	3,9
Camefite	17	3,5
Elofite	6	1,2
<i>Totale</i>	<i>482</i>	<i>100</i>

Tab. 3 – Spettro biologico della flora della Partecipanza Agraria di Nonantola.

3.4 *I tipi corologici*

Lo spettro corologico della flora censita è riportato in Tab. 4; in questa elaborazione non sono conteggiate le avventizie e le xenofite (58 su 482), che vengono trattate separatamente.

La flora della Partecipanza è composta in gran parte di specie eurasiatiche e mediterranee, che nell'insieme rappresentano oltre il 70% dello spettro. Fra

le eurasiatiche il corotipo europeo s.l. è il più comune (37%) dell'elemento, seguono paleotemperate ed eurasiatiche *sensu stricto*, entrambe vicine al 30%; le mediterranee sono invece rappresentate per oltre l'80% dal corotipo eurimediterraneo.

Elemento corologico	N° taxa	Frequenza (%)
Eurasiatiche	203	47,9
Mediterranee	97	22,9
Boreali	54	12,8
Cosmopolite	53	14,6
Orofite	7	1,6
Endemiche	1	0,2

Tab. 4 – Spettro corologico della flora della Partecipanza Agraria di Nonantola. Sono escluse le specie alloctone, trattate a parte.

Termocorotipo	Corotipo	N° specie	Frequenza (%)
Macrotermo	Eurimediterraneo	79	18,7
	Stenomediterraneo	11	2,6
	Mediterraneo-Turanico	7	1,6
		97	22,9
Mesotermo	Eurasiatico	55	13,0
	Paleotemperato	60	14,1
	Cosmopolita	62	14,6
	Europeo	76	18,0
	Subatlantico	12	2,8
		265	62,5
Microtermo	Circumboreale	30	7,1
	Eurosiberiano	24	5,7
	Orofita Sud-Europeo	7	1,6
		61	14,4
Vario	Endemico	1	0,2

Tab. 5 – Spettro dei termocorotipi della flora della Partecipanza Agraria di Nonantola. Per maggior chiarezza sono indicate anche le categorie corologiche elementari componenti i termocorotipi.

Dominano le specie del termocorotipo mesotermo, che includono le specie dei corotipi più rappresentati nell'area di studio: l'Europeo, il Paleotemperato e l'Eurasiatico (Tab. 5), ossia specie ad ampia distribuzione in tutte le

regioni temperate dell'Eurasia. Vi è pure una forte presenza di specie ruderali e d'aree disturbate (corotipo Cosmopolita), in linea coi valori riscontrati in aree agricole simili del Modenese (Tomaselli & Gardi, 1999). Le macroterme sono in massima parte costituite dalle eurimediterranee (entità che prevalgono nell'area della coltivazione della vite): il dato è in linea con le caratteristiche fitogeografiche della pianura padana, collocata al limite meridionale della regione eurosiberiana e perciò influenzata anche da un'impronta floristica di tipo mediterraneo.

Da un confronto con la Flora del Modenese per la fascia di pianura (Alessandrini *et al.*, 2010), a livello di termocorotipi vi è una sostanziale omogeneità, con marcate differenze solo per le specie eurimediterranee *sensu lato* (Tab. 6), differenze che potrebbero derivare da condizioni locali meno favorevoli a livello pedologico.

Termocorotipo	Corotipo	% F.M.	% P.A.
Macrotermo	Eurimediterraneo	23,8	18,7
	Stenomediterraneo	3,9	2,6
	Mediterraneo-Turanico	1,6	1,6
		29,3	22,9
Mesotermo	Eurasiatico	13,6	13,0
	Europeo	17,7	18,0
	Eurimediterraneo-Subatlantico	1,6	2,8
	Subatlantico	0,8	0,0
	Paleotemperato	12,1	14,1
	Cosmopolita	12,1	14,6
		58,0	62,5
Microtermo	Circumboreale	6,0	7,1
	Eurosiberiano	5,3	5,7
	Alpico	0,1	0,0
	Orofito Centro-Europeo	0,3	0,0
	Orofito Sud-Europeo	0,8	1,6
		12,5	14,4
Vario	Endemico	0,3	0,2

Tab. 6 – Spettro dei termocorotipi della flora della Partecipanza Agraria di Nonantola (P.A.), in confronto a quelli della pianura modenese (F.M.; dati desunti da Alessandrini *et al.*, 2010). Per maggior chiarezza sono indicate anche le categorie corologiche elementari componenti i termocorotipi.

3.5 La flora alloctona

Le specie esotiche della flora della Partecipanza Agraria sono il 12% del totale: sono infatti 58 le xenofite su un totale di 482. La fascia planiziale è la più colpita dalla penetrazione di entità provenienti da altri areali, ivi inclusi altri continenti, ma anche il bacino mediterraneo. Rispetto all'indice d'inquinamento floristico rilevato a livello provinciale, pari a poco meno del 10% (Alessandrini *et al.*, 2010), l'aumento di specie alloctone è pari al 2% circa. Le avventizie naturalizzate frequentemente invasive (*Erigeron* spp., *Symphotrichum squamatum*, *Solidago* spp., *Cuscuta campestris* ecc.) sono di provenienza nord-americana (62%); le rimanenti avventizie sono asiatiche (*Thlaspi arvense*, *Veronica persica*, *Prunus cerasifera* ecc.). Da non sottovalutare inoltre l'ingresso sempre più frequente da parte di specie stenomediterranee, grazie al riscaldamento climatico degli ultimi decenni (*Laurus nobilis*, *Pyracantha coccinea*, *Tragopogon porrifolius* subsp. *cupani* ecc.), che non vengono conteggiate in quanto appartenenti alla flora italiana.

L'inquinamento floristico ha un'origine sempre antropica, legata a vari fattori non di rado casuali, come per esempio coltivazioni di specie che poi sfuggono al controllo, semi involontariamente dispersi e poi attecchiti, giardinaggio, specie nei centri abitati. Per contro le archeofite (*sensu* Celesti-Grapow *et al.*, 2010: es. *Papaver rhoeas*, *Centaurea cyanus*, *Agrostemma githago*), pari al 31% delle alloctone, spesso giunte anticamente insieme coi cereali e un tempo caratterizzanti le messi per i loro colori, sono in parecchi casi scomparse a causa dei diserbanti e delle sementi sempre più selezionate, oppure sono relegate per lo più ai margini delle cavedagne e sugli argini (il già citato *P. rhoeas*, ma anche *Brassica napus*, *Morus alba* ecc.).

3.6 Indici ecologici

L'ecogramma di Fig. 3 è sostanzialmente in linea con quello della pianura modenese; una differenza nell'indice di nutrienti è legata all'apporto d'azoto da concimazione sia chimica sia organica, tipica delle aree agricole (com'è in effetti larga parte della Partecipanza nonantolana). L'indice di pH è riferibile a suoli moderatamente alcalini (neutro-basici), in accordo con quanto definito nell'apposito paragrafo.

3.7 Alcune considerazioni sulle specie introdotte

Nei due impianti boschivi datati agli anni Novanta del Novecento, abbiamo notato che alcune specie arboree sono state in grado di riprodursi sin dai primi tempi. I casi più eclatanti sono *Fraxinus oxycarpa* e *Populus alba*, che già al 5°-6° anno d'impianto iniziarono a diffondersi soprattutto per polloni radicali e verso il 10° anno anche da seme, sino a creare un sottobosco omogeneo esclusivo di giovani frassini e pioppi, limitando l'ingresso alle specie arbustive ed

erbacee. Dal 10° al 15° anno cominciarono a diffondersi per seme anche *Quercus robur* e *Acer campestre*. Altra specie legnosa, ma di seconda grandezza, che ha dimostrato una grande propensione alla diffusione da seme è *Prunus mahaleb*, probabilmente grazie ai frutti molto apprezzati dall'ornitofauna frugivora. Al contrario, per *Carpinus betulus* e *Alnus glutinosa*, al momento, nonostante la maturità raggiunta, non sono state individuate piante nate da seme: la causa è forse da ricercare nelle caratteristiche dei suoli, tendenzialmente basici, o al livello di umificazione attuale, forse già eccessivo. Secondo la bibliografia, infatti, *C. betulus* inizia a fruttificare verso i 15-20 anni, preferisce terreni silicei e si adatta a suoli magri (Pilla, 1955), che certamente non sono quelli dell'area indagata. Anche *A. glutinosa*, secondo alcuni autori, è acidofilo (Susmel, 1956). Se si confrontano invece tramite indici ecologici (Pignatti *et al.*, 2005), *C. betulus* ha caratteristiche di ampio spettro per quanto riguarda la reazione dei suoli, indice di umidità e nutrienti; *A. glutinosa* invece ha un indice di pH conforme a suoli neutro-basici e indice di umidità conforme a suoli sommersi e addirittura asfittici. Un monitoraggio nei prossimi anni potrà confermare o meno la propensione delle due specie a naturalizzarsi nel nuovo Bosco della Partecipanza.

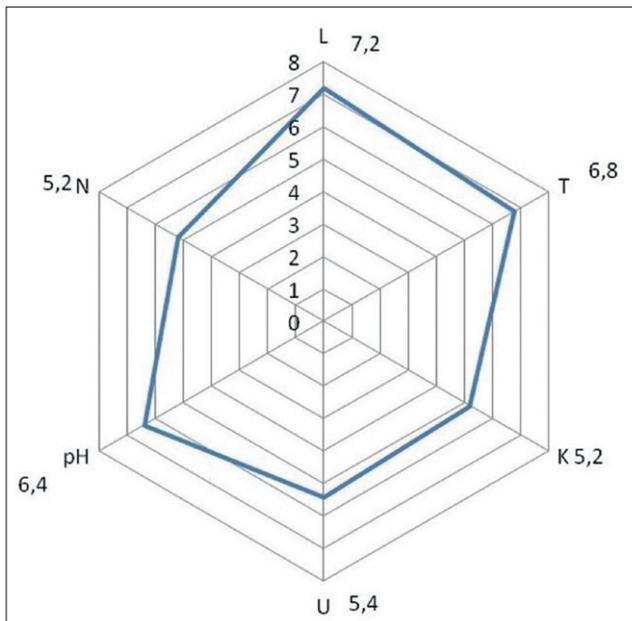


Fig. 3 – Ecogramma della Partecipanza Agraria di Nonantola ottenuto mediante indici di bioindicazione di Ellenberg. L: indice di luminosità ambientale, T: indice di temperatura dell'aria; K: indice di continentalità climatica, U: indice di umidità del suolo, pH: indice di pH del suolo, N: indice di nutrienti del suolo (azoto e fosforo, in particolare).

Negli ultimi anni, sono stati eseguiti interventi di conservazione *in situ* per consolidare le popolazioni di alcune specie in forte rarefazione, come per esempio *Euphorbia palustris*, accertata solo con pochi individui. Tali azioni di tutela, eseguite in accordo fra gli Enti competenti (Bonifica Burana, Partecipanza e Lipu), hanno prodotto degli ottimi risultati e al momento la popolazione di *E. palustris* presente lungo il Cavo Dugarola è aumentata sia in termini numerici sia di copertura.

Diverso è il caso d'introduzioni *ex situ* di specie tutelate, ma presenti solo in aree limitrofe con caratteristiche ambientali non sempre del tutto simili a quelle della Partecipanza. Queste operazioni, non semplici, che all'inizio creano positive aspettative, spesso poi falliscono per varie ragioni. In alcuni convegni internazionali sono state evidenziate le possibili soluzioni, sempre però fondate su conoscenze specifiche e con un supporto scientifico a livello universitario. Si riportano di seguito alcuni esempi attuati nell'area indagata.

Allium angulosum L. (Amaryllidaceae) – Entità non protetta, in forte rarefazione, presente nella prima Lista Rossa Nazionale (Conti *et al.*, 1992) ove era indicata come *vulnerabile*. Una decina di piante, prelevate poco prima della distruzione dell'ultimo prato stabile in località Tagliati di Albareto (Modena), sono state messe a dimora nel 2018 presso la radura recintata del capanno Kyoto all'interno del Bosco della Partecipanza. Le piante, tutte vegetanti, ma non vigorose a causa dell'ombra e degli attacchi da parte di afidi, attendono una collocazione più consona alle esigenze ecologiche della specie.

Jacobaea paludosa (L.) G. Gaertn., B. Mey. et Scherb. (Compositae) – Nel settembre 2018, a cura del gruppo GIAPP (Gestione Integrata delle Aree Protette della Pianura, oggi parte dell'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Orientale), furono introdotte all'interno del Cavo Dugarola 3 piante provenienti dall'Orto Botanico di Bologna, originarie del territorio di Sant'Agata Bolognese. Le piantine, nel corso degli anni successivi, mostrarono capacità di crescita fino a ricoprire una superficie di circa 1 m², con un numero di scapi fiorali pari a 13 nei mesi di giugno-luglio 2021-2022. La maturazione del seme avveniva regolarmente in agosto-settembre. Durante i monitoraggi non sono mai state rinvenute piantine nate da seme, a conferma della bassa fertilità dei semi dimostrata anche in recenti ricerche (Buldrini *et al.*, 2022). Nella primavera del 2023, per cause sconosciute, le piante sono scomparse.

Leucojum aestivum L. (Amaryllidaceae) – Entità a rischio (livello IUCN: vulnerabile); protetta a livello nazionale e regionale (Rossi *et al.*, 2013; legge regionale 2/1977). Tre gruppi di piante provenienti dal basso Ferrarese introdotti nell'aprile 2018 in un'area depressa, soggetta ad allagamenti, nel Bosco di Sant'Anselmo, a ridosso dell'argine del Lago Nuovo. Nonostante la vegetazione sia stata più volte danneggiata da lumache, una prima maturazione dei

frutti è avvenuta dal 2021. I singoli gruppi sono aumentati grazie allo sviluppo per via agamica; nel contempo veniva mantenuta anche una coltivazione *ex situ* per aumentare la compagine. Le prime 5 piantine nate da seme e coltivate *ex situ* sono state introdotte nell'autunno 2022. Questa specie pare attualmente dimostrare buone potenzialità di crescita.

Tanacetum vulgare L. (Compositae) – Pianta di rive e incolti umidi, d'interesse officinale, fu introdotta nell'area del Macero nel febbraio 2013, dove tuttora è presente con una densa popolazione. I rizomi provenivano da San Donnino di Nizzola (MO).

Taxus baccata L. (Taxaceae) – Entità protetta a livello regionale (legge regionale 2/1977), è presente in pianura come pianta coltivata nei giardini; si propaga anche da seme per via ornitocora e non è da escludere che piantine nate da seme siano presenti all'interno del Bosco della Partecipanza. Tre piante, poste a dimora sul bordo del Lago Vecchio nel 1996, dopo una fase di crescita decennale morirono intorno al 2014; nel corso del 2021 alcune piantine furono inserite nel Bosco di Sant'Anselmo a cura della Partecipanza Agraria. Non sarebbe specie da incrementare, non essendo autoctona per la pianura.

4. Elenco floristico

Si riporta di seguito l'elenco delle specie rilevate nell'area di studio. Le specie sono elencate in ordine alfabetico, corredate delle indicazioni seguenti:

- famiglia (*sensu* Pignatti *et al.*, 2017-2019);
- forma biologica e corotipo (*sensu* Pignatti *et al.*, 2005);
- habitat di rinvenimento (vedi Tab. 1);
- indigenato e/o invasività della specie in Italia e in Emilia-Romagna (*sensu* Alessandrini *et al.*, 2010; Celesti-Grappow *et al.*, 2010; Pignatti *et al.*, 2017-2019; Galasso *et al.*, 2018);
- elenco dei luoghi di rinvenimento (separati fra loro dal punto e virgola), comprensivo delle segnalazioni storiche (tutte le pubblicazioni fino al 2010 e i campioni d'erbario) quando presenti, corredate del binomio latino con cui la specie in esame è citata in ciascuna di esse (se diverso da quello oggi in uso); si riportano anche eventuali note su abbondanza e frequenza nel territorio studiato;
- vincoli di protezione, se presenti;
- eventuali note sull'importanza del *taxon* in esame e problemi sistematici e identificativi.

Il nome della specie può essere preceduto, fra parentesi, da un'indicazione letterale e/o simbolica:

- ♦: specie già rinvenuta nell'area di studio, ma non confermata durante gli anni del censimento (2010-2023),
- †: specie anticamente rinvenuta nell'area di studio, ma oggi estinta;

- MOD: specie già raccolta nell'area di studio, di cui esiste il campione nell'*Herbarium Mutinense*,
- ■: specie protetta a livello regionale o nazionale,
- ▲: specie invasiva a scala regionale (*sensu* Celesti-Grapow *et al.*, 2010; Galasso *et al.*, 2018) da tenere controllata per ragioni di tutela dell'ambiente, degli edifici storici e della salute pubblica,
- [A]: archeofita (specie esotica arrivata prima del 1500).

[A] *Abutilon theophrasti* Medik. (Malvaceae) – T scap, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.*, *colt.* – invasivo di varie colture annuali; loc. La Fiuma.

MOD *Acalypha virginica* L. (Euphorbiaceae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – Leg. P.R. Pirotta, 25-9-1878: «Villa Casinalbo lungo i fossati (Frignani!)», in MOD; «Villa Casinalbo lungo i fossati (Frignani!)» (Gibelli & Pirotta, 1884); pochi esemplari in un orto ai margini del Bosco del Comune. Già elencata nel novero delle avventizie da Vaccari (1947), è l'unica conferma in epoca recente (Alessandrini *et al.*, 2010).

Acer campestre L. (Sapindaceae) – P scap, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – comune, sia da impianto artificiale sia per successiva naturalizzazione.

▲ *Acer negundo* L. (Sapindaceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – presente a volte sui bordi delle cavedagne; bordi del Bosco della Partecipanza.

Achillea collina (Wirtg.) Heimerl (Compositae) – H scap, SE-Europ.; *cav. marg.*, *can.* – Cavo Dugarola al ponte di S. Felice.

Achillea roseoalba Ehrend. (Compositae) – H scap, Centro-Europ.; *cav. marg.*, *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Adonis annua L. (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.-Subatl.; *colt.* – bordo di un fosso in loc. La Fiuma, 10 piante fiorite; commensale delle colture, in forte rarefazione.

Agrimonia eupatoria L. (Rosaceae) – H scap, Subcosmop.; *cav. marg.* – casello ex Società Veneta⁴ in loc. I Gatti.

⁴ È il casello della ferrovia Modena-Cento-Ferrara, gestita dalla Società Veneta per la costruzione ed esercizio di ferrovie secondarie italiane (popolarmente nota come «la Veneta»), aperta il 16-8-1916 e chiusa il 20-7-1956; i treni che prestavano servizio su questa linea erano noti ai nonantolani come «la Marianina». Nel territorio della Partecipanza, la linea giungeva dalla stazione di Nonantola, passava la zona dei Gatti, tagliava in diagonale l'area dell'antico Bosco e attraversava l'odierna via Guercinesca Est in corrispondenza della fermata di La Grande, per proseguire poi verso Ravarino (cfr. Piccinini, 2003; Piccinini *et al.*, 2017).

Agrostis stolonifera L. (Gramineae) – Ch rept, Circumbor.; *luo. um.* – pozza artificiale nel Bosco del Comune.

▲ *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simaroubaceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *rud.* – ex stazione di pompaggio del metano SNAM in via Due Torrioni.

Ajuga chamaepitys (L.) Schreb. (Labiatae) – T scap, Eurimedit.; *colt., rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; bordo di un fosso in loc. La Fiuma, 2 piante.

Ajuga reptans L. (Labiatae) – Ch rept, Europ.-Caucas.; *luo. um., bos. sie.* – radure; siepi; Bosco della Partecipanza.

Alisma lanceolatum With. (Alismataceae) – I rad, Subcosmop.; *can., luo. um.* – fosso di scolo in loc. viale delle Querce; Scolo Tabario, in un tratto cementato; fosso di guardia del Canal Torbido.

Alisma plantago-aquatica L. (Alismataceae) – I rad, Subcosmop.; *can., luo. um.* – fosso con acqua del Canal Torbido in direzione della Fossa Bosca; Lago Vecchio in secca nel 2022, loc. Valle di Sotto.

Alliaria petiolata (M. Bieb.) Cavara et Grande (Cruciferae) – H scap, Paleotemp.; *bos. sie.* – siepi; sottobosco del Bosco della Partecipanza e Bosco del Comune.

[A] *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae) – G bulb, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.* – sfuggita a coltivazione.

Allium pallens L. (Amaryllidaceae) – G bulb, Stenomedit.; *can., bos. sie.* – Bosco Nuovo; argine destro della Fossa Sorga in loc. La Fiuma; ponte di S. Felice, 10 piante; loc. La Pantera, 10 piante alla base dell'argine della Fossa Sorga.

[A] *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae) – G bulb, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.* – molto comune.

MOD *Allium vineale* L. (Amaryllidaceae) – G bulb, Eurimedit.; *cav. marg., can., bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, luglio 1876: «Bosco ceduo e macchia presso Nonantola», in MOD; «Nelle macchie presso Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1883); viale delle Querce; via Gatti; S. Anselmo, argine destro della Fossa Sorga; bordo del Bosco del Comune verso Casa Fabbri; stradello da via Oppio al ponte sul Canal Torbido, centinaia di piante.

Alnus glutinosa (L.) Gaertn. (Betulaceae) – P scap, Paleotemp.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza, da impianto (non si conosce al momento il livello di naturalizzazione).

Alopecurus myosuroides Huds. (Gramineae) – T scap, Subcosmop.; *cav. marg.* – incolti.

Alopecurus pratensis L. (Gramineae) – H caesp, Eurosib.; *cav. marg., can.* – sentieri; argine della Fossa Bosca; via Prati lungo il Canal Torbido; molto comune.

Althaea cannabina L. (Malvaceae) – H scap, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg., can.* – comune.

Althaea hirsuta L. (Malvaceae) – T scap, Eurimedit.; *rud.* – Ponte dei Gatti.

Althaea officinalis L. (Malvaceae) – H scap, SE-Europ.; *cav. marg., can.* – lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma; nello Scolo Arginone in loc. Ronchi di Sotto; fosso stradale di via Oppio.

Amaranthus albus L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – su coltura estiva a mais dolce; incolto in loc. La Fiuma.

Amaranthus blitoides S. Watson (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Avv. Naturalizz.; *luo. um.* – Laghi Vecchi in secca nel 2022, loc. Valle di Sotto.

Amaranthus cruentus L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Neotrop.; *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona.

Amaranthus deflexus L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Avv. Naturalizz.; *rud.* – vicinanze del Ponte dei Gatti.

Amaranthus retroflexus L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – comune in incolti e post colture; incolto in loc. La Fiuma.

▲ *Ambrosia artemisiifolia* L. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – incolto in loc. La Fiuma.

▲ *Amorpha fruticosa* L. (Leguminosae) – P caesp, Avv. Naturalizz.; *can., luo. um.* – sporadica fino al 2012, dal 2013 in espansione. Laghi Vecchi in loc. Valle di Sotto; Canal Torbido; Fossa Bosca; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

■ *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. (Orchidaceae) – G bulb, Eurimedit.; *cav. marg., can., bos. sie.* – il primo rinvenimento è datato 1995, in loc. Valle di Sotto; nel corso degli anni la specie si è diffusa in varie località: Bosco della Partecipanza, Bosco del Comune, lungo via Prati.

Anagallis arvensis L. (Primulaceae) – T rept, Eurimedit.; *colt., rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona.

Anchusa azurea Mill. (Boraginaceae) – H scap, Eurimedit.; *can.* – argine del Canal Torbido a S. Anselmo; argine della Fossa Sorga in loc. La Fiuma.

Anisantha diandra (Roth) Tutin ex Tzvelev (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *rud.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Anisantha sterilis (L.) Nevski (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – sui bordi dei fossi in loc. La Pantera; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

◆ MOD *Anthemis cotula* L. (Compositae) – Ch suffr, Eurimedit. – *Leg.* R. Pirotta, 12 giugno 1883: «Bosco di Nonantola», in MOD (sub *Anthemis Cotula* L.); specie non accertata durante la presente ricerca.

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. (Cruciferae) – T scap, Paleotemp.; *can.*, *bos. sie.* – argine del Canal Torbido, comune; argine sinistro della Fossa Bosca in loc. Bosco Vecchio.

Arctium lappa L. (Compositae) – H bienne, Eurasiat.; *luo. um.* – bordo del Lago Nuovo nella Valle di Sopra.

Arenaria serpyllifolia L. (Caryophyllaceae) – T scap, Subcosmop.; *rud.* – sui muretti al Ponte dei Gatti.

Aristolochia clematitis L. (Aristolochiaceae) – G rad, Eurimedit.; *cav. marg.*, *can.* – comune sul bordo degli stradelli, ai margini delle colture.

Aristolochia rotunda L. (Aristolochiaceae) – G bulb, Eurimedit.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – scolina stradale in loc. Barchessa Piccola; Bosco del Comune; Bosco della Partecipanza. Non rara, ma molto importante come pianta nutrice del bruco del raro lepidottero *Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermüller, 1775.

Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl (Gramineae) – H caesp, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.*, *bos. sie.* – bordo del Canal Torbido lungo stradello Prati; Bosco del Comune.

▲ *Artemisia verlotiorum* Lamotte (Compositae) – H scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – via Gatti, bordo di siepe artificiale.

Artemisia vulgaris L. (Compositae) – H scap, Circumbor.; *cav. marg.*, *can.* – argine del Canal Torbido.

Arum italicum Mill. (Araceae) – G rhiz, Stenomedit.; *bos. sie.* – ingresso del Bosco della Partecipanza da via Due Torrioni.

▲ [A] *Arundo donax* L. (Gramineae) – G rhiz, Subcosmop.; *can.* – Torrazzuolo; Cavo Dugarola al ponte di S. Felice.

Asparagus officinalis L. (Asparagaceae) – G rhiz, Eurimedit.; *can.* – «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1883; Cocconi, 1883); argine del Canal Torbido lungo stradello Prati; Valle di Sopra, argine esterno della Fossa Sorga.

Astragalus cicer L. (Leguminosae) – H scap, S-Europ.-S-Sib.; *can.*, *bos. sie.* – «Bosco di Nonantola lungo i margini dei canali di rimpetto la risaia Borsari, giugno» (Fiori in Mori, 1886); Bosco del Comune vicino alla barchessa (ca. 20 m²); angolo del Canal Torbido al ponte del Torrazzuolo (ca. 30 m²); lungo l'argine del Cavo Muzza, in più punti.

Atriplex prostrata Boucher ex DC. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Circumbor.; *rud.* – incolto sul bordo di un fossato in loc. La Fiuma; Scolo Arginone in secca in loc. Ronchi di Sotto.

Avena sativa L. (Gramineae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – incolto sul bordo di un fossato in loc. La Fiuma.

Avena barbata Pott ex Link (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *rud.* – loc. La Pantera.

Avena fatua L. (Gramineae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Ballota nigra L. subsp. *uncinata* (Fiori et Bég.) Patzak (Labiatae) – H scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *rud.* – incrocio fra via Due Torrioni e via Magnanine; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Barbarea stricta Andr. (Cruciferae) – H scap, Eurosib.; *luo. um.* – pozza artificiale in loc. Bosco del Comune.

Barbarea vulgaris R. Br. (Cruciferae) – H scap, Cosmopol.; *can.*, *colt.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; fossato in zona orti in loc. La Pozza.

Bellevalia romana (L.) Sweet (Asparagaceae) – G bulb, Centro-Eurimedit.; *can.*, *bos. sie.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Bosco della Partecipanza, lungo i sentieri.

Bellis perennis L. (Compositae) – H ros, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – diffusa sugli stradelli.

Beta vulgaris L. (Amaranthaceae s.l.) – H scap, Eurimedit.; *colt.* – casuale, sfuggita alle coltivazioni.

▲ *Bidens frondosa* L. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *can.*, *bos. sie.* – Bosco Nuovo, invasiva nel tratto di passaggio dell'elettrodotto, a seguito del taglio a raso delle alberature; canaletta lungo viale delle Querce; incolto in loc. La Fiuma; Lago Vecchio in secca nel 2022, loc. Valle di Sotto.

Bidens tripartita L. (Compositae) – T scap, Eurasiat.; *bos. sie.* – sentiero nel Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo.

Bolboschoenus maritimus (L.) Palla (Cyperaceae) – G rhiz, Cosmopol.; *can.* – Scolo Tabario; fosso di guardia del Canal Torbido; fosso di guardia del Cavo Muzza; fosso in loc. I Gatti.

Bothriochloa ischaemum (L.) Keng (Gramineae) – H caesp, Termocosmop.; *can.* – base dell'argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv. (Gramineae) – H caesp, Paleotemp.; *can.* – pratelli sugli argini della Fossa Sorga, della Fossa Bosca, del Canal Torbido.

[A] *Brassica napus* L. (Cruciferae) – T scap, Ibrido coltivato; *cav. marg.*, *colt.* – incolto in loc. La Fiuma; sporadica a bordo strada in Via Oppio e in prossimità della Tangenziale.

Brassica nigra (L.) W.D.J. Koch (Cruciferae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *colt.* – comune sui bordi e nelle colture.

Bromopsis erecta (Huds.) Fourr. (Gramineae) – H caesp, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.* – bordi e argini del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Bromus hordeaceus L. (Gramineae) – T scap, Subcosmop.; *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Bromus secalinus L. (Gramineae) – T scap, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – comune.

Bryonia dioica Jacq. (Cucurbitaceae) – G rhiz, Eurimedit.; *bos. sie.* – Bosco del Comune; Bosco della Partecipanza.

Buglossoides arvensis (L.) I.M. Johnst. (Boraginaceae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – banca interna della Fossa Sorga in loc. La Pantera; cavedagna in loc. Bosco Vecchio.

Butomus umbellatus L. (Butomaceae) – I rad, Eurasiat.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Bosco della Partecipanza; Scolo Tabario, su sponda in cemento; via Due Torrioni, sotto il ponte della Fossa Bosca.

Calendula officinalis L. (Compositae) – T scap, Eurimedit.; *bos. sie.* – alcune piante, casualmente nate nel ceppo di pioppo a S. Anselmo.

Calepina irregularis (Asso) Thell. (Cruciferae) – T scap, Eurimedit.-Turan.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – Bosco del Comune vicino alla barchessa; sentieri vari, argini; molto comune sui bordi delle colture.

Calystegia sepium (L.) R. Br. (Convolvulaceae) – H scand, Paleotemp.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; fossati.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. (Cruciferae) – H bienne, Cosmopol.; *cav. marg.*, *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Capsella rubella Reut. (Cruciferae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *can.*, *rud.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; Bosco del Comune.

Cardamine hirsuta L. (Cruciferae) – T scap, Cosmopol.; *cav. marg.*, *can.*, *rud.* – comune.

Carduus nutans L. (Compositae) – H bienne, O-Europ.-Atl.; *can.* – argine del Cavo Limpido in loc. La Pantera; argine della Fossa Sorga; lungo il Canale Muzza in loc. La Fiuma.

Carduus pycnocephalus L. (Compositae) – H bienne, Eurimedit.-Turan.; *cav. marg.* – loc. S. Anselmo lungo via Mislè, sui bordi stradali.

Carex acuta L. (Cyperaceae) – G rhiz, Eurasiat.; *can.* – fosso di guardia del Canal Torbido in loc. S. Anselmo.

Carex acutiformis Ehrh. (Cyperaceae) – G rhiz, Eurasiat.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Carex cuprina (Sandor ex Heuffel) Nendtwich ex A. Kern. (Cyperaceae) – H caesp, Eurimedit.-Atl.; *can.* – Torrazzuolo; canaletta presso la Barchessa Grande in loc. viale delle Querce; fosso di guardia del Canal Torbido in loc. I Prati.

Carex divisa Huds. (Cyperaceae) – G rhiz, Eurimedit.-Atl.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Carex elata All. (Cyperaceae) – G rhiz, Eurimedit.-Atl.; *can.* – argine del Canal Torbido.

Carex hirta L. (Cyperaceae) – G rhiz, Europ.-Caucas.; *cav. marg.*, *can.* – Bosco del Comune; fosso di guardia del Canal Torbido in loc. Valle di Sopra; bordo di un fossato in loc. I Risi.

Carex muricata L. subsp. *pairae* (F.W. Schultz) Čelak. – H, caesp, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.* – Bosco del Comune; bordo di un fossato in loc. I Risi.

Carex riparia Curtis (Cyperaceae) – G rhiz, Eurasiat.; *can.*, *luo. um.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Laghi Vecchi, loc. Valle di Sotto; lungo la Fossa Rasa in loc. La Pozza.

Carex spicata Huds. (Cyperaceae) – H caesp, Eurasiat.; *can.*, *bos. sie.* – Torrazzuolo; canaletta presso la Barchessa Grande in loc. viale delle Querce; radura nel Bosco della Partecipanza.

Carex tomentosa L. (Cyperaceae) – G rhiz, Eurosib.; *can.* – lungo la Fossa Bosca presso il casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; lungo la Fossa Sorga in loc. La Pantera, verso l'altana di osservazione.

Carpinus betulus L. (Betulaceae) – P scap, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza, esclusivamente da impianto; siepe alberata lungo la Fossa Bosca.

Celtis australis L. (Ulmaceae) – P scap, Eurimedit.; *bos. sie.*, *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti, sulle macerie; Bosco della Partecipanza. Specie diffusa per disseminazione ornitocora.

Centaurea jacea L. (Compositae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.* – comune su argini e margini stradali.

Centaurea jacea L. subsp. *gaudinii* (Boiss. et Reut.) Greml. (Compositae) – H scap, SE-Europ.; *can.* – argine del Cavo Muzza in loc. La Fiuma, molto comune.

Centaurea nigrescens Willd. (Compositae) – H scap, Europ.; *can.* – argine interno della Fossa Bosca; argine del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Centaurium erythraea Rafn (Gentianaceae) – H bienne, Paleotemp.; *can.* – lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma, ex filare di pioppi.

■ *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce (Orchidaceae) – G rhiz, Eurimedit.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza; Bosco del Torrazzuolo.

Cephalaria transsylvanica (L.) Schrad. (Dipsacaceae) – T scap, SE-Europ.; *cav. marg.* – molto comune ai margini, se non diserbati, di tutte le cavedagne; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; lungo la Fossa Sorga in loc. La Pantera, presente anche nella forma a fiori bianchi.

Cerastium pumilum Curtis (Caryophyllaceae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *colt.* – argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; nei camminamenti degli orti in loc. La Pozza.

Cerastium semidecandrum L. (Caryophyllaceae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.* – Bosco del Comune vicino alla barchessa; sentieri del Bosco della Partecipanza.

♦ MOD *Ceratophyllum demersum* L. (Ceratophyllaceae) – I rad, Subcosmop.; *luo. um.* – Leg. P.R. Pirotta, 16-8-1883: «Macero presso il bosco di Nonantola. Prov. di Modena», in MOD. Non confermata, ma non da escludere vista la presenza di bacini artificiali di grande dimensione e non completamente esplorati.

MOD *Cerithe minor* L. (Boraginaceae) – T scap, SE-Europ.; *can.* – Leg. G. Gibelli, 18-6-1878: «Contorni di Nonantola», in MOD [sub *C. minor* L. var. *lepismatibus asperata*]; oggi confermata in tre località: via Oppio in loc. Cantone, sul bordo del canale, 5 piante; bordo dello Scolo Arginone in loc. I Ronchi, 10 piante; bordo scolina-medicaio in loc. I Risi, oltre 20 piante.

Chaenorhinum minus (L.) Lange (Plantaginaceae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg., rud.* – incolti.

Chenopodium album L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Subcosmop.; *colt.* – incolto vicino alla Fossa Bosca in loc. I Gatti; incolto in loc. La Fiuma.

Chenopodium opulifolium Schrad. ex W.D.J. Koch et Ziz (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Paleotemp.; *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona.

Chenopodium vulvaria L. (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Eurimedit.; *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona. Osservata nel 2012, confermata la presenza nel 2020.

Cichorium intybus L. (Compositae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg., colt.* – comune sui bordi delle cavedagne e ai margini delle colture.

Cirsium arvense (L.) Scop. (Compositae) – G rad, Eurasiat.; *cav. marg.* – comune sui bordi delle cavedagne e ai margini delle colture.

Cirsium vulgare (Savi) Ten. (Compositae) – H bienne, Paleotemp.; *cav. marg., colt.* – comune sui bordi delle cavedagne e ai margini delle colture; incolto in loc. La Fiuma.

MOD *Clematis viticella* L. (Ranunculaceae) – P lian, S-Europ.-S-Sib.; *can.* – Leg. P.R. Pirotta, 10-6-1883: «Bosco di Nonantola», in MOD; oggi molto comune ai margini della rete idrica e di scolo.

Clinopodium nepeta (L.) Kuntze subsp. *nepeta* (Labiatae) – H scap, Orof. S-Europ.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Clinopodium vulgare L. (Labiatae) – H scap, Circumbor.; *can.* – lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma; Fossa Rasa.

Colchicum lusitanum Brot. (Colchicaceae) – G bulb, O-Medit.-Mont.; *cav. marg.*, *can.* – Fossa Bosca; Fossa Sorga; Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; argine del Cavo Muzza Sud; Fossa Rasa; Fossa Nuova; cavedagna in loc. I Gatti. Specie tossica, non protetta, ma a rischio (livello IUCN: LC – Rossi *et al.*, 2020); nel corso della ricerca in grande espansione nel territorio della Partecipanza.

Conium maculatum L. (Umbelliferae) – H scap, Paleotemp.; *can.* – argine del Canal Torbido, loc. Valle di Sotto; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; argine interno della Fossa Bosca; argine del Canal Torbido al Torrazzuolo. Specie molto tossica.

Consolida regalis Gray (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.; *colt.* – loc. Bosco Nuovo.

Convolvulus arvensis L. (Convolvulaceae) – G rhiz, Paleotemp.; *colt.*, *rud.* – colture estive; incolto in loc. La Fiuma.

[A] *Coriandrum sativum* L. (Umbelliferae) – T scap, SO-Stenomedit.; *colt.* – coltivato e a volte casuale; bordo delle colture in loc. Bosco Nuovo.

Cornus mas L. (Cornaceae) – P caesp, S-Europ.-S-Sib.; *bos. sie.* – Torrazzuolo, 6 piante fiorite nella siepe del margine stradale.

Cornus sanguinea L. (Cornaceae) – P caesp, Eurasiat.; *bos. sie.* – comune nelle siepi e nei boschi; presenta rifioriture autunnali.

Corylus avellana L. (Betulaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza; Bosco del Comune; siepe lungo il Cavo Dugarola in loc. La Fiuma. Da impianto e disseminazione naturale.

Crataegus coccinea L. (Rosaceae) – P scap, N-Amer.; *bos. sie.* – siepe esterna del Bosco della Partecipanza, lungo via Due Torrioni, 2 esemplari; presente anche al Bosco del Comune. Esclusivamente da impianto.

Crataegus monogyna Jacq. (Rosaceae) – P caesp, Paleotemp.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – loc. I Gatti, presso la Barchessa Piccola, sul fossato. Si è diffuso, nonostante il divieto di nuovi impianti, nelle aree boscate e nelle siepi.

Crepis biennis L. (Compositae) – H bienne, Centro-Europ.; *cav. marg.* – argini della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Crepis pulchra L. (Compositae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *can.* – bordo di fossi di varie cavedagne in loc. I Gatti e al Bosco Vecchio.

Crepis setosa Haller fil. (Compositae) – T scap, E-Eurimedit.; *cav. marg.* – comune sugli stradelli in generale.

Crepis vesicaria L. (Compositae) – T scap, Eurimedit.-Subatl.; *can.* – argini Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Scolo Arginone; Fossa Sorga.

Cruciata laevipes Opiz (Rubiaceae) – H scap, Eurasiat.; *can.*, *bos. sie.* – Fossa Sorga in loc. La Pantera; Bosco del Comune; Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Cuscuta campestris Yunck. (Convolvulaceae) – T par, Avv. Naturalizz.; *colt.* – colture di bietola; incolto post-culturale in loc. La Fiuma, su *Chenopodium album*; nei Laghi Vecchi in secca nel 2022, in loc. Valle di Sotto, su giovani individui di *Populus nigra*.

[A] *Cydonia oblonga* Mill. (Rosaceae) – P scap, O-Asiatica; *bos. sie.* – argine del Lago Vecchio in loc. Valle di Sotto.

Cynodon dactylon (L.) Pers. (Gramineae) – G rhiz, Cosmopol.; *cav. marg.*, *rud.* – Ponte dei Gatti; argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

◆ MOD *Cyperus difformis* L. (Cyperaceae) – T caesp, Subcosmop.; *luo. um.* – Leg. A. Vaccari, Settembre 1886, «Risaje presso Nonantola. Prov. di Modena», in MOD. Specie all'epoca nota anche per le risaie di Finale Emilia (Leg. P.R. Pirotta, 27-8-1885: «Nelle risaje Grillenzoni lungo il Canaletto di Bagnoli a Finale Emilia. Prov. di Modena», in MOD). Non accertata nel corso della ricerca.

Cyperus fuscus L. (Cyperaceae) – T caesp, Paleotemp.; *can.*, *luo. um.* – sotto il ponte della Barchessa della Pantera; nei Laghi Vecchi in secca nel 2022, molto comune.

Cyperus glomeratus L. (Cyperaceae) – He, Paleosubtrop.; *can.*, *luo. um.* – Fosso Scaramelli; Scolo Tabario; nei Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022

Cyperus longus L. (Cyperaceae) – He, Paleotemp.; *can.*; *luo. um.* – fosso di guardia del Cavo Muzza; nei Laghi Vecchi in secca nel 2022.

Cyperus michelianus (L.) Delile (Cyperaceae) – T caesp, Paleosubtrop.; *luo. um.* – nei Laghi Vecchi in secca nel 2022.

Cyperus microiria Steud. (Cyperaceae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *luo. um.* – Bosco del Comune, pozza artificiale; nei Laghi Vecchi in secca nel 2022.

Dactylis glomerata L. (Gramineae) – H caesp, Paleotemp.; *cav. marg., colt.* – bordi dei coltivi, cavedagne.

Daucus carota L. (Umbelliferae) – H bienne, Paleotemp.; *cav. marg., colt.* – incolti; molto comune.

◆ MOD *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. (Gramineae) – H caesp, Subcosmop.; *bos. sie.* – Leg. P.R. Pirotta, 12-6-1883: «Bosco di Nonantola», in MOD. Non si conoscono rinvenimenti recenti per la pianura modenese.

Diospyros kaki L. fil. (Ebenaceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.* – bordo del Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo.

MOD *Dipsacus fullonum* L. (Dipsacaceae) – H bienne, Eurimedit.; *cav. marg., can.* – Leg. A. Vaccari, Settembre 1940: «Nonantola lungo le siepi e i fossi della Partecipanza», in MOD [sub *D. sylvestris* L.]; comune lungo la Fossa Sorga; argine sinistro della Fossa Bosca al Torrazzuolo.

Dittrichia viscosa (L.) Greuter subsp. *viscosa* (Compositae) – H scap, Eurimedit.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Draba praecox Steven (Cruciferae) – T scap, Circumbor.; *rud.* – cortile ghiaiato in loc. Casa della Guardia.

Ecballium elaterium (L.) A. Rich. (Cucurbitaceae) – G bulb, Eurimedit.; *cav. marg., rud.* – Bosco del Comune nei pressi della barchessa; lungo via Mislè.

Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv. (Gramineae) – T scap, Subcosmop.; *can.* – bordo dello Scolo Tabario, in un tratto cementato, in loc. Bosco Vecchio.

Echinops sphaerocephalus L. (Compositae) – H scap, Paleotemp.; *can.* – Scolo Arginone lato sud, 10 piante in loc. Le Magnanine, scomparse a causa di ripetuti sfalci; confermato sull'argine della Fossa Bosca al Torrazzuolo, 3 piante.

Eleocharis palustris (L.) Roem. et Schult. (Cyperaceae) – G rhiz, Subcosmop.; *luo. um.* – Bosco del Comune, nella pozza artificiale.

Elymus caninus (L.) L. (Gramineae) – H caesp, Circumbor.; *bos. sie.* – Bosco del Comune, nella radura vicino alla barchessa.

Elymus repens (L.) Gould (Gramineae) – G rhiz, Circumbor.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Canal Torbido; Fossa Bosca; Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Epilobium hirsutum L. (Onagraceae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.*, *luo. um.* – fossati; margine del Lago Nuovo in loc. S. Anselmo; pozza artificiale in loc. Bosco del Comune.

Epilobium tetragonum L. (Onagraceae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.* – fosso al Torrazzuolo; argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; Barchessa Piccola in loc. I Gatti; molto comune nelle scoline.

Equisetum arvense L. (Equisetaceae) – G rhiz, Circumbor.; *can.* – Torrazzuolo, sotto l'argine del Canal Torbido.

Equisetum ramosissimum Desf. (Equisetaceae) – G rhiz, Circumbor.; *can.* – bordo di una scolina in loc. La Fiuma.

Equisetum telmateia Ehrh. (Equisetaceae) – G rhiz, Circumbor.; *can.*, *luo. um.* – bordo dello Scolo Arginone e nel mais in loc. Ronchi di Sotto.

Erigeron acris L. (Compositae) – H scap, Circumbor.; *cav. marg.* – cavedagna lungo il bordo del Lago Nuovo, loc. Valle di Sopra.

Erigeron annuus (L.) Desf. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *can.*, *luo. um.* – margine del Lago Nuovo, loc. Valle di Sopra; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

▲ *Erigeron canadensis* L. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *can.*, *rud.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; bordi dei Laghi Vecchi, loc. Valle di Sotto.

▲ *Erigeron sumatrensis* Retz. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *luo. um.* – nei Laghi Vecchi in secca nel 2022, loc. Valle di Sotto.

Euonymus europaeus L. (Celastraceae) – P caesp, Eurasiat.; *bos. sie.* – Barchessa Piccola in loc. I Gatti; siepi; Bosco del Comune.

Eupatorium cannabinum L. (Compositae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.*, *luo. um.* – argine del Lago Nuovo in loc. S. Anselmo; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma; nei Laghi Vecchi in secca nel 2022, loc. Valle di Sotto.

Euphorbia brittingeri Opiz ex Samp. (Euphorbiaceae) – Ch suffr, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.*, *can.* – argini del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; lungo gli stradelli inerbiti.

Euphorbia cyparissias L. (Euphorbiaceae) – H scap, Centro-Europ.; *can.*, *bos. sie.* – Bosco del Comune, vicino alla barchessa; bordi dei canali in tutto il territorio.

Euphorbia esula L. (Euphorbiaceae) – H scap, Eurosib.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Euphorbia exigua L. (Euphorbiaceae) – T scap, Eurimedit.; *colt.* – loc. La Fiuma.

Euphorbia helioscopia L. (Euphorbiaceae) – T scap, Cosmopol.; *colt.* – nelle colture in tutta l'area.

Euphorbia humifusa Willd. ex Schlecht. (Euphorbiaceae) – T rept, Avv. Naturalizz.; *colt.* – bordo del fossetto lungo lo stradello in zona Orti in loc. La Pozza.

■ MOD *Euphorbia palustris* L. (Euphorbiaceae) – T scap, Cosmopol.; *can.* – Leg. G. Gibelli, 13-5-1899: «Bosco di Nonantola prov. di Modena», in MOD. La prima segnalazione moderna è relativa al fossato est del Bosco del Comune; successivamente confermata nel Cavo Dugarola in loc. La Fiuma, dove grazie alla tutela attuata con la Bonifica Burana attualmente le piante sono 7; nel fosso di via Bosca in confine col Comune di Sant'Agata Bolognese.

Euphorbia peplus L. (Euphorbiaceae) – T scap, Eurosib.; *rud.* – all'interno del casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; incolto post colturale in loc. La Fiuma.

Euphorbia platyphyllos L. (Euphorbiaceae) – T scap, Cosmopol.; *can.* – Scolo Arginone; fosso lungo via Oppio; diffusa sul bordo dei fossati.

▲ *Euphorbia prostrata* Aiton (Euphorbiaceae) – T rept, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.*, *rud.* – intorno alla barchessa del Bosco del Comune; Ponte dei Gatti; cortile in loc. Casa della Guardia; incolto post colturale in loc. La Fiuma.

Fallopia convolvulus (L.) Á. Löve (Polygonaceae) – T scap, Circumbor.; *cav. marg.*, *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; incolto al Torrazzuolo; incolto post colturale in loc. La Fiuma.

Festuca bromoides L. (Gramineae) – T caesp, Paleotemp.; *cav. marg.* – barchessa in loc. La Pantera.

Festuca ciliata Gouan (Gramineae) – T caesp, Eurimedit.; *rud.* – Ponte dei Gatti.

Festuca myuros L. (Gramineae) – T caesp, Subcosmop.; *rud.* – base del ponte viario di via dei Gatti.

Ficaria verna Huds. (Ranunculaceae) – G bulb, Eurasiat.; *bos. sie.* – diffuso nelle siepi e nel sottobosco.

Ficaria verna Huds. subsp. *grandiflora* (Robert) Hayek (Ranunculaceae) – G bulb, Eurasiat.; *bos. sie.* – Bosco del Torrazzuolo, tra il Cavo Muzza e la Fossa Sorga.

Ficus carica L. (Moraceae) – P scap, Eurimedit.-Turan.; *bos. sie.* – Bosco del Torrazzuolo, tra il Cavo Muzza e la Fossa Sorga.

Filipendula vulgaris Moench (Rosaceae) – H scap, Centro-Europ.; *cav. marg.*, *can.* – accertata in loc. Torrazzuolo; Bosco della Partecipanza; fossato in loc. La Pozza. Sporadica.

Fragaria vesca L. (Rosaceae) – Ch rept, Eurosib.; *cav. marg.*, *can.* – bordo del fossato che porta alla Pantera; argine della Fossa Rasa; bordo di un fossato in loc. I Risi.

MOD *Frangula alnus* Mill. (Rhamnaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, 18-6-1878: «Bosco di Nonantola», in MOD; confermata la presenza di giovani piante nel Bosco della Partecipanza.

Fraxinus angustifolia Vahl (Oleaceae) – P scap, S-Europ.-S-Sib.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza; da impianto, ma già presente nel sottobosco (a volte in modo esclusivo e massiccio) con individui nati da seme fin dai primi anni dopo l'impianto.

Fumaria officinalis L. (Papaveraceae) – T scap, Paleotemp.; *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; ponte del Torrazzuolo.

Galega officinalis L. (Leguminosae) – H scap, SE-Europ.-Pontica; *can.* – argini e fossati; argine del Lago Nuovo; bordi del canale in loc. Bosco del Comune.

Galium album Mill. (Rubiaceae) – H scap, Eurasiat.; *can.* – bordo di una cavedagna in loc. I Gatti.

Galium aparine L. (Rubiaceae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – comune nei bordi delle colture e nelle siepi.

Galium palustre L. (Rubiaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *can.* – lungo via Muzza nel Cavo Sartorio al Torrazzuolo.

Galium verum L. (Rubiaceae) – T scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.*, *colt.* – comune nei bordi delle strade e dei coltivi.

Geranium columbinum L. (Geraniaceae) – T scap, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.* – pratello al bordo della strada in loc. La Pantera.

Geranium dissectum L. (Geraniaceae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *colt.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; comune nelle colture e ai margini al Torrazzuolo.

Geranium molle L. (Geraniaceae) – T scap, Eurasiat.; *can.* – bordo del Canal Torbido in loc. S. Anselmo; bordo della Fossa Bosca.

Geranium rotundifolium L. (Geraniaceae) – T scap, Paleotemp.; *cav. marg.* – stradello in loc. S. Anselmo.

Gladiolus italicus Mill. (Iridaceae) – G bulb, Eurimedit.; *cav. marg., can., colt.* – un'estesa popolazione fu accertata su terreno incolto in loc. Il Magnano nell'anno 2012. Dopo la semina del medicaio, la popolazione si ridusse a 70 piante al primo anno, per poi calare drasticamente negli anni seguenti. Una piccola popolazione è presente pure sull'argine della Fossa Sorga e in loc. Bosco Vecchio.

Glechoma hederacea L. (Labiatae) – Ch rept, Circumbor.; *cav. marg., bos. sie.* – bordi degli stradelli e delle siepi, comune.

Gleditsia triacanthos L. (Leguminosae) – P caesp, Avv. Naturalizz.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Glyceria fluitans (L.) R. Br. (Gramineae) – I rad, Subcosmop.; *can.* – fosso nell'azienda agricola Scaramelli in vicinanza del Bosco del Comune.

Glyceria maxima (Hartm.) Holmb. (Gramineae) – I rad, Circumbor.; *can.* – fosso a ovest del Bosco del Comune; lungo via Muzza nel Cavo Sartorio al Torrazzuolo.

† *Groenlandia densa* (L.) Fourr. (Potamogetonaceae) – I rad, Eurosib.; *luo. um.* – «Nonantola» (Mori, 1886). Estinta in Partecipanza.

† MOD *Hainardia cylindrica* (Willd.) Greuter (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.* – Leg. P.R. Pirotta, 17-6-1883: «Bosco di Nonantola lungo le carreggiate (pr. di Modena)», in MOD [sub *Lepturus cylindricus* Trin]. Specie presente nelle aree calanchive, mai riconfermata in Partecipanza.

Hedera helix L. (Araliaceae) – P lian, Eurimedit.; *bos. sie.* – comune.

Helianthus annuus L. (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt., bos. sie.* – in una radura del Bosco della Partecipanza, casuale; incolto in loc. La Fiuma.

Helianthus tuberosus L. (Compositae) – G bulb, Avv. Naturalizz.; *luo. um.* – bordo del macero alla Casa della Guardia. Sporadico.

Heliotropium europaeum L. (Boraginaceae) – T scap, Eurimedit.; *colt.* – incolti e in post coltura; incolto post colturale in loc. La Fiuma.

Helminthotheca echioides (L.) Holub (Compositae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *colt.* – incolti, molto comune.

Hibiscus trionum L. (Malvaceae) – T scap, Paleotrop.; *colt.* – compare a volte con centinaia di esemplari nei coltivati umidi; incolto post colturale in loc. La Fiuma.

■ *Himantoglossum adriaticum* H. Baumann (Orchidaceae) – G bulb, Eurimedit.-Atl.; *cav. marg.* – osservata nel 2022 per la prima volta in loc. Torrazzuolo, nei pressi della stazione ornitologica d'inanellamento. Specie in forte espansione in Emilia-Romagna, anche in pianura.

Holcus lanatus L. (Gramineae) – H caesp, Circumbor.; *can.* – comune; lungo via Prati nel fosso di guardia del Canal Torbido.

Hordeum marinum Huds. (Gramineae) – T scap, O-Eurimedit.; *cav. marg.* – cavedagne; negli ultimi anni pare in espansione nelle cavedagne.

Hordeum murinum L. (Gramineae) – T scap, Circumbor.; *cav. marg.* – cavedagne varie.

Humulus lupulus L. (Cannabaceae) – P lian, Europ.-Caucas.; *luo. um.* – margine dei Laghi Vecchi sulla sponda nord, loc. Valle di Sotto.

◆ MOD *Hypericum hirsutum* L. (Hypericaceae) – H scap, Paleotemp.; *bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, Giugno 1876: «Bosco di Nonantola; prov. di Modena», in MOD. Specie non confermata nel corso della ricerca.

Hypericum perforatum L. (Hypericaceae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.* – argine del Lago Nuovo, loc. Valle di Sotto; interno del Bosco della Partecipanza sui margini degli stradelli.

Hypericum tetrapterum Fr. (Hypericaceae) – H scap, Paleotemp.; *luo. um.* – Torrazzuolo, nel canneto presso la zona dell'inanellamento. Raro in tutto il territorio provinciale.

Inula britannica L. (Compositae) – H scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – bordi del Canal Torbido; Barchessa piccola in loc. I Gatti; loc. La Pantera; argine interno della Fossa Bosca nei pressi del casello ex Società Veneta.

Inula salicina L. (Compositae) – H scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – rara, accertata in loc. I Risi.

Iris germanica L. (Iridaceae) – G rhiz, Avv. Naturalizz.; *can.* – A fianco dell'ex ponte

ferroviario nei pressi del casello di via Gatti. Specie casuale ornamentale, non invasiva, che si propaga da rizomi abbandonati dall'uomo.

Iris pseudacorus L. (Iridaceae) – G rhiz, Eurasiat.; *can.* – scarpata interna dell'argine del Canal Torbido; Barchessa piccola in loc. I Gatti.

Jacobaea erucifolia (L.) G. Gaertn., B. Mey et Scherb. (Compositae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.* – bordo del fosso a nord del Bosco del Comune; Fossa Sorga in loc. La Pantera; in una radura del Bosco della Partecipanza.

Juglans regia L. (Juglandaceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *can.* – piante giovani comuni sulle sponde di fossati e canali.

Juncus articulatus L. (Juncaceae) – G rhiz, Circumbor.; *can.*, *luo. um.* – pozza artificiale nel Bosco del Comune; comune nel fosso che riceve acqua corrente, derivata dal Canal Torbido, e che fluisce verso la Fossa Bosca.

Juncus effusus L. (Juncaceae) – H caesp, Cosmopol.; *cav. marg.* – fosso stradale in via dei Gatti nei pressi del Centro di Educazione Ambientale.

Kickxia spuria (L.) Dumort. (Scrophulariaceae) – T scap, Eurasiat.; *colt.*, *rud.* – comune nelle colture; loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; incolto post culturale in loc. La Fiuma.

Lactuca muralis (L.) Gaertn. (Compositae) – H scap, Europ.-Caucas.; *can.* – argine del Canal Torbido lungo via Prati e al Torrazzuolo.

Lactuca saligna L. (Compositae) – T scap, Eurimedit.-Turan.; *rud.* – molto comune presso il casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Lactuca serriola L. (Compositae) – H bienne, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.* – bordi delle cavedagne, comune.

Lamium maculatum L. (Labiatae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg.* – bordi di una cavedagna nel Bosco della Partecipanza.

Lamium purpureum L. (Labiatae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.* – molto comune sui bordi delle strade e nelle aree disturbate.

Lapsana communis L. (Compositae) – T scap, Paleotemp.; *can.* – argine del Canal Torbido in loc. S. Anselmo.

Lathyrus hirsutus L. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *bos. sie.* – Bosco del

Comune; argine del Canal Torbido in loc. Valle di Sotto; presso la Barchessa piccola in loc. I Gatti. Una citazione generica per Nonantola in Cocconi (1883), molto probabilmente riferita alle campagne della Partecipanza.

MOD *Lathyrus pratensis* L. (Leguminosae) – H scap, Paleotemp.; *can.*, *bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, 18-6-1878: «Bosco di Nonantola», in MOD; Leg. P.R. Pirotta, 17-6-1883: «Bosco di Nonantola (prov. di Modena)», in MOD; argine del Canal Torbido in loc. Valle di Sotto; loc. Barchessa Piccola; loc. I Gatti.

Laurus nobilis L. (Lauraceae) – P caesp, Stenomedit.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza. Specie che da oltre un decennio si sta diffondendo anche in Pianura Padana grazie agli uccelli migratori.

Legousia speculum-veneris (L.) Chaix (Campanulaceae) – T scap, Eurimedit.; *colt.* – campo incolto dell'azienda agricola Fabbri nei pressi del Torrazzuolo, 1 pianta.

MOD *Lemna gibba* L. (Lemnaceae) – I nat, Subcosmop.; *can.*, *luo. um.* – Leg. P.R. Pirotta, 12-6-1883: «Macero presso Nonantola (Prov. di Modena)», in MOD; confermata la presenza nello Scolo Tabario in loc. I Gatti.

Lemna minor L. (Lemnaceae) – I nat, Subcosmop.; *can.* – Scolo Tabario in loc. I Gatti.

Leontodon hispidus L. (Compositae) – H ros, Europ.-Caucas.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma, comune.

Lepidium campestre (L.) R. Br. (Cruciferae) – T scap, Europ.-Caucas.; *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Lepidium draba L. (Cruciferae) – G rhiz, Eurimedit.-Turan.; *cav. marg.* – margini dei fossati e degli stradelli; molto comune

Leucanthemum vulgare Lam. (Compositae) – H scap, Eurosib.; *can.* – argine della Fossa Rasa in loc. La Pozza; argine della Fossa Bosca al Torrazzuolo.

Ligustrum ovalifolium Hassk. (Oleaceae) – NP, E-Asia; *bos. sie.* – bordi del sentiero e nella siepe esterna del Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo.

Ligustrum vulgare L. (Oleaceae) – NP, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – siepe esterna lungo via Due Torrioni, probabilmente da impianto.

Linaria vulgaris Mill. (Plantaginaceae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.* – comune in incolti e stradelli; argine destro della Fossa Bosca.

Lipandra polysperma (L.) S. Fuentes, Uotila et Borsch (Amaranthaceae s.l.) – T scap, Paleotemp.; *colt.*, *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico Cremona; bordo delle colture (bietola); dentro il rudere del casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Lithospermum officinale L. (Boraginaceae) – H scap, Eurosib.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Scolo Arginone in loc. Bosco Nuovo; cavedagna lungo lo Scolo Tabario in loc. I Gatti, 1 pianta. Un tempo d'interesse officinale, oggi sporadica.

Lolium multiflorum Lam. (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.* – cavedagne in loc. La Pantera; via Oppio.

Lolium perenne L. (Gramineae) – H caesp, Circumbor.; *cav. marg.*, *can.* – fosso a est del Bosco del Comune; via Gatti; cavedagne con forte calpestio e passaggio di mezzi agricoli.

Lolium rigidum Gaudin (Gramineae) – T scap, Subtrop.; *cav. marg.* – stradello in loc. La Pantera.

Loncomelos brevistylus (Wolfner) Dostál (Asparagaceae) – G bulb, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – bordi della cavedagna che porta alla Barchessa Piccola, loc. I Gatti; in grande espansione.

Lotus corniculatus L. (Leguminosae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.* – cavedagna da S. Anselmo al capanno di osservazione sull'argine del lago; stradelli al Torrazzuolo, comune.

Lotus tenuis Waldst. et Kit. ex Willd. (Leguminosae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.* – bordo di un vecchio medicaio in loc. La Pantera.

Lunaria annua L. (Cruciferae) – H scap, SE-Europ.; *can.* – bordo del Canal Torbido al Torrazzuolo.

Lychnis flos-cuculi L. (Caryophyllaceae) – H scap, Eurosib.; *bos. sie.* – margini del Bosco della Partecipanza in prossimità della Fossa Bosca.

Lycopus europaeus L. (Labiatae) – H scap, Paleotemp.; *can.*, *luo. um.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma; nel canneto dei laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, loc. Valle di Sotto.

Lycopus exaltatus L. fil. (Labiatae) – H scap, Eurosib.; *can.* – più comune di *L. europaeus*, è diffuso in vari luoghi: Scolo Arginone; fosso di scolo a lato di viale delle Querce; fossi del bosco della Partecipanza; fosso stradale in loc. Bosco Vecchio.

Lysimachia nummularia L. (Primulaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *can.* – loc. La Pantera, lungo la Fossa Sorga; fossi all'interno del Bosco della Partecipanza, comune.

Lysimachia vulgaris L. (Primulaceae) – H scap, Eurasiat.; *can.* – molto comune nelle scarpate in prossimità dell'acqua: Fossa Sorga; Fossa Bosca; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; fosso di guardia del Canal Torbido al Torrazzuolo; Fossa Rasa; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Lythrum hyssopifolia L. (Lythraceae) – T scap, Subcosmop.; *colt.* – incolto umido in loc. La Pantera. Specie effimera, ritenuta scomparsa nella prima lista rossa della Flora del Modenese (Alessandrini & Manzini, 1997), a livello provinciale è la seconda conferma dopo il ritrovamento nelle Valli Mirandolesi (Alessandrini *et al.*, 2010).

Lythrum salicaria L. (Lythraceae) – H scap, Subcosmop.; *cav. marg.*, *luo. um.* – bordi dei canali; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, loc. Valle di Sotto, comune.

Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt. – P caesp, N-Amer.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo. Individuo spontaneo da seme, proveniente da ambito urbano grazie alla disseminazione operata dagli uccelli frugivori.

Malva sylvestris L. (Malvaceae) – H scap, Eurosib.; *cav. marg.*, *can.* – cavedagna da S. Anselmo al capanno sull'argine del Lago Nuovo, loc. Valle di Sopra, molto comune.

Malva trimestris (L.) Salisb. (Malvaceae) – T scap, Stenomedit.; *colt.* – incolto nei pressi di un orto in loc. I Gatti.

† MOD *Marsilea quadrifolia* L. (Marsileaceae) – H scap, Eurosib.; *luo. um.* – *Leg. G. Gibelli*, 18-6-1878: «Nei pantanetti dei contorni di Nonantola», in MOD; *Leg. A. Vaccari*, Agosto 1883: «Presso la fossa del Bosco a Nonantola. Prov. di Modena», in MOD [sub *M. quadrifoliata* L.]; «comune assai nelle paludi, nei canali delle parti basse e soprattutto nelle risaje» secondo Gibelli & Pirotta (1883), che la segnalano per alcune località di pianura fra cui Nonantola, appunto, indicazione ripresa da Cocconi (1883), che la cita per «risaie e paduli» a Nonantola.

Matricaria chamomilla L. (Compositae) – T scap, Subcosmop.; *cav. marg.*, *can.* – comune nelle cavedagne; argine del Canal Torbido al Torrazzuolo.

Medicago arabica (L.) Huds. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *bos. sie.* – Bosco del Comune lato azienda agricola Fabbri; argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Medicago falcata L. (Leguminosae) – H scap, Eurasiat.; *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Medicago lupulina L. (Leguminosae) – T scap, Paleotemp.; *can.* – lungo lo Scolo Arginone; lungo la Fossa Sorga in loc. La Pantera; cavedagna nel Bosco del Comune.

Medicago minima (L.) Bartal. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Medicago polymorpha L. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – base dell'argine della Fossa Sorga alla Barchessa della Pantera.

[A] *Medicago sativa* L. (Leguminosae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – pianta coltivata in modo estensivo e pertanto presente anche ai margini delle cavedagne con individui nati da seme.

Melilotus albus Medik. (Leguminosae) – T scap, Eurasiat.; *rud.* – in due siti lungo via Due Torrioni: in un'area ghiaiaata e all'ex stazione di pompaggio del metano SNAM.

Melilotus officinalis (L.) Pall. (Leguminosae) – H bienne, Eurasiat.; *bos. sie.* – loc. Bosco Nuovo; presso la Barchessa Piccola in loc. I Gatti; argine della Fossa Bosca.

Melissa officinalis L. (Labiatae) – H scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – bordo di un fossato in loc. Bosco Vecchio.

Mentha aquatica L. (Labiatae) – H scap, Paleotemp.; *can.* – bordo del Canal Torbido; Scolo Arginone; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

◆ MOD *Mentha arvensis* L. (Labiatae) – H scap, Circumbor.; *can.* – *Sine leg.*, 16-8-1883: «Fossi presso Nonantola», in MOD [sub *M. arvensis* L. var. *glabriuscula* Koch]; «Fossati intorno a Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1884) [sub *M. arvensis* L. var. *glabriuscula* Koch]. Confermata la presenza nella forma *Mentha* × *gentilis* gr. *arvensis* nel fosso di guardia dello Scolo Arginone.

Mentha longifolia (L.) Huds. (Labiatae) – H scap, Paleotemp.; *can.* – argine destro del Canal Torbido, in loc. Valle di Sotto; bordo di un fosso in loc. I Risi.

Mentha pulegium L. (Labiatae) – H scap, Eurimedit.; *can.*, *luo. um.* – fossati in loc. I Gatti; canneto al Torrazzuolo.

Mentha spicata L. (Labiatae) – H scap, Eurimedit.; *cav. marg.* – lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

[A] *Morus alba* L. (Moraceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *can.*, *bos. sie.* – bordi dei canali; siepe esterna del Bosco della Partecipanza lungo via Due Torrioni; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Muscari comosum (L.) Mill. (Asparagaceae) – G bulb, Eurimedit.; *colt.* – bordo delle colture in loc. Bosco Vecchio.

Muscari neglectum Guss. (Asparagaceae) – G bulb, Eurimedit.; *can.* – lungo il Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Myagrum perfoliatum L. (Cruciferae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *can.* – sponda del Lago Nuovo, loc. Valle di Sopra; incolto in loc. I Risi; lungo la Fossa Bosca, loc. Bosco Nuovo.

Myosotis arvensis (L.) Hill (Boraginaceae) – T scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – loc. Barchessa Piccola, molto comune; sentieri del Bosco della Partecipanza.

Myosotis scorpioides L. (Boraginaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *luo. um.* – prato umido in loc. La Pantera.

Mirabilis jalapa L. (Nyctaginaceae) – G bulb, Avv. Naturalizz.; *rud.* – sulla sponda sinistra della Fossa Bosca al Torrazzuolo.

◆ MOD *Myriophyllum verticillatum* L. (Haloragaceae) – I rad, Circumbor.; *luo. um.* – *Leg.* A. Vaccari, Agosto 1883: «Nelle fosse al bosco di Nonantola presso Modena», in MOD; *Leg.* P.R. Pirotta, 16-8-1883: «Nonantola nella valle presso il Ponte del Terrazuolo (prov. di Modena)», in MOD [sub *M. verticillatum* L. var. β *intermedium* Koch]. Idrofita molto rarefattasi a causa del degrado delle aree umide in tutta la pianura. Non confermata, ma non da escludere vista la presenza di bacini artificiali di grandi dimensioni e non completamente esplorati.

◆ MOD *Najas graminea* Delile (Cymodoceaceae) – I rad, Paleotrop.; *luo. um.* – *Leg.* P.R. Pirotta, 16-8-1883: «Nelle risaie e lungo i fossati presso il Bosco di Nonantola», in MOD; «Risaie e fossati presso il Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1884).

Najas minor All. (Cymodoceaceae) – I rad, Paleotemp.-Subtrop.; *luo. um.* – Scolo Tabario in loc. I Gatti, in aggruppamenti a *Potamogeton nodosus* L. Nel Modenese ritrovata solo alle Casse di Espansione del Secchia e a Nonantola; probabilmente poco accertata anche per le sue ridotte dimensioni.

Narcissus pseudonarcissus L. (Amaryllidaceae) – G bulb, O-Europ.-Atl.; *can.* – specie ornamentale sfuggita alla coltura, ora diffusa sporadicamente in pianura e collina: accertata sull'argine sinistro della Fossa Bosca in loc. Valle di Sotto, 1 pianta; Bosco del Comune, 3 piante; margine del Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo, 3 piante.

Nigella damascena L. (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.* – cavedagna a fianco dello Scolo Tabario in loc. I Gatti.

† MOD *Nuphar lutea* (L.) Sm. (Nymphaeaceae) – I rad, Eurasiat.; *luo. um.* – Leg. P.R. Pirotta, Agosto 1879: «Paludi del Bosco di Nonantola», in MOD; Leg. A. Vaccari, 16-8-1883: «Nonantola. Fossa del bosco - Prov. di Modena», in MOD [sub *N. luteum* Sm.]. Un tempo comune lungo i canali e nelle aree palustri del Modenese (Gibelli & Pirotta, 1883), estinta nell'area della Partecipanza.

† ■ *Nymphaea alba* L. (Nymphaeaceae) – I rad, Eurasiat.; *luo. um.* – «Bosco di Nonantola!» (Gibelli & Pirotta, 1883); «Bosco di Nonantola» (Cocconi, 1883). Un tempo «copiosa nei paduli e nei fossati del basso modenese» (Gibelli & Pirotta, 1883), estinta nell'area della Partecipanza.

Onobrychis viciifolia Scop. (Leguminosae) – H scap, Medit.-Mont.; *colt.* – loc. I Risi, in coltura da sovescio.

Ononis spinosa L. (Leguminosae) – Ch suffr, Eurimedit.; *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Fossa Rasa in loc. La Pozza, comune.

■ *Ophrys apifera* Huds. (Orchidaceae) – G bulb, Eurimedit.; *can.* – argine destro della Fossa Bosca, 1 sola pianta più volte confermata nel corso degli anni.

■ *Ophrys insectifera* L. (Orchidaceae) – G bulb, Europ.; *can.* – argine destro della Fossa Sorga a valle del ponte di via Mislè, 9 piante accertate una sola volta a fine anni Novanta (Ansaloni, *in verbis*).

■ *Orchis purpurea* Huds. (Orchidaceae) – G bulb, Eurasiat.; *can.* – al momento sono due le località dove la specie è presente: sull'argine destro della Fossa Sorga al Torrazzuolo e lungo via Bosca al confine col Comune di Sant'Agata Bolognese. Rara per la pianura, viene costantemente monitorata come peraltro tutte le Orchidacee.

Ornithogalum divergens Boreau (Asparagaceae) – G bulb, N-Eurimedit.; *can.*, *bos. sie.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; sentieri del boschetto posto fra il Cavo Muzza e la Fossa Sorga al Torrazzuolo.

Oxalis purpurata Jacq. (Oxalidaceae) – G bulb, S-Afr. (Regione del Capo); *bos. sie.* – specie ampiamente coltivata nei giardini, è stata accertata (1 pianta) ai bordi del Bosco della Partecipanza lungo via Mislè.

Paliurus spina-christi Mill. (Rhamnaceae) – P caesp, SE-Europ.; *bos. sie.* – Bosco del Comune; siepe da impianto nei pressi del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

[A] *Papaver rhoeas* L. (Papaveraceae) – T scap, E-Medit.-Mont.; *cav. marg.*, *can.* – presente con grandi fioriture sulle sponde dei canali, in particolare Fossa Sorga e Fossa Bosca, e ai margini delle colture.

Parietaria officinalis L. (Urticaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *bos. sie.*, *rud.* – sotto-bosco al Torrazzuolo.

Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch. (Vitaceae) – P lian, Avv. Naturalizz.; *can.*, *bos. sie.* – bordo della Fossa Sorga; presso il capanno Lipu al Torrazzuolo.

Paspalum distichum L. (Gramineae) – G rhiz, Subcosmop.; *can.*, *luo. um.* – Scolo Tabario in loc. I Gatti; fosso dell'azienda agricola Scaramelli in vicinanza del Bosco del Comune.

Pastinaca sativa L. (Umbelliferae) – H bienne, Eurosib.; *bos. sie.* – Torrazzuolo.

Paulownia tomentosa (Spreng.) Steud. (Bignoniaceae) – P caesp, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.* – nella siepe esterna del boschetto dei cacciatori in loc. Bosco Vecchio, da impianto; in precarie condizioni vegetative.

Persicaria dubia (Stein.) Fourr. (Polygonaceae) – T scap, Europ.-Caucas.; *luo. um.* – pozza artificiale nel Bosco del Comune; Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; canneto in loc. Valle di Sotto; Scolo Arginone in secca, in loc. I Ronchi.

Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre (Polygonaceae) – T scap, Paleotemp.; *colt.*, *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Crema; incolto post culturale in loc. La Fiuma; nei Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Persicaria maculosa Gray (Polygonaceae) – T scap, Subcosmop.; *cav. marg.* – Barchessa Piccola in loc. I Gatti; incolto al Torrazzuolo.

Phacelia tanacetifolia Benth. (Boraginaceae) – T scap, N-America; *colt.* – loc. I Risi, in coltura da sovescio, insieme con *Onobrychis viciifolia* Scop. e *Sulla coronaria* (L.) Medik.

Phalaroides arundinacea (L.) Rauschert (Gramineae) – He, Circumbor.; *luo. um.* – Cavo Sartorio al Torrazzuolo.

Phleum pratense L. (Gramineae) – H caesp, Circumbor.; *colt.* – «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1883, sub *P. pratense* var. *bulbosum* Gouan; Cocconi, 1883, sub *P. pratense* L. β *nodosum* Gaud.). Presente nei vecchi medicai.

Phragmites australis (Cav.) Trin. (Gramineae) – G rhiz, Subcosmop.; *cav. marg.*, *can.*, *luo. um.* – Laghi Vecchi in loc. Valle di Sotto; lungo i canali e le fosse in loc. Valle di Sopra.

Phyllostachys aurea Carrière ex Rivière et C. Rivière (Gramineae) – P caesp, E-Asiat.; *bos. sie.* – Boschetto dei cacciatori in loc. Bosco Vecchio, da impianto.

Phytolacca americana L. (Phytolaccaceae) – G rhiz, Avv. Naturalizz.; *bos. sie., rud.* – argine del Canal Torbido presso il capanno della stazione di inanellamento Lipu al Torrazzuolo; dentro al casello ex Società Veneta in loc. I Gatti, 2 piante.

Picris hieracioides L. (Compositae) – H scap, Eurosib.; *cav. marg., rud.* – margini di uno stradello in loc. I Gatti; argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

◆ MOD *Pilosella praealta* (Vill. ex Gochnat) F.W. Schultz et Sch. Bip. (Compositae) – H scap, Europ.-Caucas. – *Leg.* G. Gibelli, s.d.: «Contorni di Nonantola, Prov. di Modena», in MOD. Specie non confermata.

[A] *Pisum sativum* L. (Leguminosae) – T scap, Stenomedit.; *colt.* – margine di un coltivo in loc. Bosco Nuovo; incolto post culturale in loc. La Fiuma.

Pisum sativum L. subsp. *elatius* (Bieb.) Asch. et Gr. (Leguminosae) – T scap, Stenomedit.; *colt.* – nel sovescio in loc. I Risi.

Plantago lanceolata L. (Plantaginaceae) – H ros, Eurasiat.; *cav. marg., can., bos. sie.* – sui bordi degli stradelli, comune.

Plantago major L. (Plantaginaceae) – H ros, Eurasiat.; *cav. marg., can., bos. sie.* – stradelli calpestati.

Plantago media L. (Plantaginaceae) – H ros, Eurasiat.; *can.* – bordo del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

◆ ■ MOD *Platanthera chlorantha* (Custer) Rehb. (Orchidaceae) – G bulb, Eurosib.; *bos. sie.* – *Leg.* G. Gibelli, 21-5-1877: «Bosco di Nonantola: prov. di Modena», in MOD [sub *P. chlorantha* Cust.]; «Bosco di Nonantola!» (Gibelli & Pirotta, 1883); «Bosco di Nonantola» (Cocconi, 1883) [ambo sub *P. chlorantha* Custor.]. Rara in pianura, è specie soprattutto montana, per ora non confermata in Partecipanza, dove il nuovo bosco probabilmente non ha ancora assunto le caratteristiche pedologiche necessarie per una sua affermazione.

Poa annua L. (Gramineae) – T caesp, Cosmopol.; *cav. marg., can.* – comune nelle aree cortilive; Casa della Guardia, ponte di via Gatti.

Poa bulbosa L. (Gramineae) – H caesp, Paleotemp.; *cav. marg., can., colt., bos. sie.* – lungo il Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; sentieri del Bosco della Partecipanza; zona degli orti.

Poa pratensis L. (Gramineae) – H caesp, Circumbor.; *can.* – comune sulla sponda della Fossa Signora.

Poa trivialis L. (Gramineae) – H caesp, Eurasiat.; *can.*, *colt.*, *bos. sie.* – Fossa Signora; Bosco del Comune; zona degli orti.

Podospermum laciniatum (L.) DC. subsp. *laciniatum* (Compositae) – H bienne, Paleotemp.; *cav. marg.* – ex ponte ferroviario presso il casello in loc. I Gatti, 10 piante. Localizzata perlopiù in collina, è la prima segnalazione per la fascia di pianura.

Polycarpon tetraphyllum L. (Caryophyllaceae) – T scap, Eurimedit.; *rud.* – all'interno del casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

MOD *Polygonum aviculare* L. (Polygonaceae) – T rept, Cosmopol.; *bos. sie.*, *rud.* – Leg. P.R. Pirotta, 12-6-1883: «Bosco di Nonantola (Prov. di Modena)», in MOD [sub *P. aviculare* L. var. *monspeliensis* Thieb.]; loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; incolto al Torrazzuolo.

Polygonum rurivagum Jord. ex Boreau (Polygonaceae) – T rept, Subcosmop.; *cav. marg.*, *colt.* – cavedagne; aree calpestate; incolto in loc. La Fiuma.

Populus alba L. (Salicaceae) – P scap, Paleotemp.; *bos. sie.* – da impianto; piante giovani nascono nel Bosco della Partecipanza soprattutto da ricacci radicali; osservate poche plantule nate nei Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Populus nigra L. (Salicaceae) – P scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – presenti grandi individui in punti di confine della Partecipanza; nuove plantule nei Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Portulaca oleracea L. (Portulacaceae) – T scap, Subcosmop.; *can.*, *rud.* – sponde del fosso dell'azienda agricola Scaramelli; Casa della Guardia della Partecipanza, nel cortile.

◆ *Potamogeton nodosus* Poir. (Potamogetonaceae) – I rad, Subcosmop.; *luo. um.* – presenza effimera nel lago Torre in loc. Valle di Sopra dal 1999, quando aveva colonizzato l'intero specchio d'acqua. Nel maggio 2003 la superficie del bacino era occupata per il 70%, nel 2005 per ragioni sconosciute scomparve. Ritrovata anche nello Scolo Tabario insieme con *Najas minor* negli anni 2008-2009, ma attualmente scomparsa.

Potentilla reptans L. (Rosaceae) – H scap, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.*, *bos. sie.*, *rud.* – molto comune.

Prunella vulgaris L. (Labiatae) – H scap, Circumbor.; *can.* – nei pratelli a bordo dei principali canali.

Prunus avium L. (Rosaceae) – P scap, Pontica; *bos. sie.* – da impianto, è presente nel

Bosco della Partecipanza e nel boschetto del Torrazzuolo. Accertata anche al Bosco del Comune, ov'è giunta per diffusione ornitocora.

[A] *Prunus cerasifera* Ehrh. (Rosaceae) – P caesp, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.* – anche nella forma a foglie rosse (var. *pissardii*); Bosco Nuovo; Torrazzuolo; nelle siepi.

[A] *Prunus cerasus* L. (Rosaceae) – P scap, Pontica; *bos. sie.* – area di inanellamento al Torrazzuolo.

[A] *Prunus domestica* L. (Rosaceae) – P scap, Coltiv.; *bos. sie.* – sponde dei Laghi Vecchi in loc. Valle di Sotto.

Prunus mahaleb L. (Rosaceae) – P caesp, S-Europ.-S-Sib.; *bos. sie.* – loc. La Pantera; Bosco della Partecipanza. Alberello inserito nell'impianto del Bosco della Partecipanza e attualmente in espansione grazie alla disseminazione operata dagli uccelli frugivori.

Prunus padus L. (Rosaceae) – P caesp, Eurosib.; *bos. sie.* – siepe al margine del Lago Nuovo, in loc. Valle di Sopra, da impianto.

[A] *Prunus persica* L. (Rosaceae) – P caesp, E-Asiat.; *bos. sie.* – loc. S. Anselmo nei bordi del Bosco della Partecipanza.

Prunus spinosa L. (Rosaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *cav. marg., can., bos. sie.* – Barchessa Piccola in loc. I Gatti; siepi, molto comune.

Pulicaria dysenterica (L.) Bernh. (Compositae) – H scap, Eurimedit.; *can., rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; lungo i fossi; lungo il Canal Torbido in loc. Il Cantone; lungo la Fossa Bosca in loc. Bosco del Comune; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Pyracantha coccinea M. Roem. (Rosaceae) – P caesp, Stenomedit.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza. In espansione in tutta la pianura.

Pyrus ×communis L. (Rosaceae) – P scap, Coltiv.; *bos. sie.* – siepe esterna lungo via Due Torrioni, probabilmente da impianto.

Quercus pubescens Willd. (Fagaceae) – P caesp, SE-Europ.; *cav. marg.* – pianta isolata lungo la cavedagna in loc. Il Cantone.

Quercus robur L. (Fagaceae) – P scap, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – specie guida degli antichi boschi padani, pochi sono gli esemplari di età superiore ai 50 anni. Nel 1975 fu realizzato il doppio filare in loc. Bosco Vecchio, ora conosciuto come viale delle

Querce, con materiale proveniente dai vivai della Regione Emilia-Romagna. Negli anni successivi (1992, 1998, 2005) la specie fu ampiamente utilizzata per le tre compagini forestali maggiori (Bosco del Comune, Bosco della Partecipanza, Bosco del Torrazzuolo); attualmente, giovani piante nate da seme sono presenti su tutto il territorio.

◆ *Ranunculus sardous* Crantz subsp. *sardous* (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.; *bos. sie.* – «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1883; Cocconi, 1883; ambo sub *R. philonotis* Retz). Non accertata, ma non da escludere definitivamente.

Ranunculus acris L. (Ranunculaceae) – H scap, Subcosmop.; *can., colt.* – Scolo Arginone in loc. Bosco Vecchio.

† MOD *Ranunculus auricomus* L. aggr. (Ranunculaceae) – H scap, Eurosib.; *bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, 13-5-1877: «Bosco di Nonantola, prov. di Modena», in MOD [sub *R. auricomus* L.]; «Bosco di Nonantola» (Cocconi, 1883). Le segnalazioni vanno attribuite a *R. mutinensis* Pignatti, specie del gruppo di *R. auricomus* endemica della Bassa modenese, ove fu segnalata solo per i boschi di Nonantola e della Saliceta. Entrambi distrutti da gran tempo, la specie va ritenuta estinta (Pignatti, 1976).

Ranunculus bulbosus L. (Ranunculaceae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg., can., bos. sie.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; comune sui margini degli stradelli anche nel Bosco della Partecipanza.

◆ *Ranunculus circinatus* Sibth. (Ranunculaceae) – I rad, Eurasiat.; *luo. um.* – Leg. P.R. Pirotta, 12-6-1880: «Fossati nei dintorni di Nonantola - Prov. di Modena», in MOD [sub *R. divaricatus* Schrad.]. Non confermata la presenza.

† MOD *Ranunculus ophioglossifolius* Vill. (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.; *bos. sie.* – Leg. G. Gibelli, Maggio 1877: «In locis udis circa pagum Nonantulae prov. Mutinensis», in MOD. Entità a rischio a livello nazionale (categoria IUCN: VU – Rossi *et al.*, 2020). Estinta per la Partecipanza.

Ranunculus parviflorus L. (Ranunculaceae) – T scap, Eurimedit.-Subatl.; *bos. sie.* – Bosco del Comune, vicino alla barchessa.

Ranunculus repens L. (Ranunculaceae) – H rept, Paleotemp.; *cav. marg., can., luo. um.* – Scolo Arginone; margine del Lago Nuovo sulla sponda nord; fossati del Bosco della Partecipanza.

Ranunculus sceleratus L. (Ranunculaceae) – T scap, Paleotemp.; *can., luo. um.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; canalette di irrigazione del viale delle Querce; fosso lungo via Oppio, molto comune; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Ranunculus trichophyllus Chaix (Ranunculaceae) – I rad, Europ.; *luo. um.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; pozze artificiali nel Bosco del Comune.

Ranunculus velutinus Ten. (Ranunculaceae) – H scap, N-Eurimedit.; *cav. marg., colt.* – argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; comune in tutto il territorio.

Raphanus raphanistrum L. (Cruciferae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg., colt.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; bordi dei fossati; coltura di mais in loc. Bosco Nuovo.

Rhamnus cathartica L. (Rhamnaceae) – P caesp, S-Europ.-S-Sib.; *bos. sie.* – «Abbondante al Bosco di Nonantola (Re, Brignoli ex herb. Hort. Bot. Mutin.!)» (Gibelli & Pirota, 1883); presente da impianto nelle siepi: loc. La Fiuma, viale delle Querce, via Due Torrioni, Bosco del Comune.

Robinia pseudoacacia L. (Leguminosae) – P caesp, Avv. Naturalizz.; *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti, sulle macerie; bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Rorippa amphibia (L.) Besser (Cruciferae) – H scap, Eurosib.; *luo. um.* – loc. Ronchi di Sotto, in tutti i fossi.

Rorippa austriaca (Crantz) Besser (Cruciferae) – H scap, E-Medit.-Mont.; *luo. um.* – Scolo Arginone in loc. I Ronchi.

Rorippa palustris (L.) Besser (Rosaceae) – T scap, Subcosmop.; *can., luo. um.* – cavedagna lungo l'argine del Canal Torbido (pozza effimera), in loc. Valle di Sopra.

Rosa canina L. (Rosaceae) – NP, Paleotemp.; *cav. marg., bos. sie.* – bordo del Lago Nuovo; margini esterni in via Mislè e via Due Torrioni; al Torrazzuolo.

Rosa gallica L. (Rosaceae) – NP, S-Europ.-S-Sib.; *cav. marg.* – presente in 3 stazioni disgiunte, sempre ai bordi di cavedagne: loc. I Gatti, via Tre Ponti, Scolo Tabario in loc. Bosco Vecchio.

Rubus caesius L. (Rosaceae) – NP, Eurasiat.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza.

Rubus ulmifolius Schott (Rosaceae) – NP, Eurimedit.; *cav. marg., bos. sie.* – cavedagna in loc. Valle di Sopra ai margini del Lago Nuovo.

Rumex conglomeratus Murray (Polygonaceae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg., bos. sie.* – Bosco della Partecipanza, nei margini umidi all'interno di radure e stradelli; Scolo Guercinesca in loc. I Ronchi; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Rumex crispus L. (Polygonaceae) – H scap, Subcosmop.; *cav. marg., can., rud.* – bordi dei fossati al Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Rumex obtusifolius L. (Polygonaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – fosse camperecce.

Rumex palustris Sm. (Polygonaceae) – T scap, Eurasiat.; *luo. um.* – Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Salix alba L. (Salicaceae) – P scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *luo. um.* – bordi dei fossati; aree umide; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, migliaia di plantule.

Salix babylonica L. f. *tortuosa* Y.L. Chou (Salicaceae) – P scap, Subtrop.-Asiat.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza in vicinanza della Fossa Bosca. Si tratta di uno degli ultimi esemplari dell'impianto originario facenti parte della fascia igrofila perimetrale, ancora presenti e in fase regressiva.

Salix cinerea L. (Salicaceae) – P caesp, Paleotemp.; *luo. um.* – nel canneto nella Valle di Sopra; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, comune (plantule).

Salix purpurea L. (Salicaceae) – P scap, Eurasiat.; *luo. um.* – nel canneto della Valle di Sopra; Laghi Vecchi.

Salvia pratensis L. subsp. *haematodes* (L.) Briq. (Labiatae) – H scap, Eurimedit.; *can.* – argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Sambucus ebulus L. (Adoxaceae) – G rhiz, Eurimedit.; *can.* – interno dell'argine della Fossa Sorga al Torrazzuolo.

Sambucus nigra L. (Adoxaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza; Bosco del Comune; bosco in loc. Torrazzuolo.

Sanguisorba minor Scop. (Rosaceae) – H scap, Paleotemp.; *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; argine della Fossa Sorga in loc. La Fiuma.

Saponaria officinalis L. (Caryophyllaceae) – H scap, Eurosib.; *can.* – sponda della Fossa Bosca presso l'ex ponte ferroviario in loc. I Gatti.

Scabiosa triandra L. (Dipsacaceae) – T scap, S-Europ.-S-Sib.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma, comune.

Scandix pecten-veneris L. (Umbelliferae) – T scap, Subcosmop.; *cav. marg.*, *colt.* – accertata in un incolto al confine col Comune di Sant'Agata Bolognese.

Schedonorus pratensis (Huds.) P. Beauv. (Gramineae) – H caesp, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.* – stradello in loc. I Gatti; fosso di guardia del Canal Torbido in loc. S. Anselmo; stradello interno in loc. Il Cantone.

Schoenoplectus lacustris (L.) Palla (Cyperaceae) – He, Subcosmop.; *can.*, *colt.* – Scolo Arginone in loc. Ronchi di Sotto.

Schoenoplectus tabernaemontani (C.C. Gmel.) Palla (Cyperaceae) – He, Eurosib.; *colt.* – Scolo Tabario sulla sponda in cemento in loc. I Gatti.

† MOD *Schoenoplectus triqueter* (L.) Palla (Cyperaceae) – He, Circumbor.; *luo. um.* – Leg. P.R. Pirotta, 16-8-1883: «Nelle risaje intorno al Bosco di Nonantola prov. di Modena», in MOD [sub *Scirpus Pollichii* Godr. et Gren.]. Mai più confermato e probabilmente estinto per la Partecipanza.

Sclerochloa dura (L.) P. Beauv. (Gramineae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.* – lungo le cavedagne, in particolare molto comune in loc. La Pantera.

Scolymus hispanicus L. (Compositae) – H bienne, Eurimedit.; *cav. marg.* – zona degli orti in loc. La Pozza, sul bordo di un fosso, circa 30 piante. Entità accertata anche nella periferia della città di Modena (anni 2020-2021) e forse in espansione nella pianura modenese. Fino a una dozzina d'anni fa (Alessandrini *et al.*, 2010) esistevano solamente campioni d'erbario risalenti alla fine dell'Ottocento (R. Pirotta, A. Vaccari): trattasi pertanto delle prime conferme di questa specie.

MOD *Scrophularia nodosa* L. (Scrophulariaceae) – H scap, Circumbor.; *cav. marg.* – Leg. G. Gibelli, 15-6-1878: «Bosco di Nonantola», in MOD; confermata in loc. I Gatti e sull'argine del Canal Torbido al Torrazzuolo.

Scutellaria galericulata L. (Labiatae) – G rhiz, Circumbor.; *cav. marg.*, *can.* – «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirotta, 1884); margine dei fossati in loc. I Gatti; radure e stradelli del Bosco della Partecipanza; fosso di guardia del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Scutellaria hastifolia L. (Labiatae) – G rhiz, SE-Europ.; *cav. marg.* – margine dei fossati in loc. I Gatti, comune; sentiero entro il Bosco della Partecipanza; stradello interno in loc. Il Cantone; nel canneto dei Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022.

Securigera varia (L.) Lassen (Leguminosae) – H scap, S-Europ.-S-Sib.; *can.* – scarpate arginali della Fossa Bosca in loc. I Risi; scarpate arginali della Fossa Sorga in loc. La Fiuma.

Sedum montanum Songeon & E.P. Perrier (Crassulaceae) – Ch succ, NO-Medit.-Mont.; *rud.* – ponte in mattoni sulla Fossa Nuova in via Mislè.

Sedum sexangulare L. (Crassulaceae) – Ch succ, Centro-Europ.; *rud.* – loc. I Gatti, al casello ex Società Veneta e sul ponte della Fossa Bosca.

Senecio vulgaris L. (Compositae) – T scap, Eurimedit.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – molto comune.

[A] *Setaria italica* (L.) P. Beauv. subsp. *viridis* (L.) Thell. (Gramineae) – T scap, Subcosmop.; *cav. marg.*, *can.* – sulle cavedagne, molto comune; bordi delle colture; incolto in loc. La Fiuma.

Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult. (Gramineae) – T scap, Subcosmop.; *rud.* – loc. Bosco Nuovo, nella terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; bordi delle cavedagne.

Sherardia arvensis L. (Rubiaceae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – sui bordi delle cavedagne inerbite al confine tra il Bosco del Comune e l'azienda agricola Fabbri.

Silene alba (Mill.) E.H.L. Krause (Caryophyllaceae) – H bienne, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.*, *bos. sie.* – molto comune.

Silene vulgaris (Moench) Garcke (Caryophyllaceae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.* – bordi degli stradelli.

Silybum marianum (L.) Gaertn. (Compositae) – H bienne, Eurimedit.-Turan.; *rud.* – entità che compare in occasione di scavi e accertata con decine di piante in loc. Bosco Nuovo durante gli scavi del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; bordo del fossato ovest, in loc. Bosco del Comune, dopo lo spurgo nate 20 piante.

Sinapis alba L. (Cruciferae) – T scap, E-Medit.-Mont.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – bordo della cavedagna in loc. La Pantera.

Solanum dulcamara L. (Solanaceae) – NP, Paleotemp.; *rud.* – Barchessa Piccola in loc. I Gatti; incolto al Torrazzuolo; incolto in loc. La Fiuma.

Solanum lycopersicum L. (Solanaceae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.*, *rud.* – incolto al bordo di un fossato in loc. La Fiuma.

Solanum nigrum L. (Solanaceae) – T scap, Cosmopol.; *cav. marg.*, *rud.* – Ponte dei Gatti.

Solidago canadensis L. (Compositae) – H scap, Avv. Naturalizz.; *can.* – bordo del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

▲ *Solidago gigantea* Aiton (Compositae) – H scap, Avv. Naturalizz.; *can.* – molto comune lungo il Cavo Muzza; sporadica lungo i fossi e scoline.

Sonchus arvensis L. subsp. *uliginosus* (M. Bieb.) Nyman (Compositae) – H ros, Euro-sib.; *can.*, *colt.* – sul bordo dello Scolo Arginone in loc. Magnanine; incolto post-culturale in loc. La Fiuma.

Sonchus oleraceus L. (Compositae) – T scap, Eurasiat.; *rud.* – a fianco dell'ex ponte ferroviario in loc. I Gatti.

[A] *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Gramineae) – T scap, Paleotrop.; *colt.* – da coltivazione.

[A] *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Gramineae) – G rhiz, Termocosmop.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – scolina in loc. Bosco Vecchio, incolto in loc. La Fiuma; bordi dei fossati, comune.

Sparganium erectum L. (Sparganiaceae) – I rad, Eurasiat.; *can.*, *luo. um.* – Fossa Sorga in loc. La Pantera; Scolo Arginone e Scolo Guerrine in loc. Ronchi di Sotto.

Sporobolus schoenoides (L.) P.M. Peterson (Gramineae) – T scap, Subtrop.; *luo. um.* – Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, 1 sola pianta accertata.

Stachys annua (L.) L. (Labiatae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *colt.*, *rud.* – loc. Bosco Nuovo, terra di scavo del metanodotto SNAM Poggio Renatico-Cremona; argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma; incolto post culturale in loc. La Fiuma.

Stachys officinalis (L.) Trevis. subsp. *officinalis* (Labiatae) – H scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.* – loc. I Risi, al bordo di una cavedagna, piccola stazione di circa 1 m²; bordo del fosso di guardia del Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Stachys palustris L. (Labiatae) – H scap, Circumbor.; *can.*, *luo. um.* – «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirota, 1883; Cocconi, 1883); Fossa Sorga in loc. La Fiuma; canaletta nei pressi del viale delle Querce; Scolo Arginone in loc. Bosco Vecchio.

Stellaria media (L.) Vill. (Caryophyllaceae) – T rept, Cosmopol.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.*, *rud.* – comune ovunque.

Sulla coronaria (L.) Medik. (Leguminosae) – H scap, O-Stenomedit.; *colt.* – loc. I Risi, in una coltura da sovescio.

Symphotrichum squamatum (Spreng.) G.L. Nesom (Compositae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.* – bordo del Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo.

Symphytum bulbosum K.F. Schimp. (Boraginaceae) – G rhiz, SE-Europ.; *bos. sie.* – boschetto al Torrazzuolo.

Symphytum officinale L. (Boraginaceae) – H scap, Europ.-Caucas.; *cav. marg.*, *can.* – margine del Lago Nuovo sulla sponda nord in loc. Valle di Sotto; lungo i fossati all'interno dei boschi della Partecipanza e del Comune.

Tamarix gallica L. (Tamaricaceae) – P caesp, O-Stenomedit.; *bos. sie.* – da impianto nel boschetto dei cacciatori, loc. Bosco Vecchio; Laghi Vecchi in secca nell'anno 2022, in loc. Valle di Sotto, 1 giovane pianta nata da seme.

Taraxacum officinale Weber aggr. (Compositae) – H ros, Circumbor.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.*, *bos. sie.* – molto comune.

Thalictrum lucidum L. (Ranunculaceae) – H scap, SE-Europ.; *cav. marg.*, *can.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; fossati in loc. I Gatti vicino alla Barchessa Piccola; Fossa Rasa in loc. La Pozza.

Thlaspi alliaceum L. (Cruciferae) – T scap, Eurimedit.-Subatl.; *cav. marg.*, *can.* – argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; prati lungo viale delle Querce; molto comune.

Thlaspi arvense L. (Cruciferae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *colt.* – bordo delle colture.

Thymus pulegioides L. (Labiatae) – Ch rept, Eurasiat.; *rud.* – ponte sul Cavo Dugarola e sul Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Tilia cordata Mill. (Malvaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – siepe da impianto lungo la Fossa Bosca in loc. Bosco Vecchio.

Tilia platyphyllos Scop. (Malvaceae) – P scap, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; bordi del Bosco della Partecipanza; sempre da impianto.

Tordylium maximum L. (Umbelliferae) – T scap, Eurimedit.; *can.*, *colt.*, *rud.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; incolto in loc. La Fiuma.

Torilis arvensis (Huds.) Link (Umbelliferae) – T scap, Subcosmop.; *rud.* – casello ex Società Veneta in loc. I Gatti; molto comune sui bordi, insieme con *T. japonica*.

Torilis japonica (Houtt.) DC. (Umbelliferae) – T scap, Paleotrop.; *cav. marg.*, *rud.* – bordi delle cavedagne, molto comune.

MOD *Tragopogon porrifolius* L. (Compositae) – H bienne, Eurimedit.; *cav. marg.* – *Leg. G. Gibelli, 13-5-1877: «Contorni di Nonantola sull'argine della Fossa Topa [?] - prov. di Modena», in MOD; al Torrazzuolo; bordo delle cavedagne alla Barchessa Piccola, loc. I Gatti; bordo della Fossa Sorga in loc. La Pantera.*

Tragopogon porrifolius L. subsp. *cupani* (DC.) I. Richardson (Compositae) – H bienne, Endem. Ital.; *colt.* – margini delle colture in loc. Bosco Vecchio. Entità accertata in varie località di collina a partire dal 2012 (Santini *et al.*, 2019) ed ora in espansione anche in pianura.

Tragopogon pratensis L. (Compositae) – H scap, Eurosib.; *cav. marg.*, *can.* – margini delle colture in loc. Bosco Vecchio; in prossimità del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Tragus racemosus (L.) All. (Gramineae) – T scap, Termocosmop.; *rud.* – ponte stradale di via Gatti.

Trifolium alexandrinum L. (Leguminosae) – T scap, E-Stenomedit.; *colt.* – loc. I Risi, in una coltura da sovescio.

Trifolium fragiferum L. (Leguminosae) – Ch rept, Paleotemp.; *can.*, *bos. sie.* – molto comune al centro delle cavedagne inerbite in tutto il territorio e anche nel Bosco della Partecipanza.

MOD *Trifolium hybridum* L. subsp. *elegans* (Savi) Asch. et Graebn. (Leguminosae) – H caesp, Eurimedit.-Subatl.; *can.*, *colt.* – *Leg. G. Gibelli*, 18-6-1878: «Bosco di Nonantola», in MOD [sub *T. elegans* Savi]; loc. La Pantera, loc. I Risi.

MOD *Trifolium pratense* L. (Leguminosae) – Ch pulv, Eurosib.; *cav. marg.*, *can.* – *S. leg.*, luglio 1876: «Bosco di Nonantola», in MOD; «Bosco di Nonantola» (Gibelli & Pirota, 1883); margine del Lago Nuovo sulla sponda nord; sentieri del Bosco della Partecipanza.

Trifolium repens L. (Leguminosae) – Ch rept, Paleotemp.; *can.*, *luo. um.* – comune lungo i fossati di tutto il territorio della Partecipanza.

MOD *Trifolium resupinatum* L. (Leguminosae) – T rept, Paleotemp.; *cav. marg.* – *Leg. G. Gibelli*, maggio 1879: «In herbis ad oras sylvae prope pagum Nonantulae, in provincia Mutinensi», in MOD; «Luoghi erbosi al Bosco di Nonantola!» (Gibelli & Pirota, 1883); «Bosco di Nonantola» (Cocconi, 1883); ritrovato sull'argine della Fossa Bosca in loc. Bosco Vecchio.

Trisetaria flavescens (L.) Baumg. (Gramineae) – H caesp, Eurasiat.; *can.* – all'esterno del Bosco della Partecipanza; sull'argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; lungo via Oppio; margine del Canal Torbido, comune.

[A] *Triticum aestivum* L. (Gramineae) – T scap, Coltiv.; *can.*, *colt.* – bordo delle colture.

Tulipa sylvestris L. (Liliaceae) – G bulb, Eurimedit.; *marg.*, *can.* – rara; argine della

Fossa Bosca in loc. Casa della Guardia, 2 piante. Si tratta del primo rinvenimento per il territorio nonantolano (marzo 2023). Entità ritenuta in calo nella Flora del Modenese (Alessandrini *et al.*, 2010), nell'ultimo decennio intorno alla città di Modena sono state accertate diverse nuove stazioni anche in ambito urbano.

Tussilago farfara L. (Compositae) – G rhiz, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.* – lungo il Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; lungo viale delle Querce, comune.

Typha angustifolia L. (Typhaceae) – G rhiz, Circumbor.; *colt.* – accertata solamente nei primi anni della ricerca in loc. S. Anselmo alla base del Canal Torbido e nella pozza artificiale nel Bosco del Comune. In forte rarefazione in tutta la pianura.

Typha latifolia L. (Typhaceae) – G rhiz, Cosmopol.; *cav. marg.*, *colt.* – comune nei fossati; molto diffusa lungo il Cavo Muzza e al confine col Comune di Sant'Agata Bolognese.

Ulmus laevis Pall. (Ulmaceae) – P caesp, Centro-Europ.; *bos. sie.* – filare residuale di una ex piantata con vite maritata sul confine esterno della Partecipanza in loc. Ronchi di Sotto.

Ulmus minor Mill. (Ulmaceae) – P caesp, Europ.-Caucas.; *cav. marg.*, *bos. sie.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; bordi e all'interno del Bosco della Partecipanza.

Ulmus pumila L. (Ulmaceae) – P scap, Avv. Naturalizz.; *bos. sie.* – bordo del Bosco della Partecipanza in loc. Valle di Sopra, da impianto.

Urtica dioica L. (Urticaceae) – H scap, Subcosmop.; *cav. marg.*, *can.*, *rud.* – molto comune.

MOD *Valeriana officinalis* L. (Valerianaceae) – H scap, Europ.; *can.* – *Sine leg.*, luglio 1876: «Copiosissima nel Bosco di Nonantola», in MOD; «Bosco di Nonantola!» (Gibelli & Pirotta, 1883); «Bosco di Nonantola» (Cocconi, 1883); argine nord del Lago Nuovo in loc. Valle di Sopra; in un fossato di confine con il Comune di Sant'Agata Bolognese.

Valerianella locusta (L.) Laterr. (Valerianaceae) – T scap, Eurimedit.; *colt.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; Scolo Arginone in loc. Ronchi di Sotto; Bosco del Comune.

Verbascum blattaria L. (Scrophulariaceae) – H bienne, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.* – comune nei margini di fossi e cavedagne.

Verbascum phlomoides L. (Scrophulariaceae) – H bienne, Eurimedit.; *can.*, *bos. sie.* – scolina in loc. Bosco Vecchio; Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Verbascum thapsus L. (Scrophulariaceae) – H bienne, Europ.-Caucas.; *cav. marg.*, *rud.* – comune lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma.

Verbena officinalis L. (Verbenaceae) – H scap, Paleotemp.; *cav. marg.*, *can.*, *luo. um.* – cavedagne e incolti in loc. La Fiuma.

Veronica anagallis-aquatica L. (Plantaginaceae) – H scap, Cosmopol.; *luo. um.* – Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; bordo della sponda del Lago Nuovo in loc. Valle di Sopra; fosso di guardia del Canal Torbido in loc. I Prati; pozza nel Bosco del Comune.

Veronica arvensis L. (Plantaginaceae) – T scap, Paleotemp.; *can.*, *colt.* – argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma; incolto al Torrazzuolo.

Veronica beccabunga L. (Plantaginaceae) – Ch rept, Eurasiat.; *luo. um.* – loc. Bosco Vecchio, scolina con acqua del Canal Torbido; scolo lungo via Oppio.

Veronica chamaedrys L. (Plantaginaceae) – H scap, S-Europ.-S-Sib.; *bos. sie.* – bordo del Bosco della Partecipanza nei pressi della Fossa Bosca.

Veronica hederifolia L. (Plantaginaceae) – T scap, Eurasiat.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – comune negli incolti.

Veronica persica Poir. (Plantaginaceae) – T scap, Avv. Naturalizz.; *cav. marg.*, *can.*, *colt.* – molto comune negli incolti.

Veronica polita Fr. (Plantaginaceae) – T scap, Paleotemp.; *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

Veronica serpyllifolia L. (Plantaginaceae) – Ch rept, Eurasiat.; *bos. sie.* – radura del Bosco della Partecipanza dov'è presente *Vinca minor* L.

Viburnum lantana L. (Adoxaceae) – P caesp, Centro-Europ.; *bos. sie.* – siepe perimetrale del Bosco del Comune e ampiamente naturalizzato nel sottobosco. Da impianto.

Vicia bithynica (L.) L. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.; *can.* – comune sull'argine del Cavo Dugarola in loc. La Fiuma.

Vicia cracca L. (Leguminosae) – H scap, Eurasiat.; *bos. sie.* – molto diffusa al Bosco del Comune.

Vicia sativa L. subsp. *angustifolia* (Grufb.) Batt. (Leguminosae) – T scap, Eurimedit.-Turan.; *can.* – sponda dello Scolo Arginone in loc. Ronchi di Sotto.

■ *Vinca minor* L. (Apocynaceae) – Ch rept, Europ.-Caucas.; *bos. sie.* – Bosco della Partecipanza in loc. S. Anselmo; introdotta da ignoti nell'anno 2010, è in forte espansione in una radura. Pianta frugale, con grande capacità di crescita per via agamica, può divenire anche invasiva. Tali interventi sono vietati in quanto le introduzioni in zone di tutela SIC o ZPS devono prima essere valutate dagli organi competenti. Nella nostra provincia è presente solo nell'area collinare.

Vincetoxicum hirundinaria Medik. (Apocynaceae) – H scap, Eurasiat.; *cav. marg., can.* – comune in loc. I Gatti nei pressi della Barchessa Piccola; lungo il Cavo Muzza in loc. La Fiuma, con portamento rampicante su *Dactylis glomerata*; loc. I Risi, sempre con portamento rampicante.

Viola alba Besser (Violaceae) – H ros, Eurimedit.; *bos. sie.* – radure nel boschetto del Torrazzuolo.

Viola odorata L. (Violaceae) – H ros, Eurimedit.; *bos. sie.* – argine del Canal Torbido al Torrazzuolo. Trovandosi a contatto con *V. alba* le due specie si ibridano frequentemente, presentando *in loco* forme con caratteri morfologici misti.

Vitis vinifera L. (Vitaceae) – P lian, Coltiv.; *can., rud.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera; casello ex Società Veneta in loc. I Gatti.

Vitis ×koberi Ardenghi, Galasso, Banfi et Lastrucci (Vitaceae) – P lian, Coltiv.; *bos. sie.* – loc. Ronchi di Sotto, sul filare di *Ulmus laevis* sull'argine dello Scolo Guercinesca.

Xanthium orientale L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (Compositae) – T scap, N-Eurimedit.; *cav. marg., colt.* – incolti umidi; bordi di cavedagne; incolto post culturale in loc. La Fiuma.

Xanthoselinum venetum (Spreng.) Soldano et Banfi (Umbelliferae) – H scap, SO-Europ. (Subatl.); *can.* – argine della Fossa Sorga in loc. La Pantera.

† MOD *Zannichellia palustris* L. (Cymodoceaceae) – I rad, Cosmopol.; *luo. um.* – Leg. G. Gibelli, luglio 1876: «In fossis prope pagum Nonantola agri Mutinensis», in MOD; «Nei fossati dei contorni di Nonantola!» (Gibelli & Pirota, 1883); «Nonantola!» (Cocconi, 1883). Entità a rischio secondo la IUCN (NT); in provincia di Modena è in diminuzione a causa della cattiva qualità delle acque superficiali. Da considerarsi estinta per la Partecipanza.

Zea mays L. (Gramineae) – T scap, Coltiv.; *colt.* – da coltivazione, a volte spontaneo in post coltura.

Conclusioni

Abbiamo cercato d'illustrare la ricchezza floristica della Partecipanza Agraria di Nonantola, che si qualifica come una sorta di isola nel mare dei campi e delle monoculture della pianura emiliana, grazie alla commistione di aree agricole, boschive e palustri in una superficie di neanche 8 km². Le opere di rinaturalizzazione del territorio hanno di certo avuto un effetto positivo, visibile sia nella ridotta presenza di specie esotiche (12% del totale), poche delle quali realmente pericolose per la loro invasività a livello regionale o nazionale, sia nella presenza di varie specie protette o comunque d'interesse (5% del totale). Il rinvenimento di nuove specie anche nel corso della stesura del testo (*Tulipa sylvestris*, *Himantoglossum adriaticum*) e l'interessante evoluzione di habitat importanti quali le aree umide e il nuovo bosco indicano chiaramente la necessità di proseguire la ricerca, anche per capire la reazione di tali ambienti ai cambiamenti climatici e la loro capacità di ritornare nel tempo a un aspetto e a una composizione floristica simili a formazioni naturali.

La collaborazione fra enti territoriali e università sembrerebbe la via maestra per attivare processi di gestione sempre più corretti in ambito agricolo, capaci di migliorare la ricchezza biologica del territorio; d'altro canto l'università potrebbe avviare programmi didattici sul bosco planiziale o sul consolidamento o l'introduzione delle entità specifiche del territorio, un territorio – ricordiamolo – interessante anche per il suo isolamento dagli ambiti urbani.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la preziosa collaborazione: Ivano Ansaloni (già Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena e Reggio Emilia), Marilena Po (Modena), Luca Sighinolfi e Alberto Reggiani (Partecipanza Agraria), Marco Serafini (partecipante), Matteo Gualmini (Pavullo nel Frignano), Umberto Lodesani (Gruppo Flora Modenese), Claudio Fangarezzi e Diana Sitti (Lipu Modena), Morgan Santini (International Dendrology Society), Erik De Grot e Loes Van Leeuwen (Nonantola), Giovanna Bosi (Università di Modena e Reggio Emilia), Ezio Righi (Modena), Giovanni Tosatti e Andrea Mary Lord (già Università di Modena e Reggio Emilia).

Bibliografia

- AA.VV., 2017 – *Atlante climatico dell'Emilia-Romagna 1961-2015*. Arpae - Regione Emilia-Romagna.
- ACTA PLANTARUM, 2007 – *Acta Plantarum. Flora delle Regioni italiane*. In rete al sito <http://www.actaplantarum.org/> (ultimo accesso il 4-6-2023).
- AESCHIMANN D., BURDET H.M., 1994 – *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes*. Éditions du Griffon, Neuchâtel.

- ALESSANDRINI A., MANZINI M.L., 1997 – “*Lista Rossa*” della Flora modenese. *Le specie estinte, minacciate e da confermare*. 2° Relazione sullo stato dell’Ambiente nella Provincia di Modena, Provincia di Modena, pp. 267-270.
- ALESSANDRINI A., DELFINI L., FERRARI P., FIANDRI F., GUALMINI M., LODESANI U., SANTINI C., 2010 – *Flora del Modenese. Censimento. Analisi. Tutela*. Artestampa, Modena.
- ANSALONI I., MAGNANI J., MANZIERI A.M., SALA L., 2014 – *Il Sito Natura 2000 “Il Torrazzuolo” (Nonantola, Modena): comunità macrozoobentonica e considerazioni ecologiche*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **145**, pp. 109-128.
- BEHRENDT S., HANF M., 1982 – *Le infestanti graminacee delle grandi culture*. BASF AG, Ludwigshafen/Rhein (Germania).
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1980 – *Alla ricerca del passato*. In: C. Ferrari (a cura di) “Flora e vegetazione dell’Emilia-Romagna” Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 141-162.
- BULDRINI F., BOGO G., DALLAI D., GALLONI M., SEVERI R., SGARBI E., 2022 – *Conservation of Jacobaea paludosa in peripheral populations: reintroduction experiments and analysis of reproductive biology in the Po valley (northern Italy)*. Proc. 1st International Plant Translocation Conference (Rome, 21-24 June 2022), pp. 86-87.
- CELESTI-GRAPPO L., PRETTO F., CARLI E., BLASI C. (a cura di), 2010 – *Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d’Italia*. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma.
- COCCONI G., 1883 – *Flora della provincia di Bologna. Vademecum per una facile determinazione delle piante incontrate*. Nicola Zanichelli, Bologna.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1992 – *Libro Rosso delle Piante d’Italia*. Associazione Italiana per il WWF e Ministero dell’Ambiente, Direzione Generale per la Valutazione dell’Impatto Ambientale.
- DALLAI D., BULDRINI F., SANTINI C., FANTI E., TONELLI F., ZAMPIGHI C., 2015 – *Aspetti di tutela della flora idro-igrofila nei canali della Bonifica Burana*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **146**, pp. 207-232.
- DEBBIA M., 1990 – *Il Bosco di Nonantola*. Editrice Clueb Bologna, 158 pp.
- DRAGHETTI A., 1948 – *Principi di fisiologia dell’azienda agricola*. Istituto Editoriale Agricolo, Bologna.
- FERRI M., 1984 – *Restauro di una zona umida all’interno della zona di ripopolamento e cattura di Nonantola*. Noi & l’Ambiente, **44**, pp. 35-36.
- FIORI A., 1917 – *Piante raccolte sopra un masso di serpentino inesplorato dell’Appennino modenese*. Bull. Soc. Bot. Ital., **1**, pp. 9-11.
- GALASSO G., CONTI F., PERUZZI L., ARDENGHI N. M. G., BANFI E., CELESTI-GRAPPO L., ALBANO A., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BALLELLI S., BANDINI MAZZANTI M., BARBERIS G., BERNARDO L., BLASI C., BOUVET D., BOVIO M., CECCHI L., DEL GUACCHIO E., DOMINA G., FASCETTI S., GALLO L., GUBELLINI L., GUIGGI A., IAMONICO D., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LATTANZI E., MARCHETTI D., MARTINETTO E., MASIN R. R., MEDAGLI P., PASSALACQUA N. G., PECCENINI S., PENNESI R., PIERINI B., PODDA L., POLDINI L., PROSSER F., RAIMONDO F. M., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SCORTEGAGNA S., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R. P., WILHALM T., BARTOLUCCI F., 2018 – *An updated checklist of the vascular flora alien to Italy*. Plant Biosyst., **152**(3), pp. 556-592.
- GIACOMINI V., 1958 – *La Flora*. In: Touring Club Italiano (a cura di) “*Conosci l’Italia*”, **2**, pagg. 123-130.
- GIBELLI G., PIROTTA P.R., 1883 – *Flora del Modenese e del Reggiano*. Atti Soc. Nat. in Modena, Mem., ser. III (I), pp. 29-216.
- GIBELLI G., PIROTTA P.R., 1884 – *1° supplemento alla Flora del Modenese e del Reggiano*. Atti Soc. Nat. in Modena, Mem., ser. III (III), pp. 1-30.
- GUERMANDI M., PRETI D., 1993 – *I suoli della Pianura Modenese*. Regione Emilia-Romagna, Provincia di Modena. Grafiche Zanini, Bologna.
- IMPERIALE A., SELMI E., ZOBOLI A., 1999 – *La fauna dell’Area di Riequilibrio Ecologico “Il Torrazzuolo” di Nonantola (MO): Anfibi, Rettili, Uccelli, Mammiferi*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **129**, pp. 75-96.
- JALAS J., SUOMINEN J. (eds.), 1972 – *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae)*. The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- LOMBROSO L., QUATTROCCHI S., 2008 – *L’Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche*. Edizioni SMS/SMI - Società Meteorologica Italiana, Torino, 312 pp.
- LOMBROSO L., COSTANZINI S., DESPINI F., TEGGI S., 2022 – *Annuario 2021 dell’Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **153**, pp. 5-32.

- MORI A., 1886 – *Contribuzione alla flora del Modenese e del Reggiano*. Atti Soc. Nat. in Modena, Rendiconti ser. III, **5**, pp. 113-126.
- NEGODI G., 1941 – *Studi sulla vegetazione dell'Appennino emiliano e della pianura adiacente. III. La vegetazione dei boschi planiziarzi del Modenese*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., **17**(3-4), pp. 125-149.
- PASQUINI D., 1945 – *Florula di Montegibbio e Pescaro*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **76**, pp. 103-114.
- PEZZI G., BULDRINI F., ALESSANDRINI A., 2021 – *Dal libro alla mappa. La Flora storica della provincia di Bologna*. Patrimonio Culturale Focus, Regione Emilia-Romagna, p. 52.
- PICCININI O., 2003 – *La ferrovia Modena-Ferrara*. In: G. Gorelli (a cura di) "Territori modenese e ferrovie locali - testimonianza storica e risorsa strategica", Raccolte Fotografiche Modenesi, Panini, Modena, pp. 187-202.
- PICCININI O., ANSALONI I., CASALGRANDI G.L., 2017 – *Sembrava il treno anch'esso un mito di progresso. La Marianèna: storia della ferrovia Ferrara-Modena*. Archivio Abbaziale di Nonantola, Centro Studi Storici Nonantolani, Edizioni Il Fiorino, Modena.
- PIGNATTI S., 1953 – *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea*. Arch. Bot., **29**, Ser. III, vol. XII (III), pp. 29-68.
- PIGNATTI S., 1976 – *Note critiche sulla Flora d'Italia. IV. Il gruppo di Ranunculus auricomus in Italia e sulle montagne adiacenti della Slovenia*. Giorn. Bot. Ital., **110**, pp. 203-217.
- PIGNATTI S., 1982 – *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., MENEIONI P., PIETROSANTI V., 2005 – *Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia*. Braun-Blanquetia, **39**, pp. 1-97.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2017-2019 – *Flora d'Italia*. II edizione, Edagricole di New Business Media, Milano.
- PILLA C., 1955 – *I Carpini*. In: A. Pavari (a cura di) "Monti e Boschi", anno VI, **11/12**, pp. 587-594.
- PO M., 1991 – *Ricostituzione dell'Antico Bosco della Partecipanza Agraria di Nonantola*. Servizio Provinciale Difesa del Suolo della Regione Emilia-Romagna.
- POLDINI L., 1991 – *Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli-Venezia Giulia*. Arti grafiche friulane, Udine.
- REGGIANI A., PIANI C., BORIANI L., CAPITANI F., MARTINELLI M., SIROTTI G., ZUCCHI L., 2010 – *I Lepidotteri Ropaloceri dell'Area di Riequilibrio Ecologico "Il Torrazzuolo" di Nonantola (provincia di Modena)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **140**, pp. 179-200.
- REGGIANI A., ANSALONI C., 2019 – *Dalla Selva Gena all'Area Naturalistica Il Torrazzuolo. Il bosco della Partecipanza Agraria di Nonantola dal Medioevo ad oggi tra storia e natura*. Atti del Convegno e catalogo della mostra (Nonantola, 1-6-2019), Comune di Nonantola.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2017 – *Elenco specie vegetali target di interesse conservazionistico per la regione Emilia-Romagna*. In rete al sito: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/consultazione/dati/download/elenco-delle-specie-vegetali> - HYPERLINK "<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/consultazione/dati/download/elenco-delle-specie-vegetali-dinteresse-conservazionistico-in-emilia-romagna>" d'interesse-conservazionistico-in-emilia-romagna (ultimo accesso il 18-3-2022).
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2022 – *IT 4040010 – ZSC-ZPS – Torrazzuolo*. In rete al sito: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/rete-natura-2000/siti/it4040010> (ultimo accesso il 14-6-2023).
- ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (a cura di), 2013 – *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ROSSI G., ORSENIGO S., GARGANO D., MONTAGNANI C., PERUZZI L., FENU G., ABELI T., ALESSANDRINI A., ASTUTI G., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BOVIO M., BRULLO S., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., LASEN C., MAGRINI S., NICOLELLA G., PINNA M.S., POGGIO L., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI A., STINCA A., TARTAGLINI N., TROIA A., VILLANI M.C., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BLASI C., 2020 – *Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ROTHMALER W., 2000 – *Exkursionsflora von Deutschland. Band 3. Gefäßpflanzen: Atlasband*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

- RUCCO A.A., BOSI G., TORRI P., MAZZANTI M., ACCORSI C.A., PELLEGRINI S., LUGLI S., 2019 – *Geoarcheologia nel territorio di Nonantola (MO): studio geomorfologico, sedimentologico e archeobotanico dell'area dell'antica Selva Zena*. *Archeol. Medievale*, XLVI, pp. 155-177.
- SANTINI C., BULDRINI F., 2012 – *Le siepi del sistema Resega-Bellaria-Foresto (Novi di Modena)*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **142**, pp. 153-174.
- SANTINI C., DALLAI D., GUALMINI M., SGARBI E., 2009 – *La flora del territorio modenese, alla luce delle trasformazioni urbane e agrarie del novecento*. In: V. Bulgarelli & K. Mazzeri (a cura di) "La città e l'ambiente. Le trasformazioni urbane a Modena nel Novecento". Comune di Modena, Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, pp. 227-243.
- SANTINI C., FIANDRI F., BULDRINI F., GUALMINI M., LODESANI U., 2019 – *Aggiornamento della Flora del Modenese, considerazioni sui dati raccolti e sulla conservazione del patrimonio floristico*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **150**, pp. 121-144.
- SANTINI C., BULDRINI F., FIANDRI F., 2022 – *Parco della Resistenza di Modena: conferma di presenza di Allium angulosum L. per il territorio provinciale*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **153**, pp. 161-172.
- SERENI E., 1976 – *Storia del paesaggio agrario italiano*. Laterza, Bari.
- SUSMEL L., 1956 – *Gli Ontani*. In: A. Pavari (a cura di) "Monti e Boschi", anno VII, **11/12**, pp. 531-548.
- TABARRONI A., 2015 – *Brevi note sull'odonatofauna del SIC-ZPS Torrazzuolo di Nonantola (MO)*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **146**, pp. 263-271.
- TOMASELLI M., GARDI C., 1999 – *Studio floristico e vegetazionale nell'area delle discariche di Via Caruso*. Relazione inedita, ricerca commissionata dal Comune di Modena.
- TOMASELLI M., GUALMINI M., 2000 – *Gli elementi corologici nella flora di altitudine dell'Appennino Tosco Emiliano*. *Ann. Museo Civ. Rovereto Sez. Archeol. Stor. Sci. Nat.*, **14** (suppl.), pp. 95-112.
- TORELLI R., TURCO A., 1988 – *Il bosco della Saliceta. Cronaca e immagini*. 2ª ediz., Biblioteche Comunali di Camposanto, Cavezzo, Medolla, San Prospero, Ed. Sigem, Modena, 96 pp.
- VACCARI A., 1947 – *La vegetazione spontanea della provincia di Modena nei suoi confini politici*. *Atti Mem. Reale Accad. Sci. Lett. Arti di Modena*, Ser. 5, **7**, pp. 152-162.
- VENTUROLI R., 1988 – *La Partecipanza Agraria di Nonantola. Storia e documenti*. Comune di Nonantola, Assessorato alla Cultura.
- VIGGIANI P., 1991 *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento*. Bayer Italia, Milano.
- ZANGHERI P., 1976 – *Flora Italica*. CEDAM, Padova.
- ZOBOLI A., CONVENTI L., SELMI E., 2004 – *Stazione di inanellamento del Torrazzuolo di Nonantola (MO). Resoconto delle attività 1992-2003*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **134**, pp. 237-256.



Assunta Florenzano*, **Lorenzo Braga****, **Francesco Saponi****, **Andrea Vaccari****, **Anna Maria Mercuri***

Land use legacy and forest landscape: the integration of databases and archival data to investigate past events and support future management strategies

Abstract

This article deals with the integration of palaeoecological and archival data as an effective approach to evaluate land use legacy in shaping contemporary landscapes and support their informed management. There is a large amount of palaeoecological research data stored in free access databases/repositories. Also, the current availability of archival data makes this integrated approach a relevant tool which can be easily applied in order to understand past landscape transformations and hence predict future changes and plan sustainable land management strategies. After a brief introduction on the importance of historical and scientific data, when describing landscape and environmental changes, this paper sums up the issues of environmental changes and land use legacy in current landscapes – especially in forested areas – in three chapters: i) Mediterranean landscape and plant traits; ii) Integration of palaeoecological and archival data: the contribution of palynology; iii) Land use maps. The students of the Master's Degree in Applied and Experimental Biology of the University of Modena and Reggio Emilia have contributed to the writing of this paper after the course of "Plant bioindicators, environmental transformations and sustainability" (academic year 2022-2023).

Riassunto

Eredità dell'uso del suolo e paesaggio forestale: l'integrazione di banche dati e dati d'archivio per indagare gli eventi passati e supportare le strategie di gestione future. Questo lavoro di sintesi tratta dell'integrazione di dati paleoecologici e di archivio quale efficace approccio metodologico per valutare l'eredità dell'uso del suolo nel modellare i paesaggi contemporanei e supportarne una gestione informata e sostenibile. La crescente quantità di dati di ricerca paleoecologica conservati

* Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica, Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 287, 41125 MODENA, Italia; e-mail: assunta.florenzano@unimore.it; annamaria.mercuri@unimore.it.

** Corso di Bioindicatori vegetali, trasformazioni ambientali e sostenibilità (a.a. 2021-2022), Laurea Magistrale in Biologia sperimentale e applicata, Università di Modena e Reggio Emilia.

in banche dati ad accesso libero e l'attuale buona disponibilità di dati d'archivio, rendono questo approccio integrato uno strumento di facile applicazione e di fondamentale importanza per ottenere informazioni sulle trasformazioni ambientali passate e prevedere e modellizzare cambiamenti futuri; tale conoscenza consente la pianificazione di mirate strategie di gestione e conservazione della biodiversità nel quadro dell'attuale cambiamento globale. Dopo una breve introduzione sulla rilevanza dei dati scientifici e storici nello studio delle trasformazioni del paesaggio, il contributo sintetizza le tematiche dei cambiamenti ambientali del passato e dell'eredità dell'uso del suolo nel paesaggio attuale in tre capitoli: 1) Il paesaggio mediterraneo e i tratti morfo-funzionali delle piante; 2) Integrazione di dati paleoecologici e archivistici: il contributo della palinologia; 3) Mappe di uso del suolo. La prima sezione del lavoro è dedicata all'uso dei dati morfo-funzionali delle piante (plant traits) quale strumento fondamentale per capire il loro adattamento a stress ambientali, e nello specifico alle condizioni di siccità. Nel caso studio preso in esame sono analizzati i plant traits tipici della vegetazione mediterranea emersi da dati pollinici di 602 siti del bacino mediterraneo archiviati nella banca dati European Pollen Database. Lo studio presentato, integrando i dati sui plant traits alle variabili bioclimatiche calcolate su dati meteorologici pluridecennali dell'area investigata, ha evidenziato che la vegetazione mediterranea presenta diversi tratti legati alla tolleranza allo stress da siccità, e ha fornito una prima relazione quantitativa tra tratti specifici e aridità. Nella seconda sezione sono discussi due casi di studio italiani e uno californiano che dimostrano come l'integrazione tra paleo/archeo-palinologia (studio di polline e spore depositati in archivi sedimentari) e dati storici (archeologici o documenti di archivi) è un'associazione virtuosa per spiegare l'eredità dell'uso del suolo e il cambiamento del paesaggio. Gli esempi riportati mostrano che cambiamenti repentini della copertura forestale registrati in periodi di documentata variazione climatica sono amplificati da cambiamenti politici ed economici a scala regionale. Nel terzo capitolo è infine riportato l'impiego di mappe dell'uso del suolo per misurare gli effetti dell'azione antropica sulle dinamiche del paesaggio forestale. Nel caso studio preso in esame, foto aeree e immagini satellitari hanno consentito di ricostruire il processo di riforestazione naturale negli ultimi 60 anni in aree abbandonate degli Appennini e delle Alpi. L'indagine sulle mappe d'uso del suolo ha dimostrato che, oltre ad altri fattori (es. altitudine, distanza dalle foreste esistenti, temperature medie annue...), l'espansione delle foreste è stata fortemente influenzata dall'uso del suolo precedente. Gli studenti della Laurea Magistrale in Biologia Applicata e Sperimentale dell'Università di Modena e Reggio Emilia hanno contribuito alla stesura di questo lavoro dopo aver approfondito tali tematiche nell'ambito del corso curriculare "Bioindicatori vegetali, trasformazioni ambientali e sostenibilità" (a. a. 2022-2023).

Keywords: *Experimental and Applied Biology, palynology, environment, biodiversity, land use, climate*

Parole chiave: *Biologia sperimentale e applicata, palinologia, ambiente, biodiversità, uso del suolo, clima*

1. Introduction

Climate and anthropogenic activities are two major drivers in determining the ecosystem structure. On the one hand, climate heavily influences vegetation (*e.g.*, Afuye *et al.*, 2021; Holdridge, 1947; Woodward, 1987) and its evolution (Barboni *et al.*, 2004), thus playing an important role in shaping the landscape. On the other hand, throughout human history, anthropogenic activities have always exerted high pressure on the natural environment (McGill *et al.*, 2015; Steffen *et al.*, 2011), to the point of shaping a significant part of the land into a “cultural landscape” (Vos & Meeke, 1999; Farina, 2000; Mercuri, 2014).

Climate and land use are often interconnected, acting together as drivers of environmental changes and ecosystem processes (Cochrane, 2009; Bertrand *et al.*, 2011; Newbold *et al.*, 2019; Ellis, 2021).

For at least two decades, the importance of land use legacies has been widely recognized as it shapes contemporary landscape patterns and processes and provides informed landscape management (Foster *et al.*, 2003; Bürgi *et al.*, 2017; Martin *et al.*, 2021). Knowledge of landscape features and land use policy history are a key issue in the management of present landscapes, considering the priority challenge of ongoing global change (Taylor *et al.*, 2016; Garbarino & Weisberg, 2020; Klimaszewski-Patterson & Mensing, 2020). Detaching scientific from historical (archival) data when describing landscape and environmental changes may result in a loss of information which is only achievable from interdisciplinary studies (Mensing *et al.*, 2020).

Within the multidisciplinary approach, the study of pollen from past deposits is relevant in order to gain insights into the history and evolution of cultural landscapes, and is a basic way to observe long-term landscape transformations on different spatial scales (Mercuri, 2014). Palaeoecological databases, storing and sharing different types of ‘fossil data’ (*e.g.*, Neotoma Paleoecology Database – <https://www.neotomadb.org/>; Pangaea – <https://pangaea.de/>) among which pollen records from various time scale (*e.g.*, Fossil Pollen Database – <http://epd.imbe.fr/fpd-epd/>) are a powerful tool to understand processes governing the changing diversity of life as an effect of past environmental variations. Present land management cannot overlook either climate factors or anthropic impact, which makes databases a crucial step towards comprehending the dynamics of human-environment interactions throughout time. In addition, land use maps are another tool based on historical data that can be used to assess how past land use affects current landscapes. The integration of historical data contributes to describing the environmental context inferred from palaeoecological proxies and allows deeper understanding of past environmental changes, which is a necessary contribution for land management decisions focused on sustainability (Mensing *et al.*, 2020; Fig. 1).

Here, we present a series of case studies in which palaeoecological databases and historical sources have proved to be extremely useful tools, which enhance the understanding of the context of environmental changes, be it mainly climate- or anthropic-driven, especially affecting forest landscapes.

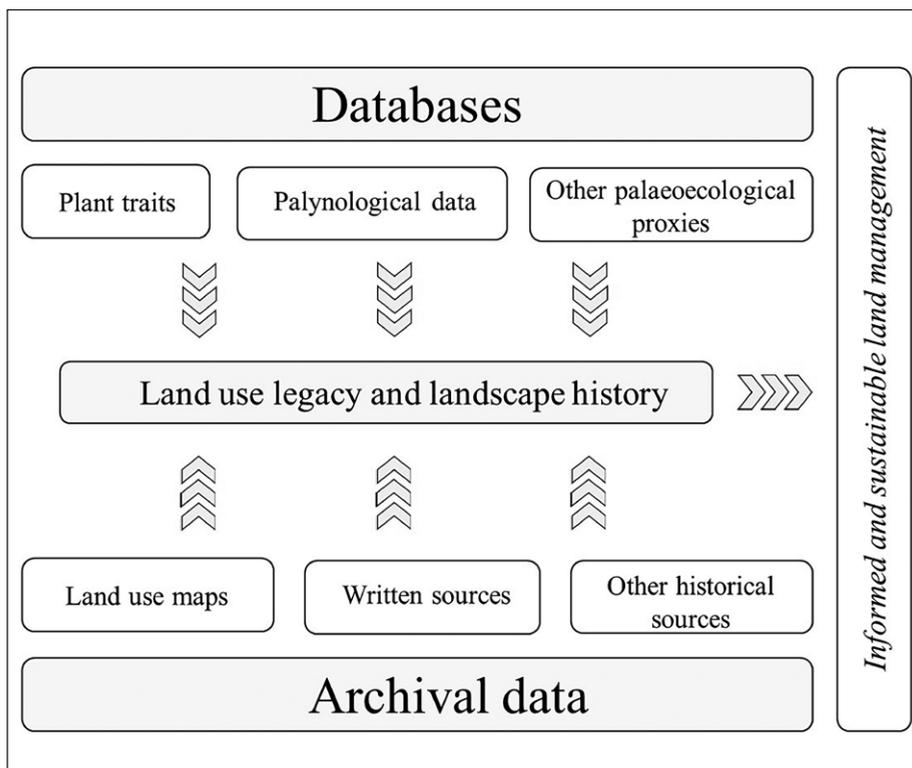


Fig. 1 – Schematic representation of the research steps of the integrated approach combining scientific data from databases and archive data presented in this paper.

Fig. 1 – Rappresentazione schematica delle fasi di ricerca dell'approccio integrato che unisce dati scientifici raccolti in database e dati archiviali presentato in questo contributo.

2. Mediterranean landscape and plant traits

The Mediterranean region is characterised by summer drought, and infrequent rain precipitation in autumn, winter, and spring. Due to this reduced moisture regime, Mediterranean vegetation developed adaptive features to minimise the impact of low water availability. Classifications of Mediterranean vegetation types includes the plant characteristics related to the

drought-tolerance (Specht, 1969; Quézel & Barbero, 1982). To better quantify the adaptation strategies to drought stress, current research is focusing on plant traits defined as ‘the morphological, anatomical, physiological, biochemical and phenological characteristics of plants and their organs’ (Kattge *et al.*, 2011). Traits are readily observable or measurable characteristics of plants, which are considered physiological responses to external conditions (McIntyre *et al.*, 1999). Variation in the occurrence of traits along environmental gradients should reflect variation in the response to climate change or local environmental modifications. Today, the network of vegetation scientists worldwide has created ‘TRY - a global database of plant traits’ (<https://www.try-db.org/>) providing free and open access to plant trait data. An increasing amount of research is contributing to assess the relationships between plant traits and their environment, such as gradients in land use and disturbance (*e.g.*, Lavorel & Cramer, 1999; Rusch *et al.*, 2003).

Barboni *et al.* (2004) recognised twelve plant traits as typical of Mediterranean vegetation by analysing pollen samples collected across 602 sites of the Basin and archived in the European Pollen Database (EPD: <http://epd.imbe.fr/index.php>). These traits fall into three categories: descriptive of life form (*e.g.*, habit: tree, shrub, epiphyte, graminoid...), characteristics of the whole plant (*e.g.*, leaf phenology, photosynthetic pathway), and associated with leaf character (*e.g.*, size, texture). Scores were calculated for each trait, indicating the number of *taxa* displaying that trait and the percentage of relative abundance of those *taxa* in a site.

Mean monthly temperature, precipitation, and number of rain days at the exact location and elevation of every modern pollen site were calculated within a time frame from 1961 to 1990 by using spline interpolation (Hutchinson, 1999), which is an elevational-sensitive interpolation based on many meteorological stations across the Mediterranean region. These data were used to calculate mean annual precipitation. The temperature and precipitation data were also used to calculate bioclimatic variables resulting more closely related to plant growth and distribution (Prentice *et al.*, 1992a, 1992b; Kohfeld & Harrison, 2000). These bioclimatic variables are the mean temperature of the coldest month (MTCO), the cumulated temperature sum over 5 °C during the growing season and the ratio of actual to equilibrium evapotranspiration (α) during the winter and summer seasons and over the year (Fig. 2A). The α index measures drought stress in the plants; it is calculated using the water holding capacity of the soil and monthly means for sunshine, temperature, and precipitation. Results reflect the distribution and hypothesized traits (Fig. 2B-C); more specifically, trends in leaf features (size, texture, thickness...) and other plant level traits (*e.g.*, aphyllly) vary according to the life form (tree, shrub, forb), the leaf type (broad, needle) and phenology (evergreen, summer-green).

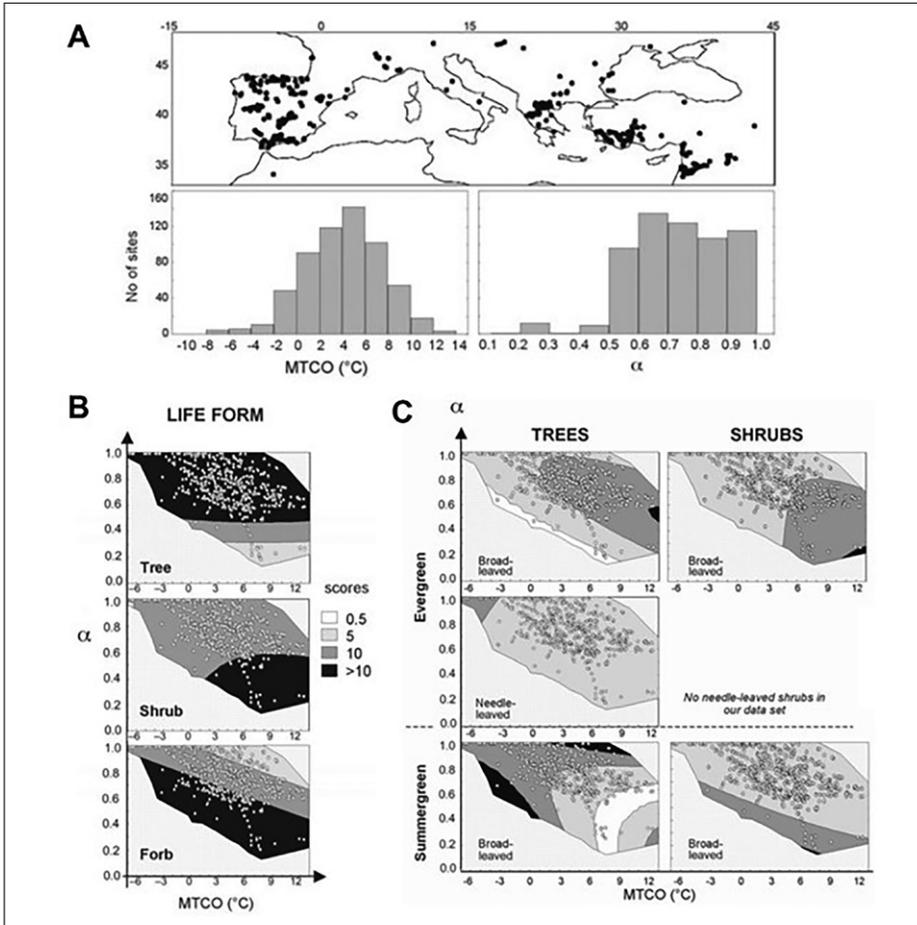


Fig. 2 – Geographical distribution and frequency according to plant water availability (α) and mean temperature of the coldest month (MTCO). (A) geographical distribution and frequency distribution for the 602 pollen sites available in the Mediterranean and circum-Mediterranean region; (B) distribution of trait scores for tree, shrub, and forb life forms in the climatic range of the Mediterranean region; (C) distribution of trait scores for evergreen and summer-green phenology of broad-leaved and needle-leaved trees and shrubs in the climate range of the Mediterranean region (after Barboni et al., 2004, modified).

Fig. 2 – Distribuzione geografica e di frequenza secondo disponibilità idrica per la pianta (α) e temperatura media del mese più freddo (MTCO): (A) distribuzione geografica e di frequenza dei 602 siti analizzati per il polline disponibili nella regione mediterranea e circum-mediterranea; (B) distribuzione dei punteggi dei tratti per forme biologiche arboree, arbustive ed erbacee nella regione climatica mediterranea; (C) distribuzione dei punteggi dei tratti per alberi e arbusti sempreverdi, decidui, latifoglie e aghifoglie nella regione climatica mediterranea (modificato da Barboni et al., 2004).

Mediterranean vegetation features several traits related to drought stress tolerance, and data analysis suggests that α is the most important variable. Barboni *et al.* (2004) gave a first quantitative relationship between specific traits and aridity. Winter temperature is another crucial control on trait distribution in the Mediterranean region, as shown previously in other studies (Retuerto & Carballeira, 1991; Gavilán & Fernández-González, 1997) and is a climate parameter commonly used in the classification of Mediterranean vegetation types (Quézel & Barbero, 1982). High summer temperatures and drought cause high fire frequency in the Mediterranean region (Mooney & Dunn, 1970). Plant morphological and physiological adaptations are strictly related to the environment in which plant species are distributed in the Mediterranean region. This evidence suggests once more the important role of climate change in influencing abundance and presence of species, parallel to human activities and land use (Barboni *et al.*, 2004).

3. Integration of palaeoecological and archival data: the contribution of palynology

Palynology is a discipline focused on studying fossil and modern pollen and spores that can act as a bridge between different research fields, being able to connect multidisciplinary studies on past and current environmental issues. Pollen analysis has proven to be a powerful methodological approach to add details and information to other methods. Palaeoenvironmental studies use pollen from sediments and archaeological layers to provide a long-term perspective in understanding ecosystem responses to human and climate drivers. Palynology is frequently used for palaeoecological reconstructions; if coupled with historical data, it can further deepen the understanding of a landscape's environmental context and its evolution in the Late Holocene (Mensing *et al.*, 2020). The two case studies from Italy (Mensing *et al.*, 2020) and the one from California, USA (Klimaszewski-Patterson & Mensing, 2020) discussed in this section show that the integration of palynology and historical data is a virtuous association in explaining land use legacy and landscape change.

3.1 Lago Lungo (Rieti Basin, Latium, Italy)

Palynological analyses of a core drilled at the Lago Lungo in the Rieti Basin (central Italy) document that, between 850 and 900 CE, a major vegetation shift occurred in the basin, from a forested landscape to an open, pastured one (Mensing *et al.*, 2020). Pollen data testifies that, after 1500 years, woodlands dominated by managed oak forests used for agro-pastoral and forestry practices were partially or intermittently cleared of trees. Trees were then replaced by

taxa typical of open-land environments, with also evidence of intensified livestock farming. This is shown by the sharp decrease in Mediterranean and mesic woodland *taxa* and *Alnus* pollen, along with an increase in herbaceous *taxa* indicating pastures. Moreover, a steep increase of *Sporormiella*, a coprophilous fungus indicator of livestock presence attests animal farming.

A long-term trend in climate change probably facilitated the process of forest clearing and supported expansion of pastures, considering recent dendrochronological data identifying the period from 876 to 905 CE as the warmest 30-year period during Middle Ages. However, the coldest 30-year period recorded in the same work was 997 to 1026 CE (Esper *et al.*, 2020), and no pollen record suggested a relevant impact on the local vegetation in this time frame. Furthermore, the rapid conversion of forest to meadow (more than 50% of arboreal pollen decreases in about 60 years) is much greater than would happen if climate change were the only driver for landscape change. Nonetheless, this warmer than average period likely favoured and supported forest clearing and conversion of woodlands to pastures (Mensing *et al.*, 2016, 2020).

This vegetation change is best explained when its context is enriched with history of human activity at that period, when significant political and economic changes are documented at regional scale. Archival data attest that imperially sponsored monasteries acquired greater political power and relevance, and local institutions changed their economic priorities. In the case of Rieti, the monastery of Santa Maria in Farfa experienced intense growth and consolidation of its properties during 850-900 CE (Leggio, 1989; Costambeys, 2007). As the land exchange records preserved in the monastery show (Mensing *et al.*, 2020), the monastery of Santa Maria in Farfa obtained land from individual owners, and centralised its agricultural production (Schoolman *et al.*, 2018). As a result, the monastery adopted a more active management of its resources, which took the form of increased animal farming (as shown by the rise of the mycorrhizal fungus *Glomus*, indicating soil erosion after grazing and trampling, and *Sporormiella*, indicating livestock presence) and clearing of part of the forest (as shown by the shift in pollen records).

During the Black Death period (1350-1400 CE), the Rieti Basin saw a quick return (ca. 50 years) of all major forest types to the loss of open pastures: this is supported by both the rise in arboreal pollen and the decline in *Glomus* and *Sporormiella*, suggesting a reduction in soil erosion and animal husbandry (Mensing *et al.*, 2020). Moreover, cultivated trees such as olive, walnut and chestnut began their rise in the Rieti basin. Demographic decline caused by the Black Death resulted in reduced human pressure which in turn affected the landscape, shifting from a managed, open land to a succession of secondary *Abies* and *Quercus* forests. Climate factors contributed to this landscape change: rewilding was accelerated by the transition to the cooler and wetter

climate of the Little Ice Age (LIA) (Lüning *et al.*, 2019; Mensing *et al.*, 2020).

3.2 Lago del Pesce (Pollino National Park, Basilicata, Italy)

As in the Rieti Basin, in the early Medieval period (900-1000 CE) also the Pollino landscape was dominated by grasses, low shrubs and ferns, subject to regular and repeated fires, and used for large herbivore husbandry (as suggested by the presence of *Glomus* and coprophilous fungal spores). Between 1050 and 1100 CE, open-vegetation pollen declines, while a rise in *Abies*, *Quercus* and other deciduous trees is observed. Moreover, charcoal abundance sharply declines, indicating cessation of fires. This indicates the replacement of the open landscape with forested landscape, which persists almost unchanged until ca. 1350 CE, when *Abies* declines in parallel with the increase of *Fagus* (Mensing *et al.*, 2020).

It is noteworthy that the change from open to forested landscape occurred in spite of the rising temperatures and diminished precipitation regime typical of the Medieval Climate Anomaly (MCA, ca. 950-1250 CE). This suggests that after 1000 CE landscape changes towards reforestation were mainly driven by anthropogenic factors. Therefore, the integration of historical, palynological and charcoal data is particularly worthwhile for tracing the environmental dynamics of that period.

Around 1000 CE, various monastic institutions in the Lago del Pesce region merged into one large monastery, Sant'Elia di Carbone (Peters-Custot, 2002). The charters preserved in the monastery describe a landscape in which a portion was cleared of the forest to practice animal husbandry (Robinson, 1928). In the 1040s, Normans started to conquer territories in southern Italy, including Pollino: as a result, the Normans put elite families in charge of governance in exchange for their aid in conquering more territories. The authors suggest that the priority need shifted to forestry in order to gather materials for new military, civic and religious buildings. Despite the lack of historical records about Norman forestry practices in the Pollino region, there is evidence of regulations they imposed regarding woodland management (Corrao, 1987) and references to forests held by monasteries in the XIII century (Russo, 2017). Moreover, without protection from fires, woods could never have become established, as they did during the MCA. Furthermore, without some degree of care, it would not have been possible for the forest to remain a monoculture of *Abies* (a type of forest management rarely mentioned for this period) for so long, and would have progressed to a mixed *Abies-Fagus* forest – as it did after ca. 1350 CE (Mensing *et al.*, 2020).

Like Lago Lungo in the Rieti Basin, Lago del Pesce in the Pollino area underwent major vegetation shifts during the Black Death period. After 1350 CE, the *Abies*-dominated forest established between 1050-1100 CE started to shift toward a mixed *Abies-Fagus* forest, with *Fagus* pollen increasing rapidly

to nearly 40% of total pollen, while *Abies* decreased to ca. 20%. This vegetation change is ascribed not only to the population decrease due to the pandemic, but also to the less importance given to the Pollino area by the Angevins, the ruling family of France, who replaced the Normans and Hohenstaufen dynasties as the rulers of this area (Abulafia, 1981; Gilbert *et al.*, 2017). As a result, these forests ceased to be managed, and started following their natural courses. Once again, climate played a role in determining this vegetation change, with the LIA favouring and accelerating the rewilding of the forest (Lüning *et al.*, 2019; Mensing *et al.*, 2020).

3.3 Trout Meadow (Sierra Nevada, California, USA)

The vegetation of Sierra Nevada was described as a grassy landscape with a thin understorey, occasional stands of brush and patches with mixed-age trees (Lewis, 1973; Muir, 1977; Stephenson *et al.*, 1989; Parker, 2002; Bliege Bird *et al.*, 2012). This landscape is probably the result of a low-intensity but frequent fire regime (Keeley & Stephenson, 2000; Bliege Bird *et al.*, 2012), to which Native Americans contributed according to historical sources (Bolton, 1916; Lewis, 1973). The modern landscape is very different from this description: today, the landscape consists of a thick understorey, established since 1850 CE due to fire exclusion and suppression, selective logging and grazing (Klimaszewski-Patterson & Mensing, 2020).

Fire is a key disturbance agent in shaping the local vegetation due to California's climate of dry summers and wet winters (Klimaszewski-Patterson & Mensing, 2020); as a result, the vegetation is fire-adapted, adopting strategies such as obligate resprouting, facultative seeding and serotinous cones (Keeley & Stephenson, 2000; Rundel *et al.*, 2018). However, whether the main driver for the development of this fire-adapted vegetation were human activities or climate factors is debatable, as ethnographic accounts claim that pre-Columbian Native Americans in California regularly used fire as a traditional resource and environmental management (TREM) practice (Wheeler-Voegelin, 1938; Lewis, 1973; Anderson & Moratto, 1996).

In this case study, pollen and charcoal records spanning between 1200 and 0 calibrated years before present (cal. yr BP) were analysed and used to elaborate three palaeo-landscape models. Different drivers for fire-affected vegetation change were considered: i) wildfire-only; ii) wildfire plus TREM-like burning when pollen deviates from climate-only expectations (periods of cool/wet climate with more open forest); iii) wildfire plus TREM-like burning regardless of climate (every period with more open forest, regardless of climate). The strongest statistical support was found in the model that considers TREM-like burning in periods where pollen deviates from climate expectations: this suggested that both climate and TREM burning by Native Americans were

impactful drivers in shaping the vegetation at Trout Meadow. This model is in accordance with archaeological records, which testify occupation and usage of the site by Native Americans in periods where TREM-like burning practices' use is inferred (Klimaszewski-Patterson & Mensing, 2020).

These case studies clearly show that, in different contexts, the integration of palaeoecological and palynological data with data from historical sources – such as archaeological or archival records – provides detailed information in studying the influence and effects that land use legacy has on present landscape and its future changes. Further insights are given into the role of both climate and society as drivers of environmental changes.

4. Land use maps

Land use maps are another tool to assess how past land use affects current landscapes (Garbarino *et al.*, 2020; Garbarino & Weisberg, 2020; Ridding *et al.*, 2020). These maps are especially useful in measuring the effects of land use on forest landscape dynamics.

The most useful data source for this evaluation are aerial and satellite photographs. Despite technical limitations, such as spatial and/or temporal availability of these data (which are less available for more remote times and areas) and the qualitative heterogeneity of the images due to constant developments in equipment, maps derived from remote sensing imagery are excellent tools for measuring changes in landscape configuration and composition (Garbarino & Weisberg, 2020; Ridding *et al.*, 2020).

Aerial photographs in historical archives can be easily georeferenced using GIS software and then can be used as a basis for creating land use maps (QGIS Development Team, 2023). This makes the implementation of this tool in ecological studies a quick and simple step that is not constrained by specific cartography knowledge, but still provides a great amount of additional information about past landscapes and landscape change over time (Ridding *et al.*, 2020; Veldkamp & Lambin, 2001).

One study that utilised this tool is by Garbarino *et al.* (2020), who examined the process of natural reforestation over the past 60 years in abandoned areas of the Apennines and Alps. This study highlights how, in addition to other factors (such as altitude, distance from existing forests, average annual temperatures, etc.), forest expansion is influenced by the previous land use. Based on observations, it was emphasised how forest expansion occurs more intensely and rapidly in areas that were previously used for grazing or cultivation. Furthermore, the study highlights that, during the investigated period, the prevalent conversion from farmland to forest occurred mainly in areas previously used for grazing.

Another aspect that is discussed in the article is the fact that the proximity

from existing forests is a key factor for future reforestation: forests serve as a source of seeds and ecotonal environments, which are naturally found at the edges of forests, act as vectors for seed dispersal.

The results of this study demonstrate how the effects of past human activities such as cultivation, grazing, fires, etc., if prolonged over time, strongly influence current forest dynamics (Garbarino *et al.*, 2020). Just as the study of past land use based on historical data allows for an explanation of current forest dynamics, similarly the study of current land use through aerial photographs and thematic maps, if integrated with ecological data, allows for the creation of more reliable models of future ecosystems and the prediction of changes in forest landscape (Veldkamp & Lambin, 2001).

5. Conclusive remarks

The case studies presented provide insights into how the integration of climate-related data and reconstruction of historical land use can enable better understanding of landscape change and, consequently, predict and model future changes.

Land use in one period strongly influences the landscape and responses to environmental stressors in subsequent periods. Understanding the impact of the so-called “legacy of land use” and the consequent modelling of the future landscape requires a complex and multidisciplinary approach that goes beyond the traditional tools used by landscape ecologists. Through this, information can be obtained on which decision-making and planning of management can be based and conservation actions concerning the landscape can be developed.

The ideal approach for landscape studies should therefore make use of interactions and synergies using palaeoecology, classical ecology, climate studies, and historical sources, to understand and integrate as many aspects as possible in the landscape context.

Bibliography

- ABULAFIA D., 1981 – *Southern Italy and the Florentine Economy, 1265-1370*. The Economic History Review, **34**(3), pp. 377-388. <https://doi.org/10.2307/2595879>
- AFUYE G.A., KALUMBA A.M., ORIMOLAYE I.R., 2021 – *Characterisation of Vegetation Response to Climate Change: A Review*. Sustainability, **13**(13), 7265. <https://doi.org/10.3390/su13137265>
- ANDERSON M., MORATTO M., 1996 – *Native American land-use practices and ecological impacts*. University of California, Davis, Centers for Water and Wildland Resources, **2**, pp. 187-206.
- BARBONI D., HARRISON S.P., BARTLEIN P.J., JALUT G., NEW M., PRENTICE I.C., SANCHEZ-GOÑI, M.-F., SPESSA A., DAVIS B., STEVENSON A.C., 2004 – *Relationships between plant traits and climate in the Mediterranean region: A pollen data analysis*. Journal of Vegetation Science, **15**(5), pp. 635-646. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02305.x>
- BERTRAND R., LENOIR J., PIEDALLU C., RIOFRÍO-DILLON G., DE RUFFRAY P., VIDAL C., PIERRAT J.-C., GÉGOUT J.-C., 2011 – *Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests*.

- Nature, **479**(7374), pp. 517-520. <https://doi.org/10.1038/nature10548>
- BLIEGE BIRD R., CODDING B.F., KAUFMAN P.G., BIRD D.W., 2012 – *Aboriginal hunting buffers climate-driven fire-size variability in Australia's spinifex grasslands*. Proc. National Academy of Sciences, **109**(26), pp. 10287-10292. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204585109>
- BOLTON H.E., 1916 – *Spanish exploration in the Southwest, 1542-1706*. C. Scribner's sons.
- BÜRGI M., ÖSTLUND L., MLADENOFF D.J., 2017 – *Legacy Effects of Human Land Use: Ecosystems as Time-Lagged Systems*. Ecosystems, **20**(1), pp. 94-103. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0051-6>
- COCHRANE M.A., 2009 – *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*. Springer Praxis, 682 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8>
- CORRAO P., 1987 – *Boschi e Legno*. In: "Uomo e ambiente nel Mezzogiorno Normanno-Svevo: atti delle ottave giornate normanno-sveve", pp. 135-164, Edizioni Dedalo.
- COSTAMBEYS M., 2007 – *Power and Patronage in Early Medieval Italy: Local Society, Italian Politics and the Abbey of Farfa, c. 700-900*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511496271>
- ELLIS E.C., 2021 – *Land Use and Ecological Change: A 12,000-Year History*. Annual Review of Environment and Resources, **46**(1), pp. 1-33. <https://doi.org/10.1146/annurev-enviro-012220-010822>
- ESPER J., KLIPPEL L., KRUSIC P.J., KONTER O., RAIBLE C.C., XOPLAKI E., LUTERBACHER J., BÜNTGEN U., 2020 – *Eastern Mediterranean summer temperatures since 730 CE from Mt. Smolikas tree-ring densities*. Climate Dynamics, **54**(3), pp. 1367-1382. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-05063-x>
- FARINA A., 2000 – *The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics*. BioScience, **50**(4), pp. 313-320. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0313:TCLAAM\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0313:TCLAAM]2.3.CO;2)
- FOSTER D., SWANSON F., ABER J., BURKE I., BROKAW N., TILMAN D., KNAPP A., 2003 – *The Importance of Land-Use Legacies to Ecology and Conservation*. BioScience, **53**(1), pp. 77-88. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0077:TIOLUL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0077:TIOLUL]2.0.CO;2)
- GARBARINO M., MORRESI D., URBINATI C., MALANDRA F., MOTTA R., SIBONA E.M., VITALI A., WEISBERG P.J., 2020 – *Contrasting land use legacy effects on forest landscape dynamics in the Italian Alps and the Apennines*. Landscape Ecology, **35**(12), pp. 2679-2694. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01013-9>
- GARBARINO M., WEISBERG P.J., 2020 – *Land-use legacies and forest change*. Landscape Ecology, **35**(12), pp. 2641-2644. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01143-0>
- GAVILÁN R., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., 1997 – *Climatic discrimination of Mediterranean broad-leaved sclerophyllous and deciduous forests in central Spain*. Journal of Vegetation Science, **8**(3), pp. 377-386. <https://doi.org/10.2307/3237327>
- GILBERT J., KEEN C., WILLIAMS E., 2017 – *The Italian Angevins: Naples and Beyond, 1266-1343*. Italian Studies, **72**(2), pp. 121-127. <https://doi.org/10.1080/00751634.2017.1306941>
- HOLDRIE L.R., 1947 – *Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data*. Science, **105**(2727), pp. 367-368. <https://doi.org/10.1126/science.105.2727.367>
- HUTCHINSON M.F., 1999 – *ANUSPLIN Version 4.0 User Guide* Centre for Resources and Environmental Studies, Australian National University, Canberra, Australia.
- KAITTGE J., DÍAZ S., LAVOREL S., PRENTICE I.C., LEADLEY P., BÖNISCH G., GARNIER E., WESTOBY M., REICH P.B., WRIGHT I.J., CORNELISSEN J.H.C., VIOLLE C., HARRISON S.P., VAN BODEGOM P.M., REICHTSTEIN M., ENQUIST B.J., SOUDZILOVSKAIA N.A., ACKERLY D.D., ANAND M., ATKIN O., BAHN M., BAKER T.R., BALDOCCHI D., BEKKER R., BLANCO C.C., BLONDER B., BOND W.J., BRADSTOCK R., BUNKER D.E., CASANOVES F., CAVENDER-BARES J., CHAMBERS J.C., CHAPIN III F.S., CHAVE J., COOMES D., CORNWELL W.K., CRAINE J.M., DOBRIN B.H., DUARTE L., DURKA W., ELSER J., ESSER G., ESTIARTE M., FAGAN W.F., FANG J., FERNÁNDEZ-MÉNDEZ F., FIDELIS A., FINEGAN B., FLORES O., FORD H., FRANK D., FRESCHET G.T., FYLLAS N.M., GALLAGHER R.V., GREEN W.A., GUTIERREZ A.G., HICKLER T., HIGGINS S.I., HODGSON J.G., JALILI A., JANSEN S., JOLY, C.A., KERKHOFF A.J., KIRKUP D., KITAJIMA K., KLEYER M., KLOTZ S., KNOPS J.M.H., KRAMER K., KÜHN I., KUROKAWA H., LAUGHLIN D., LEE T.D., LEISHMAN M., LENS F., LENZ T., LEWIS S.L., LLOYD J., LLUSIÀ J., LOUAULT F., MA S., MAHECHA M.D., MANNING P., MASSAD T., MEDLYN B.E., MESSIER J., MOLES A.T., MÜLLER S.C., NADROWSKI K., NAEEM S., NIINEMETS Ü., NÖLLERT S., NÜSKE A., OGAYA R., OLEKSYN J., ONIPCHENKO V.G., ONODA Y., ORDOÑEZ J., OVERBECK G., OZINGA W.A., PATIÑO S., PAULA S., PAUSAS J.G., PEÑUELAS J., PHILLIPS O.L., PILLAR V., POORTER H., POORTER L., POSCHLOD P., PRINZING A., PROULX R., RAMMIG A., REINSCHE F., REU B., SACK L., SALGADO-NEGRET B., SARDANS J., SHIODERA S., SHIPLEY B., SIEFERT A., SOSINSKI E., SOUSSANA J.-F., SWAINE E., SWENSON N., THOMPSON K., THORNTON P., WALDRAM M., WEIHER E., WHITE M., WHITE S., WRIGHT S.J., YGUEL B., ZAEHLE S., ZANNE A.E., WIRTH C., 2011 – *TRY – a global database of plant traits*. Global Change

- Biology, **17**(9), pp. 2905-2935. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x>
- KEELEY J.E., STEPHENSON N.L., 2000 – *Restoring natural fire regimes to the Sierra Nevada in an era of global change*. In: D.N. Cole, S.F. McCool, W.T. Borrie & J. O’Loughlin (eds.) “Wilderness Science in a Time of Change” Conference, Vol. **5**, Wilderness Ecosystems, Threats, and Management, May 23-27, 1999, Missoula, MT, Proc. RMRS-P-15, Ogden, UT, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 015, pp. 255-265. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/21871>
- KLIMASZEWSKI-PATTERSON A., MENSING S., 2020 – *Paleoecological and paleolandscapes modeling support for pre-Columbian burning by Native Americans in the Golden Trout Wilderness Area, California, USA*. Landscape Ecology, **35**(12), pp. 2659-2678. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01081-x>
- KOHFELD K.E., HARRISON S.P., 2000 – *How well can we simulate past climates? Evaluating the models using global palaeoenvironmental datasets*. Quaternary Science Reviews, **19**(1), pp. 321-346. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00068-2)
- LAVOREL S., CRAMER W., 1999 – *Plant functional types and disturbance dynamics*. J. Veg. Sci, **10**, pp. 603-730.
- LEGGIO T., 1989 – *Forme di insediamento in Sabina e nel Reatino nel Medioevo. Alcune considerazioni*. Bollettino dell’Istituto Storico Italiano per il Medioevo e Archivio Muratoriano, **95**, pp. 165-202.
- LEWIS H.T., 1973 – *Patterns of Indian burning in California: Ecology and ethnohistory*. Ballena Press.
- LÜNING S., SCHULTE L., GARCÉS-PASTOR S., DANLADI I.B., GÁLKA M., 2019 – *The Medieval Climate Anomaly in the Mediterranean Region*. Paleoceanography and Paleoclimatology, **34**(10), pp. 1625-1649. <https://doi.org/10.1029/2019PA003734>
- MARTIN S.L., HAMLIN Q.F., KENDALL A.D., WAN L., HYNDMAN D.W., 2021 – *The land use legacy effect: looking back to see a path forward to improve management*. Environmental Research Letters, **16**(3), 035005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe14c>
- MCGILL B.J., DORNELAS M., GOTELLI N.J., MAGURRAN A.E., 2015 – *Fifteen forms of biodiversity trend in the Anthropocene*. Trends in Ecology & Evolution, **30**(2), pp. 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.11.006>
- MCINTYRE S., DÍAZ S., LAVOREL S., CRAMER W., 1999 – *Plant functional types and disturbance dynamics – Introduction*. Journal of Vegetation Science, **10**(5), pp. 603-608. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.1999.tb00103.x>
- MENSING S., TUNNO I., CIFANI G., PASSIGLI S., NOBLE P., ARCHER C., PIOVESAN G., 2016 – *Human and climatically induced environmental change in the Mediterranean during the Medieval Climate Anomaly and Little Ice Age: A case from central Italy*. Anthropocene, **15**, pp. 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.003>
- MENSING S., SCHOOLMAN E.M., PALLI J., PIOVESAN G., 2020 – *A consilience-driven approach to land use history in relation to reconstructing forestland use legacies*. Landscape Ecology, **35**(12), pp. 2645-2658. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01079-5>
- MERCURI A.M., 2014 – *Genesis and evolution of the cultural landscape in central Mediterranean: the ‘where, when and how’ through the palynological approach*. Landscape Ecology, **29**(10), pp. 1799-1810. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0093-0>
- MOONEY H.A., DUNN E.L., 1970 – *Convergent Evolution of Mediterranean-Climate Evergreen Sclerophyll Shrubs*. Evolution, **24**(2), pp. 292-303. <https://doi.org/10.2307/2406805>
- MUIR J., 1977 – *The mountains of California*. Ten Speed Press.
- NEUBOLD T., ADAMS G.L., ALBALADEJO ROBLES G., BOAKES E.H., BRAGA FERREIRA G., CHAPMAN A.S.A., ETARD A., GIBB R., MILLARD J., OUTHWAITE C.L., WILLIAMS J.J., 2019 – *Climate and land-use change homogenise terrestrial biodiversity, with consequences for ecosystem functioning and human well-being*. Emerging Topics in Life Sciences, **3**(2), pp. 207-219. <https://doi.org/10.1042/ETLS20180135>
- PARKER A.J., 2002 – *Fire in Sierra Nevada Forests: Evaluating the Ecological Impact of Burning by Native Americans*. In: T.R. Vale (ed.) “Fire, Native Peoples, and the Natural Landscape”, pp. 233-267, Island Press.
- PETERS-CUSTOT A., 2002 – *Le monastère de Carbone au début du XIV^e siècle*. Mélanges de l’école française de Rome, **114**(2), pp. 1045-1066. <https://doi.org/10.3406/mefr.2002.9263>
- PRENTICE I.C., CRAMER W., HARRISON S.P., LEEMANS R., MONSERUD R.A., SOLOMON A.M., 1992a – *A Global Biome Model Based on Plant Physiology and Dominance, Soil Properties and Climate*. Journal of Biogeography, **19**(2), pp. 117-134. <https://doi.org/10.2307/2845499>
- PRENTICE I.C., GUIOT J., HARRISON S.P., 1992b – *Mediterranean vegetation, lake levels and palaeoclimate at*

- the Last Glacial Maximum*. Nature, **360**(6405). <https://doi.org/10.1038/360658a0>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023 – *QGIS Geographic Information System* QGIS Association. <https://www.qgis.org>
- QUÉZEL P., BARBERO M., 1982 – *Definition and characterization of Mediterranean-type ecosystems*. Ecologia Mediterranea, **8**(1), pp. 15-29. <https://doi.org/10.3406/ecmed.1982.1929>
- RETUERTO R., CARBALLEIRA A., 1991 – *Defining phytoclimatic units in Galicia, Spain, by means of multivariate methods*. Journal of Vegetation Science, **2**(5), pp. 699-710. <https://doi.org/10.2307/3236180>
- RIDDING L.E., NEWTON A.C., REDHEAD J.W., WATSON S.C.L., ROWLAND C.S., BULLOCK J.M., 2020 – *Modelling historical landscape changes*. Landscape Ecology, **35**(12), pp. 2695-2712. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01059-9>
- RUNDEL P.W., ARROYO M.T.K., COWLING R.M., KEELEY J.E., LAMONT B.B., PAUSAS J.G., VARGAS P., 2018 – *Fire and Plant Diversification in Mediterranean-Climate Regions*. Frontiers in Plant Science, **9**. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00851>
- RUSCH G.M., PAUSAS J.G., LEPS J., 2003 – *Plant Functional Types in relation to disturbance and land use: Introduction*. Journal of Vegetation Science, **14**(3), pp. 307-310. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02156.x>
- RUSSO G., 2017 – *Il monastero cistercense di Santa Maria del Sagittario di Chiaromonte dalla fondazione alla commenda e le sue più antiche pergamene (1320-1472)*. Archivio Storico per la Calabria e la Lucania, **83**, pp. 39-148.
- SCHOOLMAN E.M., MENSING S., PIOVESAN G., 2018 – *Land Use and the Human Impact on the Environment in Medieval Italy*. The Journal of Interdisciplinary History, **49**(3), pp. 419-444. https://doi.org/10.1162/jinh_a_01303
- SPECHT R.L., 1969 – *A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of Mediterranean type climates in France, California, and Southern Australia. I. Structure, morphology, and succession*. Australian Journal of Botany, **17**(2), pp. 277-292. <https://doi.org/10.1071/bt9690277>
- STEFFEN W., GRINEVALD J., CRUTZEN P., MCNEILL J., 2011 – *The Anthropocene: conceptual and historical perspectives*. Philosophical Transactions of the Royal Society, A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, **369**(1938), pp. 842-867. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>
- STEPHENSON N., PARSONS D., SWETNAM T., 1989 – *Restoring natural fire to the sequoia-mixed conifer forest: Should intense fire play a role?* Proc. of 17th Tall Timbers Fire Ecology Conference, **17**, pp. 321-337.
- TAYLOR A.H., TROUET V., SKINNER C.N., STEPHENS S., 2016 – *Socioecological transitions trigger fire regime shifts and modulate fire-climate interactions in the Sierra Nevada, USA, 1600-2015 CE*. Proc. National Academy of Sciences, **113**(48), pp. 13684-13689. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609775113>
- VELDKAMP A., LAMBIN E.F., 2001 – *Predicting land-use change*. Agriculture, Ecosystems & Environment, **85**(1), pp. 1-6. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00199-2)
- VOS W., MEEKES H., 1999 – *Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future*. Landscape and Urban Planning, **46**(1), pp. 3-14. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00043-2)
- WHEELER-VOEGELIN E., 1938 – *Tübatulabal Ethnography*. University of California Press.
- WOODWARD F.I., 1987 – *Climate and Plant Distribution*. Cambridge University Press.



Marco Palmieri*

Il genere *Helix* in Emilia-Romagna

Riassunto

Si presenta di seguito una sintesi delle informazioni desunte da censimenti, ricerche bibliografiche e analisi di reperti archeomalacologici riguardanti la distribuzione storica e attuale in Emilia-Romagna dei molluschi appartenenti al genere *Helix* Linnaeus, 1758. Con la recente e inedita scoperta di una localizzata popolazione di *H. ligata* in un sito dell'Appennino tosco-romagnolo, nel territorio comunale di Verghereto (FC), salgono a cinque le specie congeneri attestate in regione. Sulla base dei dati disponibili viene fornito un sintetico quadro sulla loro distribuzione storica e attuale sul territorio.

Abstract

The *Helix* genus in Emilia-Romagna. The results of field investigations and analyses of archaeomalacological finds – concerning the molluscs belonging to the *Helix* genus Linnaeus, 1758 found in Emilia-Romagna, Italy – are discussed. After the recent and unprecedented discovery of a localised population of *H. ligata* at an Apennine site in the municipality of Verghereto (province of Forlì-Cesena), there are now five species of the same genus recognised in this region. Based on the data available, a concise description of the distribution of this genus is provided.

Parole chiave: Malacofauna in Emilia-Romagna, *Helix cincta*, *H. ligata*, *H. lucorum*, *H. pomatia*, *H. straminea*

Keywords: Malacofauna in Emilia-Romagna, Italy, *Helix cincta*, *H. ligata*, *H. lucorum*, *H. pomatia*, *H. straminea*

1. Premessa

Con la recente e inedita scoperta di una localizzata popolazione di *H. ligata* in un sito dell'Appennino tosco-romagnolo, nel territorio comunale di Verghereto (FC), salgono a cinque le specie appartenenti al genere *Helix* attestate in Emilia-Romagna (Fig. 1).

* Archeologo, Via A. Ferrari 1, 40056 VALSAMOGGIA (BO); e-mail: palma_bo@libero.it.

Questa notevole varietà di specie congeneri deriva da una molteplicità di fattori e, in particolare, dalla collocazione del territorio in esame, sito al confine meridionale dell'areale di specie a distribuzione sostanzialmente transpadana, come *H. pomatia*, e al limite settentrionale dell'areale di specie dell'Italia centrale e meridionale, come *H. straminea* e la già citata *H. ligata*.

Dinamiche di origine antropica hanno poi giocato un ruolo fondamentale, soprattutto in un ambito così modificato dalle attività umane come la Pianura Padana, nella storia del popolamento di queste specie, determinando contrazioni o espansioni demografiche, locali estinzioni e, molto probabilmente, apporti di elementi alloctoni.

Sotto questo aspetto l'indagine storica e attuale della distribuzione di determinate faune si rivela, al di là del diretto interesse di carattere biogeografico, ricca di rilevanti implicazioni di carattere paleoeconomico. È il caso, ad esempio, dell'introduzione in Europa, durante la prima età imperiale o nel periodo immediatamente precedente, di *H. cincta*, specie originaria del Mediterraneo orientale attualmente diffusa in tutti i Paesi affacciati sull'alto Adriatico e in molte regioni dell'Italia settentrionale.



Fig. 1 – 1) *Helix lucorum*; 2) *Helix cincta*; 3) *Helix ligata*; 4) *Helix pomatia*; 5) *Helix straminea*.

2. Materiali e metodi

Le informazioni di seguito riportate sono state desunte in parte da osservazioni dirette (talvolta accidentali, più spesso condotte nel corso di attività di censimento malacologico), in parte dalla consultazione del materiale edito disponibile.

I dati riguardanti la presenza storica delle malacofaune esaminate derivano da recenti studi archeomalacologici e dalla letteratura naturalistica ottocentesca sull'argomento.

Per l'inquadramento tassonomico delle specie presentate si è fatto riferimento alla *check-list* redatta da Bank & Neubert (2017).

3. Risultati

3.1. *Helix lucorum* (Fig. 2)

Specie mesofila che si rinviene in arbusteti, boschi radi, giardini e parchi.

Attestata, secondo gli Autori ottocenteschi, già dal Pliocene nella var. *pliocenica* (Coppi, 1881), *H. lucorum* risulta essere l'unica rappresentante del genere *Helix* presente in Emilia-Romagna fino all'Età del Ferro, ben documentata durante l'Età del Bronzo (Picaglia, 1892a) e moderatamente frequente nei depositi delle epoche successive.

Oggi è diffusa su larga parte del territorio pianiziale e collinare della regione, fino all'approssimativo limite altimetrico di 900 m s.l.m. (Cianfanelli & Lori, 2007). In diversi contesti nemorali se ne registra una presenza particolarmente abbondante, come nel caso di alcune aree interne al SIC-ZPS "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" in provincia di Bologna (Albano *et al.*, 2013), dell'ARE "Bisana" (BO) e del limitrofo bosco della Panfilia (FE) (dati personali inediti).



Fig. 2 – *Helix lucorum*: 1) *Crespellano* (BO); 2) *Bosco della Panfilia* (FE); 3) *Castenaso* (BO)

3.2. *Helix cincta* (Fig. 3)

Specie meso-xerofila probabilmente originaria dei Paesi del Mediterraneo orientale (Korábek *et al.*, 2014), vive prevalentemente in ambienti aperti e arbusteti, spesso in contesti ruderali o in prossimità degli stessi.

Attestata archeologicamente a partire dalla prima Età imperiale, rappresenta in alcune epoche la specie più comune nei contesti urbani (Palmieri, 2020 e dati personali inediti).

Per il comparto di pianura, se ne ha documentazione archeologica fino alla tarda Età moderna, ma ancora a fine Ottocento viene annoverata tra le specie rinvenute in contesto planiziale (Picaglia, 1891).



Fig. 3 – *Helix cincta* da contesti attuali (1-3) e storici (4-6). 1) Varignana (BO); 2) Casalborsetti (RA); 3) Monteveglio (BO); 4) Bologna, via Oberdan, Palazzo Tubertini, scavi 2015-2016 (Età tardoantica); 5) Bologna, via delle Belle Arti/via del Guasto, scavi 2014 (Età imperiale); 6) Ozzano dell'Emilia (BO), area archeologica di Claterna, settore 16, scavi 2019 (Età tardoantica).

Pur in assenza di diretti riscontri, se ne presume un popolamento storico anche nella fascia pedecollinare e collinare delle province orientali e centrali della regione, dove è tutt'ora presente, con limite occidentale di distribuzione

rappresentato dai comparti orientali della provincia di Reggio Emilia (Bassi, 2020).

Le pinete del litorale ravennate e ferrarese costituiscono la sola area del territorio esaminato nella quale la specie si rinviene tutt'oggi al di fuori dell'areale appena descritto.

3.3. *Helix pomatia* (Fig. 4)

Specie mesofila che predilige ambienti freschi con almeno parziale copertura arborea o arbustiva, della quale non si hanno testimonianze archeologiche in Emilia-Romagna.

Non trovano riscontro nell'attuale popolamento le non sempre circostanziate e attendibili segnalazioni ottocentesche per il settore appenninico delle province di Modena e Reggio Emilia, la pianura modenese (Massa Finalese) e reggiana (Albinea) e le province di Bologna e Piacenza (Picaglia, 1891, 1892b).

L'odierna distribuzione è limitata all'area golenale del Fiume Po, con la sola eccezione rappresentata dalla più meridionale stazione della Riserva naturale orientata delle Dune Fossili di Massenzatica (FE).



Fig. 4 – *Helix pomatia*: 1) *Luzzara* (RE); 2) *Guastalla* (RE)

3.4. *Helix straminea* (Fig. 5)

Specie mesofila solitamente presente in ambienti forestali o con almeno parziale copertura arborea o arbustiva.

Nonostante la difficoltà di riconoscimento di questa specie rispetto alla congenere *H. lucorum* sulla base dei soli caratteri conchigliari, si ritengono verosimilmente riferibili a *H. straminea* alcuni nicchi rinvenuti in depositi di

Età tardomedievale della pianura felsinea (Bassi & Palmieri, 2017; Negrelli *et al.*, 2018).

Le attuali segnalazioni di *H. straminea*, riguardanti alcune località dell'Appennino tosco-romagnolo e una stazione dell'alta pianura bolognese, in località Monteveglio (comune di Valsamoggia) (Bassi & Palmieri, 2017; Palmieri, 2019), sono basate sulla sola morfologia conchigliare e necessiterebbero di conferme basate su analisi più approfondite di carattere anatomico.



Fig. 5 – *Helix straminea* da contesti attuali (1) e storici (2). 1) Monteveglio (BO); 2) Funo di Argelato (BO), via Funo, scavi 2016-2018 (Età tardomedievale).

3.5. *Helix ligata* (Fig. 6)

Specie mesofila che generalmente si rinviene in boschi radi o al limite di aree afforestate di zone montuose o collinari, della quale non si ha alcuna testimonianza storica in regione.



Fig. 6 – *Helix ligata*: 1) Camaldoli (AR); 2-3) Balze di Verghereto (FC).

Attualmente la sola popolazione nota, documentata per la prima volta nel 2022, è situata in località Balze di Verghereto (FC), nell'Appennino romagnolo, e occupa una ristretta area al limite dell'abitato nella quale è stato effettuato un rimboschimento di conifere (*Picea abies*).

Tale popolazione, assieme a quelle rinvenute nel vicino territorio di Camaldoli (AR), in merito alle quali si hanno attestazioni storiche e attuali (Terzani *et al.*, 2012), definisce ad oggi il limite settentrionale dell'areale della specie.

4. Conclusioni

Il territorio dell'Emilia-Romagna rappresenta oggi il limite dell'areale di molte delle specie del genere *Helix* presenti in Italia, costituendo un fertile terreno di indagine per comprendere le dinamiche del popolamento di queste malacofaune nel corso dei secoli e l'influenza che i fattori naturali e, soprattutto, antropici hanno avuto nei processi in questione.

Per quanto riguarda la definizione certa della presenza attuale di *Helix straminea* in regione sono necessarie, come sopra accennato, analisi anatomiche. Si segnala tuttavia che reiterate ricerche di esemplari vivi di *H. straminea* nella stazione di Monteveglio (vedi sopra) hanno purtroppo dato esito negativo e si sospetta che la popolazione in oggetto possa essersi estinta a seguito di operazioni di ripristino del sentiero che attraversa il sito, operazioni che hanno comportato la trinciatura o l'asportazione di molta della vegetazione arborea e arbustiva presente.

Lo studio dell'evoluzione del popolamento storico delle faune in oggetto risulta invece gravemente ostacolato dalla mancanza di corrette pratiche di recupero dei resti faunistici durante gli scavi archeologici, problematica già da tempo discussa e che troverebbe soluzione solamente in una differente formazione di archeologi e operatori di scavo e in una conseguente maggiore sensibilità di questi ultimi nei confronti dei reperti malacologici e degli ecofatti¹ in genere.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Dott. Danio Miserocchi per i dati inediti relativi ai ritrovamenti di *Helix straminea* in alcune località dell'Appennino tosco-romagnolo.

¹ In ambito archeologico con il termine “ecofatto” – contrapposto a “manufatto” – si designa ogni reperto derivante da processi naturali (es. un seme, un osso, una conchiglia) e non da elaborazione umana.

Bibliografia

- ALBANO P.G., BASSI V., D'OCCHIO P., STRAZZARI G., SUCCETTI F., SABELLI B., 2013 – *Land molluscs of forest habitats of four “Natura 2000” sites in Emilia-Romagna, with notes on the date of settlement of the alien species *Bulgarica denticulata**. Bollettino Malacologico, **49**, pp. 81-100.
- BANK R.A., NEUBERT E., 2017 – *Checklist of the land and freshwater Gastropoda of Europe*. Ultimo aggiornamento: 16 luglio 2017.
- BASSI V., 2020 – *Molluschi conchigliati della provincia di Reggio Emilia*. Supplemento al Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali “C. Iacchetti”, 68 pp.
- BASSI V., PALMIERI M., 2017 – *Sulla presenza storica ed attuale di *Helix straminea* Briganti, 1825 (Gastropoda: Helicidae) in provincia di Bologna (Emilia-Romagna, Italia)*. Alleryana, **35**(2), pp. 81-86.
- CIANFANELLI S., LORI E., 2007 – *La malacofauna del comprensorio delle Tre Limentre-Reno*. Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Sezione Zoologica “La Specola”, 66 pp.
- COPPI F., 1881 – *Paleontologia modenese o guida al paleontologo con nuove specie*. Società Tipografica Modenese, Modena, 142 pp.
- KORÁBEK O., JUŘIČKOVÁ L., PETRUSEK A., 2014 – *Resurrecting *Helix straminea*, a forgotten escargot with trans-Adriatic distribution: first insights into the genetic variation within the genus *Helix* (Gastropoda: Pulmonata)*. Zoological Journal of the Linnean Society, **171**(1), pp. 72-91.
- NEGRELLI C., PALMIERI M., TROCCHI T., 2018 – *Un villaggio ai confini del Saltopiano. Funo e la pianura bolognese tra X e XIII secolo*. In: F. Sogliani, B. Gargiulo, E. Annunziata, V. Vitale (a cura di) “VIII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale”, Vol. 2, Sez. III, All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 61-67.
- PALMIERI M., 2019 – *La malacofauna terrestre e dulcicola del Parco Regionale dell'Abbazia di Monteveglio (BO)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **150**, pp. 161-172.
- PALMIERI M., 2020 – *Le malacofaune dai contesti archeologici della pianura bolognese. Primi contributi sul tema*. Suppl. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **151**, 121 pp.
- PICAGLIA L., 1891 – *Contributo alla fauna malacologica dell'Emilia. Molluschi del Modenese e del Reggiano*. Atti Soc. Nat. di Modena, **25**, pp. 35-54.
- PICAGLIA L., 1892a – *Contributo alla malacologia fossile dell'Emilia. Molluschi terrestri e fluviatili del Modenese e Reggiano*. Atti Soc. Nat. di Modena, **26**, pp. 157-177 e 226.
- PICAGLIA L., 1892b – *Molluschi terrestri e fluviatili viventi nelle provincie di Modena e Reggio*. Bollettino della Società Malacologica Italiana, **16**, pp. 83-232.
- TERZANI F., ROCCHI R., CIANFANELLI S., CIANFERONI F., BABIANO F., MAZZA G., ZINETTI F., 2012 – *Invertebrati della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli*. In: A. Bottacci (a cura di) “La Riserva naturale biogenetica di Camaldoli, 1012-2012, Mille Anni di rapporto uomo-foresta”, AGC, 328 pp.



Roberto Simonini*, Marco Donnarumma*

Riscoperta di un campione storico di *Amphinome rostrata* (Annelida) nelle collezioni del Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia[†]

Riassunto

*Gli armadi del Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia (MZAC) conservano diversi invertebrati non determinati. In questo lavoro è stato esaminato un esemplare di anellide marino di grandi dimensioni e in ottimo stato di conservazione ma con etichetta identificativa incompleta. L'analisi ha permesso l'attribuzione alla specie *Amphinome rostrata*, un polichete amphinomide che colonizza substrati galleggianti. Questa specie vive in acque oceaniche tropicali e subtropicali ma può raggiungere anche le coste mediterranee tramite rafting. Le informazioni presenti sull'etichetta sono coerenti con il contesto storico e geografico indicato (1881, Golfo di Cagliari); negli archivi del MZAC sono riportate diverse donazioni da parte del prof. G. Falconi (medico cagliaritano) al prof. A. Carruccio (allora direttore del Museo a Modena, ma formatosi in Sardegna). In Italia, esemplari museali di *A. rostrata* sono depositati solo presso la Stazione Zoologica di Napoli e sono più recenti di quello del MZAC. Il campione "riscoperto" può quindi contribuire a valorizzare ulteriormente le collezioni del Museo di Modena.*

Abstract

*Rediscovery of *Amphinome rostrata* (Annelida) from the collection of the Museum of Zoology and Comparative Anatomy of Modena and Reggio Emilia University. The cabinets of the Museum of Zoology and Comparative Anatomy of the University of Modena and Reggio Emilia (MZAC) contain some unidentified invertebrates. In this work, a large, well-preserved specimen of an annelid with an incomplete identification label was examined. The analysis allowed its attribution to the *Amphinome**

* Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA; e-mail: roberto.simonini@unimore.it

† Il presente lavoro deriva dalla tesi di laurea triennale in Scienze Naturali di Marco Donnarumma, discussa il 15 dicembre 2021 presso il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

rostrata species, an amphinomid polychaete that colonizes floating debris. It lives in tropical and subtropical ocean waters but can also reach Mediterranean coasts by rafting. The information on the label is consistent with the historical and geographical context indicated (1881, Gulf of Cagliari, Sardinia). In the MZAC archives, several donations from Professor G. Falconi (a physician from Cagliari) to Professor A. Carruccio (then Director of the Museum in Modena, but trained in Sardinia) are reported. In Italy, museum specimens of *A. rostrata* are known only from the collections of the Zoological Station of Naples. The “rediscovered” sample can therefore provide additional value to the MZAC collections.

Parole chiave: collezioni zoologiche, Amphinome rostrata, Mediterraneo, policheti

Keywords: zoological collection, Amphinome rostrata, Mediterranean Sea, polychaetes

1. Introduzione

Le collezioni del Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell’Università di Modena e Reggio Emilia (MZAC) sono estremamente importanti per qualità, quantità e valore storico. La maggior parte dei campioni del MZAC è costituita da vertebrati (più di 3200 pezzi). Per quanto riguarda gli invertebrati, oltre a un’importante collezione malacologica e numerose scatole entomologiche, si contano alcune centinaia di esemplari di invertebrati marini, come spugne, meduse, coralli, crostacei, echinodermi e numerosi anellidi. Molti di questi esemplari appartengono a collezioni ottocentesche, come attestato dai cartellini d’epoca, che di norma includono data di acquisizione, luogo di origine e nome della specie (Ansaloni *et al.*, 2008; Gambarelli *et al.*, 2017). Altri campioni, non esposti, sono custoditi in armadi e, benché in buone condizioni di conservazione, hanno spesso cartellini incompleti o mancanti del tutto. Tra questi vi era un campione di anellide polichete di dimensioni cospicue (circa 20-25 cm) conservato in un cilindro riempito di liquido. L’etichetta esterna riportava la scritta “Golfo di Cagliari 1881, dono Falconi” e un punto interrogativo al posto del nome della specie. Mancavano numero di catalogo e inventario, ma era presente un’etichetta interna (Fig. 1).

Questo studio riporta i risultati della determinazione del campione, basata sui caratteri morfologici, la descrizione dell’ecologia della specie e una proposta per il suo inquadramento nella storia del MZAC. L’obiettivo era contribuire all’arricchimento delle collezioni museali tramite la caratterizzazione di un pezzo storico finora ignorato e non catalogato.

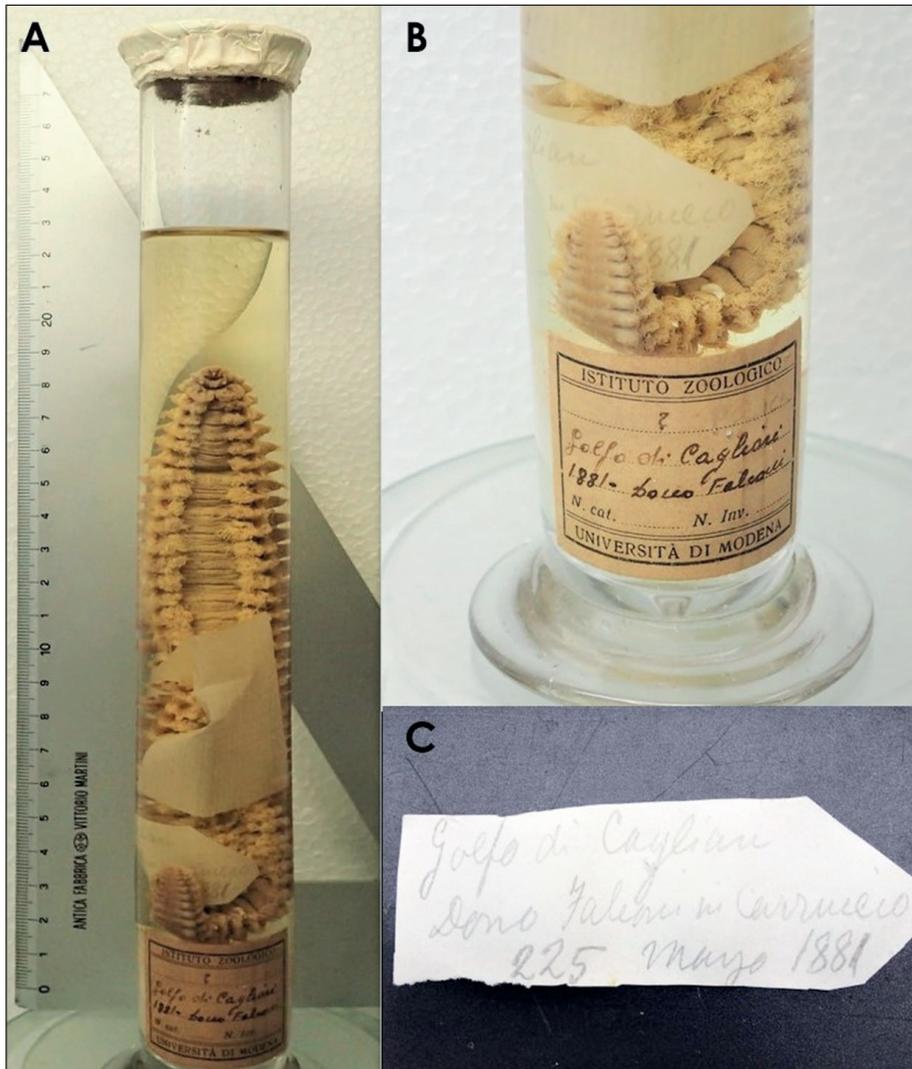


Fig. 1 – Il campione di anellide oggetto dello studio. A) Esemplare nel contenitore originale, prima della sua apertura; B) Dettaglio dell'etichetta posta alla base del contenitore: notare il "?" al posto del nome scientifico; C) Etichetta interna estratta dal campione dopo l'apertura.

2. Materiali e metodi

Il referente del MZAC, Dott. Andrea Gambarelli, ha confermato che questo campione non era presente negli archivi e inventari normalmente utilizzati per catalogare le collezioni. Dopo avere scattato alcune fotografie, il campione è stato trasferito nel laboratorio di ecologia marina del Dipartimento di Scienze della Vita e trattato sotto cappa. Qui è stato rimosso il tappo del cilindro, costituito da un disco di vetro sigillato tramite materiale ceroso, poi l'anellide è stato trasferito dal cilindro a un nuovo contenitore riempito con etanolo al 70%. Il contenuto del cilindro è stato filtrato e, dopo lavaggio in acqua, esaminato allo stereo-microscopio. Oltre all'etichetta interna sono stati recuperati tramite pinzette i batuffoli di cotone che mantenevano in posizione l'anellide e tutti i detriti presenti.

L'anellide è stato fotografato in vaschette contenenti etanolo al 70% sia *in toto* sia focalizzandosi su dettagli anatomici del capo, del corpo (parapoli, branchie e chete) e della porzione terminale, utili alla determinazione tassonomica. Per identificare la specie sono state utilizzate pubblicazioni contenenti chiavi dicotomiche di anellidi policheti (Rouse & Pleijel, 2001; Barroso & Paiva, 2007; Liñero-Arana & Díaz, 2010; Borda *et al.*, 2012). Una volta terminata la determinazione, il campione è stato riposto nel cilindro originale, riempito con etanolo a 70%, tappato e quindi restituito al MZAC pronto per essere esposto. Le foto del campione *in toto* e allo stereo-microscopio sono state ottenute tramite fotocamera Olympus TG-6.

Parallelamente è stata eseguita una ricerca nei registri cartacei del MZAC in modo da verificare l'esistenza di riscontri che confermassero la donazione del reperto al museo, supportassero la determinazione e integrassero le informazioni mancanti nell'etichetta.

3. Risultati

L'analisi macroscopica ha evidenziato che il campione era sbiancato ma in ottimo stato di conservazione e integro, con tutte le parti utili alla determinazione ancora presenti (prostomio e parapodi con le relative appendici le chete).

Allo stereo-microscopio il prostomio appariva molto piccolo, tondo e con strie ventrali (Fig. 2). Era provvisto nella sua parte anteriore di un paio di palpi cirriformi localizzati nel bordo anteriore del segmento boccale, mentre sul bordo anteriore si trovava una coppia di antenne laterali (antenne pari) ciascuna con un anello basale. Posteriormente ad esse è presente un'antenna impari, inserita proprio di fronte alla caruncola, un organo di senso impari presente tipico della famiglia Amphinomidae. Nel campione, la caruncola era piccola, liscia e si estendeva solamente fino al secondo segmento (Fig. 2). La bocca si apriva ventralmente all'altezza del terzo segmento e si allungava in quelli immediatamente successivi.

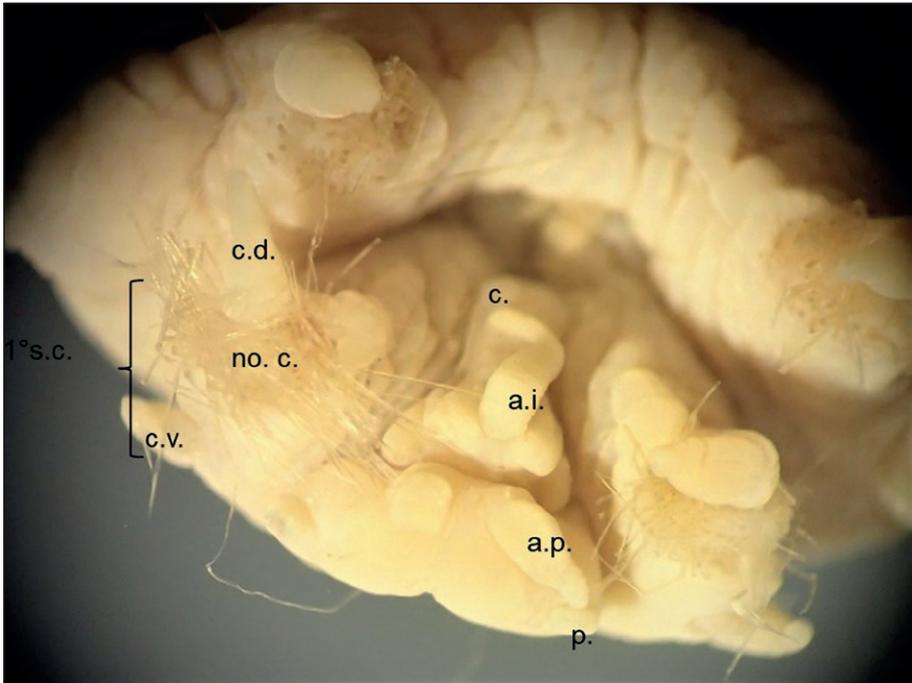


Fig. 2 – Dettaglio del prostomio e del primo chetigero con i caratteri morfologici utili alla determinazione: c. = caruncula; a.i. = antenna impari; a.p. = antenna pari; p. = palpo; c.v. = cirro ventrale (neuropodio); c.d. = cirro dorsale (notopodio); 1° s.c. = primo segmento chetigero completo; no.c. = notochete capillari.

I parapodi erano relativamente brevi e tozzi. Essi presentavano un notopodio e un neuropodio ben separati, provvisti rispettivamente di notochete e neurochete. Erano provvisti di un cirro dorsale e uno ventrale, situati posteriormente al fascicolo delle chete (Fig. 2). A partire dal secondo segmento, i parapodi portavano branchie arborescenti. Il corpo, di sezione quadrata e allungato, si restringeva progressivamente a partire da metà della lunghezza (23 cm). Queste caratteristiche hanno permesso di determinare il campione attribuendolo alla specie *Amphinome rostrata* (Pallas 1766) (Fig. 3).

L'osservazione allo stereo-microscopio ha evidenziato altri caratteri che supportavano la determinazione. Le branchie nella porzione centrale del tronco presentavano sei-sette tronchi principali che uscivano dalla base e si divideva in modo dicotomico fino a formare una massa intensamente ramificata, con lunghezza dei rami che si riduce progressivamente dalla porzione prossimale (interna) a quella distale (esterna). Le notochete si disponevano formando un'elica convessa. Erano tutte semplici e di due tipi: uno più spessa

e opaca con striature trasversali, nettamente dentate e altre, capillari, più sottili e di colore chiaro. Probabilmente in vivo, esse sono calcificate e fragili e infatti nel campione erano spesso spezzate alla base. Le neurochete erano più spesse e di aspetto aciculare, con l'estremità uncinata. Anche se in vivo sono meno numerose delle notochete, nel campione erano più abbondanti e meglio conservate probabilmente perché più robuste. Le acicule, sporgenti dai parapodi, presentavano punte robuste, specialmente quella dorsale che mostrava un ingrossamento terminale più largo di quella ventrale. Il pigidio era di forma rotonda con una profonda depressione dorsale, dove si apriva l'ano, e portava un paio di cirri anali rotondi all'estremità.



Fig. 3 – *Amphinome rostrata* su una pietra pomice galleggiante ricoperta dai cirripedi di cui si nutre il polichete (foto D. Riek, 2023).

L'analisi del cotone e del liquido di conservazione ha permesso di recuperare numerosi detriti, tra cui spiccavano numerose chete notopodiali e neuropodiali

identiche a quelle presenti sul corpo, e la carena di un crostaceo cirripede toracico, probabilmente appartenente a un esemplare di *Lepas anatifera*.

L'etichetta interna al cilindro riportava la scritta a matita "Golfo di Cagliari dono Falconi su Carruccio 225 marzo 1881", coerente con la scritta presente sull'etichetta esterna (Golfo di Cagliari 1881 - dono Falconi) (Fig. 1 B, C).

Nella documentazione dello MZAC sono stati trovati riferimenti a donazioni di anellidi per quel periodo. Anche i numeri di registro dell'epoca non erano coerenti con la cifra "225" dell'etichetta. Tuttavia, il nome "Falconi" è associato a donazioni di campioni dalla Sardegna acquisiti tra il 1870 e 1890. È stata inoltre riscontrata una forte somiglianza tra la calligrafia dell'etichetta e dei registri del periodo 1880-1885.

4. Discussione

L'eccellente stato di conservazione ha permesso di determinare il campione esaminato come *Amphinome rostrata*. Questa specie fu descritta per la prima volta nel 1766 dal famoso naturalista tedesco Peter Pallas come *Aphrodite rostrata*. Nel 1789, sulla base dei caratteri della specie il naturalista francese Jean-Guillaume Bruguière istituì il genere *Amphinome*, che avrebbe dato il nome alla famiglia Amphinomidae, eretta da Lamarck nel 1818 (Read & Fauchald, 2023).

Gli anfinomidi sono una famiglia di policheti marini, in cui molte specie portano chete mineralizzate con carbonato di calcio. Gli anfinomidi più conosciuti sono i vermi di fuoco, che possono causare irritazioni cutanee se le loro *chetae* contenenti tossine vengono a contatto con le persone (Ottuso, 2013). La famiglia Amphinomidae comprende specie dal corpo vermiforme (*Eurythoe*, *Amphinome*, *Hermodice*), oppure ovale e appiattito (*Euphrosyne*), con parapodi visibili e muniti di branchie. Altri caratteri che distinguono questi anellidi sono dati dalle setole estese al dorso fin sulla linea mediana, dai cirri di regola lunghi e filiformi, e soprattutto, da un particolare organo situato sul capo, la caruncola. La maggior parte delle specie appartenenti a questa famiglia vive nei mari tropicali, mentre nel Mediterraneo ne sono presenti meno di una decina (Barroso & Paiva, 2007; Liñero-Arana & Díaz, 2010; Borda *et al.*, 2012). Anche *A. rostrata* è comune in tutti i mari tropicali e subtropicali: sono stati segnalati esemplari sia nell'area indopacifica sia nell'Atlantico centrale. L'ampia distribuzione della specie è legata alle sue abitudini, piuttosto insolite per un polichete. Si tratta infatti di una specie che vive sui detriti galleggianti trasportati dalle correnti. Questi organismi sono predatori a tutti gli effetti e si cibano prevalentemente di crostacei cirripedi, in particolare quelli appartenenti al genere *Lepas* (Rouse & Pleijel, 2001; Fig. 3). Il ritrovamento di una carena di *Lepas* nel contenitore originale del campione esaminato rafforza i risultati

della determinazione tassonomica e suggerisce che anche questo esemplare sia stato rinvenuto su un detrito galleggiante colonizzato da cirripedi. Esistono avvistamenti di *A. rostrata* a latitudini relativamente elevate e in mari temperati (ad es. in Nuova Zelanda) ma sono relativamente rari (Barroso & Paiva, 2007; Liñero-Arana & Díaz, 2010; Borda *et al.*, 2012).

Questa specie non è inclusa nella *checklist* dei policheti presenti nei mari italiani (Castelli *et al.*, 2008), ma alcuni esemplari sono oggi conservati nel museo della Stazione zoologica A. Dohrn di Napoli. Essi sono stati raccolti a Bagnoli nel 1910, estraendoli da detriti colonizzati da cirripedi del genere *Lepas* (cfr. Zoological Collection at Stazione Zoologica “Anton Dohrn” di Napoli). Probabilmente in questi ritrovamenti gli esemplari di *A. rostrata* sono stati trasportati alla deriva tramite oggetti galleggianti che sono entrati in Mediterraneo tramite lo stretto di Gibilterra fino alle coste italiane in cui si sono arenati.

L'analisi nei registri del MZAC non ha permesso di risalire con certezza al momento in cui il campione è stato acquisito dal Museo. Tuttavia, anche grazie al confronto con le pubblicazioni sulla storia del Museo (Ansaloni *et al.*, 2008; Gambarelli *et al.*, 2017) è stato possibile trovare numerosi riscontri alle informazioni presenti sulle due etichette: la data di donazione (1881) il donatore (Falconi), il ricevente (Carruccio) e il luogo (Golfo di Cagliari). In particolare, alla fine del XIX secolo il Direttore del Museo era il professor Antonio Carruccio, un anatomista di origini sarde che si era formato all'Università di Sassari e in quella di Cagliari (Ansaloni *et al.*, 2008). Anche il professor Giovanni Falconi era un docente sardo di fine '800, attivo presso la Facoltà di Medicina dell'Università di Cagliari. In base ai registri, in quegli anni Falconi aveva donato numerosi esemplari di animali sardi al MZAC. Tutti questi elementi, insieme alla somiglianza nella grafia del compilatore dei registri e del cartellino interno del campione, supportano sia il contesto spaziale (Golfo di Cagliari) sia temporale (1881) di ritrovamento del campione.

Una ricerca *on-line* ha permesso di evidenziare che non esistono esemplari di *A. rostrata* nei musei italiani oltre a quelli della Stazione Zoologica e dello MZAC. In Italia esistono numerosi musei contenenti collezioni di invertebrati in cui, tuttavia, i gruppi più rappresentati sono artropodi e molluschi, mentre gli anellidi policheti sono invece un gruppo molto spesso trascurato (Giangrande *et al.*, 2015). Diverso è il discorso a livello internazionale. Svariati musei, in cui sono presenti anche numerosi tipi, ospitano infatti cospicue collezioni di esemplari raccolti in diverse aree nel mondo. In particolare, in Europa le collezioni di policheti più importanti sono situate presso i musei di Parigi, Madrid, Amburgo, Francoforte e Copenaghen, anche se la struttura museale sicuramente più famosa in tal senso è il Natural History Museum di Londra (Simonini *et al.*, 2019).

L'analisi dei loro registri ha evidenziato che molti di essi conservano esemplari di *Amphinome* di origine tropicale, ma tutti più recenti rispetto a quello considerato in questo studio. Il campione presente nel MZAC è quindi probabilmente uno dei più antichi esemplari di *Amphinome rostrata* raccolti nelle acque europee. Esso può quindi contribuire a valorizzare ulteriormente le collezioni di invertebrati conservate al MZAC.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Andrea Gambarelli, Referente del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata per il supporto fornito.

Bibliografia

- ANSALONI I., PEDERZOLI A., GUIDETTI R., BARALDI L., 2008 – *Museo di Zoologia e Anatomia comparata*. In: A. Russo & E. Corradini (a cura di) “Musei Universitari Modenesi”, Editrice Moderna, Bologna, pp. 149-177.
- BARROSO R., PAIVA P.C., 2007 – *Amphinomidae (Annelida: Polychaeta) from Rocas Atoll, Northeastern Brazil*. Arquivos do Museu Nacional, **65**, pp. 357-362.
- BORDA E., KUDENOV J.D., BIENHOLD C., ROUSE G.W. 2012 – *Towards a revised Amphinomidae (Annelida, Amphinomida): description and affinities of a new genus and species from the Nile deep-sea fan, Mediterranean Sea*. Zoologica Scripta, **41**(3), pp. 307-325.
- CASTELLI A., BIANCHI C.N., CANTONE G., CINAR M.E., GAMBÌ M.C., GIANGRANDE A., IRACI SARERI D., LANERA P., LICCIANO M., MUSCO L., SANFILIPPO R., SIMONINI R., 2008 – *Annelida Polychaeta*. In: G. Relini (a cura di) “Checklist della flora e della fauna dei mari italiani”, Biologia Marina Mediterranea, **15** (suppl.), pp. 323-373.
- GAMBARELLI A., MARAMALDO R., TEPEDINO C., PEDERZOLI A., SABATINI M.A., MOLA L., 2017 – *Il Museo di Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia testimone di biodiversità attuale e passata*. Museologia Scientifica, **17**, pp. 202-205.
- GIANGRANDE A., LICCIANO M., LEZZI M., PAOLO L., CARUSO G., 2015 – *La collezione degli Anellidi Policheti del Museo di Biologia Marina “Pietro Parenzan”, Università del Salento*. Museologia Scientifica, **9**, pp. 52-56.
- LIÑERO-ARANA I., DIAZ, Ó., 2010 – *Amphinomidae y Euphosinidae (Annelida: Polychaeta) de la costa nororiental de Venezuela*. Latin American Journal of Aquatic Research, **38**(1), pp. 107-120.
- OTTUSO P., 2013 – *Aquatic dermatology: encounters with the denizens of the deep (and not so deep) a review. Part I: the invertebrates*. International Journal of Dermatology, **52**(2), pp. 136-152. doi: 10.1111/j.1365-4632.2011.05426.x
- ROUSE G., PLEJEL F., 2001 – *Polychaetes*. Oxford University Press, Oxford, UK, 354 pp.
- SIMONINI R., PREVEDELLI D., RIGHI S., 2019 – *Esemplari mediterranei del verme di fuoco Hermodice carunculata (Annelida) catalogati nelle raccolte zoologiche di musei europei*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **150**, pp. 145-159.

Sitografia

- RIEK D., 2023 – *Annelida-Amphinome rostrata* <http://www.roboastra.com/Worms/brwo200.html>
- ZOOLOGICAL COLLECTION AT STAZIONE ZOOLOGICA “ANTON DOHRN” DI NAPOLI (SZN) – *Amphinome rostrata (Pallas, 1766)* http://szn.i.hosei.ac.jp/HTML/Prep_list.php?SznNumber=190&SznNumberC==
- READ G. & FAUCHALD K., 2023 – *World Polychaeta Database. Amphinome rostrata (Pallas, 1766)*. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=129825> on 2023-05-21



**Sara Righi*, Elisa Bergami*, Roberto Simonini*,
Daniela Prevedelli***

Emergenze ambientali e “Citizen Science”: come la contaminazione da microplastiche viene percepita da studenti UNIMORE

Riassunto

L'inquinamento da micro- e nanoplastiche (MNP) rappresenta una delle più importanti e attuali emergenze ambientali. Dal momento che le microplastiche sono di origine antropogenica, è di interesse valutare quanto i “cittadini” siano a conoscenza del problema e, soprattutto, quanto siano consapevoli di come le normali attività quotidiane possano determinare l'immissione in ambiente di microplastiche. In questo studio i cittadini sono rappresentati da studenti Unimore iscritti a corsi di laurea (CdL) triennale ad indirizzo scientifico. La valutazione della consapevolezza di quanto le microplastiche siano percepite come un problema nella popolazione studentesca e delle eventuali differenze tra studenti di CdL diversi (studenti iscritti a scienze naturali e scienze biologiche vs altri CdL ad indirizzo scientifico) è avvenuta mediante la somministrazione di un questionario di 30 domande messo a punto da ricercatori del Dipartimento di Scienze della Vita di Unimore. Hanno partecipato 220 studenti su base volontaria: 146 iscritti ai CdL in Scienze Biologiche e Scienze Naturali e 74 iscritti a Biotecnologie, Matematica, Informatica e Geologia. I risultati hanno evidenziato che conoscenze e attitudini non sono statisticamente diverse in relazione al genere e neppure al CdL frequentato. Gli studenti hanno una buona conoscenza della distribuzione e degli effetti delle MNP sugli ecosistemi, ma sono meno informati sulla natura e sugli effetti che le MNP possono avere sulla salute umana. Le buone conoscenze non sempre si traducono in comportamenti volti a mitigare il problema. Proporre programmi di educazione ambientale al fine di aumentare non solo le conoscenze, ma soprattutto la consapevolezza di quanto l'uso massiccio della plastica costituisca un problema per gli ecosistemi e per l'uomo e quali comportamenti adottare potrà costituire un primo passo per promuovere future azioni di mitigazione.

Abstract

Environmental emergencies and “Citizen Science”: how university students perceive pollution by microplastics. Micro- and nanoplastics (MNPs) pollution is one of the most important environmental emergencies. Since microplastics have an anthropogenic origin, it is of interest to evaluate how much

* Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA; e-mail: elisa.bergami@unimore.it.

“citizens” are aware of the problem and mainly if they are aware of how daily activities can affect the release of microplastics into the environment. In this study, citizens are represented by students from Modena and Reggio Emilia University (Italy), who were enrolled in undergraduate programmes with a scientific focus. The level of perception in the student population of the problem of microplastics, together with the differences between students from different undergraduate programmes (students enrolled in Natural Sciences and Biological Sciences vs. other courses with a scientific focus), was measured by means of a questionnaire of 30 questions. The researchers of the Department of Life Sciences of our University developed this questionnaire. Overall, 220 students completed the questionnaire on a voluntary basis: 146 were enrolled in undergraduate programmes in Biological Sciences and Natural Sciences and 74 in Biotechnology, Mathematics, Computer Science and Geology. The results have shown that there were no differences in knowledge and attitudes between gender and the undergraduate courses attended. Students seem to be aware of the distribution and effects of MNPs on ecosystems but are less informed about the nature and effects that MNPs could have on human health. Thus, good knowledge does not always translate into actions planned to mitigate the problem. As a first step forward, environmental education programmes should be promoted to increase knowledge and awareness of how the massive use of plastic affects ecosystems and humans, and what behaviours should be pursued in future mitigation strategies.

Parole chiave: *Inquinamento da plastica, scienza dei cittadini, studenti universitari, questionario, comportamenti sostenibili*

Keywords: *Plastic pollution, Citizen Science, university students, questionnaire, sustainable behaviours*

1. Introduzione

1.1. Macro-, micro- e nano-plastiche: un problema globale

A livello globale la quantità di materie plastiche utilizzate è in continuo aumento. Recentemente è stato stimato che la produzione di plastica sia passata da poche tonnellate all’inizio degli anni ‘50 del secolo scorso a più di 390 milioni di tonnellate nel 2021 (Fig. 1); di queste 352 milioni di tonnellate sono derivate dal petrolio (Plastics Europe, 2022).

Proprietà quali malleabilità, lunga durata, resistenza alla corrosione, versatilità nell’impiego, leggerezza ecc., che hanno decretato il successo di questi materiali, ne determinano anche la persistenza in ambiente. Per loro natura, infatti, i rifiuti di plastica sono poco biodegradabili e risultano quindi pervasivi ed ampiamente distribuiti in tutti gli ecosistemi del pianeta. È stato stimato che prodotti di plastica come bottiglie, reti da pesca, mascherine monouso possono impiegare diverse centinaia di anni per degradarsi in ambiente marino (Binelli & Finizio, 2021). Nel tempo i materiali plastici dispersi in ambiente perdono la loro integrità e si frammentano per effetto di abrasione, foto-ossidazione e altri processi di degradazione abiotica e biotica (Andrady, 2017), dando origine a

particelle di piccole dimensioni, dette micro- e nanoplastiche (MNP) che rappresentano una minaccia per l’ambiente e per gli organismi, uomo compreso (Binelli & Finizio, 2021; Senathirajah *et al.*, 2021).

Le prime osservazioni del *plastic litter* come componente significativa dei rifiuti dispersi in mare risalgono agli anni ‘70 del XX secolo. Di microplastiche invece si comincia a parlare molti anni dopo, quando il termine è coniato da Thompson *et al.* (2004) per descrivere la contaminazione da particelle di plastica presenti nella colonna d’acqua. In seguito, il termine è stato ampliato per poter distinguere le microplastiche (dimensioni <5 mm) dalle nanoplastiche (dimensioni <1 µm).



Fig. 1 – Produzione globale delle materie plastiche (derivate dal petrolio o da materie prime rinnovabili o da materiali plastici riciclati), espressa in milioni di tonnellate, nel periodo 2018-2021 (fonte: Plastics Europe, 2022).

MNP possono avere origine diversa: le MNP primarie entrano nell’ambiente con le loro dimensioni originali e derivano principalmente da prodotti per la cura della persona, come dentifricio, bagnoschiuma, esfolianti ecc. contenenti microsfere di plastica (*microbeads*), ma anche da granuli generati nelle prime fasi di produzione industriale. Si stima che le MNP primarie rappresentino una quota variabile tra il 15-31% delle microplastiche presenti negli oceani. Le MNP secondarie, invece, si formano a seguito della degradazione dei rifiuti di plastica esposti ad agenti fisici, al consumo da parte di animali o all’azione della componente microbica (Andrady, 2017). Altre fonti di emissione di MNP secondarie sono costituite da: (I) lavaggio e asciugatura di capi di vestiario sintetici, (II) viabilità stradale (particolato rilasciato dall’usura degli pneumatici sull’asfalto), (III) cantieri edili (polveri di materiali isolanti) e (IV) agricoltura (Binelli & Finizio, 2021).

L'abbandono di rifiuti, le acque reflue e i fanghi di depurazione contribuiscono alla dispersione e all'accumulo delle MNP in ambiente dove non rimangono localizzate, ma migrano tra matrici diverse (aria, acqua o suolo) trasportate dai venti, dalle precipitazioni o dai fiumi. Gli oceani ed in particolare i sedimenti profondi sono considerati il serbatoio finale dove le MNP tendono ad accumularsi (Gong & Xie, 2020).

Si ritiene che almeno 700 specie marine presenti nel mondo siano influenzate negativamente dalla presenza di plastiche in mare: i rifiuti, le reti e i grandi frammenti possono in-trappolare, soffocare o lesionare tartarughe, uccelli e mammiferi marini, mentre le MNP possono essere ingerite da organismi che occupano livelli diversi della rete trofica. Infatti, le loro dimensioni, spesso simili a quelle dello zooplankton, ne permettono l'ingestione diretta da parte di un gran numero di animali acquatici. Ad oggi si ritiene che il numero di specie soggette agli effetti delle MNP sia ampiamente sottostimata (Wu *et al.*, 2019).

L'ingresso e l'accumulo di MNP nelle catene alimentari può costituire un rischio anche per la salute umana. Diversi studi hanno dimostrato che le MNP arrivano all'uomo tramite animali che le consumano nel loro ambiente naturale, con una contaminazione durante i processi di produzione di specie vegetali, e/o per lisciviazione dagli imballaggi di plastica di alimenti e bevande. Ad oggi, frammenti di MNP sono stati rilevati nel sale, nel pescato e nelle acque in bottiglia (Diaz-Basantos *et al.*, 2020). Si stima che in una settimana una persona possa ingerire in media fino a 5 g di microplastiche da varie vie di esposizione, tra cui ad esempio 1770 microplastiche bevendo acqua e 180 mangiando frutti di mare e prodotti ittici (Senathirajah *et al.*, 2021). Le MNP sono inoltre in grado di penetrare nelle piante attraverso le radici o per adsorbimento e traslocare poi nei tessuti, comprese le cellule di semi, fusto, foglie e frutti. Un recente studio (Oliveri Conti *et al.*, 2020) ha evidenziato la presenza di microplastiche in vegetali e in frutti edibili.

Un'altra fonte di esposizione per ingestione/inalazione di MNP è rappresentata dagli ambienti indoor. L'ingestione accidentale di MNP aerodisperse precipitate a terra (*fall-out*) può essere maggiore di quella legata alle particelle presenti nel cibo contaminato, soprattutto nel caso dei bambini (Zhang *et al.*, 2020a,b). Mentre negli ambienti outdoor il vento è tra i principali fattori che influenzano il trasporto e l'esposizione a microplastiche, negli ambienti *indoor* il *fall-out* di MNP è legato principalmente all'abbondanza ed alla composizione del materiale tessile presente nelle stanze (tende, tappeti, vestiti stesi ad asciugare, lenzuola) ed alle turbolenze nell'aria (ad esempio, aria condizionata) che possono rimettere in sospensione le MNP depositate e portarle dagli ambienti esterni (Dris *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2020a). In questo contesto, l'uomo si trova esposto alle microplastiche su più fronti, e la maggior parte delle nostre scelte di vita, incluso il cibo consumato, la composizione degli

abiti, i mezzi di trasporto e la permanenza in ambienti chiusi o all’aperto, condiziona l’assunzione di MNP (Senathirajah *et al.*, 2021).

1.2. La Citizen Science come strumento per studiare l’inquinamento da plastiche

La *Citizen Science* (CS), che letteralmente significa “scienza dei cittadini”, è un insieme di pratiche che coinvolgono direttamente la cittadinanza nella costruzione del sapere scientifico. È uno strumento sempre più diffuso a livello mondiale per sviluppare il senso critico e il senso civico, nel segno di una scienza intesa come bene comune, aperta e accessibile a tutti, di fatto un processo di democratizzazione e di alfabetizzazione scientifica (McKinley *et al.*, 2017). Nello specifico la CS favorisce lo sviluppo di politiche ambientali “dal basso”. La partecipazione a progetti di CS, aumentando la consapevolezza dei cittadini sulle tematiche ambientali, può spingerli a chiedere in modo consapevole nuove e più efficaci politiche di gestione dell’ambiente che li circonda e sul quale essi possono incidere in modo diretto (ad esempio, Conrad & Hilchey, 2011). Il coinvolgimento in attività di CS può garantire inoltre risultati eccellenti:

a) nell’accrescere la diffusione delle conoscenze (Bonney *et al.*, 2009); i cittadini che partecipano alle attività di CS tendono ad acquisire nuove conoscenze sulle tematiche trattate, e possono quindi essere coinvolti in attività di divulgazione scientifica;

b) nel modificare i comportamenti (Toomey & Domroese, 2013); essere coinvolti in tematiche e problemi, in particolare in campo ambientale, può sviluppare un senso critico che porta a un cambiamento dei costumi in senso virtuoso.

Gli effetti diretti e indiretti delle MNP sugli ecosistemi e sugli organismi, uomo compreso, sono ormai evidenti, ed altrettanto evidente è la diffusione sempre più massiccia di questi materiali. La quantità di plastica prodotta che diventa rapidamente rifiuto è tale da ritenere impensabile una riduzione dell’impatto senza una seria e capillare opera di sensibilizzazione della popolazione su questo tema. Coinvolgere i cittadini in programmi di CS potrebbe essere una strategia promettente per renderli consapevoli ed indurli a mettere in atto comportamenti virtuosi e finalizzati alla soluzione o alla mitigazione del problema. Affinché tutti possano prendere posizione su una serie di questioni ambientali e sociali, sono necessarie attività di educazione ambientale. La parte della popolazione che più dovrebbe essere consapevole dei rischi associati alla contaminazione da microplastica è rappresentata da operatori nel campo delle discipline scientifiche, che possono non solo adottare comportamenti più attenti alla salute propria e dell’ambiente, ma anche diffonderli. Inoltre, il coinvolgimento dei giovani è fondamentale per orientare le nuove generazioni verso un futuro “*plastic-free*”.

Includere gli studenti in progetti di CS motivandoli a cogliere le sfide quotidiane dell'inquinamento da plastica può rivelarsi un efficace strumento di formazione ed azione (Locritani *et al.*, 2019; Situmorang *et al.*, 2020).

L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare, in un'ottica di CS, la conoscenza e la consapevolezza sulla contaminazione da plastiche e MNP in studenti universitari iscritti a corsi di laurea (CdL) triennali ad indirizzo scientifico dell'Università di Modena e Reggio Emilia (UNIMORE). Agli studenti è stato somministrato un questionario, per evidenziare eventuali differenze nelle conoscenze e nelle attitudini tra i diversi gruppi coinvolti. Sono stati confrontati i risultati ottenuti dagli studenti in Scienze Biologiche (SB) e Scienze Naturali (SN), che nel loro percorso affrontano tematiche di ambito ecologico, con quelli di studenti iscritti ad altri CdL ad indirizzo scientifico. Il questionario prevedeva che alla fine della compilazione gli studenti avessero accesso: i) alle risposte corrette per le domande relative alle conoscenze; ii) a materiale informativo sugli effetti delle microplastiche sull'ambiente e sull'uomo in un'ottica di educazione ambientale.

2. Materiali e metodi

2.1. Contenuto del questionario

Il questionario “Micro a vita – La plastica che rimane”, messo a punto dai ricercatori del Dipartimento di Scienze Della Vita (UNIMORE), è stato generato mediante la App Google Forms disponibile in Google Workspace, che permette di creare moduli condivisibili tramite link, accessibili da computer e smartphone. Il questionario è stato impostato come un “quiz”, in modo da poter fornire ai partecipanti le risposte corrette sotto forma di “chiavi di risposta” visualizzabili al termine della compilazione. Alcune domande ammettono una sola risposta esatta, mentre altre prevedono più risposte corrette. Tutte le domande prevedono l'obbligo di risposta, per cui i partecipanti possono procedere solo selezionando almeno un'opzione di risposta. Per le domande sulle conoscenze di base è stata fornita anche l'opzione “Non so” per evitare risposte casuali. Dato che non tutte le domande prevedono una risposta corretta, e che la finalità non è una valutazione, non sono stati inseriti voti o punteggi alla fine del questionario.

Google Forms permette l'inserimento di immagini e video, alcune domande quindi sono state corredate da immagini che le rendessero più immediate e comprensibili. Ad alcune risposte sono stati allegati link a video di approfondimento disponibili su YouTube e caricati da istituzioni scientifiche italiane ed internazionali:

<https://www.youtube.com/watch?v=ggh0Ptk3VGE>

https://www.youtube.com/watch?v=_6xlNyWPpB8

<https://www.youtube.com/watch?v=k1xHfb9ZRHI>

Il questionario è stato ripartito in quattro sezioni e composto da 30 domande.

La prima sezione permette di classificare il bacino dei rispondenti, raccogliendo informazioni di genere e corso universitario frequentato. Questi dati hanno costituito le variabili per analizzare le risposte sulla base delle caratteristiche degli utenti. La prima sezione si chiude con una domanda sul livello di preoccupazione verso la problematica ambientale delle plastiche, espresso in una scala da 1 (“Non ne sono a conoscenza”) a 5 (“è necessario intervenire per ridurre il problema”).

La seconda sezione è finalizzata alla “verifica delle conoscenze” e percezioni, ed è focalizzata su natura, utilità, riciclo, dispersione dei rifiuti, degradazione ed impatti dei materiali plastici e processi che determinano la formazione e gli impatti delle microplastiche.

La terza sezione è finalizzata ad acquisire informazioni sulle abitudini degli studenti, si focalizza infatti sui comportamenti e le attività che possono maggiormente produrre microplastiche o esporre ai loro effetti.

La quarta sezione “Per una vita meno “plastificata”...” ha l’obiettivo di aiutare gli studenti a prendere coscienza della quantità di materiale plastico che ci circonda e con il quale interagiamo ogni giorno, fornendo alcuni suggerimenti per ridurne l’utilizzo.

2.2. Raccolta e organizzazione dei dati

Il questionario è stato proposto a studenti iscritti a CdL ad indirizzo scientifico di UNIMORE. La compilazione era su base volontaria. In totale sono stati raccolti 220 questionari compilati da 146 studenti in SB e SN, 19 in Biotecnologie, 29 in Matematica, 20 in Informatica e 6 in Scienze Geologiche.

Google Forms permette di visualizzare le risposte ottenute dai singoli utenti come foglio di calcolo visualizzabile in Microsoft Excel. Le risposte sono state ordinate in base al CdL di appartenenza e divise in maschi e femmine all’interno di ogni gruppo.

Le risposte ottenute da SB e SN sono state conteggiate insieme e considerate come un unico gruppo ad indirizzo scientifico biologico-ambientale (SB+SN). Entrambi i CdL, infatti, a differenza degli altri, prevedono crediti in botanica (9 crediti in SB, 10 in SN), zoologia (8 crediti in SB, 9 in SN) ed ecologia (7 crediti in SB, 10 in SN) che li caratterizza con argomenti sulle comunità e i sistemi naturali.

Per l’analisi delle risposte, le domande del questionario sono state suddivise in:

Domande descrittive del campione di rispondenti (domande nn. 1, 2). Le informazioni di genere e CdL di appartenenza sono state considerate come fattori per valutare l’esistenza di potenziali differenze tra gruppi.

Domande quantitative sulla conoscenza sulla contaminazione da plastiche

e MNP (domande nn. 4, 6-9, 11, 12, 14-19, 21). Di queste, una domanda è stata posta come test vero/falso, le restanti come domande a risposta multipla a due (1 domanda), tre (3 domande), quattro (6 domande) o cinque o più opzioni di risposta (3 domande).

Queste domande prevedevano una o più risposte corrette e, per conteggiarle, sono stati attribuiti i seguenti punteggi:

- in caso di domande aventi una sola risposta corretta, 1 punto per ogni risposta corretta, 0 punti per ogni risposta errata;
- in caso di domande a risposta multipla aventi più di due risposte corrette, 0,5 punti per ogni risposta parzialmente corretta, 0 punti per ogni risposta errata.

Domande su percezioni, abitudini o attitudini (domande nn. 3, 5, 10, 13, 20, 22-30). Queste domande non prevedevano risposte corrette, pertanto sono state analizzate valutando per ogni quesito le abitudini e/o le percezioni e/o attitudini maggiormente espresse dagli studenti. Alla domanda n. 3 “Sei preoccupato degli impatti che l’inquinamento da plastica può avere sull’ambiente e sull’uomo?”, i rispondenti hanno risposto utilizzando una scala ordinale da 1 (nessuna conoscenza) a 5 (elevata preoccupazione). Per ogni domanda è riportata la frequenza relativa delle risposte osservate espressa in percentuale.

2.3. Analisi dei dati

Per le domande quantitative, è stato calcolato il punteggio ottenuto da ogni studente. Per ogni domanda è stato calcolato l’indice di difficoltà (da 0 a 1), ovvero il rapporto fra il numero di risposte sbagliate e il numero totale di studenti, secondo l’equazione:

$$I_{\text{difficoltà}} = \frac{(\text{Max punteggio per } n \text{ studenti} - \text{punteggio risposte corrette per } n \text{ studenti})}{\text{Max punteggio per } n \text{ studenti}}$$

In base ai valori dell’indice, le domande sono state classificate come molto semplici ($I_{\text{difficoltà}} < 0,2$), accettabili ($I_{\text{difficoltà}}$ compreso tra 0,1 e 0,8) o troppo difficili ($I_{\text{difficoltà}} > 0,80$). Le domande risultate estremamente semplici o difficili, dovranno essere riesaminate e riformulate prima di condurre ulteriori test.

Per valutare la capacità di una domanda di essere risposta correttamente più spesso dagli studenti aventi il punteggio più alto (ovvero gli studenti più “bravi”) è stato calcolato l’indice di discriminazione. A tal fine, il punteggio di ogni studente è stato ordinato in ordine decrescente. Per ogni domanda è stata poi sottratta la somma dei punteggi nelle prime n righe della matrice (corrispondenti agli studenti con il punteggio più alto) dalla somma dei punteggi nelle ultime n righe (corrispondenti agli studenti con il punteggio più basso); $n = 25^{\circ}$ percentile:

$$I_{discriminazione} = \frac{(\sum \text{prime } n \text{ righe} - \sum \text{ultime } n \text{ righe})}{n \text{ righe}}$$

Valori positivi di questo indicatore e tendenti a 1 sono associati a quanto una domanda risulti facile per il gruppo dei più “bravi”, cioè dei partecipanti che hanno totalizzato i punteggi più alti, rispetto al gruppo con i punteggi più bassi. Diversamente, valori tendenti a 0 o negativi indicano che le domande non discriminano correttamente gli studenti, producendo risultati migliori per coloro che sembrano complessivamente meno preparati o informati sulla tematica.

Considerando il numero limitato di rispondenti in alcuni gruppi considerati, in linea con studi simili (Das & Ghosh, 2020) l’Indice di discriminazione è stato classificato come:

- Non attendibile, per valori < 0,2;
- Accettabile, per valori compresi tra 0,2 – 0,29;
- Buono, per valori compresi tra 0,30 – 0,39;
- Ottimo, per valori > 0,4.

Per determinare eventuali differenze di genere nel punteggio ottenuto dagli studenti per le domande quantitative è stato dapprima effettuato un confronto tra maschi e femmine tramite test Mann-Whitney in SB+SN, negli altri CdL e in tutta la popolazione studentesca. Il test Mann-Whitney è stato quindi successivamente applicato per evidenziare differenze significative tra i due gruppi.

3. Risultati e discussione

In generale, tutti gli studenti partecipanti hanno mostrato interesse verso la problematica della contaminazione da MNP. Alla domanda “Sei preoccupato degli impatti che l’inquinamento da plastica può avere sull’ambiente e sull’uomo?”, oltre il 95% degli studenti ha mostrato preoccupazione o molta preoccupazione (scala 4 e 5). Il 75% degli studenti risponde “Sì e penso che ognuno di noi dovrebbe fare scelte consapevoli a riguardo”.

3.1. Livello di conoscenza degli studenti

Il campione costituito da tutti i rispondenti (220 studenti) non mostra differenze di genere riguardo le conoscenze; non si sono infatti osservate differenze significative nei punteggi ottenuti da maschi e femmine alle domande quantitative in tutto il campione (Mann Whitney test $p=0,7662$) (Fig. 2) e nei singoli gruppi (Mann Whitney test, SB+SN: $p=0,7472$; altri CdL: $p=0,2982$) (Figg. 3, 4).

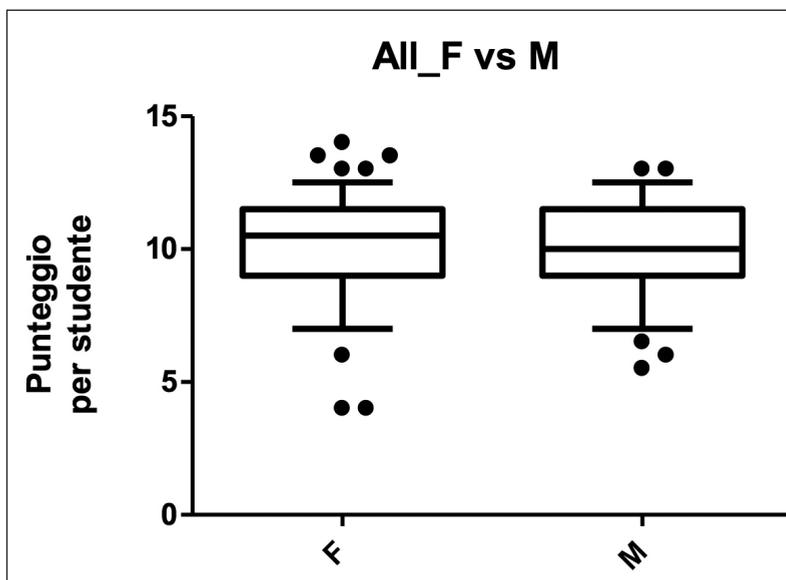


Fig. 2 – Punteggi ottenuti dal totale degli studenti nelle domande quantitative dalle femmine e dai maschi.

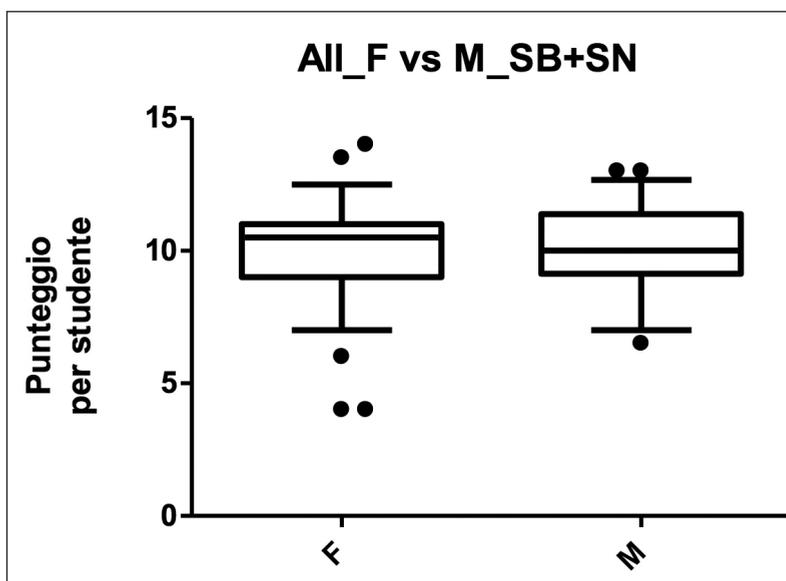


Fig. 3 – Punteggi ottenuti dagli studenti del gruppo SB+SN nelle domande 5-13, 15-22, 31.

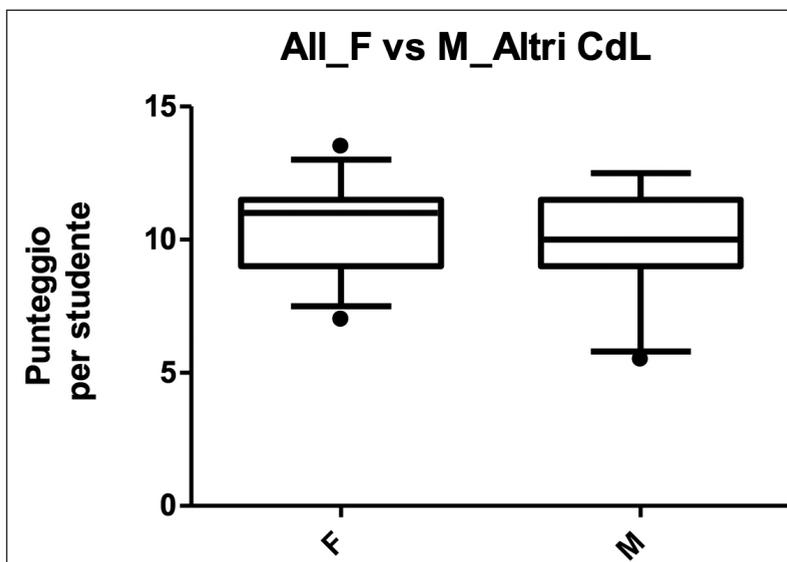


Fig. 4 – Punteggi ottenuti dagli studenti del gruppo “altri” nelle domande 5-13, 15-22, 31.

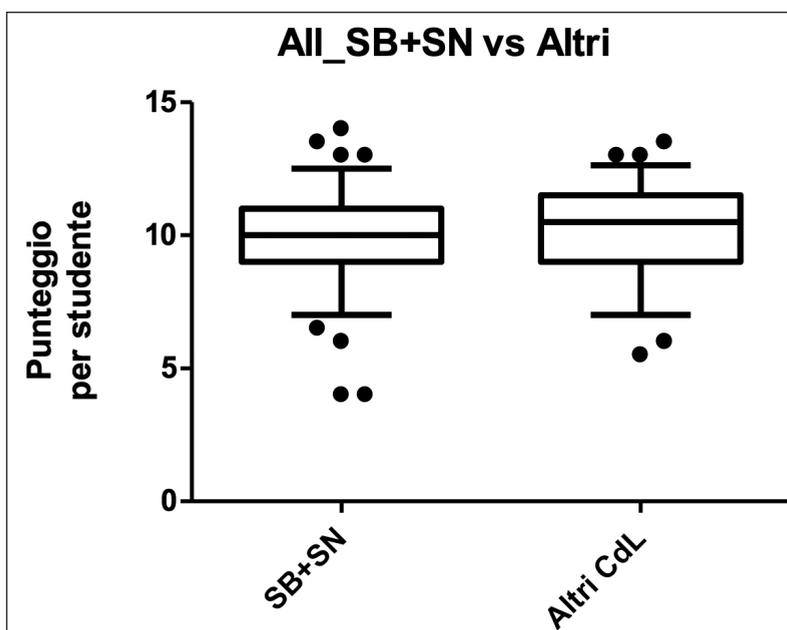


Fig. 5 – Confronto tra i punteggi ottenuti dagli studenti del gruppo SB+SN e “altri CdL”.

Non risultano inoltre differenze significative nei punteggi ottenuti dal gruppo SB+SN e dal gruppo “altri CdL”, considerando sia maschi sia femmine. Tutti gli studenti indipendentemente dal CdL frequentato hanno infatti lo stesso livello di conoscenze relativo a questa problematica ambientale (Mann Whitney test $p=0,2454$) (Fig. 5).

La Tab. 1 riporta i valori dell’Indice di difficoltà e dell’indice di discriminazione; il primo evidenzia che la maggior parte delle 14 domande quantitative è di difficoltà accettabile (con $0,2 < I_{\text{difficoltà}} < 0,8$), mentre il secondo evidenzia che tutte le domande ad eccezione della 4 (“Cosa è la plastica?”) hanno capacità di discriminare il livello delle conoscenze degli studenti (Tab. 1).

Tab. 1 – Frequenza percentuale dei punteggi associati a risposte corrette (100%: associate a 1 punto), parzialmente corrette (50%: associate a 0,5 punti) ed errate (0%, 0 punti) per ogni domanda. Indice di facilità/difficoltà (da 0 a 1) e indice di discriminazione (da -1 a +1). Le frequenze e gli indici sono riferiti al totale degli studenti universitari rispondenti ($n = 220$). In grassetto sono evidenziati gli indici associati a domande considerate facili ($I_{\text{difficoltà}} \geq 0,8$).

		Domande													
		4	6	7	8	9	11	12	14	15	16	17	18	19	21
Risposte corrette	100%	99,09	62,73	92,27	88,18	68,64	80,45	68,18	69,09	43,64	81,36	7,73	58,64	60,45	42,73
	50%	-	-	-	-	-	19,55	-	-	22,73	-	55,91	35,45	-	-
	0%	0,91	37,27	7,73	11,82	31,36	0	31,82	30,91	33,64	18,64	36,36	5,91	39,55	57,27
$I_{\text{difficoltà}}$	0,01	0,37	0,08	0,12	0,31	0,10	0,32	0,31	0,45	0,19	0,64	0,24	0,40	0,57	
$I_{\text{discriminazione}}$	0,09	0,49	0,20	0,36	0,51	0,31	0,65	0,71	0,82	0,55	0,54	0,56	0,57	0,98	

La quasi totalità degli studenti risponde bene alle domande 4 (“Cosa è la plastica?”), 7 (“Quali sono i rifiuti più presenti sulle spiagge italiane?”), 8 (“Secondo gli scienziati, nel 2050 in mare sarà maggiore il peso dei rifiuti di plastica rispetto a quello dei pesci”), 11 (“[...] Ad oggi sono stati rinvenuti materiali plastici nell’apparato gastro-intestinale del 90% degli uccelli marini [...]. Che impatto può avere tutto ciò sulla loro salute?”), 16 (“Quale pensi sia la sorgente principale di microplastiche?”) e 18 (“L’inquinamento da microplastiche interessa anche i fiumi [...].”).

La semplicità associata a queste domande potrebbe essere riconducibile a: (i) la modalità con cui è stata posta la domanda, applicabile, ad esempio alla domanda n. 8, un test vero/falso che dà una maggiore possibilità ad indovinare casualmente la risposta corretta rispetto alle domande a scelta multipla;

(ii) suggerimenti involontari contenuti nel questionario come la presenza di immagini riconducibili alla contaminazione da plastiche e microplastiche, che possono aver aumentato la possibilità di intuire la risposta (ad esempio nelle domande nn. 16 e 18).

La domanda ritenuta più difficile ($I_{\text{difficoltà}} = 0,57$) è la n. 21 “Quali effetti delle microplastiche ti sembrano più gravi?”: questa domanda fa riferimento a un aspetto molto specifico della contaminazione da microplastiche, ovvero i possibili impatti sulla salute.

I risultati evidenziano che non ci sono differenze riguardanti le conoscenze della contaminazione da microplastiche né ascrivibili al genere e neppure al CdL frequentato. Il questionario è stato compilato su base volontaria quindi è molto probabile che gli studenti che hanno aderito abbiano una buona sensibilità e interesse personale riguardo il problema. Questa omogeneità di conoscenze può essere riconducibile al livello di approfondimento con cui sono presentati gli effetti delle attività antropiche sui sistemi naturali nei corsi di studio triennali. Gli insegnamenti che potrebbero differenziare i due gruppi generalmente trattano queste tematiche senza entrare troppo nello specifico, per cui la fonte di informazione sembra essere sostanzialmente la stessa per tutti gli studenti.

3.2. Abitudini ed esposizione degli studenti alle microplastiche

Dieci delle domande proposte nel questionario non prevedevano risposte corrette o sbagliate, ma erano finalizzate a valutare abitudini, percezioni e/o atteggiamenti degli studenti. Tra queste, le risposte alle cinque domande considerate più rilevanti (nn. 22, 23, 24, 26 e 29) sono riportate in Tab. 2.

Tab. 2 – Abitudini/atteitudini degli studenti universitari appartenenti ai due gruppi

Domanda	Risposte	SB+SN (%)	Altri CdL (%)
n. 22 Come vai a scuola?	A piedi	11,56	8,11
	In bici	5,44	10,81
	In auto	57,82	45,95
	In bus	25,17	35,13
n. 23 Dove trascorri la maggior parte del tuo tempo libero?	A casa	51,70	55,41
	All'aperto	18,37	13,51
	Luoghi pubblici (scuola, biblioteca, palestra, centri commerciali)	29,93	31,08

n. 24 Che composizione hanno la maggior parte dei vestiti che stai indossando?	Fibre naturali (cotone, lino, lana)	31,29	24,32
	Fibre miste (ad esempio cotone e nylon, come i jeans)	61,22	70,27
	Fibre sintetiche (nylon, poliestere)	7,48	5,41
n. 26 Compri cibo avvolto nella plastica?	Sì, spesso	63,95	62,16
	No, quasi mai	2,04	5,41
	Sì ma poche volte	34,01	32,43
n. 29 Che acqua bevi?	Acqua del rubinetto	30,61	60,81
	Acqua in vetro	19,05	8,11
	Acqua in bottiglie di plastica	50,34	31,08

3.2.1. Le MNP in atmosfera

Alla domanda 22 “Come vai a scuola?” tutti gli studenti rispondono in modo molto simile, complessivamente circa la metà va a scuola in auto. La bicicletta è in assoluto il mezzo meno utilizzato e una percentuale molto bassa va normalmente all’università a piedi. La domanda è comunque formulata in maniera generica e non tiene conto delle effettive possibilità degli studenti; non tutti infatti possono spostarsi a piedi e anche la bicicletta non è utilizzabile tutti i mesi dell’anno, soprattutto se i tragitti casa – università sono lunghi e/o non sempre provvisti di piste ciclabili. I mezzi pubblici sono utilizzati in media da poco più del 30% degli studenti. Il gruppo che utilizza maggiormente l’auto e meno i mezzi pubblici è quello costituito dagli studenti in SB+SN. È noto che il traffico veicolare ha effetti sulla qualità dell’aria e sulla quantità di polveri sottili immesse in atmosfera, ma forse non tutti hanno chiara la relazione tra uso dell’auto e immissione in ambiente di MNP. L’usura degli pneumatici determina il rilascio di particelle costituite da una miscela di polimeri sintetici (gomma, stirene-butadiene per circa il 60%), gomma naturale e molti altri additivi (Sundt *et al.*, 2014). Le polveri generate dall’usura degli pneumatici possono essere facilmente aerodisperse, trasportate dal vento o dalla pioggia anche a lunghe distanze dalla sorgente di emissione. Ricercatori norvegesi e svedesi hanno evidenziato che una frazione significativa di microplastiche presenti in mare è riconducibile all’usura degli pneumatici e quindi al traffico veicolare (Sundt *et al.*, 2014). Questo tipo di immissione di MNP in ambiente non è volontario, ma limitare l’uso dell’auto può contribuire alla riduzione di emissioni di gas serra e alla mitigazione del problema del rilascio di MNP in ambiente.

Alla domanda n. 23 “Dove trascorri la maggior parte del tuo tempo libero?” tutti gli studenti, hanno risposto che trascorrono circa il 50% del loro tempo in casa e se consideriamo anche altri luoghi al chiuso, quali aule, biblioteche, palestre, centri commerciali, la percentuale supera l’80%. Uno studio sulle microplastiche in ambienti *indoor* e *outdoor* ha evidenziato non solo l’ubiquità di microfibre tessili in aria, ma anche che la loro concentrazione nel particolato di ambienti *indoor* varia tra 1,0 e 60,0 fibre/m³, mentre all’aperto le concentrazioni sono significativamente più basse e variabili da 0,3 a 1,5 fibre/m³ (Dris *et al.*, 2017). Il tasso di deposizione delle fibre negli ambienti *indoor* è molto elevato e varia da 1586 a 11.130 fibre/giorno/m² con conseguente accumulo di fibre nella polvere presente. L’analisi qualitativa ha evidenziato che il 67% delle fibre campionate *indoor* sono costituite da materiali naturali, principalmente di derivazione cellulosa, mentre il restante 33% contiene fibre sintetiche con una prevalenza in polipropilene, una plastica di sintesi ottenuta da frazioni del petrolio. Le fibre in polipropilene trovano ampia applicazione nell’industria tessile, per la realizzazione di tappeti, tappezzerie e tendaggi, coperte, abbigliamento intimo e tecnico-sportivo e sono quindi estremamente diffuse negli ambienti domestici. Queste fibre molto probabilmente hanno dimensioni troppo grandi perché possano essere inalate, ma possono essere ingerite. L’assunzione di microplastiche derivate da *fall-out* atmosferico non deve essere ignorata, perché potrebbe risultare una via di esposizione a MNP superiore a quella per ingestione di cibo contaminato (Zhang *et al.*, 2020a,b). Questi risultati evidenziano la necessità di prestare grande attenzione alla qualità dell’aria presente negli ambienti chiusi.

3.2.2 Le microfibre tessili sintetiche

Altra importante fonte di emissione di microplastiche in ambiente è costituita da fibre tessili sintetiche, formate da materiali polimerici plastici (Zhang *et al.*, 2020a). Dal questionario è emerso che buona parte degli studenti indossa abiti costituiti da materiali misti, composti in parte da fibre naturali e in parte da fibre sintetiche (domanda n. 24).

L’usura dei materiali tessili provoca il rilascio di microfibre che, se sintetiche, sono da considerarsi microplastiche; di conseguenza, più materiali sintetici indossiamo più microfibre immettiamo nell’ambiente sia *indoor* che *outdoor*. Durante il lavaggio, a causa delle sollecitazioni meccaniche, della temperatura e dell’attacco di sostanze chimiche, le microfibre sintetiche sono rilasciate dai tessuti e immesse nelle acque reflue domestiche. Gli impianti di trattamento trattengono efficacemente la maggior parte delle microfibre in sospensione, con un tasso di rimozione dell’85% in media a livello globale, e superiore al 95% nei paesi industrializzati (Boucher & Friot, 2017). Ciononostante, considerando gli elevati volumi di reflui negli impianti di depurazione, 1 m³ di

effluente trattato può contenere fino a 10.000 microfibre (Xu *et al.*, 2018).

Si stima che circa 200.000-500.000 tonnellate di microfibre tessili sintetiche, generate principalmente dal lavaggio e dall'usura degli indumenti e non trattenute dagli impianti di depurazione delle acque reflue, raggiungano ogni anno gli ambienti acquatici (Boucher & Friot, 2017).

3.2.3 La plastica monouso

La maggior parte degli studenti universitari (63,06%) vivendo per buona parte della giornata fuori casa consuma spesso cibo preconfezionato avvolto nella plastica, (domanda n. 26). A livello europeo, nel periodo 2018-2021 l'Italia è risultata seconda solo alla Germania per richiesta e utilizzo di materie plastiche, principalmente impiegate nel *packaging*, nelle costruzioni e nell'industria automobilistica (Plastics Europe, 2022). L'enorme quantità di imballaggi di plastica utilizzata per la vendita e la conservazione di generi alimentari è una delle principali fonti dei rifiuti di plastica dispersi in ambiente. L'imballaggio in plastica ha infatti vita breve e, data la sua funzione, diventa scarto e rifiuto molto velocemente, quando non viene riciclato o smaltito correttamente (Rhein & Schmid, 2020). Al fine di contrastare il rilascio incontrollato di rifiuti di plastica, in particolare di prodotti usa-e-getta e di imballaggio, l'Unione Europea dal 3 luglio 2021 ha messo in atto la direttiva EU Eco-Green 2019/904, che prevede tra gli obiettivi da raggiungere in Europa entro il 2030: (I) ridurre, di oltre il 50%, la produzione di rifiuti derivati dai 10 prodotti di plastica usa-e-getta più comuni, promuovendo l'utilizzo di prodotti riciclabili e più sostenibili; (II) prevenire emissioni di CO₂ pari a 3,4 milioni di tonnellate all'anno, (III) prevenire danni ambientali pari a 22 miliardi di euro e (IV) far risparmiare ai consumatori 6,5 miliardi di euro all'anno grazie ad una minore spesa per prodotti di plastica usa-e-getta.

3.2.4 Le MNP nell'acqua potabile

Alla domanda n. 29, "Che acqua bevi?", oltre il 60%, degli studenti del gruppo "altri CdL" dichiara di consumare acqua del rubinetto contro il 31% del gruppo SB+SN. Le differenze possono essere dovute alla diffusione e quindi all'accessibilità dei distributori di acqua in Unimore. Non in tutti gli edifici sono presenti in ugual misura, chi abitualmente frequenta edifici dove i distributori non sono presenti tende a portarsi l'acqua da casa, alcuni nelle borracce che sono state fornite a tutti gli studenti dall'ateneo, ma molti nelle bottigliette di plastica. Dati Istat (2022) riportano che nel 2021 il 28,5% delle famiglie italiane ha dichiarato di non fidarsi a bere acqua di rubinetto. Questa percezione negativa è comunque in forte diminuzione negli ultimi decenni (-11,6% rispetto al 2002) (Istat, 2022). Nonostante questo, il consumo di acqua minerale rimane molto elevato: l'Italia nel 2019 era il maggior consumatore europeo di

acqua in bottiglia (Fig. 6). Attualmente circa 11 miliardi di bottiglie in polietilene tereftalato (PET) per acqua o bevande confezionate vengono immesse sul mercato ogni anno e circa il 70% di queste, 7,7 miliardi, non vengono riciclate e divengono rifiuti.

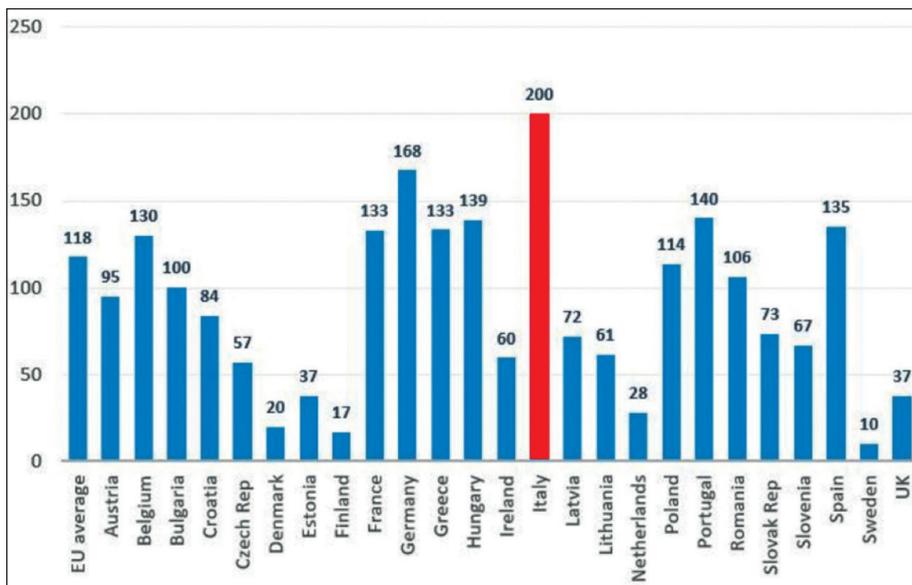


Fig. 6 – Consumo di acqua minerale in bottiglia pro capite nei Paesi dell’Unione Europea (Italia evidenziata in rosso) nel 2019 (fonte: <https://naturalmineralwaterseurope.org/statistics/>, modificata).

Studi recenti riportano che sia l’acqua di rubinetto sia quella in bottiglia contengono MNP di diversa forma, natura e dimensioni (per lo più $<10\ \mu\text{m}$), e possono perciò costituire un’importante via di esposizione per l’uomo (Kirstein *et al.*, 2021) (Fig. 7a e 7b). Tuttavia, la contaminazione da MNP nell’acqua destinata al consumo umano è una linea di ricerca ancora emergente e gli studi pubblicati fino ad ora non sempre permettono un confronto accurato e attendibile per determinare quale tipo di acqua possa costituire la maggiore via di esposizione per l’uomo (Kirstein *et al.*, 2021). Uno studio condotto da ricercatori dell’università di Catania ha aperto un dibattito riguardo la presenza di MNP (in concentrazione di 121 MNP/l) in bottiglie d’acqua potenzialmente riconducibile ad una fase che precede l’imbottigliamento. Infatti, il sistema di estrusione ad elevate temperature garantisce la sicurezza e la qualità microbiologica del prodotto, ma determina micronizzazione della bottiglia di plastica e quindi rilascio di MNP (Diaz-Basantes *et al.*, 2020).

Sono necessari ulteriori studi dal momento che, ad oggi, non sono ancora ben chiari i possibili effetti negativi diretti dovuti alla continua ingestione/inalazione di MNP sulla salute umana.

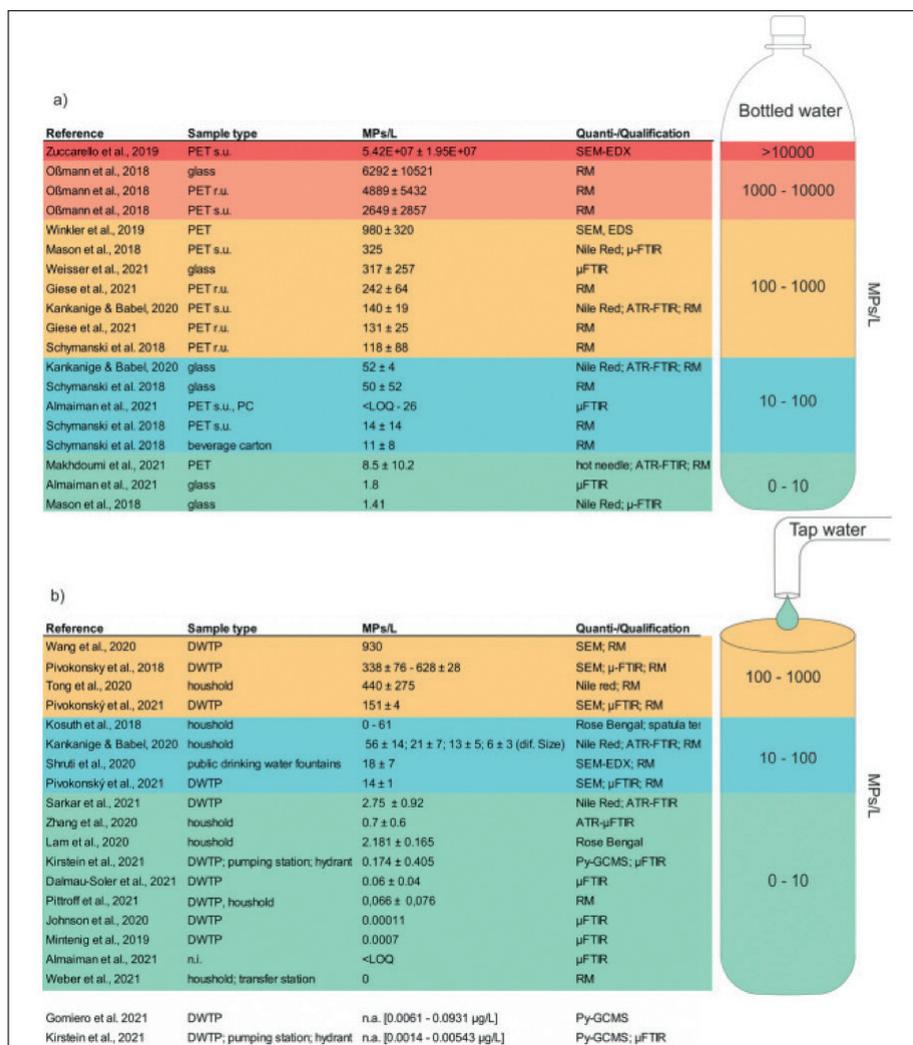


Fig. 7 – Livelli di contaminazione da MNP in acqua potabile in bottiglia (a) e di rubinetto (b): riferimento degli studi scientifici, tipo di campione (s.u. = uso singolo; r.u. = riutilizzabile; n.a. = non applicabile; n.i. = non identificato), concentrazione media di MNP per litro (MPs/l) e metodo di analisi quali/quantitativa utilizzato nello studio. Gli studi sono elencati in ordine decrescente per concentrazione di MNP (fonte: Kirstein et al., 2021, under a Creative Commons license).

4. Conclusioni

La contaminazione da MNP rappresenta una delle più importanti emergenze ambientali attuali ed è necessario valutare quanto i cittadini siano consapevoli del problema e, soprattutto, quanto le normali attività quotidiane possano contribuire all'immissione di microplastiche in ambiente. In questa indagine i cittadini sono rappresentati da studenti universitari iscritti a corsi di laurea triennale ad indirizzo scientifico presso UNIMORE. Attraverso un questionario, compilato su base volontaria, sono state valutate la conoscenza e le attitudini della popolazione studentesca verso la diffusione di rifiuti di plastica e MNP in ambiente.

Dai risultati emerge che, nonostante una buona conoscenza di base sulla problematica, gli studenti sono poco consapevoli delle possibili conseguenze che le MNP possono avere sulla salute umana e presentano alcune abitudini che tendono a favorire la contaminazione e l'esposizione a MNP. La promozione di azioni virtuose secondo il principio delle “3R”: *reduce, reuse, recycle* sembra l'unica strada promettente per la mitigazione del problema. I risultati evidenziano la necessità di programmi di educazione ambientale e l'importanza della “scienza dei cittadini” come strumento per promuovere conoscenza e consapevolezza verso temi di grande rilevanza ambientale come l'inquinamento da plastica, che ad oggi sembra affidato principalmente ai mezzi di comunicazione.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano tutti gli studenti che hanno dedicato un po' del loro tempo alla compilazione del questionario.

Bibliografia

- ANDRADY A.L., 2017 – *The plastic in microplastics: a review*. Marine Pollution Bulletin, **119**(1), pp. 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- BINELLI A, FINIZIO A., 2021 – *L'incredibile viaggio delle plastiche nell'ambiente (Capitolo 1)*. In: Quaderno di Ecologia “Scienza e società. L'ecologia è il ponte per il futuro”, pp. 1-11. ISBN: 9791221002539. <https://www.ecologia.it/news/quaderno-di-ecologia/>
- BONNEY R., BALLARD H., JORDAN R., MCCALLIE E., PHILLIPS T., SHIRK J., WILDERMAN C.C., 2009 – *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education*. Center for Advancement of Informal Science Education. CAISE Inquiry Group Report, pp. 102-116.
- BOUCHER J., FRIOT D., 2017 – *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*. Gland, Switzerland: IUCN, pp. 1-43. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>
- CONRAD C.C., HILCHEY K.G., 2011 – *A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities*. Environmental Monitoring and Assessment, **176**, pp. 273-291. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>
- DAS N., GOSH A., 2020 – *Psychometric Validation of a Nutrition Knowledge Questionnaire among Parents of 36 Year Old Asian Indian Children in East Barddhaman District, West Bengal, India*. Indian Journal of Community Medicine **45**(2), 130 pp. https://doi.org/10.4103/ijcm.IJCM_347_19

- DIAZ-BASANTES M.F., CONESA J.A., FULLANA A., 2020 – *Microplastics in honey, beer, milk, and refreshments in Ecuador as emerging contaminants*. Sustainability, **12**(14), 5514. <https://doi.org/10.3390/su12145514>
- DRIS R., GASPERI J., MIRANDE C., MANDIN C., GUERROUACHE M., LANGLOIS V., TASSIN B.A., 2017 – *First overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments*. Environmental pollution, **221**, pp. 453-458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>
- GONG J., XIE P., 2020 – *Research progress in sources, analytical methods, eco-environmental effects, and control measures of microplastics*. Chemosphere, **254**, 126790. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126790>
- ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (ISTAT) – *Report del 21 marzo 2022*. Le statistiche dell'Istat sull'acqua, pp. 1-16. <https://www.istat.it/it/archivio/282387> (consultato il 18 settembre 2022).
- KIRSTEIN I.V., GOMIERO A., VOLLERTSEN J. 2021 – *Microplastic pollution in drinking water*. Current Opinion in Toxicology, **28**, pp. 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2021.09.003>
- LOCRITANI M., MERLINO S., ABBATE M., 2019 – *Assessing the citizen science approach as tool to increase awareness on the marine litter problem*. Marine Pollution Bulletin, **140**, pp. 320-329. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.023>
- McKINLEY D.C., MILLER-RUSHING A.J., BALLARD H.L., BONNEY R., BROWN H., COOK-PATTON S.C., EVANS D.M., SHIRK J.L., STEPENUCK K.F., WELTZIN J.F., WIGGINS A., BOYLE O.D., BRIGGS R.D., CHAPIN S.F., HEWITT D.A., PREUSS P.W., SOUKUP M.A., 2017 – *Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection*. Biological Conservation, **208**, pp. 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- OLIVERI CONTI G., FERRANTE M., BANNI M., FAVARA C., NICOLOSI I., CRISTALDI A., FIORE M., ZUCCARELLO P., 2020 – *Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population*. Environmental Research, **187**, 109677. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109677>
- PLASTICS EUROPE, 2022 – *Plastics - the Facts*: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
- RHEIN S., SCHMID M., 2020 – *Consumers' awareness of plastic packaging: more than just environmental concerns*. Resources, Conservation and Recycling, **162**, 105063. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105063>
- SENATHIRAJAH K., ATTWOOD S., BHAGWAT G., CARBERY M., WILSON S., PALANISAMI T., 2021 – *Estimation of the mass of microplastics ingested – A pivotal first step towards human health risk assessment*. Journal of Hazardous Materials, **404** (Part B), 124004. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124004>
- SITUMORANG R.O.P., TA-CHING LIANG T.-C., CHANG S.-C., 2020 – *The difference of knowledge and behavior of college students on plastic waste problems*. Sustainability, **12**, 7851. <https://doi.org/10.3390/su12197851>
- SUNDT P., SCHULZE P.-E., SYVERSEN F., 2014 – *Sources of microplastic pollution to the marine environment*. MEPEX Report, **165**, 108 pp. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2015/februar/sources-of-microplastic-pollution-to-the-marine-environment/>
- THOMPSON R.C., OLSEN Y., MITCHELL R.P., DAVIS A., ROWLAND S.J., JOHN A.W.G., MCGONIGLE D., RUSSELL A.E., 2004 – *Lost at sea: where is all the plastic?* Science, **304** (5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- TOOMEY A.H., DOMROESE M.C., 2013 – *Can citizen science lead to positive conservation attitudes and behaviors?* Human Ecology Review, **20**(1), pp. 50-62. <https://www.jstor.org/stable/24707571>
- WU P., HUANG J., ZHENG Y., YANG Y., ZHANG Y., HE F., CHEN H., QUAN G., YAN J., LI T., GAO B., 2019 – *Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics*. Ecotoxicology and Environmental Safety, **184**, 109612. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>
- XU X., HOU Q., XUE Y., JIAN Y., WANG L., 2018 – *Pollution characteristics and fate of microfibers in the wastewater from textile dyeing wastewater treatment plant*. Water Science and Technology, **78**(10), pp. 2046-2054. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.476>
- ZHANG Y., KANG S., ALLEN S., ALLEN D., GAO T., SILLANPÄÄ M., 2020a – *Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives*. Earth-Science Reviews, **203**, 103118. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118>
- ZHANG Q., XU E.G., LI J., CHEN Q., MA L., ZENG E.Y., SHI H., 2020b – *A review of microplastics in table salt, drinking water, and air: direct human exposure*. Environmental Science and Technology, **54**(7), pp. 3740-3751. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04535>



Riccardo Ianniciello*

Alcune considerazioni sulla scomparsa dell'Uomo di Neanderthal

Riassunto

La scomparsa dell'Uomo di Neanderthal si deve a una molteplicità di fattori che escluderebbero cause ambientali e che si connotano come un lento processo di ibridazione/assorbimento con Homo sapiens ma anche di dominazione/competizione da parte di quest'ultimo, dotato di un grado di aggressività intraspecifico maggiore, di una tecnologia di caccia e di sopravvivenza più efficace e numericamente superiore. Il diverso tasso demografico tra le due popolazioni avrebbe pertanto avuto un ruolo non secondario.

Abstract

Some remarks on the disappearance of Neanderthals. The disappearance of Neanderthals was determined by multiple factors, which seem to rule out environmental causes. Rather, it was due to a slow process of hybridization/absorption with Homo sapiens but also of domination/competition by the latter, who was characterized by a higher degree of intraspecific aggression, more efficient technology for hunting and surviving and a much greater number of individuals. Therefore, the different demographic rate between the two populations may have had a non-secondary role.

Parole chiave: Homo neanderthalensis, Homo sapiens, *evoluzione, ibridazione, estinzione*

Keywords: Homo neanderthalensis, Homo sapiens, *evolution, hybridization, extinction*

* Naturalista, Piazza Prada 15, 38057 PERGINE (TN); e-mail: riccardo.ianniciello@yahoo.it.

1. Introduzione

Homo neanderthalensis è un ominine strettamente affine a *Homo sapiens* vissuto nel Paleolitico medio, compreso tra 200.000 e 41.000 anni fa. Molto evoluto e in possesso di una cultura tecnica sovrapponibile in larga parte ai *sapiens*, almeno inizialmente, *Homo neanderthalensis* aveva un comportamento sociale avanzato ed è convissuto per alcune decine di migliaia di anni con la nostra specie, ibridandosi ampiamente con essa. Originario dell'Europa occidentale e centrale è poi emigrato in Medio Oriente negli attuali territori di Israele, Siria e Iraq e, con gruppi sporadici, anche in Asia centrale e in Siberia. Si è evoluto e differenziato da *Homo heidelbergensis* che, uscito dall'Africa 650.000 anni fa, rimpiazzò probabilmente le forme di *Homo erectus* preesistenti. Comparati ai moderni esseri umani i Neanderthal avevano una costituzione più robusta e tarchiata, probabilmente per un adattamento ai climi più freddi (Fig. 1). Recenti scoperte riguardanti il genoma umano sembrerebbero dimostrare che *neanderthalensis* e *sapiens* apparterrebbero alla stessa specie con le differenze anatomiche e somatiche dovute ad adattamenti alle condizioni ambientali come del resto accade tutt'oggi con le diverse popolazioni umane che mostrano caratteristiche specifiche (tratti biologici o fenotipi) dipendenti dagli ambienti di appartenenza e areali di distribuzione. Del resto, come scrive Luca Pagani, docente di antropologia molecolare all'Università di Padova: «Nelle tresche evolutive della storia del genere Homo è difficile tracciare con sicurezza i confini. Se due popolazioni sono in grado di scambiarsi geni significa che non esiste quella barriera riproduttiva che determina la distinzione tra due specie» (cfr. Suman, 2020).

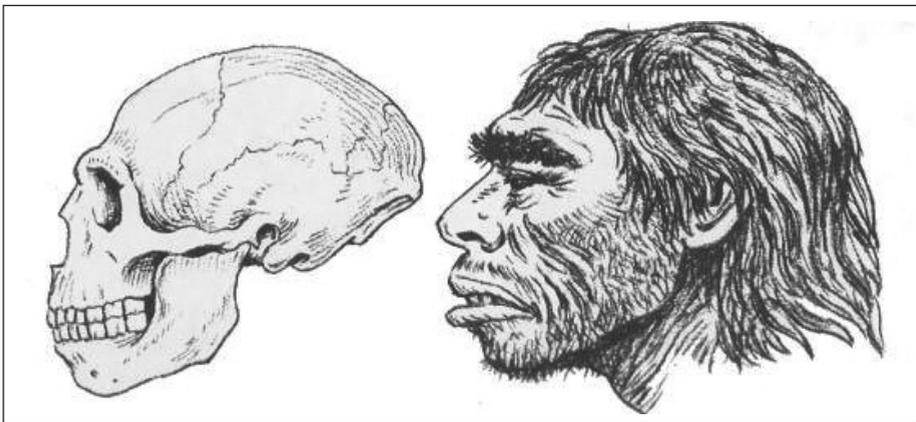


Fig. 1 – Teschio e profilo di *Homo neanderthalensis*: il cranio era lungo e schiacciato, la fronte bassa, le arcate sopraccigliari spesse e sporgenti, la bocca larga e il mento sfuggente (da Wikipedia.org).

In questo solco si inserisce il fondamentale lavoro di Svante Pääbo, biologo svedese (premio Nobel per la Medicina nel 2022), specializzato in genetica evolutiva, che insieme con un gruppo di studiosi è riuscito a sequenziare l'intero DNA neandertaliano (Pääbo, 2014). Le analisi comparative del DNA antico con quello degli umani moderni hanno rilevato che tutti gli esseri viventi di oggi possiedono nel loro genoma il 2-4% di DNA neandertaliano, a dimostrazione del fatto che le due specie si sono ampiamente incrociate e, a partire da questi risultati, il ricercatore svedese si è chiesto se è corretto pensare a due specie diverse.

L'ipotesi oggi più accreditata tra gli studiosi suggerisce un incrocio che si è verificato quando popolazioni di *sapiens*, portatori di tecnologie del Paleolitico superiore, dunque più avanzate, incontrarono i *neanderthalensis* a seguito della loro espansione fuori dall'Africa. Le analisi del genoma nucleare (si pensi al progetto tedesco *Neanderthal Genome Project* della Società Max Planck per l'Antropologia evolutiva e al progetto americano *454 Life Sciences* di sequenziamento del genoma neandertaliano) indicano una vasta ibridazione con *Homo sapiens* e *Homo di Denisova*¹. Un altro studio, il più dettagliato resoconto della storia genetica dell'uomo europeo vissuto durante l'era glaciale, apporta ulteriori e più precisi dati: è quello prodotto da un team internazionale di studiosi, del quale fanno parte ricercatori dell'Università di Siena (Annamaria Ronchitelli e Stefano Ricci) e di Firenze (David Caranelli e Martina Loi), i quali hanno analizzato il genoma di 51 individui vissuti in Europa tra 45.000 e 7.000 anni fa, prima della scoperta dell'agricoltura. L'enorme quantità di informazioni raccolte dall'esame dei resti umani ha reso possibile il monitoraggio dei cambiamenti genetici intervenuti in oltre 30.000 anni di storia e il loro rapporto con le trasformazioni culturali. Lo studio ha confermato con chiarezza il declino del DNA neandertaliano presente nel genoma moderno (Fu *et al.*, 2016). In particolare nei campioni analizzati gli studiosi hanno rilevato un valore tra il 3% e il 6% di DNA neandertaliano, che nell'umanità attuale si è ridotto al 2% in quanto "evolutiveamente svantaggioso" (Fig. 2).

Ma come si può spiegare la scomparsa dell'Uomo di Neanderthal avvenuta pochi millenni dopo la convivenza con *Homo sapiens*?

¹ "Homo di Denisova" è il nome dato ad un ominine i cui scarsi resti furono ritrovati nei Monti Altaj in Siberia nel 2010. Tale nome definisce una popolazione di *Homo* le cui relazioni genetiche con le altre specie sono ancora in fase di definizione attraverso analisi del DNA cellulare e mitocondriale.

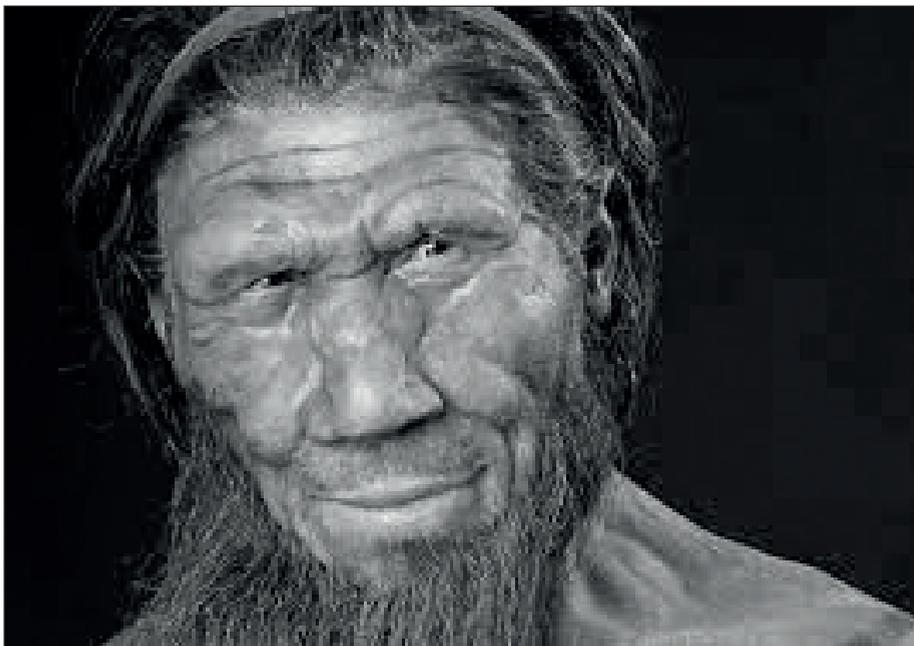


Fig. 2 – Ricostruzione di un possibile volto di *Homo neanderthalensis* (da Wikipedia.org).

2. Le diverse ipotesi per spiegare l'estinzione dell'Uomo di Neanderthal

L'ipotesi climatica è tra le più accreditate: cambiamenti climatici drastici avvenuti in Europa circa 42.000 anni fa durante l'ultima era glaciale avrebbero causato la scomparsa dei Neanderthal (Higham *et al.*, 2014). Se così fosse non si spiega come culture umane primitive² (quali Inuit, Lapponi ecc.) siano sopravvissute in ambienti dalle condizioni climatiche estreme, paragonabili a quelle vissute durante l'ultima era glaciale dai Neanderthal. Anche l'ipotesi che sia stata una fase glaciale a causare l'estinzione dei Neanderthal è stata messa in discussione da uno studio tutto italiano (Columbu *et al.*, 2020): l'analisi di stalagmiti di alcune grotte dell'altopiano delle Murge, condotto da un gruppo di ricerca dell'Università di Bologna, ha ricostruito con grande precisione un quadro paleoclimatico che esclude l'estinzione dell'Uomo di Neanderthal a

² Con culture umane primitive ci si riferisce a popolazioni come gli inuit che appartengono a *Homo sapiens* e non a *Homo neanderthalensis*; tra le due specie vi è comunque una forte affinità al punto che diversi antropologi considerano i Neanderthal una sottospecie di *Homo sapiens* con il quale avrebbe convissuto almeno per alcune decine di migliaia di anni e con il quale si sarebbe diffusamente incrociato.

causa di cambiamenti climatici estremi. In questo senso, meritano un discorso a parte, rispetto alle repentine variazioni di clima che hanno interessato l'Europa durante l'ultima glaciazione, alcune aree del Mediterraneo come l'altopiano delle Murge in Puglia, dove il gruppo di ricerca, attraverso una dettagliata ricostruzione paleoclimatica dell'ultima era glaciale, analizzando una serie di stalagmiti prelevate da grotte pugliesi, ha stabilito che non vi sono state drastiche variazioni di clima a indurre la scomparsa dei neandertaliani in Puglia e per estensione in altre aree climatiche mediterranee. Anche Paolo Boscato dell'Università di Siena esclude cause ambientali: «È un'umanità che ha attraversato per centinaia di migliaia di anni varie fasi climatiche, alcune sicuramente molto dure per i cacciatori-raccoglitori. Inoltre la fase climatica che ha visto la scomparsa dell'Uomo di Neanderthal non è stata particolarmente severa e gli ambienti, ad esempio in Italia, ospitavano una buona biodiversità di mammiferi/prede» (Boscato, 2022).

A queste considerazioni – a mio avviso – occorre aggiungere la migrazione come strategia di sopravvivenza a cui i Neanderthal molto probabilmente ricorsero: erano popolazioni di cacciatori-raccoglitori nomadi che si spostavano di volta in volta in cerca di territori migliori e che all'occorrenza avrebbero potuto effettuare spostamenti o migrazioni considerevoli se le condizioni di vita nel loro habitat fossero diventate proibitive. Altri ricercatori ritengono che la prima causa dell'estinzione dei Neanderthal non sia la glaciazione ma al contrario il periodo interglaciale: *Homo neanderthalensis* era infatti un ominine adattato al freddo e con la fusione dei ghiacciai e temperature più miti ha sofferto sempre di più, mentre *Homo sapiens*, al contrario, venendo dall'Africa, amava il caldo e la competizione con l'Uomo di Neanderthal lo ha sicuramente favorito.

Ritornando allo studio dei ricercatori dell'Università di Bologna (e qui passiamo a una diversa ipotesi per spiegare la scomparsa dei Neanderthal): «la tecnologia di caccia molto più avanzata per l'*Homo sapiens* rispetto ai Neanderthal avrebbe contribuito in maniera primaria alla supremazia del primo rispetto al secondo, inducendo la scomparsa dei neandertaliani dopo circa 3.000 anni di convivenza tra le due specie» (Columbu et al., 2020). Ancora nelle parole di Fabio Negrino (Università di Genova): «Se oggi condividiamo questo pianeta solo con diverse, seppur numerose specie di scimmie, tra cui le antropomorfe, 40.000 anni fa circa lo abbiamo condiviso anche con altre umanità, con altri Homo, estintisi forse proprio in seguito al nostro inarrestabile dilagare dall'Africa verso tutte le aree del pianeta, allorquando la nostra capacità di adattamento, di creatività e di aggressività risultò vincente» (Negrino, 2022). Per quanto riguarda il periodo durante il quale in Europa avvenne la graduale ma rapida sostituzione dell'Uomo di Neanderthal da parte dei *sapiens* provenienti dall'est, un progetto di ricerca internazionale diretto

dall'Università di Oxford (Higham *et al.*, 2014) ne ha ricostruito l'arco temporale risolvendo la questione, rimasta da tempo insoluta, di quanto tempo fosse stato necessario affinché l'estinzione dei Neanderthal e la conseguente presenza di *Homo sapiens* divenissero definitive in tutta l'Europa. Con tecniche innovative sviluppate nei laboratori per le datazioni al carbonio-14 dell'Università di Oxford, sono state datati con elevata precisione reperti organici (carboni, ossa, conchiglie) provenienti da molti siti archeologici europei e del Medio Oriente nei quali risulta il passaggio da *Homo neanderthalensis* a *Homo sapiens*. Il risultato emerso dimostra sorprendentemente come l'estinzione dei Neanderthal sia avvenuta a macchia di leopardo tra 41.000 e 39.000 anni fa con modalità diverse nelle varie regioni europee. Si ha quindi la prima presenza di *Homo sapiens* in Europa in un periodo compreso tra 45.000 e 43.000 anni fa. I due eventi non sembrano essere stati concomitanti ma, al contrario, le due specie sembrano aver convissuto quasi 5.000 anni, il che portò ad ampi scambi genetici e culturali in alcune aree dell'Europa. Tale processo di assorbimento/sostituzione non è stato repentino ma lento se si calcola il periodo di sovrapposizione in circa 2.600-5.400 anni, come ricorda Annamaria Ronchitelli dell'Unità di ricerca preistorica e antropologica dell'Università di Siena, tra le autrici dello studio: «*Molte generazioni che hanno consentito alle due specie di incontrarsi e sicuramente di arrivare a uno scambio non solo di geni ma culturale come nel caso di tecniche litiche e l'uso dei colori e degli ornamenti*» (cfr. Higham *et al.*, 2014).

A questo riguardo, nella grotta di Fumane³ in provincia di Verona (Fig. 3) sono stati portati alla luce, nelle diverse campagne di scavo condotte dal paleontologo Marco Peresani, reperti ossei che attestano l'uso di penne e unghie di grandi rapaci come ornamento che dimostrano la capacità simbolica e dunque creativa dei Neanderthal; comportamenti etnograficamente "moderni" prossimi al modo *sapiens* di pensare e di strutturare la società che ci fanno propendere per una loro origine frutto di diffuse interazioni e ibridazioni con i primi *Homo sapiens* che colonizzarono l'Europa 45.000 anni fa (Peresani *et al.*, 2011). Ancora uno studio di ricercatori dell'Università of Southampton e della Società Max Planck per l'Antropologia evolutiva ha rivelato la prima importante prova che i Neanderthal siano stati gli artefici della più antica pittura rupestre del mondo (risalente a 64.000 anni fa) e che dunque possedevano un senso artistico e una capacità simbolica simile alla nostra (Hoffman *et al.*, 2018).

³ La grotta di Fumane fu scoperta nel 1962 dai paleontologi Giovanni e Alberto Solinas. Il sito fu abitato per un lunghissimo periodo che va da circa 60.000 anni BP con presenze dell'*Homo neanderthalensis* e dell'*Homo sapiens*, da circa 34.000 a 32.000 anni BP fino al crollo della grotta, che si presume risalga a 25.000 anni BP, conseguenza ed effetto di una glaciazione. È considerato come uno dei siti preistorici più importanti d'Europa per il lungo periodo di utilizzo da parte di popolazioni di ominini.



Fig. 3 – L'ingresso alla grotta di Fumane (VR), oggi attrezzata per i visitatori (da Wikipedia.org).

3. Conclusioni

La scomparsa di *Homo neanderthalensis* si deve a una molteplicità di fattori. Se si escludono le cause ambientali, troppo deboli per stare in piedi, dalle diverse ipotesi andranno considerati quegli elementi che, supportati da evidenze scientifiche, devono fornire un quadro paleontologico convincente e concordante. Pertanto, sulla base dei dati finora esaminati, provenienti dagli studi più autorevoli (che qui si è provato a condensare), propendiamo per una risposta multifattoriale che spieghi l'estinzione dei Neanderthal: un lento processo di ibridazione/assorbimento con *Homo sapiens* ma anche di dominazione/competizione da parte di quest'ultimo, dotato di un grado di aggressività intraspecifico maggiore e di una tecnologia di caccia e di sopravvivenza più efficace. Si deve infine considerare che *Homo sapiens* era numericamente superiore; quindi anche il diverso tasso demografico tra le due popolazioni avrebbe giocato un ruolo non secondario (Facchini & Belcastro, 2009; Peresani *et al.*, 2011; Peresani, 2018).

Ringraziamenti

Desidero ringraziare per le preziose informazioni e i consigli fornitemi i paleontologi Luca Pagani, Marco Peresani, Jacopo Gennai, Carmelo Petronio, Andrea Columbu e Paolo Boscato. Inoltre per l'importante lavoro di revisione e di impaginazione il Prof. Giovanni Tosatti e per l'impeccabile traduzione dell'Abstract la Prof.ssa Andrea Mary Lord.

Bibliografia

- BOSCATO P., 2022 – *Comunicazione personale.*
- COLUMBU A., CHIARINI V., SPÖTL C., BENAZZI S., HELLSTROM J., HAI C., DE VAELE J., 2020 – *Speleothem record attests to stable environmental conditions during Neanderthal-modern human turnover in southern Italy.* *Nature Ecology and Evolution*, **4**, pp. 1188-1195.
- FACCHINI F., BELCASTRO M.G. (a cura di), 2009 – *La lunga storia dei Neanderthal - biologia e comportamento.* Jaca Book, p. 326, Milano.
- FU Q., POSTH C., HAJDINJAK M., PETR M., MALLICK S., FERNANDES D., 2016 – *The genetic history of Ice Age Europe.* *Nature*, **534**, pp. 200-205.
- HIGHAM T., DOUKA K., LEGNO R., BOSCATO P., PERESANI M., RONCHITELLI A., GAMBASSINI P., GRIMALDI S., NEGRINO F., MORONI A., 2014 – *The Timing and Spatio-temporal patterning of Neanderthal disappearance.* *Nature*, **512**, pp. 306-309.
- HOFFMAN D.L., STANDISH C.D., GARCÍA-DIEZ M., PETTIT P.B., 2018 – *U-Th dating of carbonate crusts reveals Neanderthal origin of Iberian cave art.* *Science*, **359**, pp. 912-915.
- LUGLI F., CIPRIANI A., CAPECCHI G., RICCI S., BOSCHIN F., BOSCATO P., IACUMIN P., BADINO F., MANNINO M.A., TALAMO S., RICHARDS M.P., BENAZZI S., RONCHITELLI A., 2019 – *Strontium and stable isotope evidence of human mobility strategies across the Last Glacial Maximum in southern Italy.* *Nature Ecology and Evolution*, **3**, pp. 905-911.
- NEGRINO F., 2022 – *Comunicazione personale.*
- PAÄBO S., 2014 – *L'Uomo di Neanderthal - alla ricerca dei genomi perduti.* Einaudi, Torino.
- PERESANI, M., 2018 – *Come eravamo. Viaggio nell'Italia paleolitica.* P. 145, Il Mulino, Roma.
- PERESANI M., FIORE I., GALA M., ROMANDINI M., TAGLIACCOZZO A., 2011 – *Late Neanderthals and the intentional removal of feathers as evidenced from bird bone taphonomy at Fumane Cave, 44 ky BP, Italy.* *Proc. National Academy of Sciences (PNAS), U.S.A.*, **108**, pp. 3888-3893.
- SUMAN F., 2020 – *Le ibridazioni ridisegnano l'albero dell'evoluzione umana.* Ilbolive.it, Università di Padova.



Mauro Mandrioli*

Tra progresso scientifico e censura: università e accademie come censori nel Ducato di Modena nella prima metà del XIX secolo

Riassunto

Nel corso dell'Ottocento vigevano a Modena precise norme di censura, ideate per limitare non solo la stampa di libri non graditi, ma anche la loro diffusione da Stati vicini. In particolare, sia Francesco IV che Francesco V adottarono ben codificate procedure per porre quanto più possibile sotto il controllo ducale le opere a stampa affidando a docenti dell'Università di Modena e a soci dell'Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena il ruolo di censori. Analizzare oggi il ruolo dei censori ducali permette di capire come università e accademie gestirono il complesso rapporto tra la censura, voluta dai duchi, e quel celerissimo progresso scientifico che caratterizzava le scienze nel corso dell'Ottocento. Questa analisi permette di osservare che i censori modenese, sebbene rispettosi del ruolo loro attribuito, optarono per un'applicazione più pragmatica che rigida della censura, favorendo in questo modo quel progresso scientifico che fu alla base della crescita culturale non solo dell'università, ma anche, più in generale, della città di Modena.

Abstract

Scientific progress and censorship: universities and academies acting as censors in the Duchy of Modena in the first half of the 19th century. During the 19th century, accurate censorship laws were enforced in Modena and were designed to limit not only the printing of books considered dangerous, but also trading and import of such material from neighbouring countries. In particular, both Dukes Francesco IV and Francesco V adopted well-defined laws to place the content of books as much as possible under their own control. These laws were applied by professors from the University of Modena and members of the Academy of Sciences, Literature and Arts of Modena acting as censors. The present analysis of the role of the censors in Modena allows us to understand how universities and academies managed the complex relationship between the censorship requested by the dukes and the fast scientific progress that characterised science during the 19th century. This analysis shows us that censors, although aware of their role, opted for a more rational method of censorship, thus favouring scientific progress which has been at the basis of the cultural growth not only of the University of Modena, but also of the city of Modena altogether.

* Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi n. 213/D, 41125 MODENA; e-mail: mauro.mandrioli@unimore.it.

Parole chiave: *censura, progresso scientifico, libri, XIX secolo, Ducato di Modena*

Keywords: *ensorship, scientific progress, books, 19th century, Duchy of Modena, Italy*

1. Introduzione: le prime forme di censura a Modena

La censura è stata uno strumento di uso ricorrente nel corso della storia per limitare la diffusione di testi e/o altre opere sgradite a livello politico e religioso (Darnton, 2014). In particolare, essa fu molto comune sia in molti stati italiani preunitari che in numerose nazioni europee (si pensi ad esempio alla Francia) in funzione del fatto che gli uomini agiscono in base alle proprie opinioni e per evitare che esse siano in contrasto con l'ordine garantito, occorre che lo stato controlli il modo in cui le opinioni si formano (Palazzolo, 2008). È infatti evidente che la saldezza di ogni ordinamento statale non può prescindere da un certo grado di consenso, che può essere conquistato oppure costruito. La censura nei fatti lavora sulla seconda via, perché costruisce il consenso controllando chi può "parlare" in pubblico, intendendo tanto la comunicazione orale quanto quella scritta, e quali argomenti possono essere affrontati (Palazzolo, 2008).

Con l'avvento della stampa meccanizzata la produzione libraria divenne non solo più copiosa, ma anche più economica favorendo a sempre più persone l'accesso a libri ed opuscoli (Darnton, 2014). In parallelo anche il numero di cittadini in grado di leggere o che usava libri e riviste per farsi un'opinione era in aumento, creando un incontro perfetto tra la domanda di nuovi testi da leggere e l'offerta sempre più ricca di libri stampati, opuscoli e riviste (Bruni, 2007). Una miscela decisamente esplosiva per le monarchie ottocentesche europee, che in risposta a queste nuove libertà di pensiero recuperarono un'idea decisamente datata, che riconduceva il potere del monarca al diritto divino. La censura era quindi necessaria per evitare che potesse incrinarsi la fiducia non solo nel monarca, ma anche nella Chiesa cattolica, che forniva il supporto alla concezione di sovranità fondata sulla derivazione divina (Palazzolo, 2006).

I libri potevano avere una sorta di capacità mobilitante ed avere ripercussioni sull'ordine pubblico in quanto potevano favorire la diffusione dell'idea che la legittimazione di un governo dovesse venire dalla volontà della nazione, da cui quindi il ricorso alla censura come strumento dei governi per tracciare un confine netto tra ciò che poteva essere comunicato pubblicamente e ciò che non lo era (Montecchi, 1988). La censura associò, inoltre, al binomio Governo-Fede l'idea che la causa del declino di molte nazioni fosse da ricollegarsi al distacco dai valori cattolici, per cui per preservare il buoncostume e la morale serviva un'associazione salda tra governo e clero, oltre che il sostegno reciproco tra politica e religione (Palmieri, 1846; Montecchi, 1988).

Le prime forme di controllo della circolazione dei libri stampati a Modena o in circolazione nel territorio estense risalgono al duca di Ferrara Alfonso II d'Este che, seppure in forma discreta, già nella seconda metà del Cinquecento aveva introdotto la figura del censore ducale. Ad esempio, il 25 aprile 1569 Alfonso Tassoni Estense scriveva ad Alfonso II di aver informato i tipografi del ducato di non dare alle stampe né diffondere volumi prima di averlo informato. L'analisi di diverse fonti storiche, condotta da Montecchi (1988), evidenzia che in questa fase storica la censura veniva condotta su due livelli: le opere minori erano verificate (ed eventualmente censurate) dai governatori locali, mentre le opere di "maggiore qualità" dovevano essere inviate alla sede del duca per essere esaminate da appositi censori ducali. Nella città di Modena esisteva nella seconda metà del Cinquecento la sola tipografia dei Gadaldini, cui venne anche concesso il privilegio di importare libri a Modena, per cui il compito del governatore era semplice, poiché vi era un unico libraio/editore da controllare.

Il trasferimento della corte estense a Modena nel 1598 ebbe un effetto notevole sull'editoria modenese, tanto che le tipografie aumentarono di numero, adeguandosi al risveglio della città in tutti i settori. Giovanni Maria Verdi, Giuliano Cassiani, Demetrio Degni, Antonio Capponi e Bartolomeo Soliani aprirono nuove tipografie, la cui produzione (in particolare per Soliani) si caratterizzò per la stampa di pubblicazioni a carattere non solo letterario, ma anche scientifico (Montecchi, 1988). L'aumentato numero di tipografie non cambiò però l'opera dei censori ducali, che adempivano il proprio dovere apponendo un *vidit* alle opere che avevano già ottenuto l'*imprimatur* del Sant'Ufficio. In questa dinamica, che caratterizzò tutto il Seicento e buona parte del Settecento, la censura estense nei fatti si affiancava a quella della Santa Sede, ma al contempo vigilava anche su ciò che il Sant'Ufficio censurava. La censura operata dalla Santa Sede, infatti, raramente colpiva opere scritte da autori vicini ai governi, al fine di evitare conflitti che avrebbero danneggiato tanto il clero quanto i governi locali.

Un cambiamento in questa gestione della censura si ebbe nel 1768 quando, sotto la guida di Francesco III, il ducato estense rivendicò allo stato il diritto di concedere il permesso di stampare libri e altre opere senza più delegarlo all'Inquisizione (Montecchi, 1988). Questo cambiamento portò alla pubblicazione a Modena di numerose opere giuridiche e scientifiche di notevole valore. In parallelo, nel 1772 con il passaggio del controllo dell'Università di Modena dalla Congregazione di San Carlo al Magistrato degli Studi, Francesco III attribuiva la censura delle opere scientifiche e letterarie a censori universitari, mentre lasciava al magistrato ducale il dovere di assicurarsi che non venissero pubblicate opere contrarie ai diritti sovrani del duca. Questo portò a un notevole incremento nel numero delle opere pubblicate nel campo della medicina, della giurisprudenza e dell'economia, così come di libri relativi alle scienze

sperimentali, in quanto tali opere rispondevano alle nuove esigenze culturali e scientifiche di un ducato estense che guardava con sempre maggiore interesse a quanto accadeva nelle più moderne corti europee (Montecchi, 1988).

Il ruolo di censura universitaria venne affidata ai presidi delle facoltà presenti nell'ateneo (Teologia, Legge, Medicina e Filosofia e Arti), tra cui il medico Michele Rosa, che si interessò di salute pubblica, tanto da formulare anche il regolamento della polizia sanitaria estense (Mor & Di Pietro, 1975). In quegli stessi anni Francesco III fece istituire a Modena il Teatro anatomico, presso il Grande Ospedale (1775), e il Museo di Storia naturale (1786), che si affiancarono all'Orto botanico, inaugurato nel 1758 (Mor & Di Pietro, 1975). È interessante osservare che nella riformata università modenese anche i contenuti degli insegnamenti erano strettamente controllati, tanto che Bartolomeo Valdrighi, preside della facoltà giuridica formulava nella sua *Orazione inaugurale recitata in S. Carlo in Modena nel giorno 25 novembre 1773* l'auspicio che gli insegnamenti potessero illustrare anche a Modena quei contenuti comunemente presenti nelle università italiane e francesi. In particolare, secondo Valdrighi, le università dovevano rispondere allo Stato in quanto titolare di poteri politici pieni, emancipando gli insegnamenti da quelle ingerenze che, sulla base di principi giuridici ormai tramontati o superati da nuovi concordati, la Chiesa aveva potuto vantare sino a qualche decennio prima (Tavilla, 2021). Con un atto del giorno 8 ottobre 1773 Francesco III aveva però modificato il corpo dei censori, che risultava composto soltanto da tre censori di nomina governativa (che formavano la Giunta di Giurisdizione), mentre i presidi delle facoltà non vi facevano più parte e potevano partecipare alle riunioni del Dicastero dei riformatori degli studi con mero voto consultivo. Valdrighi inaugurò in prima persona questa nuova gestione della censura, dato che il nuovo corpo dei censori negò l'autorizzazione alla stampa del suo discorso inaugurale, che venne pubblicato solamente nel 1836 da Mario Valdrighi, nipote del celebre giurista, in appendice alla biografia del nonno. Compito della Giunta di Giurisdizione era vigilare “*acciocché ne' Nostri Stati non si stampino libri, o fogli, che d'alcuna maniera siano contrari, o lesivi, della Religione Cattolica, de' buoni costumi, de' Nostri Sovrani diritti*” introducendo quella triade altare-tro-no-morale che caratterizzerà l'attività censoria non solo della seconda metà del Settecento ma anche di tutto l'Ottocento (Montecchi, 1988).

Quando nel 1780 la reggenza del ducato estense passò ad Ercole III, le norme di censura rimasero sostanzialmente inalterate, ma una notificazione ducale del 13 aprile 1780 introdusse la possibilità che i libri posti all'indice potessero essere letti nelle biblioteche ducali e in quelle universitarie. Essi restavano, quindi, vietati in termini di stampa e diffusione, ma potevano essere letti, così da favorire la discussione e la circolazione delle idee nei territori estensi. Sep-pure quindi in presenza di regole di censura, la libertà di stampa a Modena

raggiunse in questo periodo la sua massima espansione, che però ebbe vita breve. Le notizie relative alla rivoluzione che arrivavano dalla Francia turbano, infatti, non solo il ducato estense ma tutte le monarchie degli stati preunitari italiani, per cui prese rapidamente corpo una nuova alleanza tra “trono e altare”, che reintrodusse non solo il controllo della stampa tramite l’*Indice*, ma anche quello politico. A dispetto di questa fase, si era però formato a Modena un folto gruppo di medici, naturalisti, matematici e intellettuali sensibili alle tante innovazioni che i libri arrivati a Modena avevano favorito, aprendo quindi nuove possibilità di progresso scientifico e culturale che si concretizzarono celermente già a inizio Ottocento (Montecchi, 1988; Tavilla, 2021).

2. Il ruolo degli accademici modenesi nell’Ufficio di Censura del Duca Francesco IV

Rientrato in possesso del ducato estense grazie al programma di restaurazione definito nel Congresso di Vienna, Francesco IV (1779-1846) emanò in data 28 agosto 1814 un decreto con cui riorganizzava i propri ministeri, istituendo anche il Ministero degli Affari Esteri, che aveva numerosi incarichi, tra cui quelli di polizia generale e di censura sulla stampa. Quest’ultima attività, che purtroppo mancava di una descrizione chiara che ne codificasse l’applicazione, si affiancava a quella svolta dai governatori delle provincie (lo Stato era suddiviso in Modena, Reggio Emilia e Oltreappennino), che avevano l’incarico di monitorare le opere teatrali censurando quelle non gradite (Palmieri, 1846).

La censura sulla stampa e sulle opere da stampare venne affidata al direttore della Biblioteca Reale Antonio Lombardi (1768-1847), che come censore unico comunicava al Ministero degli Affari Esteri quali libri potevano essere stampati nel Ducato e quali potevano essere introdotti dall’estero e avere libera circolazione negli stati estensi assicurando che nei libri autorizzati non vi fosse nulla che potesse opporsi “*alla religione cattolica, al buon costume e al Governo*” (Palmieri, 1846).

L’attribuzione di questo incarico a Lombardi (Fig. 1) è estremamente interessante, in quanto il direttore della Biblioteca Reale (oggi Biblioteca Estense Universitaria di Modena) era anche socio dal 1792 della Sezione di Scienze della Reale Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, grazie alla sua formazione come matematico e perito ingegnere, e ricopriva il ruolo di vicesegretario della *Società Italiana delle Scienze* (anche detta *Società dei XL*), di cui divenne segretario nel 1819 con il compito di curare la pubblicazione degli annuali e delle memorie. L’attività di censura veniva, quindi, affidata a una figura di spicco del Ducato che, possedendo anche una formazione scientifica, cercò di trovare un compromesso tra la crescita della cultura scientifica del Ducato e il rispetto delle indicazioni di censura formulate dal duca.

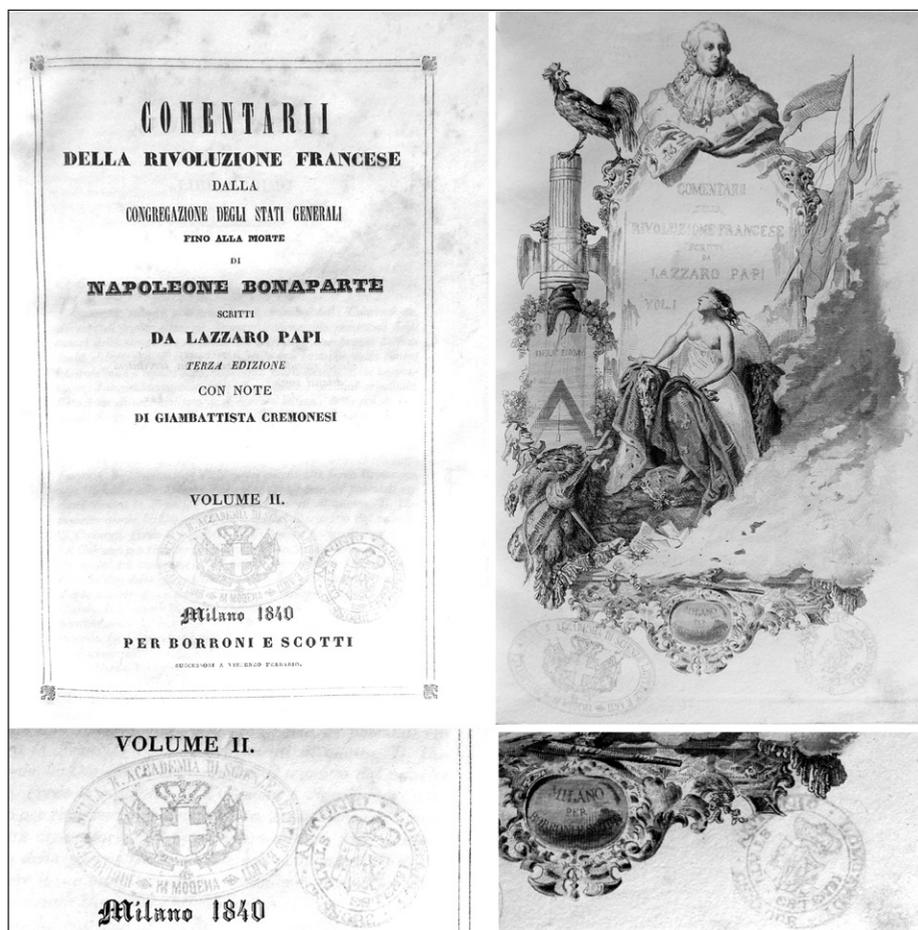


Fig. 1 – Frontespizi del volume II (a sinistra) e I (a destra) della monografia “Comentarii della Rivoluzione francese dalla Congregazione degli Stati generali fino alla morte di Napoleone Bonaparte” di Lazzaro Papi (stampato a Milano nel 1840) con bollo di censura ben evidente. Gli ingrandimenti evidenziano che il bollo appartiene al censore Antonio Lombardi. Riproduzione di originali conservati presso la biblioteca dell’Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena.

L’attribuzione di questo incarico a un membro della Reale Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena non era nuova (l’Accademia svolgeva infatti già da oltre due decenni opera di censura), tuttavia è interessante osservare che durante il mandato di Lombardi come censore, alle limitazioni che il rigido legittimismo posero per la trattazione di argomenti di carattere sociale e letterario, fece da contrappeso un rigoglioso sviluppo scientifico.

Sebbene quindi non siano mancate in questo periodo critiche alle nuove teorie scientifiche (basti pensare al duro attacco del matematico e accademico modenese Paolo Ruffini alle idee evoluzionistiche formulate dal medico e naturalista inglese Erasmus Darwin), nei primi due decenni dell'Ottocento poterono circolare nel ducato estense numerose opere scientifiche, che vennero prontamente lette e discusse, sebbene non sempre condivise nei contenuti (Bertuzzi, 1976).

Nel 1819 venne stilata da Francesco IV un'apposita nota dedicata alla censura, dal titolo *Per massima della censura de' libri ed altro a stampa e sull'obbligo degli stampatori*, secondo cui *“tutti i libri e le opere di qualunque genere che vogliansi stampare o introdurre in questa provincia (...), egualmente ai fogli periodici, letterari e scientifici, sono soggetti alla revisione del Reale Bibliotecario sig. Lombardi”*, mentre *“la censura de' fogli politici, della Gazzette e dell'Almanacco di Corte è riservata direttamente al Ministero degli Affari Esteri”*. Questa nota, che aggiungeva in realtà poco a quanto già in vigore nel Ducato estense, attesta però chiaramente la volontà di Francesco IV di definire con sempre maggior chiarezza gli ambiti di applicazione della censura nel suo ducato (Palmieri, 1846).

Nel 1824, in risposta ai disordini carbonari, Francesco IV istituì il Dipartimento di Alta Polizia (affidato al marchese Luigi Coccapani), che aveva tra l'altro il compito di vigilare sul fatto che non venissero introdotti nel Ducato libri compresi nell'indice della Santa Congregazione di Roma. Il duca lasciò, invece, il ruolo di censore unico a Lombardi sino al 29 aprile 1828, data in cui venne istituito l'Ufficio di Sorveglianza per la censura, che per la prima volta acquisiva funzioni ben definite e che rimase in funzione sino al 1859 (Bertuzzi, 1976). Il Ducato, quindi, non affidava più a un singolo censore i compiti di sorveglianza sulle opere a stampa, ma faceva affidamento su uno specifico ufficio, che aveva il compito precipuo di controllare il contenuto ideologico e morale delle pubblicazioni a stampa. La censura doveva, infatti, come indicato da Francesco IV: *«preservare gli amati nostri sudditi dal morale contagio che sempre più si dilata anche da remoti paesi col facile mezzo della stampa (...). Ci siamo perciò determinati a promuovere nuove misure per tutelare i Nostri amati sudditi dall'anzidetto contagio morale»*. Il duca istituiva, quindi, cinque corpi di censori, composti in pari numero da censori ecclesiastici e secolari, che operavano in modo autonomo a Modena, Reggio Emilia, Castelnuovo di Garfagnana, Correggio e Finale Emilia (Palmieri, 1846).

Per espressa indicazione del duca, ogni censore era dotato di un proprio bollo (in forma di timbro), che doveva essere apposto nella prima e ultima pagina delle opere per permetterne la libera circolazione e la stampa (Fig. 2). Ogni censore, quindi, oltre a tenere nota di tutti i libri approvati, si assumeva in prima persona la responsabilità della propria decisione, sebbene fosse

esplicitamente indicato che l'avvallo posto dal censore non dipendeva dal fatto che esso si riconoscesse nei contenuti dell'opera, quanto nel solo fatto che l'opera non contenesse motivi per essere censurata, in quanto lesiva per il Ducato, la Chiesa, il buoncostume o la morale.

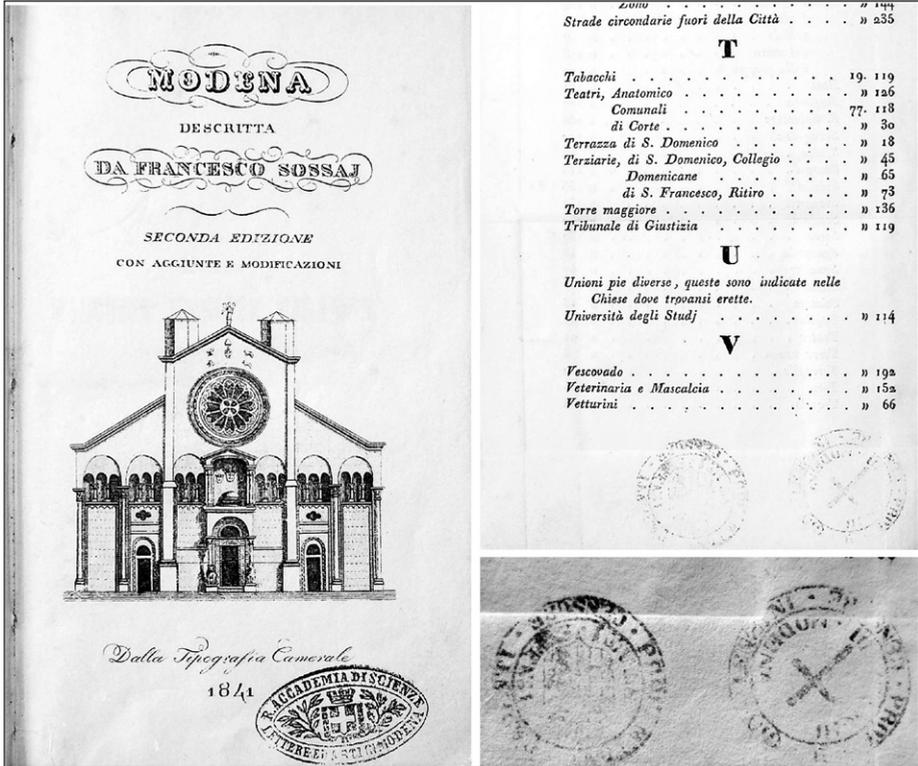


Fig. 2 – Frontespizio della monografia “Modena descritta da Francesco Sossaj” (stampato a Modena nel 1841) con bolli di censura ben evidenti nell’ultima pagina. L’ingrandimento evidenzia che i bolli appartengono al censore secolare Marco Antonio Parenti e al censore ecclesiastico don Giovanni Lenzini, di cui sono ancora visibili i nomi. Riproduzione di originale conservato presso la biblioteca dell’Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena.

Nel caso che qualche censore non si conformasse a quanto prescritto dalla legge, poteva essere prima ammonito e poi sospeso dalle sue funzioni (Bertuzzi, 2008). I censori potevano inoltre delegare la revisione ad altre persone competenti in materia, così da evitare che libri interessanti venissero esclusi dalla libera circolazione. Francesco IV aveva, infatti, indicato di includere a

priori tra i libri censurati tutti quelli di cui non si poteva, per mancanza di competenze, verificare il contenuto (Bertuzzi, 1976, 2008).

Come riportato da Bertuzzi (2008), il corpo dei censori per Modena includeva non solo Lombardi, ma anche Gian Francesco Cremona, Marco Antonio Parenti, Giuseppe Lugli, Giovanni Bianchi e Pietro Schedoni. Tra questi troviamo ben quattro docenti universitari (Cremona, Parenti, Lugli e Bianchi), che erano anche Soci della Reale Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena.

Il matematico Gian Francesco Cremona (1775-1834) era stato docente dell'Università di Modena dove aveva tenuto gli insegnamenti di Introduzione al Calcolo sublime e di Istituzioni di Calcolo sublime dal 1814 fino al 1825, per poi passare alla Scuola dei Cadetti Matematici Pionieri (una scuola universitaria per architetti e ingegneri con sede a Modena), presso la quale insegnò Matematica pura ed applicata fino alla sua morte.

Al professore Marco Antonio Parenti (1788-1862), titolare della cattedra di Giurisprudenza criminale nell'ateneo modenese, si deve un celebre discorso tenuto il 29 gennaio 1824 presso l'Accademia di Scienze, Lettere e Arti, dal titolo *Sulla dottrina della indipendenza naturale dell'uomo*, in cui il giurista modenese sosteneva che la diffusione di false teorie a mezzo stampa avesse comportato *“la dissoluzione della macchina sociale”* (Parenti, 1825). A suo avviso, la mancata censura di alcuni scrittori aveva armato e diretto il *“braccio della moltitudine insensata”* assecondando l'idea della *“naturale indipendenza dell'uomo”* e della sua *“soggezione meramente convenzionale”* alla autorità, quando, al contrario, l'obbedienza al *“buon principe”* era dovuta in quanto egli era *“l'immagine della Divinità sulla terra”*. Al momento della caduta del regno di Francesco V, visto il suo rifiuto di prestare giuramento al nuovo governo, venne esonerato dalla propria funzione in quanto giudicato non più idoneo considerate le sue precarie condizioni di salute.

Giuseppe Lugli (1787-1856) era, invece, professore di Storia ed Antichità del Diritto romano, oltre che preside della facoltà di Giurisprudenza, e aveva già operato come censore (in particolare per l'ambito letterario) negli anni 1818, 1822 e 1825 e nel periodo 1832-1835. Scrisse, però, anche numerosi lavori su argomenti di scienze fisiche e naturali a testimonianza dei suoi vasti interessi culturali, che giustificavano pienamente la sua inclusione nel corpo dei censori.

Giovanni Bianchi (Fig. 3) fu, invece, docente di fisiologia nell'ateneo modenese e oltre ad operare come censore sino al 1855, lavorò in più occasioni a stretto contatto con i Duchi di Modena, tanto che durante il regno di Francesco IV collaborò anche alla compilazione della *Farmacopea Ufficiale per gli Stati Estensi*.

Il duca aveva quindi incluso nel corpo dei censori non solo alcuni dei principali giuristi della scuola tradizionale modenese, ma anche matematici

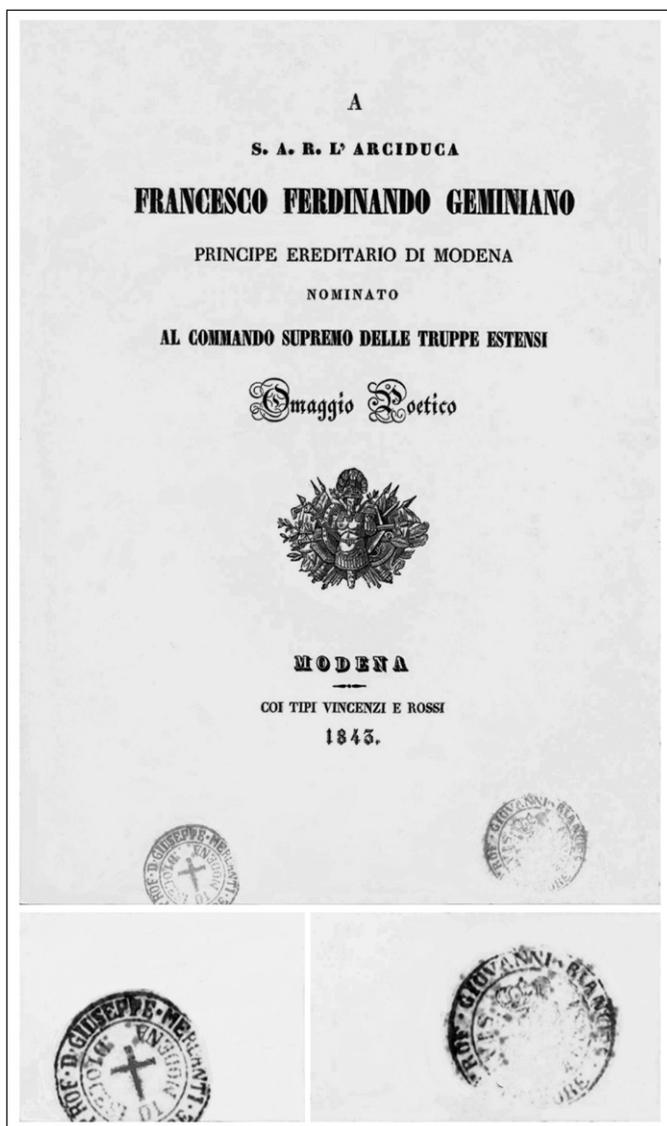


Fig. 3 – Frontespizio dell’opuscolo “A S.A.R. l’Arciduca Francesco Ferdinando Geminiano principe ereditario di Modena nominato al Comando Supremo delle truppe estensi. Omaggio poetico” (stampato a Modena nel 1843) con bolli di censura ancora ben evidenti. Gli ingrandimenti in basso evidenziano che i bolli appartengono al censore ecclesiastico don Giuseppe Mercanti (a sinistra) e al censore secolare Giovanni Bianchi (a destra). Riproduzione di originale conservato presso la biblioteca dell’Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena.

e medici. L'analisi del loro operato, condotta da Bertuzzi (1976) analizzando l'Archivio della censura conservato presso l'Archivio di Stato di Modena, mostra che i censori, sebbene molto attivi (analizzarono complessivamente oltre 20.000 opere nel solo primo anno di attività), non interpretarono in modo molto restrittivo il proprio ruolo. Il medico Giovanni Bianchi, ad esempio, controllava ogni anno circa 3500 opere, ma nel periodo 1831-1836 censurò solamente 150 titoli. Nel complesso si può stimare con il corpo dei censori modenese abbia censurato meno dell'1% delle opere analizzate favorendo in particolare la diffusione di testi scientifici, che per loro contenuto, spesso meglio di altre opere potevano ottenere l'autorizzazione a circolare.

Tra le opere disapprovate troviamo la *Zoonomia* di Erasmus Darwin che arrivò a Modena in modo non ufficiale grazie al fatto di essere in vendita nella vicina città di Venezia, la cui circolazione venne per altro vietata anche in funzione del fatto che nel 1817 l'opera venne inserita nell'indice dei libri proibiti in quanto al finalismo di matrice cattolica contrapponeva l'immagine di un universo che si perfeziona senza la necessità dell'intervento divino. Diversi decenni più tardi questa censura venne vista dal naturalista Charles Darwin, nipote di Erasmus, come un grande successo, tanto che in *La vita di Erasmus Darwin* scrisse che «*la Zoonomia, che rimase in preparazione per molti anni, fu pubblicata nel 1794. (...) Quando l'opera fu pubblicata venne tradotta in tedesco, francese e italiano, ricevendo l'onore di essere inserita dal Papa nell'indice dei libri proibiti*».

Sebbene nessun documento riporti indicazioni del fatto che Lombardi abbia abusato del proprio ruolo di censore unico, il passaggio da un censore unico ad un gruppo di censori era, nell'idea di Francesco IV, una forma di tutela della libertà di espressione, perché un Autore poteva rivolgersi a più censori per ottenere l'approvazione della propria opera, che sarebbe risultata censurata solo a fronte dell'unanime giudizio negativo di tutti i censori (Bertuzzi, 1976).

Francesco IV mantenne inalterata l'organizzazione delle attività di censura sino al 1831, anno in cui, a seguito dell'insurrezione guidata da Ciro Menotti e dell'instaurarsi di un governo provvisorio, la censura venne abolita (Fig. 4). Questa fase ebbe però una durata decisamente breve, tanto che dopo poche settimane Francesco IV tornò ad insediarsi a Modena e nell'arco di pochi mesi, con nota del 27 giugno, venne organizzato un nuovo ministero, denominato Ministero del Buon Governo, dedicato in particolare alla sicurezza interna e che accentrava tutte le funzioni di polizia (dalla polizia politica a quella amministrativa e carceraria), compresa la vigilanza sull'Ufficio di censura, sulla pubblica morale, sugli spettacoli, sul deposito di granaglie, oltre alla facoltà di concedere passaporti, licenze di porto d'armi, licenze di caccia e licenze di esercizio commerciale.

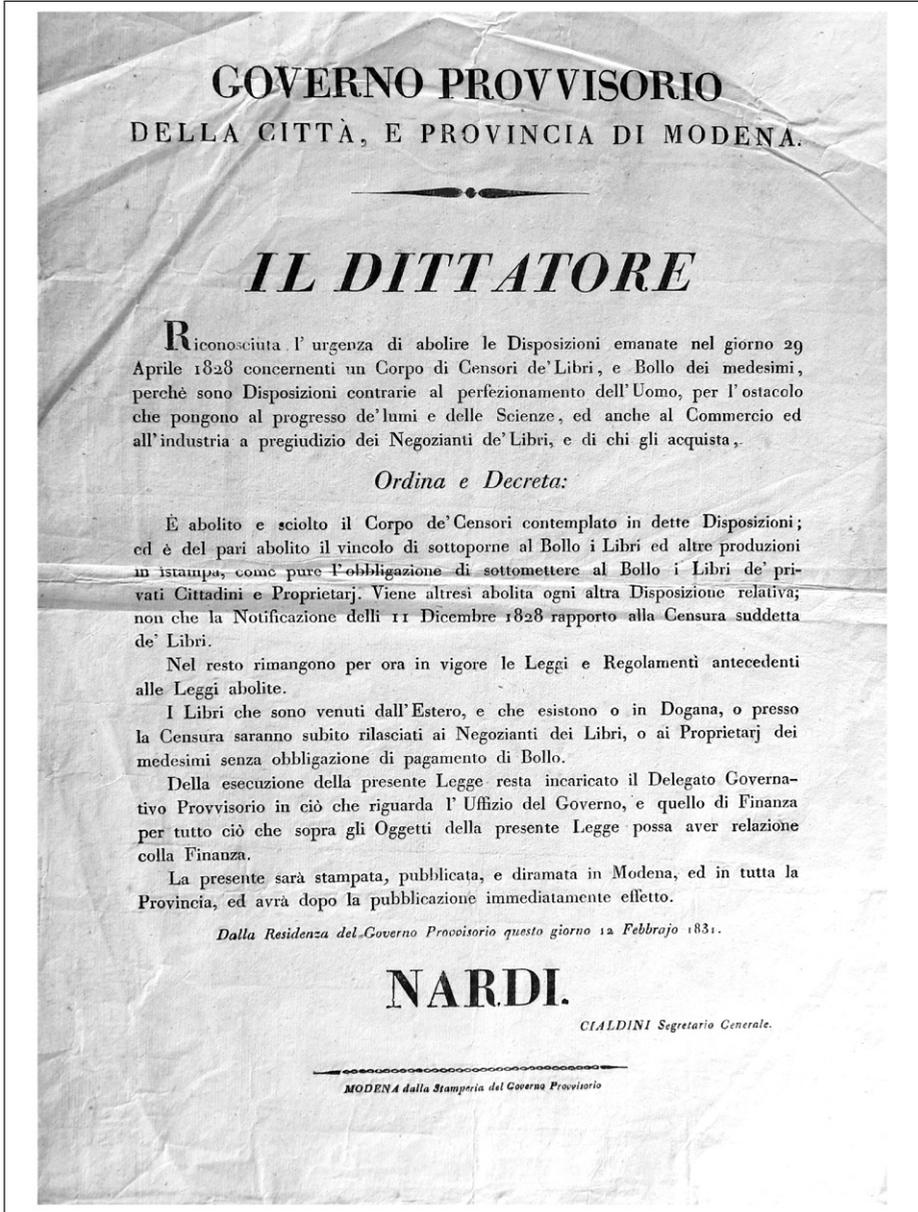


Fig. 4 – Riproduzione (di originale conservato presso la biblioteca dell'Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena) della comunicazione di abolizione della censura da parte del governo provvisorio di Modena del 12 febbraio 1831.

La scelta di Francesco IV di istituire il Corpo dei censori ebbe molti sostenitori, tra cui anche il principe di Canosa Antonio Capece Minutolo (1798-1838), che dal 1830 si era stabilito a Modena (vi rimase sino al 1834) grazie al rapporto di amicizia con il conte Girolamo Riccini che era divenuto consigliere di Stato di Francesco IV. Nella sua nota sulla corruzione morale, Minutolo si espresse chiaramente a favore della censura, tanto da scrivere: «*Come si comportano i medici quando si applicano per vincere un morbo contagioso? Studiano tutti i mezzi per neutralizzarlo e distruggere il germe del contagio. Ecco ciò che dovevano fare i politici e quello che in effetti praticarono gli antichi. Quali sono i principi distruggitori? La sovranità del popolo, la libertà di stampa e dell'insegnamento ecc ecc... Tal germi doveano legalmente venire distrutti nella restaurazione e distrutti senza lasciarne uno. La medicina esiste, i medici sono quelli che mancano*» (Capece Minutolo, 1833). Come un buon medico, Francesco IV si adoperava per togliere da Modena il morbo della libertà di stampa, che Minutolo vedeva tra le cause di decadenza morale degli Stati italiani: «*In questi paesi eravi una libertà di stampa di fatto. Or bene, questa libertà di stampa era però alla maniera liberalesca: val quanto dire essere permessa col fatto e senza censura in favore de' soli furfanti, i quali attaccavano la religione, la monarchia, l'ordine pubblico e la legittimità*» (Capece Minutolo, 1833).

Capece Minutolo, dopo la repressione della congiura di Ciro Menotti, divenne anche consigliere del duca, ruolo in cui favorì l'inserimento dei suoi accoliti Andrea Disperati e Antonio Garofolo nella polizia modenese e poté scrivere a suo piacimento su *La Voce della verità*, rivista voluta dal duca per attaccare e sminuire i movimenti liberalisti attivi negli altri stati italiani preunitari.

Giudizio positivo veniva espresso anche dall'avvocato e letterato modenese Filippo Palmieri, secondo cui la censura era un atto doveroso: «*come di un amoroso padre di famiglia alla sua prole adolescente. Ei la vigila con solerte affetto a ciò che non venga accecata e sedotta, la circonda di avvedutissime cautele onde le occasioni e gli esempi cattivi non guastino il frutto del buon seme ch'ei seppe svilupparsi e della diligente coltura che vi pose intorno*» (Palmieri, 1846). Nell'idea dell'avvocato modenese, in una società in salute la censura non sarebbe necessaria, ma dato che: «*le donne, i fanciulli e la gioventù (...) formano più che la metà dei viventi, a cui fa bisogno di tutela e assistenza tutta speciale quale è invocata dai deboli di mente per sesso e per età*» la censura diventa un atto d'amore verso i più deboli. «*La libertà di stampa e di educazione sono quindi impossibili e inammissibili sotto un governo d'ordine, il quale si fa coscienza di riguardare, siccome bisognosa di direzione e preservamento, l'effettiva maggioranza dei soggetti (...). Un buon governo non lascia la maggioranza del suo popolo, per natura*

impotente, a guarentisi da se, indifesa ed esposta ai colpi della malvagità” (Palmieri, 1846).

Palmieri concretizzò il suo sostegno al duca Francesco IV e più in generale alle monarchie storiche anche come attivo pubblicista per *La voce della verità*. Nella prima metà dell’Ottocento Modena fu quindi una vera e propria fortezza dove numerosi intellettuali italiani fedeli alle diverse monarchie potevano sostenere la difesa a oltranza dei privilegi ecclesiastici e feudali, oltre che ribadire il sostegno alle monarchie assolute e alla fede cattolica (Bertuzzi, 2007). Tuttavia, una gestione non eccessivamente rigorosa della censura, frutto anche della presenza di numerosi scienziati nel corpo dei censori, permise una importante crescita delle istituzioni culturali di Modena, che raggiunse forse uno dei punti più alti della propria storia culturale e scientifica.

3. La censura di Francesco V tra moti insurrezionali e diffusione del sapere

Alla morte di Francesco IV nel 1846, la reggenza del Ducato passò a Francesco V, che attribuì al direttore del museo lapidario di Modena Carlo Malmusi la carica di presidente dell’ufficio di sorveglianza della censura. Malmusi mantenne l’incarico sino al 1859 (salvo la parentesi del governo provvisorio del 1848), anno in cui l’ufficio di censura terminò la propria esistenza con l’annessione del Ducato di Modena al Regno di Sardegna (Salvadè, 2017).

Il 18 agosto 1847 Francesco V approvò un nuovo regolamento per la censura che attestava una sorta di cauto riformismo del duca che, pur volendo garantire un forte controllo sulle opere a stampa, si apriva a una censura più morbida, che permettesse al Ducato di stare al passo con i tempi. Nel nuovo regolamento (composto da ben 62 articoli) veniva confermata la presenza paritaria di censori secolari e ecclesiastici, ma veniva anche istituito un Consiglio centrale di censura (formato da Malmusi in qualità di presidente dell’ufficio e dai censori modenesi) che doveva intervenire nei casi controversi, così da: *«tutelare le ragioni degli autori e degli editori contro la reclamata improprietà dei giudizi e intorno a quanto di irregolare e di arbitrario si volesse presumere di imputabile ai censori»*. Al contempo, però, il duca attribuiva al Ministero del Buon Governo la facoltà di intervento diretto (non contestabile in alcun modo) su eventuali opere giudicate censurabili, senza che esse fossero sottoposte al giudizio dei censori. Se da un lato quindi Francesco V tutelava gli autori dalla possibilità di un giudizio arbitrario dei censori, dall’altro di assicurava la possibilità di intervenire direttamente su libri sgraditi al governo (Bertuzzi, 1976).

Il nuovo regolamento, che ricalcava nei suoi principi generali quello stilato da Francesco IV, includeva una ampia serie di precisazioni e dettagli atti a

facilitare il lavoro dell'Ufficio di censura. Il regolamento era stato, inoltre, corredato con tre appendici contenenti le istruzioni rispettivamente per censori, revisori di stampa e revisori teatrali.

Al momento dell'entrata in vigore del nuovo regolamento risultavano nominati i censori secolari Marc'Antonio Parenti, Giuseppe Riva, Giuseppe Lugli, Mario Valdrighi, Giovanni Galvani e Giovanni Bianchi, ma solamente Riva e Galvani erano nuovi in questo ruolo. La scelta di Francesco V appare quindi in continuità con quanto operato dal padre anche in funzione del fatto che l'introduzione di una censura più stretta avrebbe potuto creare notevoli problemi, dato il clima politico e culturale molto effervescente che caratterizzava gli anni '40 dell'Ottocento. Come ben attesta la lettera inviata da Malmusi a Francesco V in data 1 dicembre 1847, il Ducato modenese viveva una fase particolare in cui era presente: «*un diffuso desiderio di letture politiche che, conviene pure confessarlo, è divenuto ormai un bisogno morale*», motivo per cui «*l'antica legge di censura non è compatibile coll'attuale condizione dei tempi*» (Bertuzzi, 1976).

A seguito dei tumulti insurrezionali del 1848, la censura venne temporaneamente abrogata (come già accaduto nel 1831), ma con il ritorno di Francesco V si tornò ad una gestione rigida e conservatrice della censura, che assegnava all'ufficio dei censori un vero e proprio potere inquisitorio. A testimonianza di questa nuova visione conservatrice nel Ducato Estense veniva vietata, ad esempio, la vendita sia delle *Operette morali* di Leopardi (nell'edizione postuma fiorentina del 1845, curata da Antonio Ranieri), che delle opere di Ugo Foscolo, uscite in quell'anno a Firenze (edite da Le Monnier).

In un momento storico in cui la meccanizzazione della tipografia facilitava una più libera circolazione dei testi, nel ducato modenese la stampa veniva vista da un lato come «*un generoso navigio che trasporta dall'un capo all'altro del mondo le preziose merci dell'intelletto*» (Cagnoli, 1839), ma dall'altro i torchi di stampa divenivano «*cannoni capaci di atterrare qualunque più sodo edificio*» (Botta, 1832).

Durante la reggenza di Francesco V la censura divenne quindi uno strumento di stretto controllo delle opere a stampa non solo a tutela del Ducato, ma anche delle fede. Ben attesta questo atteggiamento il discorso che Luigi Cagnoli, censore per la città di Reggio Emilia, pronunciava nel 1848 secondo cui «*il pensiero deve esser libero sino a quel punto che non si oppone al ben pubblico; e come il ben pubblico dipende dalle rette istituzioni religiose e civili, così la politica autorità senza contraddire a sé stessa, e senza edificare ad un tempo e distruggere non dee ammettere stampe che impediscano i salutari effetti delle rette istituzioni religiose e civili. Dal che ci sembra evidentemente apparire come una savia censura impedisca i mali della stampa licenziosa, e promuova i vantaggi della ben regolata*» (Cagnoli, 1848).

Nello stesso anno a Milano veniva pubblicato da Carlo Cattaneo un testo dal titolo *Della censura e del commercio librario nel Regno lombardo-veneto*, commissionato dall'Istituto lombardo di scienze, lettere ed arti, che segnalava la decadenza dell'arte libraria a Milano dovuta ad un uso errato della censura che aveva tolto a Milano il ruolo di capitale dell'industria tipografica della Restaurazione (Cattaneo, 1848).

Al fine di evitare una situazione simile a Modena, in più occasioni Malmusi invitò i censori a una *“saggia misura non senza tener conto di quella prudente tolleranza che è suggerita dalla condizione dei tempi”*. Al contempo, sebbene espressamente indicato nel regolamento, nei fatti veniva sospeso l'uso del bollo di censura anche per il fatto che il bollo sulla prima pagina *“disgustava compratori e venditori di libri anche per l'imbrattamento della impressione”*. La necessità del bollo venne però ribadita con una lettera del Ministero Buon Governo, datata 29 dicembre 1851, per cui dal 1852 esso venne ripristinato come simbolo del controllo ducale sulle opere in libera circolazione. Il nuovo bollo, *“apposto a secco nel frontespizio di ciascun libro o stampato entro lo stato o proveniente dall'estero”*, divenne quindi il simbolo di una censura decisamente attiva anche per il fatto che il Ministero del Buon Governo periodicamente invitava Malmusi ad assicurarsi che i censori operassero in modo solerte e oculato (Bertuzzi, 1976).

Dal 1852 al 1859, anno in cui l'Ufficio di censura venne chiuso, non si registrarono significative variazioni al regolamento, che venne però esteso anche ai libri usati, con un conseguente aumento del carico di lavoro per i censori, che dovevano anche fronteggiare un mercato “estero” sempre più ricco di opere stampate e periodici (Fig. 5).

È in conclusione interessante notare che, a dispetto della richiesta di una censura continua e attenta, nel Ducato estense la percentuale di libri censurati rimase inferiore all'uno per cento dei libri analizzati. Alcuni storici hanno visto in questo scarso numero di libri censurati, un grande sforzo burocratico per un modesto risultato. Una ulteriore chiave di lettura è che i censori abbiano invece operato per il reale bene del ducato andando a censurare solamente le opere che in modo palese contrastavano religione, governo e morale. Tra questi, pochissimi furono i libri scientifici censurati (a cui si devono però aggiungere quelli posti all'Indice che non richiedevano la censura estense in quanto già vietati) a indicare che i censori modenese furono tutt'altro che imperturbabili burocrati, ma anzi fautori attenti della discussione culturale nel ducato estense.



Fig. 5 – Frontespizi di opere con evidenti bolli di censura. In alto a sinistra: monografia “Riflessioni di Carnot sulla metafisica del calcolo infinitesimale” approvato per la circolazione nel ducato estense come autorizzato dai bolli di censura. L’ingrandimento evidenzia che il bollo ecclesiastico appartiene a don Liberato Baccelli, censore di Correggio, mentre non è leggibile il bollo del censore secolare. In alto a sinistra: “Esposizione e spiegazione dei principali fenomeni dei corpi celesti” del fisico Ranieri Gerbi con bolli non leggibili. In basso: “Farmacia zoologica” di Luigi Toffoli e “Storia Naturale” di Buffon, con evidenti bolli di censura e timbro dell’Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena. Riproduzione di originali conservati presso la biblioteca dell’Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena.

4. Conclusioni

Nel corso dell'Ottocento università, accademie e società scientifiche divennero sempre più numerose e permisero la formazione di nuove idee e teorie, così come la loro discussione. Al contempo, risultarono evidenti anche le ricadute sociali del progresso scientifico e il dibattito nato attorno alla teoria dell'evoluzione ne è un ottimo esempio. Di conseguenza, esse svolsero anche un ruolo nella formazione della opinione pubblica e non sorprende quindi che i governi e le monarchie abbiano supportato la creazione di accademie e musei poiché essi fossero anche uno strumento tramite cui conoscere in modo celere quali nuove teorie erano in discussione nella comunità internazionale così da limitarne prontamente la diffusione, se giudicate pericolose. Rispetto alla pervasività delle azioni di polizia, accademie e università potevano infatti essere un canale privilegiato, e apparentemente non sospetto, per controllare la diffusione del sapere. Non sorprende neppure che accademie e università siano state coinvolte anche nella difesa dei valori cattolici, in quanto indipendentemente dal credo religioso degli accademici, tale azione costituiva un modo assicurarsi l'appoggio dei governi, elemento essenziale per la sopravvivenza di queste istituzioni.

Al contempo, accademie e università sperimentarono su sé stesse le difficoltà legate al gestire il rapporto tra la diffusione del sapere e la censura, al fine di evitare l'isolamento degli intellettuali e scienziati modenesi. In questo contesto di conflitto tra produttori di nuovi saperi e censura, l'associazionismo, inteso sia come costituzione di società scientifiche che di accademie pubbliche, acquista una particolare rilevanza oltre che un significato innovativo rispetto alle accademie più istituzionali. Non è quindi un caso isolato il fatto che a Modena, a fronte di una posizione conservatrice dell'Accademia di Scienze, Lettere e Arti anche dopo la caduta del ducato e di cui Giovanni Canestrini lamentava un'eccessiva ritrosia verso le teorie più innovative, sia nata la Società dei Naturalisti di Modena. L'Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena fu, ad esempio, sede di numerosi attacchi sferrati al darwinismo dall'allora presidente Geminiano Grimelli (1866) e questo aspetto indubbiamente allontanava Canestrini dalle posizioni della Accademia, dato che lo zoologo trentino, assieme al modenese Leonardo Salimbeni, aveva da pochi anni pubblicato la prima traduzione italiana dell'opera *Sull'Origine delle Specie* per i tipi della Zanichelli di Modena (Darwin, 1864).

L'analisi storica della censura applicata alle pubblicazioni nella città di Modena ben attesta però che essa venne applicata in un modo più pragmatico che rigido e non risultano note riferite a comportamenti inadeguati o ad abusi operati dai censori modenesi. È per altro interessante osservare la numerosità di testi conservati nelle biblioteche modenesi, che tengono traccia della loro approvazione da parte dei censori. Nel solo Polo Bibliotecario Modenese sono

catalogate 1219 opere, tra cui oltre 731 libri antichi, 427 libri moderni e 51 libretti musicali, che portano i bolli di censura. Per altro questo dato è sicuramente per difetto in quanto tiene conto solamente delle opere in cui è stata esplicitata la presenza dei bolli nelle note di catalogazione.

È quindi interessante osservare che nel XIX secolo, accademie, università e società scientifiche agirono come veri e propri strumenti di mediazione tra i saperi presenti nei diversi stati preunitari e quanto invece circolava nel panorama culturale internazionale, andando quindi un instaurare un rapporto sempre più ricorrente anche con i cittadini ed in particolare con quella élite cittadina che aveva interessi culturali e scientifici e che vedeva nel controllo della diffusione di teorie e idee un limite al progresso delle società. Sebbene quindi spesso oggi poco valorizzate, le biblioteche di accademie e società scientifiche sono quindi non solo raccolte di opere a stampa, ma il modo in cui nei libri presenti ha preso forma e corpo una idea di sapere che è cambiata nel tempo e che è frutto del compromesso tra progresso e censura e tra innovazione e strenua difesa del passato.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dott.ssa Micaela Giglio, bibliotecaria della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, per l'aiuto nell'identificazione delle opere con i bolli di censura presenti nelle biblioteche modenesi.

Bibliografia

- BERTUZZI G., 1976 – *Nota sulla censura negli Stati Estensi*. Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le antiche provincie modenesi, **X**, pp. 39-57.
- BERTUZZI G., 2007 – *La censura nel Ducato di Modena*. In: D.M. Bruni “Potere e circolazione delle idee. Stampa, accademie e censura nel Risorgimento italiano”, pp. 260-272, Franco Angeli Editore, Milano.
- BERTUZZI G., 2008 – *La censura nel Ducato di Modena (1814-1859)*. Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le antiche provincie modenesi, **XI**, pp. 143-172.
- BOTTA C., 1832 – *Storia d'Italia, continuata da quella del Guicciardini, sino al 1789*. Baudry, Parigi, 2500 pp.
- BRUNI D.M., 2007 – *Note su potere, circolazione delle idee e censura*. In: D.M. Bruni “Potere e circolazione delle idee. Stampa, accademie e censura nel Risorgimento italiano”, pp. 13-24, Franco Angeli Editore, Milano.
- CAGNOLI L., 1839 – *Discorso dell'arte della stampa*. Torreggiani, Reggio Emilia, 17 pp.
- CAGNOLI L., 1848 – *Della stampa e della censura. Discorso di Luigi Cagnoli*. G. Davolio & figlio, Reggio Emilia, 408 pp.
- CAPECE MINUTOLO A., 1833 – *Sulla corruzione del secolo circa la mutazione dei vocaboli e delle idee letterarie ad un amico*. S.n., Italia, 29 pp.
- CATTANEO C., 1848 – *Della censura e del commercio librario nel Regno lombardo-veneto*. In: M. Boneschi “Scritti politici”, Le Monnier, Firenze, pp. 315-317.
- DARNTON R., 2014 – *Censors at work: how states shaped literature*. Norton & Company Inc, New York, 316 pp.
- DARWIN C., 1864 – *Sull'origine delle specie per elezione naturale ovvero conservazione delle razze perfezionate nella lotta per l'esistenza*. Prima traduzione italiana col consenso dell'A. per cura di G. Canestrini & L. Salimbeni, pp. XVI-403, Zanichelli, Modena.

- GRIMELLI G., 1866 – *Divina origine dell'umanità in contrapposizione alla supposta origine bestiale della specie umana: osservazioni scientifiche del prof. cav. Grimelli*. Tipografia Eredi Soliani, Modena, 63 pp.
- MONTECCHI G., 1988 – *La censura di Stato nel Ducato Estense dalle origini alla fine del Settecento*. In: G. Montecchi “Aziende tipografiche, stampatori e librai a Modena dal Quattrocento al Settecento”. Mucchi, Modena, pp. 67-91.
- MOR C.G., DI PIETRO P., 1975 – *Storia dell'Università di Modena*. Olschki, Firenze, 616 pp.
- PALAZZOLO M.I., 2006 – *Prima della libertà di stampa. Le forme della censura nell'Italia della Restaurazione*. La Bibliofilia **108**, pp. 71-89.
- PALAZZOLO M.I., 2008 – *I libri, il trono e l'altare. La censura nell'Italia della conservazione*. Franco Angeli Editore, Milano, 144 pp.
- PALMIERI F., 1846 – *La censura e la stampa sotto il governo di Francesco IV*. In: G. Forni “Alla memoria di Francesco IV. Tributo della R. Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena”, Eredi Soliani, Modena, pp. 123-156.
- PARENTI M.A., 1825 – *Sulla dottrina della indipendenza naturale dell'uomo*. Memorie della Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena, **14**, p. 4.
- SALVADÈ A.M., 2017 – *Fisionomia di un censore: Luigi Cagnoli e il controllo della stampa*. In: B. Alfonzetti, T. Cancro, V. Di Iasio, E. Pietrobon “L'Italianistica oggi: ricerca e didattica”, Adi Editore, Roma.
- TAVILLA E. 2021 – *Bartolomeo Valdrighi (1738-1787): una rivisitazione biografica*. *Historia et Ius*, **19**, pp. 1-36.



Romano Guerra*, Laura Guerra**

Bernardino Ramazzini e i minatori dell'Emilia-Romagna

Riassunto

L'articolo prende in considerazione l'eccezionale opera di Bernardino Ramazzini, celebre medico di Carpi, soffermandosi su quanto egli scrisse sui lavoratori delle miniere che erano soggetti a gravi problemi di salute a causa di questo malsano e pericoloso mestiere. Sono quindi passate in rassegna le miniere che nei secoli furono attivate in Emilia-Romagna, rilevando che mentre la Romagna ebbe nello zolfo una fiorente industria che gravitava principalmente lungo il fiume Savio, l'Emilia ebbe a disposizione ben poche risorse che si concentrarono principalmente nel Parmigiano e nel Piacentino e che ebbero nella località di Ferriere il maggior sito di estrazione e fusione. Ad un panorama di lavoro decisamente opprimente sia dentro che fuori dagli impianti minerari, fece eco, nella seconda metà del Settecento, un poema intitolato "Il zolfo" del conte Vincenzo Masini di Cesena che descrisse con enfasi arcadiche il lavoro sotterraneo, quello esterno per la purificazione del minerale e il successivo inoltro al consumo, che in gran parte si svolgeva nel porto di Cesenatico. Vengono inoltre raccolte le testimonianze di alcuni medici del distretto minerario del Cesenate nel XIX secolo che ulteriormente informano sulle precarie condizioni di vita dei minatori. Malgrado ciò, quando le industrie minerarie ebbero a chiudere, ci furono proteste perché imponevano agli addetti trasferimenti e ulteriori adattamenti, a testimonianza di quanto fosse ricercato e considerato dignitoso questo lavoro che oggi sembra appartenere ad un lontanissimo passato. Si riporta infine un brano di Georg Bauer, detto Agricola, tratto dalla sua famosa opera De re metallica in cui lo scienziato elenca i problemi di salute dei minatori tedeschi che aveva assistito per decenni nella professione di medico un secolo e mezzo prima di Ramazzini, il quale ebbe comunque il grande merito di evidenziare i danni che oltre cinquanta mestieri procuravano ai lavoratori.

Abstract

Bernardino Ramazzini and the miners of Emilia-Romagna. This paper is centred on the work of the famous doctor from Carpi (Modena) Bernardino Ramazzini. It pays particular attention to mining and the poor conditions of miners, who were subject to serious health problems. In addition, the mines that were active in past centuries in Emilia-Romagna are described. Whereas in Romagna the extraction of sulphur was a thriving industry, particularly along the River Savio, in Emilia mining resources were scarce, apart from a few areas concentrated in the provinces of Parma and Piacenza.

* Via Tibaldi 20, 40129 BOLOGNA, e-mail: info@romanoguerra.it, Internet: www.romanoguerra.it.

** Via Tibaldi 20, 40129 BOLOGNA, e-mail: info@libreriaLauraGuerra.it, Internet: www.libreriaLauraGuerra.it.

In the second half of the 18th century, count Vincenzo Masini from Cesena wrote a poem entitled Il zolfo (The sulphur), in which he described the miners' work with Arcadian emphasis. He also gave an account of the subsequent purification of the ore and organisation of the mineral trade, which took place mainly in the harbour of Cesenatico. Furthermore, the testimony of some doctors working in the mining district of Cesena in the 19th century are presented, with descriptions of the miners' precarious life conditions. Notwithstanding this, when the mining industry closed down there were many protests by the miners who did not want to lose their jobs or be transferred elsewhere. This shows how important and dignified this work was considered, although today it seems to belong to the distant past. Finally, an excerpt from the famous work by Georg Bauer aka Agricola De Metallica is reported. This scientist describes the health problems that afflicted the German miners whom he had assisted for several decades a century and a half before Ramazzini. The latter had the great merit of pinpointing the damage to workers caused by over fifty unhealthy different jobs.

Parole chiave: Bernardino Ramazzini, Agricola, attività mineraria, zolfo, Emilia-Romagna

Keywords: Bernardino Ramazzini, Agricola, mining activity, sulphur, Emilia-Romagna, Italy

1. Premessa

La penisola italiana non ha mai avuto una tradizione mineraria come quella di altre nazioni europee, che disponevano di vasti giacimenti i cui minerali furono estratti per secoli. I giacimenti italiani si sono sempre rivelati di modesta entità e, salvo rare eccezioni, il loro sfruttamento è durato solo alcuni decenni, passati i quali i minatori furono costretti a tornare alle vecchie occupazioni o a cercarne delle nuove.

Ciò ha determinato oltre ad una scarsa letteratura sull'argomento anche l'esiguità dei resti di archeologia industriale, che però oggi vengono finalmente riscoperti e valorizzati per preservarne la memoria, ma anche per motivi turistici.

Una situazione esemplare del caso italiano è quella dell'Emilia-Romagna in cui esiste un'unica struttura dedicata all'argomento: il museo *Sulphur* di Perticara (RN). Negli ultimi anni nella nostra regione si assiste tuttavia alla riscoperta di altre realtà minerarie come quella del Cesenate e dell'alto Piacentino, in cui si tenta di riesumare quel poco che è sopravvissuto dopo un quasi secolare abbandono.

Eppure nei tempi passati fu tentato lo sfruttamento di modesti giacimenti per fornire minerali al mercato e lavoro a disoccupati o sottoccupati, con risultati discutibili, soprattutto per la salute dei minatori, come emerge dagli studi dell'insigne medico carpigiano Bernardino Ramazzini (Carpi, 1633-Padova, 1714), che è considerato l'iniziatore della medicina del lavoro (Fig. 1). Ai tempi di Ramazzini la vita era molto dura per la maggior parte della popolazione e ancora di più per coloro che finivano sottoterra ad estrarre minerali e dove spesso contraevano quelle malattie che compromettevano la loro già precaria

esistenza. Purtroppo non sappiamo dove Ramazzini raccolse le informazioni che utilizzò nei suoi studi, ma è certo che quanto scrisse fu confermato nei secoli successivi dalle testimonianze di altri medici addetti alla cura dei minatori. Nell'ampia esposizione fornita da Ramazzini si può seguire il filo che unisce le malattie dentro e fuori le miniere, fino alla fase della forgiatura dei prodotti.

Decenni dopo lo scritto di Ramazzini il conte cesenate Vincenzo Masini scrisse un poema sull'attività legata all'estrazione dello zolfo (Masini, 1759), prodotto primario delle miniere della Romagna, nelle quali le condizioni dei minatori erano fra le peggiori del tempo, perché oltre al disagio e alla fatica del lavoro stesso vi erano le complicanze provocate dalle polveri del sottosuolo e dai vapori prodotti da questo minerale "infernale" sia durante i processi di estrazione che di purificazione.



Fig. 1 – Ritratto di Bernardino Ramazzini (di anonimo).

2. L'arte mineraria prima di Ramazzini

La lunga storia dell'uomo è segnata, a partire da due milioni e mezzo di anni fa, dall'uso di manufatti ricavati da rocce, principalmente silicee, e negli ultimi ottomila anni anche in metallo, dapprima in rame, poi in bronzo (lega di rame e stagno) ed infine in ferro. L'utilizzo di questi minerali ha dato origine

alla vera industria mineraria in quanto, dopo aver raccolto i minerali in superficie, era necessario seguire i filoni sottoterra fino al loro esaurimento. In queste prime miniere pare non fossero impiegate altre attrezzature che quelle di scavo. La scoperta del ferro e la sua estrazione sembrano non aver provocato mutamenti nei sistemi estrattivi, a parte l'invenzione di qualche ingegnoso sistema per svuotare le gallerie dalle acque d'infiltrazione.

In epoca greco-romana la manodopera era costituita principalmente da schiavi e condannati. Neppure l'imporsi del cristianesimo mitigò la sorte e le spaventose condizioni in cui questi disgraziati lavoravano. Cambiamenti cominciarono a manifestarsi quando, come accadde nel libero comune di Bologna (1259), la schiavitù iniziò ad essere abolita.

Nelle zone minerarie coloro che non trovavano lavoro in agricoltura o in altre attività produttive potevano ancora "sperare" di lavorare in miniera, che intanto aveva subito qualche miglioramento con l'invenzione della ruota ad acqua che, dove era possibile, risparmiò tanta fatica, e l'impiego di animali domestici all'interno delle miniere stesse.

Una pagina di *Hortus sanitatis* del 1485 di Johann von Wonnecke Caub, detto anche Johannes de Cuba (1430?-1503), fu dedicata allo zolfo, alle malattie che curava e al suo uso nella produzione enologica.

Dopo *Ein Nützlich Bergbüchlin* del medico e ingegnere minerario Ulrich Rüleln von Calw (1465-1523), stampato in Germania nel 1527, fu il senese Vannoccio Biringuccio (1480-1539) a pubblicare il primo trattato sull'arte mineraria e sul trattamento dei metalli (Biringuccio, 1540).

Illustrazioni relative alle attività minerarie corredano *Cosmographia universalis* di Sebastian Münster (1488-1552), pubblicata in più edizioni a partire dal 1544, mentre il mondo delle miniere e delle successive lavorazioni dei metalli fu descritto ed illustrato in maniera magistrale nel libro del tedesco Georg Bauer (latinizzato in Georgius Agricola, 1494-1555) *De re metallica*, pubblicato postumo nel 1556, anche se la dedica riporta la data 1550. In quest'opera si osserva lo sforzo tecnico per migliorare il lavoro nelle miniere con la costruzione di macchinari per il pompaggio delle acque sotterranee e per il ricambio dell'aria inquinata dal respiro, dalle polveri di escavazione, dai mezzi di illuminazione e da alcuni metodi di estrazione come l'abbruciamento delle rocce tramite combustione di legna (Agricola, 1563). *De re metallica* è il primo importante trattato minerario, il cui valore è dato anche dal fatto che fu illustrato con oltre duecento xilografie in cui sono descritte le varie fasi dei lavori di escavazione delle miniere e numerosi altri trattamenti dei minerali per l'estrazione dei metalli (Fig. 2).

In *De re metallica* si possono riconoscere varie operazioni relative al lavoro sotterraneo: utilizzo di particolari martelli, picconi, leve e secchi; utilizzo di carriole, vagoncini, slitte, anche a trazione animale; misurazione di pozzi e

gallerie; abbruciamento delle rocce interne tramite incendio di fascine; armature di pozzi e gallerie con tronchi di legno; utilizzo di pompe per l'evacuazione delle acque; impiego di macchine per la ventilazione; utilizzo di energia idrica, di mangani e di altri congegni.



Fig. 2 – Frontespizio della prima edizione in italiano di De re metallica (1563) e ritratto di Giorgio Agricola.

Da medico di regioni con notevoli risorse minerarie, Agricola ebbe ad accennare anche ai problemi di salute dei minatori, constatati per lungo tempo con molti dettagli, come riportato nell'Appendice in allegato.

Si può asserire che l'impiego di mano d'opera libera comportò uno sforzo per rendere il lavoro dei minatori più salubre e sicuro.

Anche le operazioni che precedevano le lavorazioni in fonderia furono migliorate con l'utilizzo della polverizzazione, la setacciatura, la molatura, il lavaggio tramite strumenti meccanici, spesso mossi da forza idraulica. Il minerale, dopo tutte queste operazioni, era pronto per la fusione, una fase di lavorazione molto pericolosa a causa del calore sviluppato dal forno fusorio, dal contatto con i minerali polverizzati e con fumi spesso sulfurei. Giorgio Agricola, che per decenni fu anche medico nelle zone minerarie della Germania e della Boemia, illustrò in alcune pagine le malattie e i rimedi allora impiegati per curare i minatori¹.

¹ Si veda l'Appendice.

3. Secolo XVII

In Emilia-Romagna rare sono le tracce legate alle attività minerarie prima del XVII secolo, ma vi fu chi se ne interessò, come il gesuita modenese Bernardo Cesi (1581-1630), autore del trattato *Mineralogia*, uscito postumo nel 1636, la prima opera a stampa in cui apparve questo termine, con la quale tentò di sottrarre rocce e minerali alla categoria dei *fossili*² che comprendeva i fossili veri e propri ossia i resti di piante ed animali del lontano passato nel senso attuale della parola, i minerali e le rocce veri e propri – cioè i composti chimici e gli aggregati naturali – e i reperti archeologici. Cesi effettuò una laboriosa ricerca nelle fonti letterarie disponibili. Il suo fu indubbiamente un lavoro assai dotto, ma che ebbe scarsa popolarità, sia quando uscì che successivamente.

Mineralogia, come molte altre opere precedenti e contemporanee, attinge dagli scritti di moltissimi autori, dall'antichità al XVII secolo.

Cesi trasse la maggior parte delle sue conoscenze sui minerali da Aristotele, e dai trattati che attribuivano agli influssi dei pianeti e degli astri, il cui centro era costituito dalla Terra, la loro creazione, qualità e virtù. Salvo qualche raro caso come quello del petrolio, l'autore non accennò alle attività minerarie dello Stato Estense. Cesi nel suo lavoro descrisse anche le pessime condizioni lavorative dei minatori.

Anche per il Bolognese non mancarono nel secolo XVII personaggi che si interessarono ai minerali sia per motivi pratici che collezionistici, come il botanico Bartolomeo Ambrosini, incaricato dal comune di Bologna di scrivere, in base agli appunti e ai materiali lasciati da Ulisse Aldrovandi, uno dei volumi della sua opera enciclopedica che egli non era riuscito a terminare, dedicato ai fossili, e pubblicato nel 1648 con il titolo *Musaeum metallicum*, contenente grandi lacune, come quella dell'aver omissso il nome di quasi tutte le località di provenienza dei reperti illustrati. Ambrosini – e non ne conosciamo la ragione – non segnalò alcuna miniera presente nel territorio bolognese o più in generale in Emilia.

Una quindicina d'anni dopo, nel 1663, il conte Ottavio Brembato di Bergamo dava alle stampe *La mineralogia* in cui descriveva i lavori in miniera e quelli susseguenti, pur con molta approssimazione.

Anche il gesuita tedesco Athanasius Kircher (1602-1680) in *Mundus subterraneus* (1664) s'interessò in alcuni capitoletti alla salute dei minatori, il primo dei quali s'intitola *De cura morborum metallicorum*. Precedentemente aveva trattato alcuni minerali velenosi: arsenico, "argento vivo" (mercurio), antimonio, verderame, calce viva, cerussa o minio, cinabro, litargirio³. In *De cura* evidenziava invece che il lavoro in miniera era fonte di molte malattie, anche per la presenza di vapori e fumi, che colpivano polmoni, stomaco, testa e arti. Ne

² Dal lat. *fossilis* 'che si ottiene scavando', der. di *fossus*, part. pass. del verbo *fodere* 'scavare'.

³ Litargirio = ossido di piombo (PbO₂).

risentivano anche fegato, reni e vescica. Si producevano coagulazioni, corrosioni e putrefazioni, che a loro volta provocavano altre gravi conseguenze per le quali erano necessarie cure e remunerazioni. Per quanto riguarda le cure si consigliavano profilattici, diete e medicinali genuini fra i quali il tartaro, il laudano, l'olio con estratto di *colcotar*⁴, un estratto di vetriolo⁵ distillato con alcuni cereali. Si potevano usare anche il balsamo del vetriolo, il balsamo dell'ortica, il balsamo del magnete, il cui minerale veniva immerso nel vino. Anche la dieta doveva essere consona alle necessità, mentre per l'asma si consigliava l'acqua *panis porcini* che produceva alcuni benefici. Si poteva usare anche la teriaca, in cui venivano miscelati carne di vipera ed altri *metallica remedia ex sale, alumine, salinitro, salpetra, vitriolo, tartaro confecta* (Kircher, 1664, II, pp. 173-174).

Contro l'aria fetida delle miniere erano consigliati il vino, il burro, i balsami, l'acqua melissa, le bacche di ginepro, i fiori della cicoria macerati in acqua e distillati con vino rosso, somministrati in dosi di quattro dracme. Altre indicazioni si potevano trovare nelle opere di Agricola e Paracelso⁶.

Seguiva un capitolo dedicato all'aria inquinata e malsana delle miniere, che diventava irrespirabile a causa dei fumi degli incendi sotterranei, delle lampade, della polvere, dei miasmi e dei rimedi che consistevano nel pompare aria nel sottosuolo. Mantici, macchine a pale o penne, sistemi idraulici, convogliatori dei venti, pompe varie servivano a cambiare l'aria e a permettere il lavoro dei minatori oltre a ridurre le malattie polmonari. Anche Athanasius Kircher non ha mai accennato alle miniere dell'Emilia-Romagna.

Un altro bolognese che visse in questo periodo fu Marco Antonio della Fratta Montalbano (1635-1695), nipote di Ovidio Montalbano che nello stesso anno dell'edizione di *Musaeum metallicum* pubblicò *Dendrologia*, il volume dell'opera di Ulisse Aldrovandi dedicato alla botanica. Della Fratta Montalbano nutriva una grande passione per l'arte mineraria, tanto che visitò numerose miniere tedesche, ungheresi e vicentine per studiarle e farsi un'esperienza. La sua fama crebbe tanto che la Repubblica Veneta lo consultò quando decise di riorganizzare il servizio minerario con nuove leggi e procedure. Egli operò nelle vicinanze di Schio per l'estrazione di minerali ed entrò in società con antenati dei Cerato che da secoli gestiscono la famosa cava dei pesci fossili di Bolca (Verona). Al ritorno ebbe il permesso dallo Stato Pontificio di effettuare ricerche minerarie a suo piacimento (Fig. 3).

⁴ Colcotar: nome dato anticamente al perossido di ferro (Fe₂O₃).

⁵ Nome popolare (anche olio di vetriolo o v. fumante) dell'acido solforico fumante, o semplicemente dell'acido solforico (H₂SO₄), usato in passato per la preparazione domestica di saponi e detersivi e talora, in soluzioni molto diluite, per preparati farmaceutici.

⁶ Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, detto Paracelsus, o Paracelso (Einsiedeln, 1493-Salisburgo, 1541), è stato un medico, naturalista e alchimista svizzero. Egli è noto per il suo trattato di medicina e per aver dato il nome allo zinco, chiamandolo *zincum* ed è considerato come il primo botanico sistematico. Paracelso si laureò all'Università di Ferrara, negli stessi anni in cui vi si laureò Niccolò Copernico.



Fig. 3 – Notarato perpetuo di ricerche minerarie nello Stato Pontificio rilasciato a Marc'Antonio Della Fratta Montalbano di Bologna da Papa Innocenzo IX il 14 settembre 1688 (collezione R. Guerra).

A Bologna si pubblicò nel 1678 la ristampa da parte del tipografo Longhi di *De la Pyrotechnia*, manuale di arte mineraria di Biringuccio (1540), nel quale tuttavia non era citata alcuna località mineraria emiliano-romagnola.

Ecco come secondo Montalbano doveva essere una miniera per essere gestibile: «*deve dunque la Miniera esser Luogo Montuoso, dolcemente piegato, salvatico, sano, sicuro, non lungi da Fiumi, non inaccessibile, né di strada pessima, e sotto giusto Dominio*» (Della Fratta Montalbano, 1678).

Nella montagna bolognese luoghi con queste caratteristiche ve n'erano, ma mancavano i minerali. In tutti i modi la ricerca di "tesori sotterranei" continuò, ma inutilmente.

Spesso allegata all'opera *Pratica minerale* di Della Fratta Montalbano è *Catascopia minerale ovvero esplorazione, o modo di far saggio d'ogni miniera metallica*, in cui l'autore spiegava il modo di saggiare le vene metalliche onde comprenderne la quantità di minerale contenuta. Altre sue operette sempre di argomento mineralogico e minerario sono rimaste manoscritte. Della Fratta Montalbano può essere considerato il maggior esperto emiliano-romagnolo nel campo della ricerca mineraria, anche se la sua opera non fornisce informazioni sul lavoro e i problemi sanitari dei minatori.

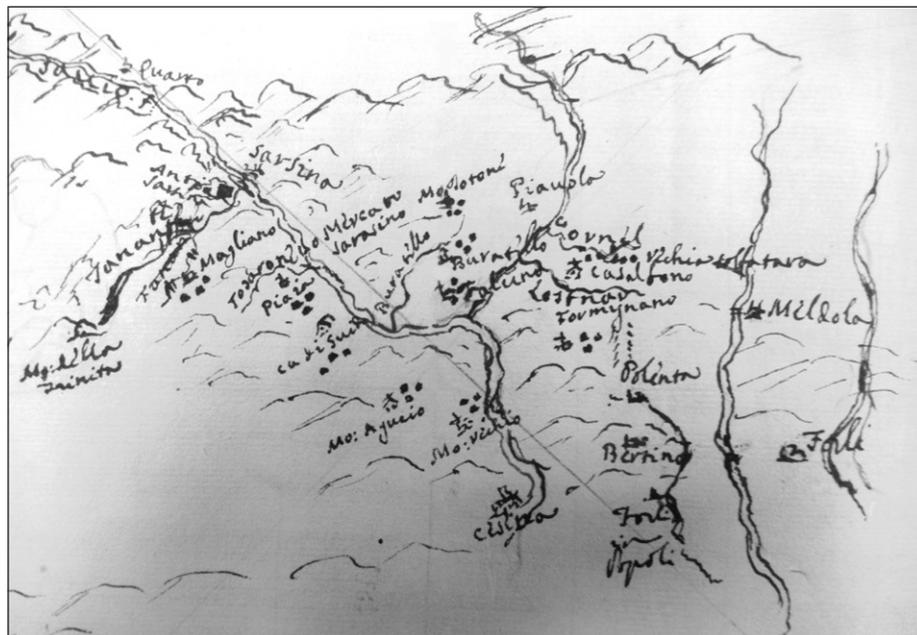


Fig. 4 – Cartografia manoscritta di Luigi Ferdinando Marsili delle miniere di zolfo della Valle del Savio (per gentile concessione della Biblioteca Universitaria di Bologna).

Nel periodo in cui *Pratica minerale* era data alle stampe il nobile scienziato bolognese Luigi Ferdinando Marsili⁷ visitava le miniere romagnole di zolfo aperte lungo la valle del Savio (Fig. 4) e in altre località. Egli redasse una breve relazione su quell'esplorazione dal titolo *Storia naturale de gessi e solfi delle miniere di Romagna*, che non fu mai pubblicata se non in occasione del bicentenario della morte (Lipparini, 1930). Marsili descrisse superficialmente le zone visitate e pare non sia mai sceso all'interno delle miniere di cui non fornì alcuna descrizione, se non di lavori esterni eseguiti con primitivi calcaroni atti alla purificazione dello zolfo. In questo modo non si hanno cognizioni sull'opera dei minatori e dei lavoratori esterni. Egli ci ha lasciato anche alcuni interessanti disegni, che tuttavia non permettono l'elencazione delle miniere da lui visitate.

4. Emilia-Romagna mineraria

L'Emilia-Romagna può essere suddivisa in due parti dal punto di vista minerario. La prima comprende i territori romagnoli in cui sono presenti molte miniere di zolfo di piccole e medie dimensioni; la seconda, comprendente la parte occidentale emiliana, è caratterizzata da poche risorse e da piccole realtà minerarie di scarsa produttività.

Procedendo da oriente ad occidente lungo la via Emilia, nei pressi di Castel San Pietro si situa il confine tra la Romagna e l'Emilia lungo il corso del Fiume Sillaro.

In effetti ad ovest la situazione cambia completamente, essendo i territori emiliani praticamente privi di risorse minerarie o ben poco dotati anche se in alcune zone furono attive nei secoli passati miniere e forni fusori.

Antonio di Paolo Masini (1599-1691) in *Bologna perlustrata* (1650) scriveva: «Fuori della sopradetta porta di S. Mamolo, ne i monti circonvicini, & ancora in altri luochi dello stesso Contado, si ritrovano minere d'ogni sorta di metallo, cioè Oro, Argento, rame, ferro, & altro, vero è che non si essercitano, per troppe spese, che vi vorrebbero. Si cava dalle Historie, che Giovanni Bentivogli havea cominciato a far cavare molto profittevolmente l'argento da un monte trè miglia lontano dalla Città, detto degli Arienti, dove hora hanno li Paleotti un bellissimo Palazzo fuori di porta S. Stefano, e in quei contorni si trova Sale Ammoniaco, Marchesetta, Ferro, Antimonio, & altri Minerali, misti con terra, o pietra, e la Marcasetta, spesse volte si è colta nel Monticello di terra bedosta, vicino al prato del Casamento de' Bombaci in Casaglia. Si ritrovano ancora in moltissimi Rivi sassetti di Pietre preziose, le quali lavorate, non sono inferiori all'Agate Orientali, a i

⁷ Luigi Ferdinando Marsili (Bologna, 1658-ivi, 1730) è stato uno scienziato, militare, geologo e botanico italiano. In suo onore il più imponente vulcano sottomarino europeo, il Marsili, che sorge nei fondali del Mar Tirreno meridionale, porta il suo nome.

Diaspri, a i Calcedoni, ed alcune a Zaffiri, se ne trovano assai, come in capo al fiume Lavino, dove si trova la Pietra del Paragone» (Masini, 1650, pp. 176-177).

Purtroppo in oltre tre secoli e mezzo, di queste ricchezze del territorio bolognese non se n'è trovata traccia, per cui si può presumere che queste notizie siano state raccolte con leggerezza, forse come molte altre.

Sembra confermarlo Serafino Calindri in *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico ec. ec. ec. dell'Italia*, nel capitolo relativo alla *Montagna e collina del territorio bolognese* che riporta numerose notizie sulla presenza di minerali di ferro, rame e stagno, senza però segnalare tracce di lavori minerari (Calindri, 1781-1785). Solo nel XIX secolo si tenterà l'estrazione del rame a Bisano, in val d'Idice, con scarsi e forse disastrosi esiti.

Né si sottrae alla carenza di minerali la provincia di Modena, nella quale però si rinvengono a Boccassuolo, nel comune di Palagano, alcune gallerie per l'estrazione dalle rocce ofiolitiche di minerali di pirite, calcopirite e blenda, forse le uniche attive al tempo di Ramazzini. L'attività di questo cantiere è segnalata in documenti risalenti al 1343 per merito dei Montecuccoli, per l'estrazione di oro, argento, rame e altri minerali.

Bertolani (2000, p. 53) racconta del passaggio delle attività agli Estensi e del proseguimento delle opere: «È datata 1631 la notizia dell'arrivo a Modena di cinque minatori tedeschi per "servizio delle miniere" che, pare, non ottennero risultati soddisfacenti. Ciò nonostante il Consiglio della Miniere di Hannover, visti i campioni, nel 1698 si pronunciò favorevolmente per il proseguimento dei lavori». I lavori proseguirono però con scarsi risultati, tant'è che le attività cessarono alla fine del secolo XVIII.

Piccole gallerie presenti nei comuni di Montecreto e Frassinoro testimoniano la presenza di attività minerarie in questa zona. Altri autori segnalano rame a Barigazzo. L'inglese Thomas Salmon (1679-1767) segnalò la presenza di una miniera di zolfo nella provincia di Modena della quale però non si è trovato alcun riscontro (Salmon, 1738). Il più noto prodotto minerario del Modenese, e anche il più apprezzato, rimase il petrolio ossia "olio di sasso" (Calegari & Canestrini, 1867; Di Pietro, 1955; Bertacchini, 2014).

Anche per le colline e le montagne del Reggiano non si hanno testimonianze sulla presenza nel passato di attività minerarie. William Paget Jervis (1832-1906), noto geologo e ingegnere minerario di origine britannica, non vi segnalò alcuna località mineraria.

Più ricco di minerali utili fu il Parmense con attività di estrazione del rame a Corchia, nel comune di Berceto, insieme a quelle del Groppo Maggio, mentre altri giacimenti erano a Montegroppo di Borgotaro, la Pietra vicino a Belforte Val di Taro, Grondana nel comune di Tornolo, Monte Chiaro presso Gotra, Monte Prinzerà vicino a Fornovo e a Pozzuolo e Iggio. In alcune delle località

citare sono ancora visibili i segni dell'estrazione. In altre località parmensi come Bardi e Compiano erano coltivate piccole miniere di proprietà dell'antica famiglia dei Landi, ma non è chiaro dove i minerali di ferro e rame venissero portati per la produzione del metallo.

In provincia di Piacenza le attività minerarie orbitarono attorno alla località di Ferriere, dove venivano raffinati i minerali provenienti dai dintorni. Le prime notizie su queste attività nell'alta Val di Nure risalgono all'anno mille. La loro attivazione è dovuta alla famiglia Nicelli, che le gestì fino alla seconda metà del XV secolo, quando Francesco Sforza, duca di Milano, si appropriò di quell'area e ne affidò la riorganizzazione a Tommaso Moroni di Rieti, malgrado i problemi insorti con i vecchi proprietari e la pesante pressione fiscale esercitata sull'area. Moroni, il cui vero cognome era Capellari, chiamò per breve tempo questa località Reate in onore di Rieti, sua città natale, ma che dopo la sua uscita di scena ritornò ad essere Ferriere. Questa località è stata a lungo nota per la produzione di lingotti e manufatti di ferro, ma si è certi che a Ferriere funzionassero anche forni fusori per il rame e altri minerali miscelati alle calcopiriti di quelle vallate (Guerra & Guerra, 2022).

Di Ferriere e di uno dei suoi forni fusori trattò Antonio Averlino, detto il Filarete (circa 1400-1469), in un trattato di architettura e ne accenna anche Leandro Alberti (1479-1552) con questo brano: «*Sono altresì in esso territorio le miniere di ferro, ove si dicono Ferriere*» (Alberti, 1550).

Nel secolo successivo la situazione delle miniere emiliane probabilmente peggiorò, per carenza di minerale. Salvo alcune attività del Piacentino che si protrassero fino al XX secolo, molte realtà minerarie si ridussero o chiusero.

Resisterono meglio le miniere di zolfo della Romagna, dove l'attività si protrasse fino al secolo XX, per poi soccombere per la concorrenza dei giacimenti statunitensi.

Quanti minatori operarono nelle miniere dell'Emilia-Romagna non lo sapremo mai. Purtroppo queste attività estrattive hanno quasi sempre lasciato deboli tracce consistenti in piccole gallerie e qualche discarica, quasi invisibili per il fatto di essere state ricoperte dalla vegetazione. I lavori, spesso improvvisati, furono quasi sempre ridotti al minimo, lasciando pochi segni visibili della loro presenza.

5. Bernardino Ramazzini

Conosciamo bene l'azione deleteria esercitata dal lavoro in miniera sul corpo dei minatori, perché molto spesso il loro stato di salute fu ed è registrato dai medici incaricati di curarli. Tutti sanno che la miniera invalida e uccide, ma che cosa si può fare per migliorare questa situazione?

Giorgio Agricola, iniziatore degli studi sull'arte mineraria, era anche medico, ma come quasi tutti i medici che operavano nelle località minerarie europee non approfondì gli aspetti sanitari legati al lavoro nelle miniere anche se ne accennò.

Quello che per primo studiò con grande perspicacia questo problema fu Bernardino Ramazzini. Nato a Carpi nel 1633, morì a Padova nel 1714. Nel 1659 si laureò in medicina nell'ateneo parmense. Lavorò per un po' di tempo nell'antico Ducato di Castro⁸. Successivamente tornò a Carpi per poi stabilirsi nel 1671 a Modena, dove esercitò l'attività di medico. Nel 1682 fu eletto professore di medicina nell'università della nostra città. Nel 1700 accettò l'invito della Repubblica Veneta a ricoprire una cattedra di medicina dell'ateneo di Padova, dove rimase fino alla morte.

La sua opera scientifica fu dedicata allo studio della fisica, della meteorologia e soprattutto della medicina. Deve essere considerato il fondatore dello studio delle malattie del lavoro e della difesa sociale del lavoratore.

La produzione scientifica di Ramazzini è notevole non solo per quantità e qualità, ma anche perché spaziò in molti campi. Ne danno testimonianza i lavori scientifici il principale dei quali è *De morbis artificum diatriba* (Fig. 5) del 1700, in cui esaminò i problemi di salute legati ad oltre cinquanta attività lavorative.

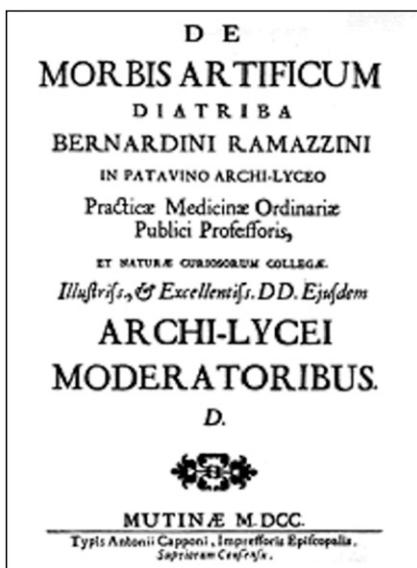


Fig. 5 – Frontespizio della prima edizione dell'opera *De morbis artificum diatriba*, pubblicata a Modena nel 1700.

⁸ Il Ducato di Castro fu un feudo dell'Italia centrale, sorto come vassallo dello Stato Pontificio (di fatto indipendente) e retto dai Farnese. Costituito nel 1537, rientrò nel patrimonio di san Pietro nel 1649.

Ramazzini fornì in quest'opera una panoramica molto ampia di quel mondo, con particolare attenzione ai danni che queste attività procuravano alla salute dei lavoratori. In *De fontium Mutinensium admiranda scaturigine tractatus physico-ydrostaticus* (1691) trattò dei pozzi artesiani, dell'origine delle loro acque e dei terreni sovrastanti le falde sotterranee. L'altro contributo dal titolo *Francisci Ariosti de oleo montis Zibinii seu petroleo mutinensis libellus* (1698) è dedicato al petrolio, a quei tempi ancora e solo apprezzato per i benefici alla salute: quello modenese era allora considerato come il migliore. Altri opuscoli, oltre le sue opere maggiori, furono raccolti in *Opera omnia* pubblicata dopo la sua scomparsa (Ramazzini, 1716).

6. Minatori e malattie

Non è certamente un caso se Ramazzini iniziò la sua elencazione delle malattie professionali proprio da quella dei minatori e se su di esse compose uno delle relazioni più corpose. Scriveva Ramazzini: «*Le malattie alle quali sono esposti gli scavatori di metalli ed altri operai di questo genere sono per la maggior parte, la dispnea, la tisi, l'apoplessia, la paralisi, la cachessia, il gonfiore dei piedi, la caduta dei denti, le ulcere gengivali, i dolori delle articolazioni e i tremori. In questa categoria di lavoratori sono colpiti i polmoni e il cervello ma soprattutto i polmoni: questi, difatti, assorbono insieme con l'aria le esalazioni minerali e per primi risentano del danno, e subito dopo quelle medesime esalazioni penetrate all'interno dei centri vitali e mescolatesi al sangue, turbano e contaminano l'equilibrio naturale del cervello e dell'umore nervoso, per cui si originano i tremori, i torpori e le patologie passate in rassegna sopra. Di conseguenza è normale che la mortalità di coloro che scavano minerali nelle miniere sia grandissima. Perciò le donne che sposano uomini di questo genere, sposano alquanto spesso. Infatti quanto riferisce Agricola, si sono osservate presso le miniere dei monti Carpazi donne che si erano sposate con sette mariti*» (Ramazzini, 1713, p. 12).

E più oltre: «*Dunque qualsiasi tipo di materiale minerario scavino, si procurano malattie gravissime che sfuggono molto spesso a tutte le cure, se pur è possibile prescrivere qualcosa nel modo dovuto... e prolungare loro nella miseria*» (Ramazzini, 1713, p. 13).

La crescente richiesta di metalli e gli utili che l'attività mineraria procurava ai gestori fecero in modo che tale lavoro s'incrementasse costantemente con il passare del tempo.

Le miniere erano luoghi malsani per le dimensioni dei cunicoli e delle gallerie, per il tasso di umidità o secchezza, per i problemi di aerazione e d'infiltrazione delle acque, per le tecniche impiegate per staccare la roccia come l'accensione di fuochi, per i numerosi incidenti e infine per la pericolosità dei minerali da estrarre.

L'ambiente più pericoloso in assoluto per la salute era però costituito dalle miniere di mercurio, le cui esalazioni erano fra le più nocive. In questo ambiente un minatore non resisteva per più di tre anni, per poi rimanere invalidato per il resto dei suoi giorni. In certe miniere di mercurio del Friuli gli operai non potevano resistere oltre le sei ore al giorno. Molti medici riportarono casi veramente pietosi. In quasi tutte le miniere gli addetti alle lavorazioni esterne degli stessi minerali risentivano delle stesse conseguenze di coloro che operavano all'interno senza considerare la pochezza degli indumenti indossati che non proteggevano in alcun modo il lavoratore.

Le malattie dei minatori vennero trattate da diversi autori che operavano come medici nelle zone minerarie e tutti riportavano i pesanti danni che acquisivano nel loro lavoro, danni che si prolungavano spesso per tutta la loro vita, anche se essa risultava essere molto breve. Gli effetti della respirazione in atmosfere ricche di minerali si ripercuoteva anche nel colore della pelle.

Non meno dannose erano le miniere di vetriolo, i cui portatori si affrettano ad uscire con i recipienti pieni per poi tornavi non appena il prodotto era stato scaricato. Scriveva ancora Ramazzini: «*Si metterebbero a ridere, senza dubbio, non pochi fra i clinici nostri compatrioti se vedessero un altro professore di scienze naturali che per esploratore scende pericolosamente in luoghi sotterranei per scrutare i recessi più remoti della natura. So che sono stato bollato anch'io con questa irrisione quando esploravo in un pericoloso tentativo le sorgenti da dove provengono le Fonti Modenesi, e certo anche quando scesi nei nostri pozzi di petrolio, che si trovano nella regione montana*» (Ramazzini, 1713, p. 15).

Mani, gambe, occhi e gola risentivano particolarmente di queste contaminazioni. Queste azioni deleterie erano ulteriormente aggravate in certe miniere per la presenza di ragni che pungevano i minatori e "demonietti" che, a dire di Agricola, infestavano certe miniere d'argento, spiritelli che potevano essere messi in fuga da preghiere e digiuni. La cosa fu confermata a Ramazzini da un minatore tedesco che lavorava nel Modenese, che asseriva che gli infestati da questi folletti o morivano nel giro di due o tre giorni o rapidamente guarivano. In certe miniere di vetriolo i minatori erano costretti a lavorare nudi altrimenti i vestiti si sarebbero consumati rapidissimamente.

Come si può ben comprendere i problemi di salute di coloro che lavoravano in miniera erano complessi e di difficile soluzione, tant'è che frequentemente dovettero essere installate apparecchiature che favorivano il cambio dell'aria, consumata dalla respirazione umana e resa irrespirabile dalla polvere di rocce e minerali, dalla combustione e dal fumo delle lampade e da altri fattori. Spesso però tali rimedi si rivelarono insufficienti. Anche l'uso di particolari vestiti, maschere, gambali e guanti avrebbe potuto evitare ulteriori danni. Certe pozioni potevano limitare l'azione dell'aria nociva e i gargarismi di latte toglievano

insorgenze di problemi alla gola, come pure: «*il burro che reca grande giovamento a quelli che lavorano nelle miniere di piombo*» (Ramazzini, 1713, p. 17).

Già Plinio consigliava l'uso di polvere di "pietra assiana"⁹ per curare gambe e mani di coloro che soffrivano di "pomfolice nera"¹⁰.

Un medico consigliava per gli effetti dall'asma o forse silicosi «*il mercurio dolce, il turbit, i purganti per clistere, l'antimonio diaforetico, il bezoartico solare e cose simili*» (Ramazzini, 1713, p. 18). Conoscendo la farmacopea di quei tempi c'è da chiedersi se le medicine stesse non costituissero un ulteriore rischio per i malati. Un altro problema di queste cure era l'alto costo di questi preparati in contrasto con la miseria del minatore. Misture a base di rame ed altri ingredienti erano idonei per la cura degli occhi, insieme al collirio di rame, croco e spodio¹¹. Era inoltre comune la credenza che i metalli scacciassero i metalli come *chiodo scaccia chiodo*.

Anche gli addetti alle lavorazioni esterne contraevano le stesse malattie dei minatori diventando «*malati d'asma, splenici, letargici per passare alla fine alla categoria dei tisiaci*» (Ramazzini, 1713, p. 18).

Così conclude Ramazzini il capitolo sulle miniere: «*Pertanto non solo gli scavatori, ma anche coloro che vivono e lavorano nei pressi delle miniere sono attaccati dalle esalazioni metalliche, che offuscano gli spiriti vitali e animali, la cui natura è eterea e diafana, e sconvolgono l'equilibrio naturale dell'intero corpo. Per questo quindi, vi sono i medesimi rimedi proposti sopra, ma da prescriversi in dose più leggera*» (Ramazzini, 1713, p. 19).

Con la limitatezza di informazioni disponibili, di libri, di corrispondenza, di pratica medica e di altri supporti, Ramazzini fornì un quadro tanto accurato del problema da renderlo ammirevole.

7. Donne e fanciulli nelle miniere

Lo studio di Ramazzini pone il problema delle malattie dei minatori sia dal punto di vista dell'attività di medico praticante, ma anche di quello di studioso di medicina e farmacopea. Forse proprio per la mancanza di un'esperienza diretta in questo ambiente lavorativo, Ramazzini non poté indagare altre gravi conseguenze sulla salute di coloro, donne e bambini compresi, che per l'indigenza in cui vivevano, erano condannati a questo lavoro.

⁹ Nome che gli antichi davano all'alluminosa della Tolfa con alto contenuto di ossido di alluminio (Al₂O₃).

¹⁰ Trattasi di una malattia della pelle, oggi chiamata disidrosi o *pompholix*, caratterizzata da vescicole sulle mani o sui piedi. È una forma di dermatite acuta, cronica o ricorrente che si sviluppa sulle dita o sui palmi delle mani o dei piedi; era comune fra i minatori che lavoravano in miniere solfifere (vedi anche l'Appendice).

¹¹ In chimica il termine "spodio" è sinonimo poco comune di carbone animale, ottenuto bruciando ossa di animali in difetto di ossigeno.

Donne e bambini erano generalmente addetti al trasporto dei minerali all'interno delle gallerie, alla loro frantumazione e cernita, lavori che comportavano gli stessi rischi di cui si è già detto. In particolar modo i bambini erano utilizzati per l'escavazione di stretti cunicoli, dove maggiore era il rischio di crolli, dove l'aria era più inquinata e dove il lavoro effettuato, assumendo posture improprie, provocava gravi danni alla struttura ossea dei giovanissimi (Fig. 6). L'impiego di donne e bambini non è mai stato oggetto di attenzione da parte degli scrittori di arte mineraria per il solo fatto che la prassi era talmente generalizzata da non attrarre neppure l'attenzione. Eppure produsse tante malattie e gravi malformazioni che è assolutamente impossibile calcolare. Nel numero delle malattie da miniera nessuno ha mai evidenziato le vittime di infortuni e di malattie invalidanti gravi che condannavano chi ne era stato colpito ad una miseria ancora maggiore, per mancanza di sussidi e per i quali l'elemosina diventava l'unica fonte di sostentamento. Il problema fu messo a fuoco solo nella seconda metà del secolo XIX, quando cominciò l'interessamento da parte delle forze politiche e sindacali per contrastare questo disumano impiego. Oggi parlare di queste problematiche è addirittura superfluo, ma ai tempi di Ramazzini le condizioni di vita erano talmente misere che molte donne e bambini dovevano lavorare in simili condizione per sfamarsi (Rossi & Previdi, 2000).

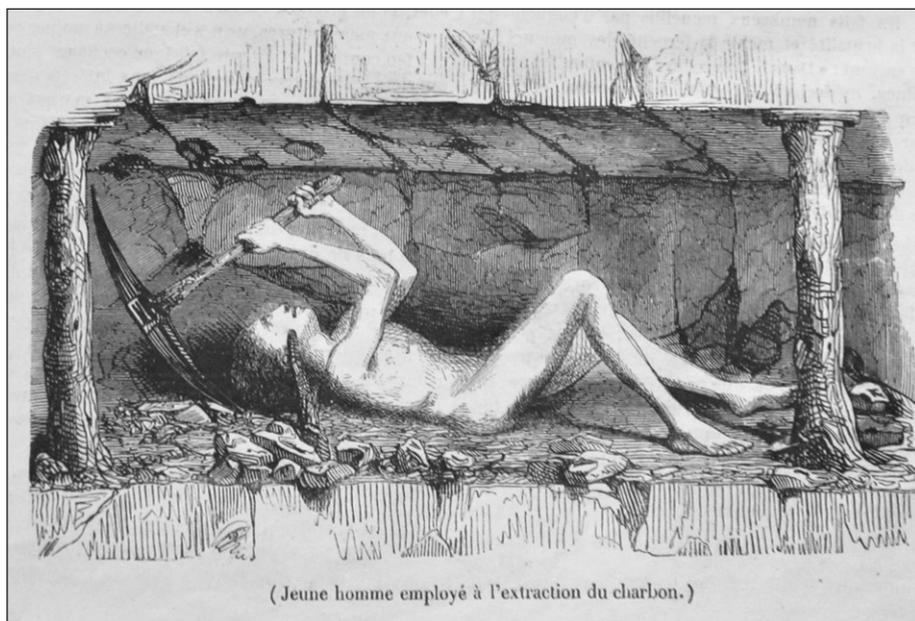


Fig. 6 – Giovane minatore in un cunicolo per l'estrazione del carbone, 1843 (collezione R. Guerra).

8. Dopo Ramazzini

Le miniere dell'Emilia-Romagna continuarono per altri due secoli e mezzo a produrre minerali, ma nel tempo si ridussero sensibilmente rimanendo attive solo quelle di zolfo della Romagna e quelle di ferro e rame del Piacentino (Scicli, 1972), anche se ne aprirono alcune per l'estrazione della lignite, come quella di Sogliano sul Rubicone e poche altre per periodi brevi (Ravara Montebelli, 2015).

Alberto Fortis (1741-1803) il più noto "orittologo"¹² italiano di fine Settecento relazionò su questa miniera con grandi aspettative, ma i risultati della sua coltivazione furono scarsi, tanto che dopo pochi anni fu chiusa e quasi se ne perse memoria.

In questa parte della regione pochi decenni dopo la morte di Ramazzini il conte cesenate Vincenzo Masini diede notorietà a questa industria scrivendo il poema *Il Zolfo*, nel quale essa veniva esaltata, testimonianza della spaventosa distanza esistente tra la sua attività poetica e l'opera scientifica di Ramazzini. Il nobile che senz'altro aveva interessi in questa industria si era anche calato nelle profondità di qualche galleria per una visione più realistica dell'ambiente tanto che così iniziava questa sua composizione: «*Come il Zolfo si cavi, e i varj modi, Onde al foco purgato si rivolga All'uso de' mortali in pace, e in guerra, Mosso da bella speme, e dal possente Amor di novitate io cantar voglio*» (Masini, 1759).

Il primo libro de *Il Zolfo* descrive appunto l'ambiente minerario e i minatori che lavorano: «*Entro le balze Fra dumi, e fra dirupi il Zolfo alligna*». Arrivano i minatori dalle varie valli e: «*Gli operai concordi Si dividon gli uffizi: chi è più esperto Prende a scavar pozzi, e nell'interno Gl'incrosta e assicura co' macigni, Ch'altri pronto ministra*».

Seguono versi che dipingono la vigorosa baldanza dei minatori e le poetiche descrizioni degli ambienti, col ritrovamento anche di qualche fossile. L'occhio del poeta capta esclusivamente la dinamica del lavoro e in effetti si cercherebbe inutilmente qualsiasi accenno alla miseria e alla sofferenza dei minatori. Il primo libro è dedicato all'ambiente minerario, il secondo alla raffinazione del minerale mentre il terzo segue il trasporto dello zolfo fino al porto di Cesenatico, dove è caricato sulle imbarcazioni.

Una memoria del conte Marco Fantuzzi, risalente al 1804, riflette perfettamente la situazione del comparto minerario dello zolfo romagnolo, memoria indubbiamente sponsorizzata dal governo napoleonico, che vedeva nello zolfo un minerale strategico, indispensabile per la produzione della polvere da sparo, necessaria ad alimentare le continue guerre che caratterizzavano quell'epoca.

¹² L'orittologia o orittognosia è un termine desueto che indicava in passato la disciplina che studia i fossili per trarre da essi informazioni geologiche.

Fantuzzi vi descriveva una situazione di bassa redditività per la scarsità di competenze, per le difficoltà dei terreni, per i problemi di approvvigionamento della legna per la raffinazione, ma anche per la difficile situazione dei minatori sulla quale scrisse queste parole:

«Generalmente, que' disgraziati per mancanza delle convenevoli correnti d'aria lavorano con pericolo, e massimo incomodo; mentre rare volte ponno reggere più di tre ore alle esalazioni, ed aria di que' sotterranei, e ne ritornano neri, affumicati, e senza lena, sebbene la fatica sia assai moderata» (Fantuzzi, 1804).

A partire dalla seconda metà dell'Ottocento l'attenzione rivolta all'insalubrità del lavoro in miniera portò a numerose iniziative sia dei governi centrali che di quelli locali per il miglioramento della vita di questi lavoratori consistenti in macchinari, nella migliore ventilazione delle gallerie, per i supporti sanitari rivolti ai minatori, anche se la loro attività rimase fra le più insalubri e pericolose.

I magri giacimenti romagnoli e la concorrenza estera che faceva giungere ai nostri porti minerali a prezzi più convenienti determinò la crisi e poi la chiusura di questo settore produttivo. Malgrado i problemi di salute che questo duro mestiere provocava, alla chiusura delle fabbriche ci furono proteste perché rimanessero attive tanto era l'attaccamento degli addetti al lavoro che fra l'altro spesso si vedevano obbligati a cambiare residenza.

Prima di arrivare a questa svolta è necessario affermare che dai primi del Settecento alla metà dell'Ottocento le condizioni dei minatori non ebbero sensibili miglioramenti. Picconi e polveri inquinate furono compagni di sventura di questi operai.

Solo l'introduzione dell'energia generata prima da macchine a vapore e poi da elettricità, il notevole incremento tecnologico e una maggiore attenzione sociale migliorò le condizioni di lavoro dei minatori, pur sempre molto spesso difficili ma che si discostavano decisamente da quelle dei tempi di Ramazzini. Una visione del problema sanitario dei minatori ottocenteschi del Cesenate la offrono Cerasoli & Magalotti (2017). I due autori hanno raccolto numerosissimi scritti di medici che operarono in quel contesto nella seconda metà dell'Ottocento, fornendo quindi una visione molto più esaustiva di quelle comunità che orbitavano attorno alla miniera facendo emergere anche la consapevolezza che le problematiche non si fermavano alle miniere, ma continuavano maggiormente nella vita sociale e familiare degli individui. Le magre paghe, la famiglia spesso con numerosa prole, le abitazioni fatiscenti, l'ignoranza, l'exasperazione delle relazioni umane rendevano la vita di questi lavoratori molto disagiata. Malgrado ciò non pochi braccianti ed agricoltori si accalcavano all'ingresso degli opifici a chiedere un lavoro duro e pericoloso per arrotondare il reddito appena sufficiente per vivere dell'agricoltura,

dominata spesso dalla cupidigia dei proprietari terrieri e dalla esclusiva manualità dei lavori agricoli.

Infatti al povero cavatore che usciva dalla miniera dopo una lunga e faticosa giornata sottoterra si ponevano vari problemi di ordine sociale e familiare che gli rendevano la vita pesante. Spesso comunque fra la miniera e la casa si trovavano le bettole, i botteghini e le osterie nelle quali si tentava di lenire la sete in gola e l'ansia nel petto con qualche bicchiere di vino o qualcos'altro che per tale veniva spacciato. Ubriachezza e violenza erano spesso gli esiti di queste soste, esiti che finivano per sfogarsi nello stesso locale con liti e delitti oppure nell'ambito familiare e di cui facevano le spese la moglie e i figli dell'interessato. Non tutto era però negativo in questi ambienti: i venditori oltre ai bevande accennati vendevano anche derrate alimentari spesso a credito a cui attingevano le famiglie per sfamarsi.

Il complesso delle relazioni umane si esplicava quindi anche nei villaggi di minatori, nell'umana speranza di tirare avanti e nell'attesa del miracolo, spesso invocato, che avrebbe dovuto cambiare la loro vita miseranda, ma molto spesso non fu così. È infine necessario affermare che questa attività portò anche un miglioramento di certe situazioni di disagio con lo sviluppo di alcune borgate e una migliore situazione per il popolo.

9. Conclusioni

Solo la chiusura delle miniere e la generale diffusione del benessere tolse dal contesto sociale ed economico dell'Emilia-Romagna questa categoria dei più "eroici" tra i lavoratori. In effetti i minerali vengono oggi estratti con l'aiuto di nuove tecnologie e mezzi automatizzati.

Rimane pur sempre l'orgoglio che la terra in cui abitiamo ha dato i natali a un uomo come Ramazzini, questo medico che fu anche un grande scienziato, che ci si augura di poter ulteriormente valorizzare, perché nella sua persona all'esperienza del dottore che per tutta la vita esercitò il mestiere di medico si unisce la conoscenza del grande studioso, la curiosità per le attività produttive, altri interessi naturalistici e tutto quello che costituisce una parte molto importante della vita dei cittadini.

Egli, nel tentativo di mettere in guardia i minatori sui problemi di salute che la loro attività poteva arrecar loro col passare del tempo, nel contempo spronò i colleghi ad interessarsi di queste malattie sociali e i gestori delle miniere ad essere consci delle conseguenze che i minatori subivano nell'esercizio di quelle attività di cui erano responsabili e dalle quali traevano profitti.

Per i suoi meriti l'effigie di Ramazzini ben meriterebbe di essere collocata accanto a quella di santa Barbara, protettrice dei minatori.

Appendice

Tratto dall'opera di Giorgio Agricola *De l'arte de metalli* (1563, pp. 189-192).
Traduzione in lingua toscana da M. Michelangelo Florio fiorentino.

Resta hora a parlare di quei mali, e di quelle malattie ne le quali incorrono i metalieri e de modi da potere schivarle. Perché di vero ei bisogna vie più attendere a la sanità che al guadagno, per poter lavorare. Alcuni di questi mali offendano i nervi, alcuni il polmone, alcuni gl'occhi, & alcuni finalmente ammazzan gl'huomini. La molt'acqua smisuratamente fredda che ne pozzi si truova, suol far gran danno a le gambe, perché il freddo è capital nimico de nervi. Ma i cavatori per ischivar questo male, si procacciano d'alcuni buoni borzachini di cuoio crudo, e grosso, e molto ben'alti, co' quali difendon le gambe dal freddo de l'acque: e chi non s'attiene a questo consiglio, cadrà in qualche gran malattia, e specialmente ne la vecchiaia. Per lo contrario si truovano alcune cave cotanto secche, che non vè punto punto d'acqua: la quale aridità reca eziandio a lavoranti maggior male. Imperciocché la polvere che si muove e maneggia nel cavare, penetrando ne l'aspra arteria, e nel polmone, partorisce la difficoltà del fiatare, e quella malattia che si chiama da Greci Asthma, che in lingua nostra si dice Asima. E se avvenga che tal polvere habbia la forza di rodere, ella mangia il polmone, e ne corpi genera scabbia grossa, manifesto segnal del sangue corrotto: la onde per ciò è avvenuto che ne metalli del monte Carpatò si son trovate donne ch'hanno havuti sette mariti, tutti morti giovani di cotale infermità. In Aldebergo in Misena certamente si truova la Pompholice nera, che divora le piaghe infin'a l'ossa. Rode ancora il ferro: il perché i chiodi di quelle case tutti son di legno. Anzi che v'è una certa sorte di Cadmia, la quale trovando i piedi e le mani de lavoranti bagnate, le và rodendo: & grandemente offende il polmone, e gl'occhi. I cavatori dunque non solamente si proveggano de borzachini detti di sopra, ma di guanti alti infino al gomito: e dinanzi a la faccia si legano alcune vesciche ben tirate, e distese: Che facendo così, né a l'arteria, né al polmone si tirerà la polvere, ne offenderà gl'occhi. Con simil modo appresso i Romani si guardavano quei che facevano il minio, per non inghiottire di quella mortifera polvere. L'aria grossa & immobile eziandio genera la difficoltà del fiatare: la qual aria così fatta così ne pozzi, come ne le mine si suol trovare: Il rimedio di questo male son quelle macchine spiritali che di sopra ho esplicate. Ma egli ci è un altro male più dannoso, il quale incontante ammazza l'huomo, in quei pozzi, in quelle mine, e fosse coperte dove la durezza de sassi viene spezzata dal fuoco: ivi, dico, che l'aria diventa velenosa: perché le vene, venuzze e comessure de sassi esalano fuori una certa sottile e puzzolente caligine mandata fuori de le cose minerali, e metalliche, da la forza del fuoco, che con il fumo insieme s'innalza, non altrimenti che la Pompholice né le fucine, dove le vene minerali si cuocano: & a la parte di sopra del muro s'attacca: se questo non possa volar via de la terra, ma caschi ne le pozze de l'acqua, & ivi vada notando, ei suol portar

seco grandissimo pericolo. Percioché s'egli accaschi che per lo cader di qualche sasso, o d'altra cosa quell'acqua si commuova, di nuovo di quelle pozza vola via, la onde riserra il fiato in gola a le persone, e l'ammazza: il medesimo effetto è maggiore ancora fa il fumo che dal fuoco ancor non ispento nasce. Da questo veleno contaminati i corpi de gl'animanti, le più volte di fatto soglion gonfiare, perder ogni moto, e senso, e senza dolor morire. Le persone ancora de pozzi venendo su per le scale, se cotal puzzolente caligine, e fumo habbia preso forza, di nuovo cascano giù perché le mani non fanno l'offizio loro, e gli paion essere come palle tonde, e similmente i piedi. Fin qui ma se per buona sorte loro, scampino di questi mali, ogni poco che di quelli siano stati imbrattati, sempre rimangon pallidi, e simili a morti. Non sia adunque chi a l'ora si cali in quella cava, o in quelle che gli sono accanto: e se chi che sia vi s'abbatterà, escane fuori ben presto. I prudenti & diligenti cavatori venerdi su la sera danno fuoco a l'ammontate legne: ne avanti il lunedì si calan giù nel pozzo, ne entrano ne la mina. Et in tanto la forza di quel pestilentioso fumo, si risolve, e va via. Truovonsi anco de luoghi dove il pericolo de la morte è grande. Perché alcuni luoghi minerali, benché rari siano, di natura loro generano gran puzzo, & un pestilenzioso fiato esalano: sicome fanno anco alcune caverne di vene: ma queste sovente in se contengano aliti grossi & gravi. A la Piana, città di Boemia sono alcune grotte, che a certi tempi de l'anno mandon fuori un certo fiato fortigno, che spegne le lucerne, & ammazza i lavoranti se troppo vi dimorano. Plinio ancora afferma ne gli scritti suoi, che se nel cavar de pozzi occorra di trovare fiato sulfureo, o vero alluminoso, egli ammazza quei che cavano il pozzo: & che volendosi far puova di questo pericolo, veggasi se esso spegne una lucerna accesa che giù si cali. E quando si trovi che così sia, appresso al pozzo o da man manca, o da man diritta bisogna cavar alcune profonde pozze salse, che ricevin quel grosso fiato. Ma in Piana s'usano i mantici detti di sopra che tirano a loro quei grossi fiati. Anzi che a le volte i lavoranti cadendo de le scale giù ne pozzi si rompan le gambe, le braccia, & il collo: o se cascano ne le pozze de l'acqua, si soffocano. Et le più volte di ciò è cagione la negligenza del governor de la cava: il cui offizio è di così fortemente fermar le scale a le travi, ch'elle non si rompino, e quelle pozze che a pozzi arrivano, così fermamente coprir d'asse, che quelle non si possin muovere, ne gl'huomini cadervi: per la qual cosa faccia il governor di metter diligentemente in esecuzione l'offizio suo. Bisogna eziandio avvertir che l'uscio de la casa non guardi a Tramontana, a ciò d'inverno per lo gran freddo non gelino le scale: perché gelando, le mani o rattratte dal freddo, o troppo sdruciolanci non si possano attenere. Siano anco prudenti i lavoranti, a ciò non essendo impediti da niuna di queste cose, non caschino per loro inavvertenzia. Cascano oltre a ciò i monti, & gl'huomini da tal ruina oppressi, si muoiano. Certamente che già in Goslaria rovinando Ramesbergo, da tali ruine furon tanti huomini oppressi, che in un giorno, si dice, che intorno a quattrocento donne rimaser senza marito: & undici anni ha che in Aldebergo, cadendo una parte del monte cavato, sei cavatori a la sprovista vi perirono, & una casa eziandio vi rimase sotto, dove perì una madre con un suo bambino. Questo le più volte avviene in quei monti che hanno le

vene ammontate. Però facciano i lavoranti di lasciar sempre gl'archi, & armamenti spessi, & forti sotto i monti per sostenerli. I sassi eziandio cadendo fraccassan, & schiaccian l'ossa, & le giunture: e perché ciò non avvenga, ei bisogna che i metallieri molto ben fortifichino di necessarie armature i pozzi, le mine, & le fosse nascoste. Ma ne le nostre cave però non si trova il Fuggisole come si fa in Sardegna. Questo è un'animale, che (come Solino scrive) è piccolissimo, & simile a ragnateli, e chiamasi Fuggisole, perché fugge il giorno. Ne le minere de l'argento se ne truovon assai. Esso occultamente se ne va brancolone, e quei che trova per inavvertenza posarsi, attossica. Ma come il medesimo dice, in alcuni luoghi si trouano certe fontane calde, & salutifere che bollono, le quali ammazzano il veleno preso dal Fuggisole. Ma in alcune de le nostre cave (benché in poche) trovasi un'altra peste vie più dannosa, cioè diavoli d'aspetto bruttissimo, e spaventoso (Fig. 7) de quali ho già parlato nel libro, il cui titolo è "Degl'animanti di sotto terra": la qual sorte di demoni si caccia con l'orazioni, & co'i digiuni. Alcuni di questi mali & cert'altre cose ancora son causa, che più non si sogliano cavar pozzi. E la prima, e spezial cagione è che non fecondi di metalli, e se ben fecondi si trovino per alquanti passi, non di manco nel fondo essi sterili sono. La seconda è la gran copia de l'acque: la quale né si può condur ne le mine, perché tanto alte non si possan far ne monti: né con macchine si possan tirar fuori, per esser i pozzi fuor di misura profondi: e tutto che quel la si potesse cavar con dette macchine, non di meno elle non son in uso, perché i pochi frutti d'una povera vena non comportano si fatta spesa. La terza è l'aria grossa, e puzzolente la quale a le volte i padroni né con arte, né con spesa possono far migliore, o purgarla: la qual cosa è cagione che non solamente si tralascia il cavar de pozzi, ma eziandio de le mine. La quarta è il pestilenzioso fumo in qualche luogo particolar generato, non potendo noi o del tutto torlo via, o per lo meno scemarlo. Il perché la grotta detta Lorenzo a la Piana tutto che abbondasse d'argento, non si solea cavare. La quinta è il demonio horribile, crudele, e micidiale, che non si potendo cacciar via, ciascun lo fugge. La sesta è gl'armamenti, che non si potendo mantenere, i monti bisogna che caschino. Ne s'usano di rifare, se non quando si vede che la vena sia ricchissima di metallo. La settima sono i movimenti, e romori di guerra: per li quali se non si sappia certo che i cavatori habbiano abbandonato i pozzi, e le mine, ei non è da rifarli. Non crediamo che i nostri passati siano stati così da pochi, e sciocchi, che tralasciati habbiano quei cavamenti che far si possano con frutto. Certamente che a nostri tempi non pochi metallieri, ingannati da vane favole si son messi a rifare gl'abbandonati pozzi, e perduto hanno l'olio e l'opra. A ciò dunque color che verranno dopo noi non perdan la fatica e la spesa, per loro si farà il veder molto ben minutamente, per qual cagione abbandonato si sia il cavamento di ciascun pozzo, e de la mina. La qual cosa si sa benissimo che già in Fribergo si fece per la gran copia & abbondanza de l'acque.

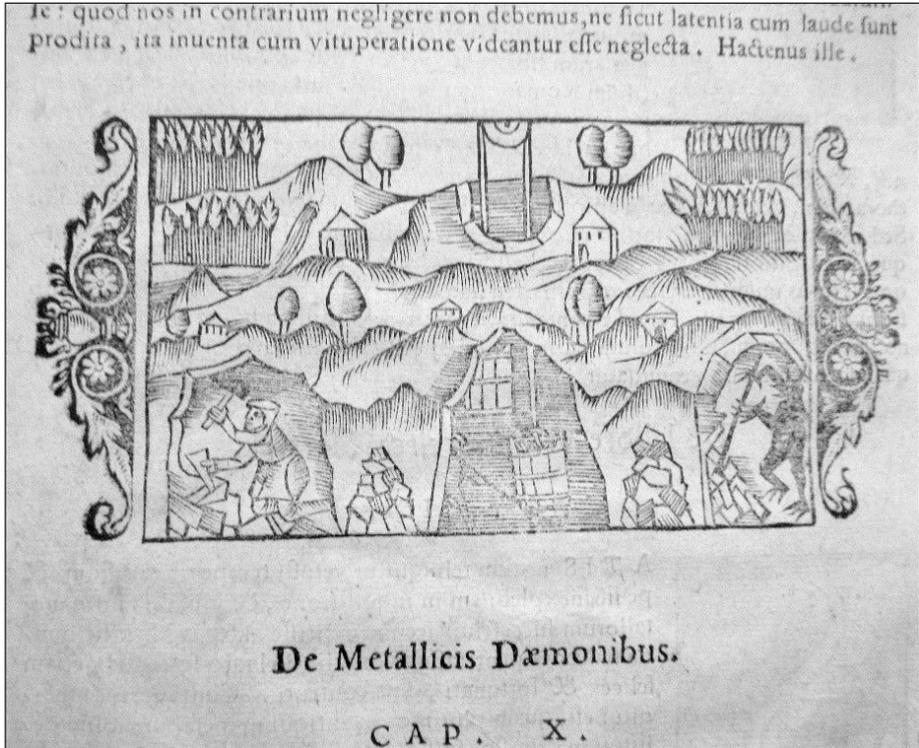


Fig. 7 – Frontespizio del cap. X intitolato De Metallicis Dæmonibus dall'opera di Olaus Magnus (1565).

Ringraziamenti

Per le utili informazioni fornite desideriamo ringraziare i seguenti amici di Piacenza: Renzo Bobbi, Carlo Francou, Tullio Gobbi, Girolamo Lo Russo e Annarita Volpi. Ringraziamo inoltre Mirco Travaglini di Bologna e Mara Bonnacchio di Tavernole (BS). Per la lettura critica del manoscritto e la traduzione dell'Abstract ringraziamo il redattore Giovanni Tosatti.

Bibliografia

- AGRICOLA G., 1563 – *De l'arte de metalli*. Traduzione in lingua toscana da M. Michelangelo Florio fiorentino, per Hieronimo Frobenio et Nicolao Episcopio, Basilea, 542 pp.
- ALBERTI L., 1588 – *Descrittione di tutta Italia*. Altobello Salicato, alla Libreria della Fortezza, Venezia.
- BERTACCHINI M., 2014 – *Quando il petrolio era un "Olio di Sasso" miracoloso*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **145**, pp. 353-375.

- BERTOLANI M., 2000 – *Le antiche cave di pietra da taglio e le miniere storiche dell'Appennino modenese*. Provincia di Modena, Settore difesa del suolo e tutela dell'ambiente, 95 pp.
- BIRINGUCCIO V., 1540 – *De la Pirotechnia, libri dieci dove ampiamente si tratta non solo di ogni sorte e diversità di miniere, ma ancora quanto si ricerca intorno alla pratica di quelle cose di quel che si appartiene a l'arte de la fusione over gitto de metalli come d'ogni altra cosa simile*. Venezia, 630 pp.
- BREMBATO O., 1663 – *La mineralogia*. Ed. M.A. Rossi, Bergamo, 74 pp.
- CALEGARI M., CANESTRINI G., 1867 – *Storia della Salsa di sopra presso Sassuolo, della sorgente della Salvarola, e dei pozzi oleiferi di Montegibbio*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **II**, pp. 147-178.
- CALINDRI S., 1781-1785 – *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico ec. ec. della Italia composto su le osservazioni fatte immediatamente sopra ciascun luogo per lo stato presente, e su le migliori memorie storiche e documenti autentici combinati sopra luogo per lo stato antico...* 6 voll., Stamperia di S. Tommaso d'Aquino, Bologna (ristampa anastatica: 2003, Arnaldo Forni, Sala Bolognese).
- CERASOLI G.C., MAGALOTTI P.P., 2017 – *Mal di zolfo. Minatori, medici e malattie nella valle del Savio e nel Montefeltro nella seconda metà dell'Ottocento*. Società di Studi Romagnoli, 398 pp.
- DELLA FRATTA MONTALBANO M., 1678 – *Pratica minerale*. Manolesi, Bologna, 184 pp.
- DI PIETRO P., 1955 – *Il petrolio di Montegibbio (Modena) nella storia della medicina*. Minerva Medica, Torino.
- DI PIETRO P., 1977 – *Bibliografia di Bernardino Ramazzini*. Istituto Italiano di Medicina Sociale, Roma, 142 pp.
- FANTUZZI M., 1804 – *Memorie di vario argomento del conte M.F. S.D.T.*, CCX+184 pp.
- GUERRA R., GUERRA L., 2022 – *Leonardo da Vinci e i minerali delle montagne di Parma e Piacenza*. In: "Parva naturalia", vol. **16**, Museo di Storia naturale di Piacenza, Museo Cortesi di Castell'Arquato, Collegio Alberoni, pp. 157-205.
- KIRCHER A., 1664 – *Mundus subterraneus*. Johannes Janssonius van Waesberge & Elizaueus Weyerstraten, Tomo II, Amsterdam, 487 pp.
- LIPPARINI T. (a cura di), 1930 – *Scritti inediti di Luigi Ferdinando Marsili*. Zanichelli Bologna, pp. 189-211.
- MAGNUS O., 1565 – *Historia delle genti et della natura delle cose settentrionali*. Da Olao Magno gotho arcivescovo di Uppsala nel Regno di Svezia e Gozia, descritta in 22 libri. Nuovamente tradotta in lingua toscana con una tavola copiosissima delle cose più notabili, in quella contenute, Giunti, Venezia.
- MASINI A., 1650 – *Bologna perlustrata*. Zenero Ed., Venezia, 858 pp.
- MASINI V., 1759 – *Il zolfo. Poema del conte Vincenzo Masini cesenate in tre libri diviso con varie annotazioni scientifiche ed erudite*. Stamperia di Lelio dalla Volpe, Firenze, 161 pp.
- RAMAZZINI B., 1713 – *Le malattie dei lavoratori*. In: G. Cosmacini (a cura di), Libreria Teknos (1995), Roma, 366 pp.
- RAMAZZINI B., 1716 – *Opera omnia, medica & physiologica. Accessit vita autoris a Barthol. Ramazzino... scripta, cum figuris, & indicibus necessariis*. Genevae, Sumptibus Cramer & Perachon.
- RAVARA MONTEBELLI C., 2015 – *Miniere sulfuree e carbonifere tra Sogliano al Rubicone, Repubblica di San Marino e Perticara*. San Leo, Società di Studi Storici per il Montefeltro, 94 pp.
- ROSSI M., PREVIDI T., 2000 – *Bernardino Ramazzini primo medico del lavoro*. Catalogo della mostra, Carpi, 18 settembre 2020 – 5 gennaio 2021, S.L. Moggio, 128 pp.
- SALMON T., 1738 – *Lo stato presente di tutti i Paesi e Popoli del mondo*. Francesco Ricciardo Ed., Napoli.
- SCICLI A., 1972 – *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*. Artioli Ed., Modena, 728 pp.



Gianni Graziosi*

Francesco Selmi (1817-1881): un chimico tra Risorgimento e unità nazionale

Riassunto

Quella di Francesco Selmi (1817-1881), chimico, patriota e letterato vignolese, è una straordinaria figura di scienziato, divulgatore scientifico e uomo politico ottocentesco. Se vasti furono i suoi interessi culturali, dagli studi di chimica alla lingua italiana delle origini, a Dante, alla redazione di romanzi e racconti, altrettanto instancabile fu l'impegno politico a sostegno di un'Italia unita sotto le insegne del Piemonte sabauda, pagato con un esilio decennale. Cattolico liberale, figura di primo piano della Società Nazionale, uomo di straordinaria caratura morale e solidi principi etici, non trovò spazio negli anni immediatamente successivi all'Unità né a Modena, né a Torino, tornando così all'insegnamento presso l'Università di Bologna. Tra i primi a scoprire le pseudosoluzioni e le sostanze colloidal, rivoluziona la medicina forense con la scoperta delle ptomaine, o alcaloidi cadaverici.

Abstract

Francesco Selmi (1817-1881): a chemist between Risorgimento and national unity. Francesco Selmi from Vignola (province of Modena, Italy) was an extraordinary person: a chemist, patriot and man of letters, he was also a scientific disseminator and politician. His cultural interests were extensive, ranging from chemistry to the origins of the Italian language and Dante. He also wrote novels and short stories. He supported the unification of Italy under the banner of the House of Savoy and his political engagement was tireless. It even cost him a ten-year-long exile. A liberal catholic among the leaders of the "Società Nazionale", a man of exceptional morality and strong ethical principles, he could not settle in Modena or Turin in the years immediately following the unification of Italy and so he went back to his chair at Bologna University. He was among the first to discover pseudo-solutions and colloidal substances and revolutionized forensic medicine with his discovery of ptomaines, i.e. corpse alkaloids.

Parole chiave: *Francesco Selmi, sostanze colloidal, alcaloidi, ptomaine, Risorgimento, studi danteschi*

Keywords: *Francesco Selmi, colloidal substances, alkaloids, ptomaines, Risorgimento, Dante studies*

* Già docente di Chimica, via U. Foscolo 136, 41058 VIGNOLA (MO); e-mail: graziosigi@libero.it.

1. Introduzione

Tra gli illustri vignolesi si possono annoverare l'architetto Jacopo Barozzi (1507-1573), il geografo Giacomo Cantelli (1643-1695), lo storico Lodovico Antonio Muratori (1672-1750), il poeta Agostino Paradisi (1736-1783), il librettista e drammaturgo Pietro Antonio Bernardoni (1672-1714) e il chimico Francesco Selmi (1817-1881).

L'opera scientifica di Selmi si sviluppò in un periodo di 40 anni, dal 1840 al 1881, e coincise con la nascita in Italia della chimica scientifica, con l'invenzione della tavola periodica e la scoperta di nuovi elementi chimici, con il risorgimento e l'unità nazionale. Nonostante la limitatezza di mezzi e strumentazioni Selmi svolse importanti ricerche sulle pseudosoluzioni degli azzurri di Prussia, dello zolfo, del cloruro d'argento, dello ioduro mercurico, della caseina, dell'albumina, dello ioduro d'amido, del nitrato didimico ecc. (Guareschi, 1911); studi che fornirono le basi della chimica dello stato colloidale. Condusse inoltre ricerche sullo zolfo, sui cristalli isomorfi, sullo ioduro mercurico, sui composti organometallici del mercurio, sullo iodio, sulle fermentazioni ecc.

All'attività scientifica affiancò tanto l'impegno politico nell'ambito del cattolicesimo liberale, pagando fin dal 1848 con l'esilio il proprio sostegno al progetto di costruzione di un'Italia unita sotto le insegne della monarchia costituzionale piemontese, quanto, tra il 1861 e il 1865, lo studio della lingua italiana e di Dante in particolare, entrambi ritenuti pilastri fondamentali intorno ai quali rafforzare il processo di integrazione degli italiani.

Due i romanzi pubblicati, entrambi a sfondo storico: *Battista Cannatelli ossia Modena nel triennio dopo il 1831*, con lo pseudonimo Italo Dé Vecchi (Napoli, 1866) ed *Espiazione: racconto contemporaneo 1851* (Torino, 1853). Diversi sono i romanzi e i racconti ancora inediti, trascritti dal bibliotecario vignolese Don Giovanni Rodolfi o conservati in diverse stesure all'interno del fondo documentario presso la Biblioteca comunale "Francesco Selmi" di Vignola.

All'attività scientifica affiancò l'impegno politico e lo studio letterario. Quando il chimico e storico della chimica Icinio Guareschi (1847-1918) scrisse, nel 1911, a trent'anni dalla morte di Francesco Selmi, una biografia su di lui lo definì chimico di valore grandissimo, uomo onesto nel più largo significato della parola, sempre cortese, moderato nella polemica, modesto, umile anche, ma dignitosamente di animo nobile, insieme a una grande bontà e un sapere elevatissimo. Egli «era alieno dagli applausi e non ha mai fatto discorsi o conferenze in cui continuamente e ripetutamente ricordasse le proprie ricerche o qualche sua benemerita verso la scienza» (Guareschi, 1911).

2. Brevi note biografiche

Francesco Selmi (Fig. 1) nacque da Spirito Canuto Teopompo e Domenica Cervi il 7 aprile 1817 a Vignola (Modena), comune di secondo rango facente parte del Ducato di Modena e Reggio, assegnato a Francesco IV d'Austria-Este (1814-1846) – figlio dell'Arciduca Ferdinando d'Asburgo-Lorena, terzogenito dell'Imperatrice Maria Teresa, e di Maria Beatrice Ricciarda d'Este – dal Congresso di Vienna (1815) con lo scopo di ripristinare l'assetto dell'Europa precedente alle guerre napoleoniche e alla Rivoluzione francese.

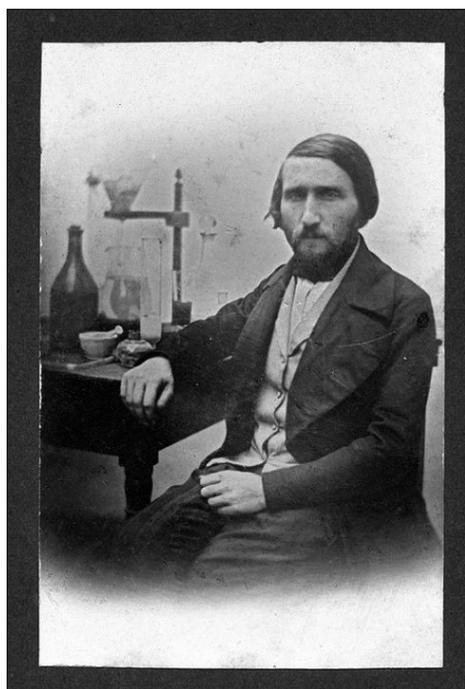


Fig. 1 – *Il giovane Francesco Selmi ritratto in un laboratorio di chimica, forse a Reggio Emilia (foto Orlandini, Fondo documentario Francesco Selmi, Biblioteca comunale di Vignola).*

Selmi morì nella sua città natale, il 13 agosto 1881, di setticemia per essersi infettato mentre sezionava animali morti nel piccolo laboratorio che aveva allestito nella sua abitazione (Bruzzone, 2013). Vari autori si sono interessati della vita e delle opere del grande scienziato, tra i quali Sobrero (1882), Guareschi (1911), Bartoli *et al.* (1981), Amorosa (1982), Lodovisi & Venturelli (2009), Ciardi (2010), Venturelli (2010), Bruzzone (2013), Tavilla (2017), Graziosi (2018), Taddia (2018).

La sua infanzia fu caratterizzata da condizioni economiche precarie e, dopo la fallita sollevazione organizzata nel febbraio 1831 da Ciro Menotti (1798-1831), il padre venne arrestato e processato per aver favorito la fuga di alcuni patrioti dal ducato. A diciassette anni, nel 1835, Francesco restò orfano e, per aiutare la famiglia, lavorò come garzone di farmacia a Modena riducendosi a studiare di notte e a sostenere numerose privazioni per poter acquistare libri. Si iscrisse all'Università di Modena dove frequentò i corsi di Chimica generale e farmaceutica del professor Alessandro Savani (1788-1871) al quale dedicherà *I Principii elementari di Chimica Minerale* (1850). Francesco Selmi, nel 1839, ottenne il diploma di Maestro di Farmacia e nei tre anni successivi ricoprì la carica di Direttore del laboratorio chimico-farmaceutico della Società Farmaceutica di Modena (Taddei, 2011; Biblioteca "Francesco Selmi", 2020). Il duca Francesco IV, nel 1842, lo nominò sostituto alla cattedra di Chimica farmaceutica nel Liceo di Reggio dove, due anni dopo, divenne professore effettivo. Nel 1845 sposò Maria Roncagli (detta Marietta) da cui ebbe otto figli. Sostenitore dell'annessione delle province estensi al Regno di Sardegna fu tra i fondatori del *Giornale di Reggio*¹ (Tavilla, 2017), quotidiano di tendenza liberale e patriottica che si espresse a favore dell'annessione al Regno sabauda e alla lotta contro gli austriaci a cui erano legati, per dinastia e politica, i duchi modenesi d'Austria-Este. Il primo numero del quotidiano (lunedì 27 marzo 1848) si apriva con queste parole:

La nostra Reggio festeggiava il Miracolo di Roma, esaltava alle Costituzioni di Napoli, di Torino, e di Firenze, alla sommossa di Francia, ai movimenti di Germania, e prorompeva in indicibile giubilo, alla caduta dell'Austriaco impero. Nel di successivo a quello in cui seppersi gli avvenimenti di Vienna (giorno di Domenica 19 marzo) la contentezza era universale, e traspariva nel pubblico passeggio dal contegno di gajezza e di vivacità de' cittadini festosi, ed insperanziti. Ma quella gioja durò poco, e brutalità volle un ultimo sfogo. Verso sera il Governo adottava misure di rigore, e cacciava soldati sulla Città, che dissiparono crocchi, minacciarono, e percossero qualche individuo: così l'allegria mutossi in pianto.

Al seguente mattino vaghi avvisi di rivolta a Modena e Mantova, di bandiere tricolori viste nei dintorni, spronano il popolo, a stento sinallora frenato, ad esigere riforme sempre desiderate, tante volte tentate, ma strozzate in culla. [...] Milano. Persona giunta testè in Reggio ci ha riferito quanto segue: La mattina del 23 Milano fu liberata. Radetzki tirò gli ultimi colpi di cannone sulla città alle 4 del mattino, indi dopo un silenzio di più di un'ora si seppe la partenza delle truppe e l'abbandono del Castello [...] (Giornale di Reggio, 1848-a).

¹ Il quotidiano verrà pubblicato, tutti i giorni non festivi, da lunedì 27 marzo 1848 fino a lunedì 26 giugno 1848, per un totale di 74 numeri. Nell'intestazione: *Il provento, salvo le spese, sarà dato a beneficio della Guardia Civica.*

² I moti del 1848 o *Primavera dei popoli* furono una serie di azioni rivoluzionarie intraprese dai borghesi che sconvolsero l'Europa. Lo scopo era quello di abbattere i regimi assolutisti ripristinati dalla

Lo spirito patriottico di Selmi venne ben manifestato in Reggio, dove insegnava, sia nei suoi discorsi pubblici sia nei suoi scritti per il Giornale di Reggio, come quello pubblicato mercoledì 29 marzo 1848:

L'Italia chiama a vita libera, l'Italia padrona di se deve ormai pensare seriamente a comporsi con ordinamento tale, che divenga nazione di fatto e non più di nome; forte, gioiosa, padrona assoluta dei propri destini, formidabile a chiunque di fuori tentasse invaderla, manometterla, valersene di parte o di tutta a scopo d'impresa, di speculazioni, di gelosie e di qualsivoglia altra mira, proficua altrui svantaggiosa ai nostri interessi. [...] L'indipendenza d'Italia sia il supremo ed unico pensiero degli animi, il palpito dei cuori, il suono delle labbra. Indipendenza, indipendenza! Se gli eroici Lombardi ed i resuscitati Veneti abbiano d'uopo del soccorso comune, per isnidare dai covi fortificati le ultime masnade tedesche, Italia loro risponda ad una voce dall'Alpi allo stretto, e voli all'ajuto; co sacro giuramento di non retrocedere se non disfatto l'inimico, di non conchiudere la pace se non ricacciato colà, d'onde venne a stringerci di catene secolari. [...] Accordo, unione, tolleranza, amore scambievole, obliivione dei vecchi risentimenti, e desiderio predominante di giovare in principal maniera all'utile della Penisola. Guai se ci dividono! L'Italia sostenne lunga serie di sciagure perché fu disgiunta, cozzante tra popoli e popoli, città e città, case a case. L'unione fa la forza! (Giornale di Reggio, 1848-b).

Selmi partecipò attivamente alla redazione del giornale, assistendo però all'emergere di tensioni e conflitti tanto tra i municipi di Modena e Reggio, quanto tra questi e il governo provvisorio degli ex Stati estensi, guidato fino al 18 giugno 1848 dal liberale moderato Giuseppe Malmusi (1803-1865). In questo difficile contesto, segnato spesso da divisioni politiche che si intrecciano con conflitti di natura locale o personale, contesto che si sarebbe inesorabilmente riproposto anche nei giorni immediatamente successivi alla partenza di Francesco V da Modena l'11 giugno 1859, il Vignolese emerse «*come una delle poche e qualificate figure di mediazione all'interno del frammentato movimento risorgimentale nei Ducati estensi tanto sul terreno delle istanze politiche, quanto su quelle territoriali: risiede forse qui, al di là di quelle che potrebbero essere state considerazioni legate ad esigenze immediate, l'origine della nomina ricevuta da parte di Giuseppe La Farina quale esponente di riferimento della Società Nazionale nei mesi precedenti l'insurrezione del 1859, ruolo che il vignolese divide in qualche modo con Luigi Zini, in un quadro articolato e non sempre lineare* (Biblioteca "Francesco Selmi", 2021)».

Restaurazione per sostituirli con governi liberali. Tra i vari avvenimenti la concessione della Costituzione da parte di Ferdinando II di Borbone (11 febbraio), di Leopoldo II di Toscana (11 febbraio), di Carlo Alberto di Savoia (4 marzo, Statuto Albertino), di Papa Pio IX (14 marzo). In tutto il Regno Lombardo-Veneto scoppiarono rivolte come l'insurrezione armata di Milano avvenuta tra il 18 e il 22 marzo. Nel Ducato di Modena e Reggio ai primi tentativi di rivolta armata il duca Francesco V tentò di rispondere militarmente ma, il 21 marzo, preferì lasciare la capitale del Ducato.

Dopo la battaglia di Custoza³, in cui le truppe del Regno di Sardegna guidate da Carlo Alberto (1831-1849) furono sconfitte da quelle dell'impero austriaco condotte dal maresciallo Radetzky, Selmi, coinvolto nei moti rivoluzionari, scelse la via dell'esilio e la notte del 25 luglio 1848 fuggì da Reggio (Lodovisi, 2020). Soggiornò per breve tempo a Sarzana (La Spezia) e poi, come altri patrioti, si rifugiò a Torino. Il chimico vigolese, mostrando una grande coerenza, rifiutò l'amnistia concessa dal duca Francesco V d'Austria-Este (1846-1859) e l'invito a far ritorno a Modena dichiarando: «*se io non avessi bisogno del pane del duca, tornerei solo per far contenta mia Madre; ma giacché dovrei vivere di quello non posso, non voglio accettare* (Guareschi, 1911)». Questo si tradusse nella condanna definitiva all'esilio.

I contatti con l'ambiente farmaceutico italiano, quando era Direttore del laboratorio chimico-farmaceutico della Società Farmaceutica di Modena (1839-1842), consentirono a Selmi di farsi notare e di stringere rapporti con la comunità scientifica del Regno di Sardegna. L'avvicinamento all'ambiente scientifico torinese fu ulteriormente confermato il 29 giugno 1845 quando, grazie anche all'appoggio di Ascanio Sobrero (1812-1888), fu eletto socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino. Il rapporto con il chimico sabauda nel corso degli anni si consolidò; ad esempio fu proprio Selmi a leggere, nel 1847, durante la Riunione degli Scienziati Italiani di Venezia, la memoria di Sobrero *Sulla glicerina fulminante o piroglicerina*⁴ (Ciardi, 2010). Esule a Torino, nel novembre 1848, venne nominato professore di Fisica, Chimica e Meccanica presso il Collegio Nazionale di Torino con uno stipendio annuo di 1800 lire (Ciardi, 2005). Nella capitale sabauda ebbe l'opportunità di operare nel laboratorio universitario di Sobrero e assieme presentarono all'Accademia una serie di lavori di indubbio valore scientifico; ad esempio, la collaborazione portò alla scoperta del tetracloruro di piombo (PbCl₄) (Ciardi, 2005). Nel 1854, su incarico del Governo Sabauda, si recò in Sardegna per svolgere ricerche sulle proprietà fertilizzanti del guano. Nel 1856 inventò una pila a triplice contatto (Fig. 2), innovazione che venne subito utilizzata con profitto sulle trasmissioni telegrafiche, nell'argentatura e doratura, nella galvanoplastica e nell'estrazione del rame. Durante la permanenza torinese entrò a far parte della Società Nazionale Italiana costituita nell'agosto del 1857 per iniziativa del veneziano Daniele Manin e del siciliano Giuseppe La Farina con lo scopo di promuovere sostegno all'indipendenza e all'unificazione italiana intorno a casa Savoia. Il vigolese mantenne i contatti con i patrioti modenesi e, nel 1859, Cavour e La Farina lo incaricarono di promuovere l'insurrezione nel Ducato di Modena.

³ Una serie di scontri avvenuti tra il 22 e il 27 luglio 1848 durante la prima guerra d'indipendenza italiana.

⁴ Ascanio Sobrero sintetizzò, nel 1847, la nitroglicerina, che chiamò *Piroglicerina*, sostanza che possiede caratteristiche esplosive e vasodilatatorie, scoperta che lo rese famoso.

L'11 giugno 1859 Francesco V abbandonava, per la seconda e ultima volta, Modena accompagnato dalla Brigata Estense⁵.

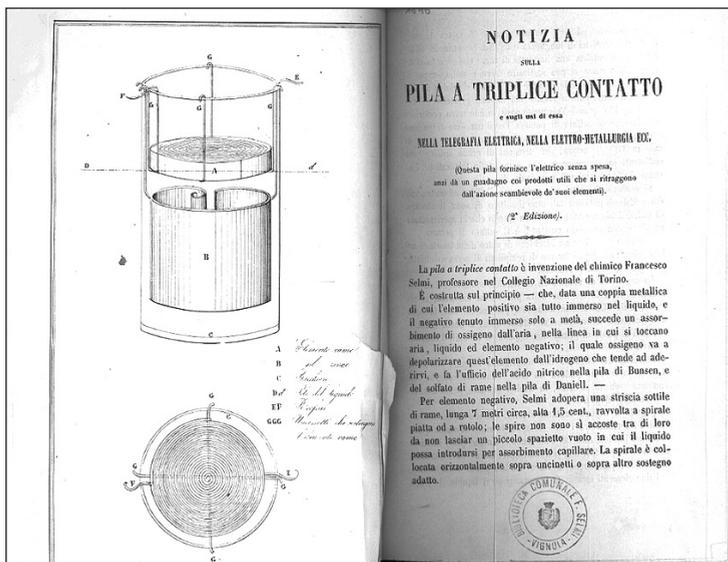


Fig. 2 – Raffigurazione della pila a triplice contatto, con il relativo saggio, estratto dalla rivista “Il Tecnico”, “Notizia sulla pila a triplice contatto e sugli usi di essa nella telegrafia elettrica, nell’elettro-metallurgia, ecc.”, Paravia, Torino, 1857 (Biblioteca comunale di Vignola, Fondo Storico 2 540.8 Opuscoli 04).

Furono giorni assai convulsi, quelli che seguirono la partenza del duca: il 13 giugno venne istituito il Municipio di Modena, che intavolò contatti con il governo provvisorio nel frattempo creatosi a Reggio. Due giorni più tardi, 15 giugno, arrivò dalla Garfagnana, al seguito dell’esercito del generale Ignazio Ribotti di Molières, l’avvocato Luigi Zini, con una sorta di mandato della Società Nazionale per la partecipazione a un eventuale governo provvisorio insieme a Selmi, esponente di spicco di detta Società e coordinatore delle insurrezioni per gli ex Stati Estensi e il Ducato di Parma e Piacenza. L’immediata nomina di Zini a Commissario provvisorio da parte del Municipio di Modena, in attesa del pur imminente arrivo del regio governatore Luigi Carlo Farini, aprì una crisi con la municipalità di Reggio, che inviò notizie a Torino su un presunto governo a guida mazziniana a Modena. Toccò a Selmi, arrivato a

⁵ Denominazione assunta dall’esercito del ducato di Modena e Reggio che seguì l’esilio del duca. La brigata, composta inizialmente da circa 3600 soldati, venne sciolta il 24 settembre 1863 a Castigliano (Vicenza).

Modena il 16 giugno e nominato immediatamente Rettore dell'Università e Ispettore Generale delle Scuole Secondarie, recarsi immediatamente a Torino per chiarire con Cavour e il ministro dell'Interno Marco Minghetti una situazione dalle conseguenze potenzialmente assai pericolose. Al suo ritorno, Selmi ebbe l'amara notizia di essere stato sollevato senza ragione alcuna dall'Ispettore sulle scuole secondarie, la prima di una serie di delusioni che lo avrebbero portato, di lì a pochi mesi, a fare ritorno a Torino (Miani, 1951; Archivi di Stato, 1961; Tavilla, 2017; Lodovisi, 2020).

Quando, dopo l'armistizio siglato l'11 luglio a Villafranca tra Francesco Giuseppe e Napoleone III, il destino dei diversi stati dell'Italia Centrale tornò in bilico, con possibile ritorno a Modena del duca Francesco V, in data 27 luglio Farini ottenne con abile mossa l'investitura a dittatore per tutti i territori ex-ducali, convocando subito dopo un'Assemblea Nazionale che avrebbe dovuto deciderne le sorti. A presiedere il Comitato elettorale fu, certamente non a caso, Francesco Selmi (Fig. 3), eletto deputato nel collegio di Vignola. Tra il 20 e il 21 agosto 1859 questa Assemblea avrebbe decretato la decadenza della dinastia austro-estense e asburgico-lorenese e la ferrea volontà di unirsi alla monarchia costituzionale piemontese. Selmi fece parte, con Giuseppe Verdi ed altri commissari, della delegazione incaricata di recarsi a Torino e di presentare al re Vittorio Emanuele II (1849-1861 come re di Sardegna e 1861-1878 come re d'Italia) il risultato favorevole del plebiscito per l'annessione delle Province Emiliane al Piemonte (Lodovisi, 2017). Sostituito alla guida dell'università modenese il 10 dicembre, ricoprì il ruolo di segretario generale al Ministero della Pubblica Istruzione dell'Emilia fino al 10 aprile 1860. Importante anche il ruolo che egli ebbe nella fondazione della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi, con un atteggiamento fortemente unitario e sostenendo la necessità di integrare su base volontaria anche alcuni intellettuali di orientamento legittimista, tra i quali i filologi e linguisti Cesare Galvani e Marc'Antonio Parenti. Egli ebbe un ruolo rilevante, noto al Cavour, anche nella formazione della Regia Commissione per i Testi di Lingua delle Province dell'Emilia, istituita con decreto del governatore Farini in data 16 marzo 1860 e presieduta dal faentino Francesco Zambrini, con l'obiettivo di recuperare e pubblicare gli scritti nella lingua italiana delle origini.

Successivamente venne richiamato a Torino, dove assunse numerosi incarichi nel Ministero della Pubblica Istruzione fino a ricoprire la carica di Capo Gabinetto del Ministero. Nel 1862 fu anche nominato Provveditore agli Studi, impegnandosi per il rinnovamento del sistema scolastico. Egli mantenne poi un forte legame con Giuseppe La Farina, tra i fondatori della Società Nazionale, rientrato nella capitale sabauda dopo l'esperienza negativa all'interno del governo provvisorio siciliano successivo alla Spedizione dei Mille: a testimoniare, i cenni biografici pubblicati da Selmi nell'aprile 1864 sulla *Rivista*

Contemporanea per commemorarne la scomparsa. Nel 1867, improvvisamente e inaspettatamente lasciò, o fu costretto a lasciare, l'amministrazione sabauda per essere nominato professore ordinario di Chimica farmaceutica e tossicologia presso l'Università di Bologna. Uomo di straordinaria tempra morale, riprese con grande impegno ed energia l'attività scientifica.

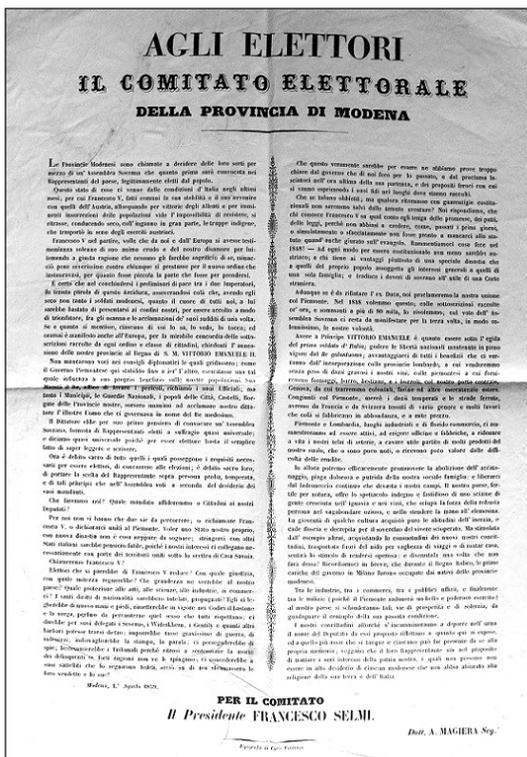


Fig. 3 – Avviso agli Elettori, 1 agosto 1859, sottoscritto da Selmi in qualità di Presidente del Comitato Elettorale in vista dell'Assemblea Nazionale delle Provincie Modenesi, passaggio fondamentale per l'integrazione degli ex-territori estensi all'interno del costituendo Regno d'Italia a guida piemontese (Archivio Storico del Comune di Vignola, Epoca dell'Unità d'Italia, busta n. 373).

I numerosi interessi culturali di Selmi e la grande erudizione si concretizzarono anche in ambito umanistico e letterario con la pubblicazione di varie opere, tra cui *Iconografia dei celebri vignolesi* (1839), *Biografia di Jacopo Barozzi detto il Vignola* (1839), *Dei trattati morali di Albertano da Brescia* (1873), oltre a saggi interpretativi sulla Divina Commedia, ad esempio, *Il Convito, sua cronologia, disegno, intendimento, attinenze colle altre opere di Dante* (1865),

L'intento della Commedia di Dante e le principali allegorie considerate storicamente (1864). Il chimico vignolese collaborò alla stesura del *Dizionario della lingua italiana*, importante opera curata dal linguista Niccolò Tommaseo (1802-1874) e dal poeta Bernardo Bellini (1792-1876); il primo volume venne edito nel 1861.

Nel 1865 partecipò attivamente alle celebrazioni per il sesto centenario della nascita di Dante. Attraverso gli studi sulla *Divina Commedia* e su altri scritti del sommo poeta Selmi saggiava la possibilità di trovare in quelle opere valide risposte ai problemi dell'Italia unificata. La sua attenzione si concentrò sul concetto ideale che «*potrebbe tradurre fedelmente nella formola: libero papa in libero impero; la quale formola in singolare maniera riscontra e si assomiglia all'altra, celebre, della libera Chiesa in libero Stato*⁶, pronunciata in questi anni dalla bocca dell'uomo illustre, a cui l'Italia andò debitrice in gran parte di essere rivendicata dalla servitù dello straniero, e stese le franchigie civili dall'alto Piemonte all'estrema Sicilia» (Selmi, 1864). Da un lato ribadiva l'esigenza della fede cattolica, dall'altro, in difesa della laicità dello Stato, condannava gli interventi dei ministri di culto in questioni politiche che esulavano dalla sfera religiosa.

3. Selmi e i *Principi elementari di Chimica*

Durante la prima parte della sua attività scientifica pubblicò numerosi articoli dedicati, ad esempio, alle soluzioni colloidali e pseudo-colloidali, alle emulsioni inorganiche, ai catalizzatori, al potere riduttore delle muffe, alla chimica del latte, argomenti che l'accademia italiana non considerava di primaria importanza. I primi studi sistematici sui colloidi furono svolti proprio da Selmi che, nel periodo 1844-1847, pubblicò vari lavori sul Nuovo Annuario di Scienze Naturali di Bologna (Gianmarco, 2005) dove, per la prima volta, comparve il termine *pseudosoluzioni* o soluzioni false ed erano elencate le proprietà che differenziavano una soluzione vera da una falsa. Nei suoi lavori sul cloruro d'argento, sul blu di Prussia e sui composti dello zolfo evidenziò anche i fenomeni che oggi chiamiamo *coagulazione* e *adsorbimento*.

Altro grande merito di Selmi fu quello di aver contribuito alla diffusione delle conoscenze della chimica in Italia sia attraverso la traduzione di libri sia con la pubblicazione di opere proprie. Ne sono esempio le traduzioni dei quattro volumi del *Corso elementare di chimica* del chimico francese Henri-Victor

⁶ Celebre frase pronunciata più volte da Camillo Benso conte di Cavour ed utilizzata anche in occasione del discorso al Parlamento del 27 marzo 1861, dopo la proclamazione del Regno d'Italia (L. 17 marzo 1861, n. 4671), con cui appoggiò l'ordine del giorno che portò alla proclamazione formale di Roma come capitale d'Italia.

Regnault (1810-1878), delle *Lezioni di chimica agraria* di Faustino Malaguti⁷ (1802-1878) e delle *Lettere sulla chimica* del chimico tedesco Justus von Liebig (1803-1873). Tra le sue pubblicazioni si possono ricordare il *Manuale dell'arte di indorare e d'inargentare coi metodi elettrochimici e per semplice immersione* (1844), i *Principii elementari di Chimica minerale* (1850, 1856 2^a ediz.), i *Principii elementari di Chimica organica* (1851), la *Chimica elementarissima ossia nozioni facili e compendiose di chimica colle applicazioni all'igiene, all'economia domestica ed alle arti* (1855) (Fig. 4).

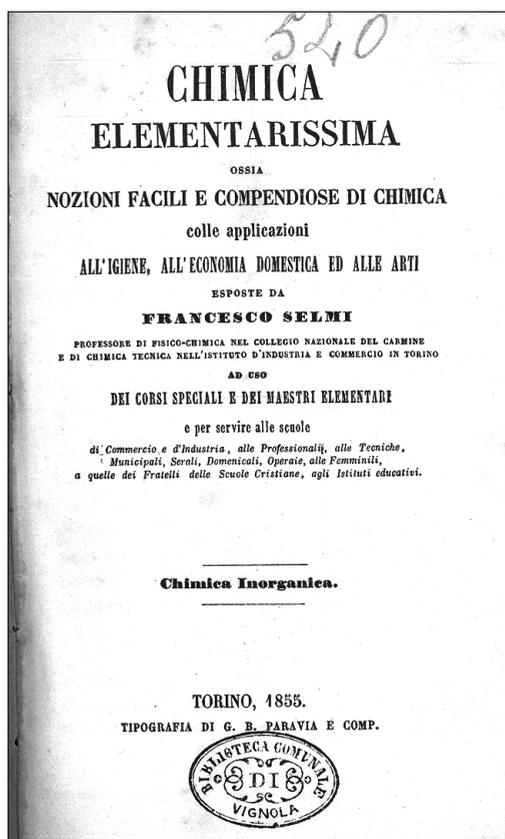


Fig. 4 – F. Selmi “*Chimica elementarissima, ossia nozioni facili e compendiose di chimica colle applicazioni all'igiene, all'economia domestica ed alle arti*”, Paravia, Torino, 1855 (Biblioteca comunale di Vignola, Fondo Storico 2 540 Opuscoli 05).

⁷ Chimico italiano che, dopo i moti del 1830-1831, si rifugiò esule in Francia dove divenne docente e rettore all'Università di Rennes.

Selmi, nei *Principii elementari di Chimica minerale*, definì i corpi semplici o elementari come il risultato di operazioni analitiche di laboratorio, in una concezione lavoisieriana:

Il chimico si vale continuamente dell'analisi, ossia d'una sequenza di operazioni, colle quali s'ingegna di separare le sostanze diverse che fossero frammiste o associate in modo più intimo, fino ad isolare ad uno ad uno gli elementi; il numero dei quali, da pochi che furono noti agli antichi, salì in questi ultimi anni fino a 63. Diccendo elementi le sostanze che non può dividere in più, non intende di essere certo della loro nativa semplicità; anzi le chiama talvolta corpi indecomposti, affine di significare soltanto che sono tali, da non lasciarsi decomporre, comunque sovra di esse si sperimentasse in più maniere e coi mezzi più possenti di separazione. Né a torto si prende cautela di non dichiarare assolutamente che siano principi semplici; perché da qualche anno si scoperse che un corpo. Tenuto fino allora elementare, e si chiamava urano, era poi veramente composto di due principi diversi: l'ossigeno, uno dei composti dell'aria, e l'uranio, sostanza metallica (Selmi, 1856).

Nel 1789 fu pubblicato il *Traité élémentaire de chimie*, opera in cui il grande chimico, filosofo ed economista francese Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) presentò un *tableau des substances simples* dove il concetto di elemento, come sostanza non ulteriormente scomponibile, era il risultato di un'acquisizione sperimentale di laboratorio. Non si trattava più di una certezza stabilita a priori come accadeva per l'aria, il fuoco, l'acqua e la terra nella fisica aristotelica o per lo zolfo, il mercurio ed il sale di Paracelso. Secondo Lavoisier gli elementi avrebbero potuto cessare di essere tali, oppure aumentare di numero, in base ai progressi della ricerca e delle analisi chimiche. Il suo elenco ne comprendeva 33 riuniti in quattro diverse classi: 1) luce, calorico, ossigeno, azoto, idrogeno; 2) zolfo, fosforo, carbonio, radicale muriatico, radicale fluorico, radicale boracico; 3) antimonio, argento, arsenico, bismuto, cobalto, rame, stagno, ferro, manganese, mercurio, molibdeno, nichel, oro, platino, piombo, tungsteno, zinco; 4) calce, magnesia, barite, allumina, silice. Come si vede non tutti erano realmente elementi, solo 23 lo sono, inoltre si trovano inclusi luce e calorico che semplicemente non sono sostanze.

Fra i sessanta elementi elencati in ordine alfabetico da Selmi, ce ne sono alcuni con denominazioni particolari, oggi non più in uso, ma che corrispondono a elementi realmente presenti nella tavola periodica. Per esempio, il *glucinio*⁸ (Gl) è il berillio mentre il *niccolo* è il nichel, il *colombio* o *tantalo* è il tantalio (Ta). Nel 1801 Charles Hatchett mentre analizzava la columbite, un minerale proveniente dal Connecticut, scoprì che conteneva un nuovo elemento che chiamò columbio

⁸ Fino alla fine dell'Ottocento il berillio era chiamato glucinio, dal greco γλυκύς "dolce", perché veniva identificato attraverso un esame organolettico. I ricercatori assaggiavano i campioni minerali allo scopo di verificare la presenza di questo elemento attraverso la caratteristica dolcezza.

(simbolo Cb). Per vari anni fu difficile distinguere il columbio dal tantalio l'elemento scoperto in Svezia, nel 1802, da Anders Ekeberg. In seguito venne dimostrato che il columbio⁹ era il niobio così nominato nel 1846 da Heinrich Rose che lo aveva riscoperto (come *niobo* è indicato anche da Selmi). Si trova anche il fluoro (indicato con Fl) che, nonostante si sapesse da molto tempo della sua esistenza, si riuscì a isolare solamente nel 1886 grazie al lavoro dello scienziato francese Henri Moissan. Nell'elenco sono inoltre presenti sostanze come l'*ilmenio* (Yl) e il *pelopio* (Pe) ritenute allora elementi, ma che, già negli anni Settanta dell'Ottocento, si scoprirono essere semplicemente delle miscele di tantalio e niobio (Ciardi, 2019). Anche il *didimio* (Dy), una sostanza presente nella lista di Selmi si rivelerà in seguito non essere elementare. Nel 1841, il chimico svedese Monsader, lo scopritore del lantanio, analizzando l'ossido di questa sostanza riuscì a isolare un ossido sconosciuto di colore rosa e pensò di aver individuato un nuovo elemento. Lo chiamò *didimio*, dal termine greco gemello, perché si ritrovava sempre associato al lantanio dal quale però era difficile da separare. Una parte dei chimici, tuttavia, metteva in dubbio la natura elementare della nuova sostanza e sospettava che in realtà fosse una miscela di elementi. La controversia venne chiarita soltanto nel 1885, quando Carl Auer von Welsbach riuscì a separare l'ossido di didimio e a ottenere due nuovi elementi, il neodimio e il praseodimio.

Vale la pena sottolineare che tra la fine del XVIII secolo e la prima metà del XIX le scoperte di nuovi elementi, o almeno ritenuti tali, si susseguirono rapidamente creando non pochi problemi ai chimici soprattutto nel caso delle cosiddette terre rare¹⁰, come ittrio, terbio ed erbio. L'ittrio venne scoperto da Johan Gadolin nel 1794 da un minerale proveniente da una cava sita vicino a Ytterby¹¹, un villaggio svedese dell'isola di Resarö, nell'arcipelago di Stoccolma. Il chimico svedese Carl Gustav Monsader, nel 1843, riuscì a dimostrare che le ittriti si potevano separare negli ossidi di tre elementi diversi, l'ittrio, l'erbio e il terbio, tutti e tre presenti nell'elenco di Selmi.

Al tempo la maggior parte dei testi di chimica suddivideva gli elementi in due gruppi, i metalli e i metalloidi, come nel già citato libro del chimico vignolese:

⁹ Le polemiche e le controversie per la denominazione di questo elemento si sono protratte per oltre un secolo: il nome columbio (Cb) continuò ad essere usato negli USA e niobio (Nb) in Europa. Nel 1949 la IUPAC (*International of Pure and Applied Chemistry*) decise di adottare ufficialmente il nome di niobio.

¹⁰ Secondo la definizione della IUPAC le terre rare (*rare-earth elements*), comunemente abbreviate con RE, REM e REE, costituiscono un gruppo di 17 elementi composto dalla serie dei lantanoidi, gli elementi che vanno dal Lantanio (numero atomico 57) al Lutezio (numero atomico 71), ai quali sono stati aggiunti lo scandio (numero atomico 21) e l'ittrio (numero atomico 39) poiché possiedono proprietà chimiche simili e generalmente si trovano negli stessi depositi minerali. Oggi le terre rare hanno acquisito un'importanza cruciale per lo sviluppo tecnologico ed economico, ne è esempio la cosiddetta *green technology*.

¹¹ La storia dei lantanoidi inizia proprio dalla cava di Ytterby dove sono state scoperte molte terre rare, ben quattro elementi devono il loro nome a tale località: ittrio, itterbio, terbio ed erbio. L'itterbio non compare nell'elenco di Selmi perché venne scoperto nel 1878.

Comunemente i Chimici dividono i corpi elementari in metalloidi (non metallici), ed in metallici. I metalloidi noti sono ossigeno, idrogeno, cloro, bromo, iodio, fluoro, solfo, selenio, telluro, fosforo, carbonio, silicio, boro. Alcuni Chimici aggiungono l'arsenico, il quale per molti titoli sembraci appartenere piuttosto alla classe dei metalli. I metalloidi si distinguono dai metalli per alcuni specifici caratteri, i quali non hanno, esaminati ad uno ad uno, nulla di assoluto, ma che osservati in complesso paiono bastevoli perché si conservi questa divisione convenzionale. I metalloidi mancano dello splendore, della densità, della facile conducibilità per il calorico e per l'elettrico, di cui vanno insigniti i metalli [...]. Tutti i metalloidi, eccettuato l'idrogeno, sono elettronegativi; alcuni sono gassosi, altri liquidi ed altri solidi: Ne conosciamo quattro di liberi in istato naturale, l'ossigeno, l'azoto, il carbonio, il solfo; gli altri non esistono che in combinazione o con altri metalloidi o con metalli. Ad eccezione d'uno, l'azoto, tutti manifestano affinità gagliarde, taluno all'ordinaria temperatura, talaltro quando vi sino eccitati dal calorico. I metalloidi sono importantissimi come elementi degli esseri e delle sostanze che popolano o compongono la crosta della terra, e come mezzi delle industrie principali d'onde l'uomo si giova per gli agi proprii e per i progressi delle civiltà. Principali componenti dei corpi organici sono quattro metalloidi: ossigeno, idrogeno, carbonio e l'azoto; [...] (Selmi, 1856).

Secondo il chimico russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev (1834-1907) esisteva invece un criterio generale per la classificazione degli elementi di tipo quantitativo, non qualitativo, basato sul peso atomico. Lo scienziato, nel 1869, presentò alla Società Chimica Russa una relazione tra le proprietà degli elementi e il peso atomico. Secondo Mendeleev esisteva una legge di periodicità che, a intervalli regolari (ma variabili) di peso atomico, permetteva di ordinare gli elementi chimici con comportamenti e proprietà simili. Quello che differenziava sostanzialmente la sua proposta da quelle di Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtoi, di John Newlands, di William Odling, di Julius Lothar Mayer non era tanto l'ordinamento crescente del peso atomico ma l'aver lasciato, per rispettare la periodicità, delle caselle vuote. Mendeleev quindi, per riempire quegli spazi vuoti, predisse le caratteristiche fisiche e il comportamento di elementi ancora non noti, ma che dovevano esistere, e che vennero indicati con prefissi sanscriti *eka-*, *dvi-*, *tri-*¹² rispetto all'elemento conosciuto soprastante. Fra gli elementi non ancora noti descrisse le caratteristiche di quelli che si collocavano fra l'alluminio e l'indio, fra il boro e l'ittrio e fra silicio e lo stagno, chiamandoli temporaneamente *eka-alluminio*, *eka-boro* e *eka-silicio*. La proposta creò un acceso dibattito nel mondo accademico che durò fino al 1875 quando Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912) isolò un

¹² Il prefisso *eka*, significa uno in sanscrito, indica che l'elemento occupa la casella sotto rispetto a quello noto più vicino; i prefissi *dvi* e *tri*, che significano rispettivamente due e tre, indicano elementi mancanti più lontani da quello noto.

elemento con le caratteristiche dell'*eka-alluminio* che decise di chiamare gallio in onore della Francia (*Gallia*). Il gallio è fondamentale per i microchip dei nostri smartphone e dei nostri computer portatili. Questa fu la prima prova sperimentale della validità della tavola periodica proposta dal chimico russo. Successivamente, nel 1879, fu isolato da Lars Fredrik lo scandio, l'elemento con caratteristiche simili a quelle predette per l'*eka-boro*, e, nel 1886, da Clemens Winkler il germanio (*eka-silicio*). Nella tavola periodica presentata da Mendeleev (Fig. 5), nel 1871, erano indicati 63 elementi, tra essi compariva ancora il *didimio* (Di) con un peso atomico di 138; si stima che nell'arco di cent'anni dalla sua introduzione ne siano state pubblicate circa 700 versioni differenti (Scerri, 2021). La tavola periodica formulata da Mendeleev, come mappa delle relazioni fra il peso atomico e le proprietà degli elementi, nel XX secolo ha trovato giustificazione nella meccanica quantistica ed è stata ridefinita in termini di numero atomico e configurazione elettronica. Con lo sviluppo delle tecniche sperimentali sono stati prodotti in laboratorio una serie di elementi i cui nuclei sono troppo instabili per essere ritrovati nei minerali della crosta terrestre. Fino ad oggi gli elementi conosciuti sono 118 che in genere, a partire dal 110, sono definiti con il termine "superpesanti". L'ultimo elemento sintetico con numero atomico 118 (completa il settimo periodo), in onore del fisico russo Jurij Colakovič Oganessian, è stato ufficialmente denominato dalla IUPAC con il nome di oganesson (Og)¹³, precedentemente era noto con il nome sistematico temporaneo di *ununoctio* (118) o *eka-radon*.

Reihen	Gruppe I. R ² O	Gruppe II. RO	Gruppe III. R ² O ³	Gruppe IV. RH ⁴ RO ²	Gruppe V. RH ³ R ² O ⁵	Gruppe VI. RH ² RO ³	Gruppe VII. RH R ² O ⁷	Gruppe VIII. RO ⁴
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Ca=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	— — — —
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	— — — —
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Fig. 5 – Tavola periodica di Mendeleev (da "Annalen der Chemie und Pharmacie", Supplementband 1871, VIII, 133-229).

¹³ IUPAC. Announces the names of the elements 112, 115, 117 and 118, in IUPAC, 30 novembre 2016 (<https://iupac.org>).

La storia chimica degli elementi della tavola periodica si estende da pochi minuti dopo il big-bang ai nostri giorni. La sintesi dei primi elementi (idrogeno, elio e litio) avvenne circa tre minuti dopo la nascita dell'universo, da questi ingredienti si sono formate le prime stelle da cui, sia per fusione nei loro nuclei nel corso della loro vita, sia durante la loro morte esplosiva, si sono formati nuovi elementi. Questo processo continua ancora oggi. Gli scienziati, con lo sviluppo delle tecniche sperimentali, sono riusciti a sintetizzare gli elementi transuranici a partire, nel 1940, dal nettunio (numero atomico 93, Np). Oggi all'interno degli acceleratori di particelle vengono sintetizzati elementi che vivono solo qualche millesimo di secondo prima di decadere, entità altamente instabili come il tennesso o tennessio (Ts) con 117 protoni. Siamo arrivati a 118 elementi e la ricerca continua con l'obiettivo di superare questo limite finora raggiunto. Nessuna applicazione pratica immediata, ma un futuro tutto da scoprire. Ci sono diverse teorie relative alla questione se esista un numero definito di elementi e quale possa essere l'ultimo possibile.

4. Selmi e la *Enciclopedia di chimica*

L'opera di Selmi che più contribuì alla diffusione delle conoscenze in tutti i campi della chimica è stata la pubblicazione, sotto la sua direzione, dell'imponente *Enciclopedia di chimica scientifica e industriale ossia Dizionario generale di chimica colle applicazioni alla agricoltura e industrie agronomiche* (Fig. 6), opera in undici volumi illustrati, più tre di supplemento, stampata tra il 1868 e il 1881 dall'Unione Tipografica Editrice Torinese (UTET) e che si proponeva il grandioso progetto di raccogliere tutte le nozioni della chimica in vari campi della scienza. L'idea di pubblicare una grande enciclopedia della chimica venne al Selmi nel 1850, egli pensò ad un'opera analoga allo *Handwörterbuch der reinen und Chemie* (manuale di chimica pura e applicata) di Liebig, Wöhler e Poggendorff ma più vasta (Guareschi, 1911). Il progetto prese avvio solamente nel 1866, due anni dopo venne pubblicato il primo volume.

Nel secondo volume del dizionario alla voce *Atomici pesi (chi. gen.)* è scritto:

«Finalmente registriamo nella tavola seguente il peso atomico di tutti i corpi semplici, fuorché quello dell'erbio, del terbio, del pelopio e dell'indio che non è conosciuto, ponendo di contro al nome specifico del corpo il suo simbolo chimico ed il relativo equivalente» (Selmi, 1869).

Su esso sono riportati i nomi e i simboli di 63 elementi, compreso l'indio (In) di cui non viene indicato il peso atomico, tra essi troviamo ancora il *didimio* e l'*ilmenio*. Ed ancora, nel quinto volume del dizionario, alla voce *Elementari corpi (chi. gen.)* è riportato:

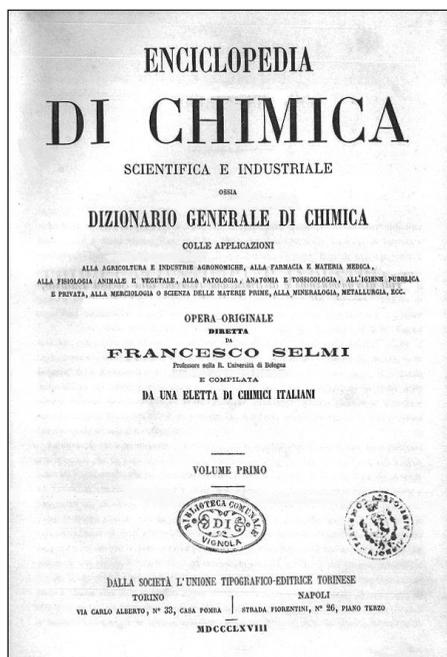


Fig. 6 – Frontespizio del primo volume dell'Enciclopedia di chimica scientifica e industriale, Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1868 (Biblioteca comunale di Vignola, Fondo Storico 2 540.3).

Nell'articolo ATOMICI PESI fu data la nota di essi, insieme colle cifre indicanti le rispettive proporzioni onde si sostituiscono a seconda della loro capacità combinatoria, ed ivi si vede come il loro numero salga a 62; altri tre, fu annunziato, sarebbero stati scoperti, quali il dianio, il norio ed il iargonio, ma le accurate indagini a posteriori posero in chiaro come per abbaglio si fosse creduto al loro trovamento, essendosi verificato che i pretesi nuovi elementi non erano altro che mescolanze di altri già noti. L'analisi spettrale, pel cui mezzo venimmo in cognizione del cesio, del rubidio e del tallio, condurrà a svelarne qualche altro d'ignoto; tuttavolta è da presupporre che per quelli i quali concorrono a formare la crosta della terra non si riuscirà a grandi risultati. [...] Le investigazioni spettroscopiche fatte sull'astro solare, sulle altre stelle, sulle comete, ecc., non che le analisi degli aeroliti, condussero a riconoscere che i corpi celesti in generale sono formati di quei medesimi elementi, dei quali consta il nostro globo. Ora, se noi consideriamo che nel sole la materia si trova in uno stato di temperatura sterminatamente elevata, che in molte stelle dev'essere la stessa cosa, noi abbiamo già una prova evidente che i principi elementari scoperti dalla chimica resistono indecomposti al più gagliardo agente delle dissociazioni o risoluzioni delle sostanze composte; onde si deve arguire che se tanto grande è la loro resistenza, probabilmente la dimostrano perché non

sono decomponibili, né trasformabili. [...] Comunemente si sogliono dividere gli elementi in due grandi classi, in quella dei metalli e nell'altra dei metalloidi, e per certo tempo si credette che certi caratteri fisici e chimici fossero sufficienti per istabilire la detta divisione. [...] Al presente non si annette più importanza alla suddetta divisione, essendosi riconosciuto che parecchi di quei corpi, i quali posseggono le proprietà metalliche, non si possono separare dai così detti metalloidi. Per classificare adunque i principii elementari si preferisce ora spartirli in classi a seconda delle loro somiglianze chimiche, e delle loro capacità atomiche o valenze e del loro isomorfismo (Selmi, 1872).

Il primo spettroscopio, strumento estremamente utile nella ricerca e nel riconoscimento degli elementi, venne messo a punto, nel 1859, da Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Robert Kirchhoff. Gli stessi, nel 1860, identificarono il cesio e il rubidio dalle linee di emissione dei loro spettri atomici. Analizzando lo spettro solare durante un'eclissi, nel 1868, Jules Janssen e Norman Lockyer, indipendentemente l'uno dall'altro, trovarono la linea di emissione di un elemento sconosciuto che si propose di chiamare *helios* (dal greco, sole). Pur essendo il secondo elemento come abbondanza nell'universo l'elio è raro sulla terra e venne riscoperto solo nel 1895. Nel testo viene anche sottolineato che per classificare gli elementi non era più sufficiente la suddivisione fra metalli e non metalli ma che bisogna suddividerli in gruppi in funzione delle somiglianze chimiche, la tavola periodica stava prendendo piede.

L'impazienza e la brama della scoperta di nuovi elementi, ma anche la difficoltà di separazione e di caratterizzazione, portarono gli studiosi a numerosi abbagli. Molti testi di chimica dell'Ottocento riportano elementi ancora poco studiati e incerti. A titolo di esempio, nel volume *Chimica Medico-Farmaceutica e Tossicologica* di Pietro Spica Marcataio (1854-1929), edito nel 1896, è presente una tabella dove sono elencati tutti gli elementi noti al tempo e, in fondo alla pagina, una lista di elementi non ben definiti che comprende *austrio, decipio, dianio, filippio, iagornio, idunio, lavosio, mosandrio, norvegio, rusio, vasio, vesbio* che non esistono (Natile, 2022).

Sobrero e Selmi furono i primi a ottenere il tetracloruro di piombo, anche se non riuscirono ad ottenerlo allo stato libero ma in combinazione complessa con il cloruro di sodio, perché è poco stabile e tende a decomporsi in dicloruro di piombo e cloro gassoso. Selmi stesso, nell'ottavo volume dell'*Enciclopedia di chimica*, riassume il suo lavoro sul tetracloruro di piombo:

Fino ad ora non fu ottenuto in istato libero; tuttavia, non potendosi mettere in dubbio che sussista realmente, si cita come uno dei fatti fondamentali per riconoscere la tetratomicità del piombo. Fu scoperto da Sobrero e Selmi, e si ottiene in soluzione, combinato con un cloruro alcalino, quando si fa gorgogliare un afflusso di cloro sul cloruro di piombo stemperato in una soluzione di cloruro di sodio o di

potassio. Il cloruro di piombo si scioglie a poco a poco e se ne ha un liquido di colore giallo cupo, il quale si conserva inalterato fino ad un certo tempo in recipiente ben chiuso, ma che esposto all'aria perde con lentezza del cloro, depositando del bicloruro cristallizzato in begli aghetti (Selmi, 1874).

Egli stesso utilizzò soluzioni di tetracloruro di piombo come reattivo per distinguere alcuni alcaloidi (Guareschi, 1911).

5. Selmi, tossicologo esperto di veleni

Durante il periodo bolognese Selmi intraprese ricerche di notevole valore scientifico in campo tossicologico, come è ben evidenziato nella sua commemorazione scritta da Sobrero edita negli Atti della Regia Accademia delle Scienze di Torino:

«lo studio di alcuni prodotti della putrefazione dei cadaveri, che egli chiamò ptomaine, e che per le loro proprietà, per le loro reazioni, e per l'azione venefica che essi esercitano sugli animali hanno tanta somiglianza con alcuni alcaloidi dei vegetali, che con questi molto facilmente si possono confondere. È evidente l'importanza di queste ricerche, le quali coi loro risultamenti hanno posto in avvertenza i chimici periti, chiamati a pronunciarsi in caso di sospetto veneficio, sulla possibilità che le reazioni ottenute dai procedimenti chimico-legali li inducano a credere a commesso avvelenamento con un alcaloide vegetale, mentre quelle reazioni stesse sono cagionate dalle ptomaine, venefiche esse pure, ma naturali prodotti di putrida fermentazione» (Sobrero, 1882).

L'identificazione del primo alcaloide vegetale è attribuita al farmacista tedesco Friedric W. Sertürner (1783-1841) che, nel 1805, isolò dal succo condensato dell'oppio una sostanza con proprietà alcaline, la morfina. Negli anni successivi furono identificati nuovi alcaloidi vegetali e già intorno al 1890 ne erano noti un centinaio. In piccole dosi essi mostravano di essere buoni medicamenti, ma a dosi più elevate diventavano veleni letali. Il loro studio diventò prezioso per la tossicologia considerato che, nel corso dell'Ottocento, trovarono diffuso impiego in molti casi di omicidio per avvelenamento o di suicidio. Numerosi studiosi quindi si occuparono della ricerca di metodologie adatte per l'estrazione dei veleni da materiale biologico e delle reazioni per la loro identificazione.

Selmi, nella Regia Università di Bologna, insegnò Chimica Farmaceutica e si dedicò prevalentemente alla chimica tossicologica (Fig. 7), allo studio degli alcaloidi e mise a punto alcune reazioni di riconoscimento utili per l'accertamento peritale nei casi di morte sospetta per avvelenamento. Nel corso di

queste ricerche scoprì le *ptomaine* (basi cadaveriche¹⁴), ossia sostanze che si formavano da processi putrefattivi e che, nelle indagini chimico tossicologiche, potevano facilmente essere confuse con i veri alcaloidi vegetali con tutte le ripercussioni giudiziarie che ne potevano derivare. Lo studioso comunicò la sua scoperta, nel gennaio 1872, all'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna (Cavarra, 2005) dove affermò che le *ptomaine* o alcaloidi cadaverici «*possano dar nascita ad abbagli gravissimi quando chi sperimenta non sia né oculato né addestrato a sufficienza. Difatti nulla di più facile, a chi opera con poca consideratezza, di prendere taluna di esse per un alcaloide vegetale, qualora gli somigli in taluno dei caratteri specifici [...]*» (Selmi, 1881).

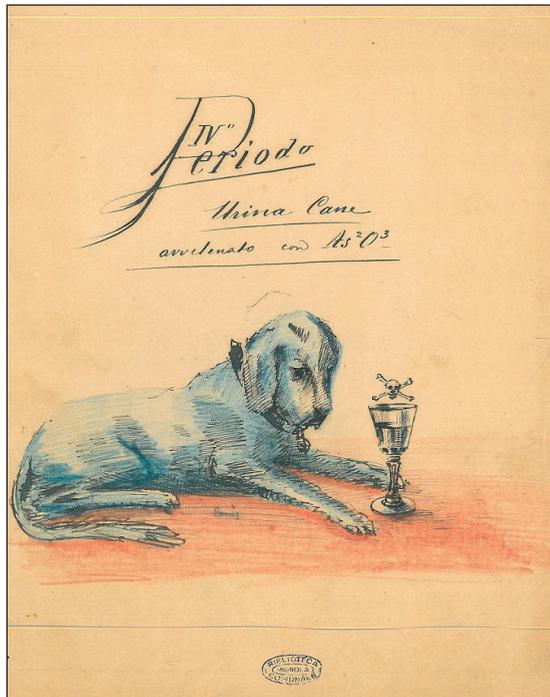


Fig. 7 – Ricerca intorno ad alcuni prodotti che si riscontrano nell'urina di un cane avvelenato coll'anidride arseniosa; copertina del quarto capitolo delle schede sperimentali funzionali alla redazione della memoria pubblicata nel 1880 (Fondo documentario Francesco Selmi, busta n. 5, Biblioteca comunale di Vignola).

¹⁴ Sono composti azotati semplici che derivano dalla degradazione batterica delle proteine sia di origine animale che vegetale come, ad esempio, la *cadaverina* (dalla lisina), la *putrescina* (dall'ornitina), lo *scatolo* e l'*indolo* (dal triptofano). Fra le *ptomaine* è elencata anche la *neurina* che si forma per disidratazione della colina.

La memoria presentata a Bologna suscitò molte incertezze e disorientamento nella comunità scientifica sui metodi di identificazione degli alcaloidi. Lo studioso, dal 1872 al 1880, continuò le sue ricerche e si impegnò per dimostrare l'esistenza delle «*ptomaine che si producono spontaneamente nel cadavere dell'uomo e degli animali hanno tale rassomiglianza col curaro*¹⁵, *colla conaina, colla nicotina ed altre basi organiche, che può sorgere il terribile dubbio dell'impunità dell'assassino; perché le piccole dosi, pur sufficienti ad uccidere, posson troppo facilmente confondersi coi principii velenosi che si sviluppano normalmente nel cadavere*» (Selmi, 1881). La situazione della tossicologia divenne talmente confusa e complessa che il Ministero di Grazia e Giustizia, l'11 aprile 1880, istituì una Commissione, di cui faceva parte anche Selmi, con «*l'incarico di compiere gli studi e gli esperimenti che essa ravviserà più opportuni nel fine di stabilire gli elementi sicuri per accertare la prova generica nei reati di veneficio; e specialmente per determinare i caratteri differenziali tra le vere e proprie sostanze venefiche e quei principii velenosi, che normalmente si sviluppano nei cadaveri (art. 1, Regio Decreto 11 aprile 1880)*».

Selmi può essere considerato il fondatore della moderna tossicologia forense; ai suoi studi si deve la salvezza di molti accusati ingiustamente di avvelenamento sulla base di prove scientifiche empiriche e inesatte. I suoi lavori sulle *ptomaine* sono per la massima parte raccolti nel volume *Ptomaine od alcaloidi cadaverici e prodotti analoghi da certe malattie in correlazione colla medicina legale*, edito nel 1881 a Bologna da Zanichelli (Fig. 8).

Un esempio della sua opera di scienziato e, in particolare, di attento chimico tossicologico forense riguarda un caso di una perizia legale:

«Un anno e mezzi fa fui invitato dal Tribunale ad assumere la perizia chimica sui visceri di un cadavere che fu disseppellito dopo 20 giorni circa di tumulazione, allo scopo di cercare se vi si riscontrasse qualche sostanza venefica. Era il cadavere di un certo B.... F... contadino marchigiano, il quale disgustatosi colla sua innamorata, l'aveva abbandonata; ella cercando di tornargli nelle grazie, tra i diversi mezzi adoperati gli mandò in dono alcuni dolci, che egli accettò e mangiò. Poco dopo cominciò a sentirsi male, e accagionando del suo malessere i dolci regalatigli, venne in sospetto non fosse stato ammaliato per mezzo di essi. Seguendo per un mese circa a sentirsi in cattiva disposizione di salute si volse ad un ciarlatano del luogo, in voce di negromante, e capace con certe sue erbe di togliere gli affatturamenti. Per una somma stabilita, concorrendo nel contratto anche il padre del giovane, il preteso negromante gli somministrò un pacco di erba secca e soppesata, da far bollire in pentolino con acqua, e da bere quotidianamente il decotto, dandogli sigurtà che si sarebbe ristabilito per intero. Ma in cambio della salute ricuperata

¹⁵ Veleno ricavato dagli indigeni dell'Amazzonia da varie specie di piante della foresta per avvelenare frecce e dardi per cerbottana. I numerosi estratti contengono numerosi alcaloidi: curina, tubocurarina, curarina, tossiferina ecc.

trovò la morte, che avvenne tre giorni dopo della cura incominciata; fu tumulato; ma siccome si diffuse la voce che il rimedio datogli avesse cagionato il sinistro, effetto intervenne l'Autorità Giudiziaria, che fece desumere il cadavere dopo 20 giorni circa dal seppellimento, raccoglierne i visceri da un medico e li spedì per la disamina in un recipiente di vetro chiuso, dopo avervi sopraversato dell'alcole. Nella ricerca periziale non trovai né acido prussico, né arsenico, né metalli; sebene mi abbattei in un fenomeno riguardante il fosforo, che reputo degno dell'attenzione dei tossicologi, e vi scopersi un alcaloide, d'onde potei concludere quale era stata la pianta fornita per fare la decozione» (Selmi, 1875).

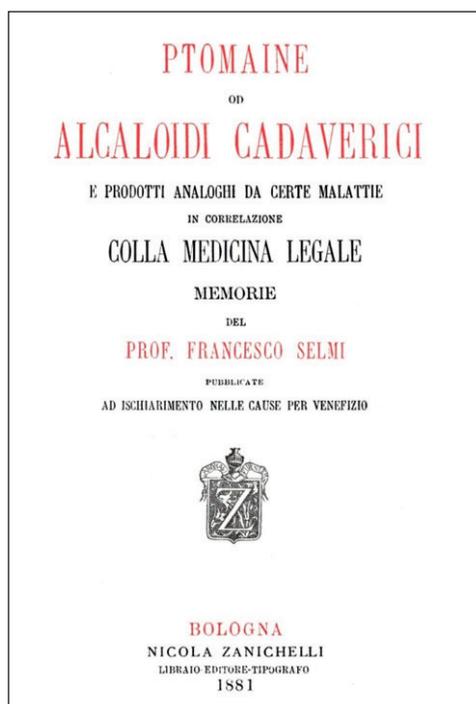


Fig. 8 – “*Ptomaine od alcaloidi cadaverici e prodotti analoghi da certe malattie in correlazione colla medicina legale. Memorie del prof. Francesco Selmi ad ischiarimento nelle cause per venefizio*”, Nicola Zanichelli, Bologna, 1881 (da <https://books.google.it>).

Dopo aver riferito tutti i procedimenti chimico-tossicologici eseguiti Selmi sospettò che «*si trattasse di aconitina e che perciò l'erba somministrata dal ciarlatano fosse l'Aconito Napello*». Una volta estratto l'alcaloide dai visceri sperimentò la sua tossicità su un uccellino detto *paronzolo*¹⁶, come era previsto

¹⁶ Cinciallegra (*Parus major*).

dal protocollo allora in uso: «quando si tratta di alcaloidi è più che mai consigliato con giusta ragione dai tossicologi di fare sperimento sugli animali viventi, in confronto con altre eseguite con alcaloide puro della stessa natura di quello che si crede di aver estratto dai visceri» (Selmi, 1875). I risultati finali ottenuti permisero di identificare non solo la natura tossica dell'alcaloide estratto dal cadavere, ma anche di riconoscere che si trattava di aconitina, un potente veleno (dose letale per l'uomo da 1 a 4 mg) che agisce sul sistema nervoso periferico e si estrae dall'*Aconitum napellus*¹⁷.

La scoperta delle *ptomaine* fu sicuramente una tappa fondamentale per la chimica forense in quanto permise di evitare di attribuire la morte per cause naturali ad avvelenamenti criminosi con alcaloidi naturali. Selmi era particolarmente interessato a tali questioni perché gli furono affidate numerose perizie scientifico-legali e, da scrupoloso sperimentatore, era fortemente impegnato nel cercare di evitare errori che avrebbero potuto sviare le indagini giudiziarie.

Selmi si impegnò anche per verificare una sua congettura cioè che «nelle malattie infettive, ed in tutte quelle, in cui avviene uno sfacelo interno di qualche principio o plasmatico od istologico, debba succedere eliminazione di prodotti più o meno caratteristici i quali siano un contrassegno di quello stato patologico in cui versa l'infermo; secondo per riconoscere se tali prodotti ingenerati nel vivo, od alcaloidi o di altra natura, siano analoghi od identici a quelli che si riscontrano nelle materie animali in putrefazione» (Selmi, 1881). Egli era convinto che nelle urine patologiche si sarebbe dovuta riscontrare la presenza di sostanze basiche venefiche le quali, assieme all'alterazione dei tessuti, avrebbero causato la morte dell'ammalato. Quindi, nel 1879, intraprese l'analisi delle urine di ammalati affetti da varie patologie come paralisi progressiva, pneumonite interstiziale, ileotifo (donna e uomo) e tetano reumatico. Le analisi confermarono le supposizioni e dimostrarono la formazione di alcaloidi che egli denominò *patoamine* perché si formavano nell'organismo durante una malattia. Ad esempio: «dalle urine di un ammalato di paralisi progressiva accompagnata da imbecillità crescente, ottenne una base venefica, somigliantissima alla nicotina, ma diversa da questa e che agisce sul midollo spinale; vi trovò inoltre una base, in piccolissima quantità, che ricorda la conina¹⁸» (Guareschi, 1911). In questo modo venne formulato il concetto di intossicazione dell'organismo a causa dell'azione di sostanze endogene. Tossine e *ptomaine* si originano, ad esempio, dalle uova più o meno guaste che possono provocare disturbi gastro-intestinali più o meno gravi.

¹⁷ Pianta erbacea appartenente alla famiglia delle Ranunculaceae, è una delle piante più tossiche della flora italiana diffusa nelle zone montagnose delle Alpi.

¹⁸ Alcaloide (C₈H₁₇N) isolato dai semi e dai frutti di cicuta dotato di forte azione neurotossica. Le proprietà tossiche della cicuta erano note ai greci e ai romani. Nel 399 a.C. il filosofo greco Socrate venne condannato a morte per somministrazione di un infuso di cicuta e altri veleni.

L'influenza di Selmi sulla chimica tossicologica è stata enorme non solamente per la scoperta sia delle *ptomaine* sia di nuovi metodi di ricerca dei veleni o per il perfezionamento di tecniche già in uso, ma per aver dato avvio a nuove ricerche di tossicologia.

6. Fondo documentario Francesco Selmi

La Biblioteca comunale di Vignola venne inaugurata ed aperta al pubblico, il 4 giugno 1871, in occasione della festa della concessione dello Statuto albertino; all'epoca, aveva sede nella Rocca Boncompagni (Dameri, 2011). Il chimico vignolese fu, assieme al sindaco Alessandro Plessi (1824-1907), tra gli animatori dell'iniziativa, contribuendo generosamente allo sviluppo del patrimonio librario, sia attraverso la donazione di opere che possedeva, sia facendo pervenire copia di tutte le sue pubblicazioni.

Oggi la Biblioteca comunale di Vignola conserva il fondo documentario e gran parte dell'epistolario del grande scienziato, patriota e letterato vignolese, che costituisce un patrimonio culturale di grande valore storico e scientifico. Rocambolesco ne è stato il ritrovamento nell'autunno 1964 presso il villino Selmi, nel frattempo venduto dagli eredi a una famiglia di mezzadri con l'impegno a conservare le carte Selmi nella soffitta. Determinante per il ritrovamento sono stati i racconti di famiglia, tramandatisi tra diverse generazioni, fino all'ultimo erede, il Maestro Giovanni Bartoli, che a partire dal 1996 ha deciso di donare le preziose carte alla biblioteca di Vignola, presso la quale sono consultabili (Bartoli, 2016; Mancuso, 1970).

Il fondo documentario è stato donato «dagli eredi Borsari-Bartoli discendenti in linea diretta di Vittoria Selmi, una delle figlie del grande scienziato. La copiosa documentazione comprende importanti lettere, manoscritti e opere a stampa provenienti dall'archivio privato del chimico vignolese, insieme a carte ed epistole familiari che offrono un vivido spaccato della vita di una famiglia borghese nella seconda metà dell'Ottocento¹⁹».

7. Conclusioni

Si è cercato di ricapitolare per sommi capi l'importanza di Francesco Selmi, uomo di scienza ed erudito patriota italiano. Grande merito fu quello di aver diffuso nell'Italia ottocentesca le conoscenze della chimica, non solo tramite i suoi scritti e le traduzioni di importanti opere straniere, ma soprattutto con la pubblicazione della monumentale *Enciclopedia di chimica scientifica e*

¹⁹ Dal sito della Biblioteca "Francesco Selmi" di Vignola, link: <http://www.auris.it/patrimonio/fondo-storico-e-fondi-speciali/>.

industriale ossia Dizionario generale di chimica colle applicazioni alla agricoltura e industrie agronomiche, opera che si ritiene sia stata la prima del genere in Europa. Lo scienziato vignolese rivolse i suoi studi su argomenti ritenuti di secondaria importanza come ricerche sulle soluzioni colloidali, sulle emulsioni, sulla coagulazione del latte, ma anche in ambito elettrochimico (pila a triplice contatto) e principalmente tossicologico. La scoperta delle *ptomaine* segna la nascita della moderna tossicologia e, da quel momento, le perizie medico-legali assunsero un carattere scientifico, condizione essenziale per un giusto processo. Alcuni lavori riguardarono l'agricoltura come, ad esempio, le ricerche sull'azione dello zolfo sull'oidio (mal bianco o nebbia o albugine), malattia delle piante causata da funghi ascomiceti che colpisce diverse specie vegetali (rosa, vite, cereali ecc.), sull'azione fertilizzante delle muffe, sul guano sardo. Particolarmente interessante al riguardo il suo manuale *Del vino, fabbricazione, conservazione, invecchiamento, difetti, malattie, correttivi, imitazioni, analisi* con in appendice un testo *sulle falsificazioni dei vini ed in particolare colla fucsina ed altre materie coloranti* del professor Icinio Guareschi (1878). Egli fu uno spirito illuminato e si adoperò attivamente nella promozione della cultura scientifica nelle classi meno agiate, consapevole che *l'ignoranza è la massima e la peggiore delle povertà*. Nella prefazione ai lettori in un suo volume scriveva: «*Nello stendere questo trattatello di chimica Minerale, io posi maggior cura che non facessi in altri miei scritti, perché libro consacrato all'istruzione popolare; e credo sia debito d'ogni italiano amante del suo paese di aiutare e promuovere con tutti quei modi che abbia in sua mano la diffusione delle cognizioni utili tra il popolo, a cui appartiene*» e continuava «*mi astenni dal vezzo che tengono alcuni, in ispecie non italiani, di raccogliere alla rinfusa in brevi pagine un manipolo di fatti i più attraenti ed i più spettacolosi della scienza, affine di comporre una specie di lanterna magica scritta in cui si dilettono, o per meglio dire si trastullino i lettori. [...]*» (Selmi, 1850). Nel volume egli si proponeva di esporre i principi fondamentali, con chiarezza, per fornire ai lettori gli strumenti per apprendere le nozioni basilari della chimica allo scopo di incentivare l'istruzione popolare.

La vita e le opere di Francesco Selmi hanno svolto un ruolo di primo piano nella storia italiana dell'Ottocento perché si sono intrecciate con avvenimenti che hanno qualificato la vita scientifica e politica sia del periodo preunitario sia della prima fase dell'unità nazionale.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Comune di Vignola e la Dott.ssa Maria Rita Santeramo per aver autorizzato la consultazione di alcuni testi conservati nel fondo documentario Francesco Selmi e per aver concesso l'uso di immagini a corredo del lavoro. Infine una riconoscenza particolare al dott. Marcello Graziosi per avermi supportato in ogni modo, per i suoi suggerimenti costruttivi, per tutte le notizie utili che è stato in grado di fornirmi e, non ultimo, per l'attenta rilettura dell'elaborato.

Bibliografia

- AMOROSA M., 1982 – *Ricordando Francesco Selmi nel centenario della morte*. Bollettino della Società Italiana di Farmacia Ospedaliera, vol. XXVIII pp. 17-19, ora in «Gente di Panaro, rassegna di storia, "storie" e cultura locale, Valle del Panaro», a cura del Gruppo di Documentazione Vignolese "Mezzaluna - Mario Menabue", n. 13 (2011), pp. 99-102.
- ARCHIVI DI STATO, 1961 – *Gli archivi dei governi provvisori e straordinari 1859-1861*, vol. I - Lombardia, Province Parmensi, Province Modenesi, Ministero dell'Interno, Pubblicazione degli Archivi di Stato XLV, Roma.
- BARTOLI G., 2016 – *Il fondo Francesco Selmi. Un importante archivio storico ritrovato*. «Gente di Panaro, rassegna di storia, "storie" e cultura locale, Valle del Panaro», a cura del Gruppo di documentazione vignolese "Mezzaluna - Mario Menabue", n. 18, pp. 73-80.
- BARTOLI G., DE FAZIO F., AMOROSA M., 1981 – *Francesco Selmi. L'uomo, lo scienziato, il politico*. Comune di Vignola.
- BIBLIOTECA "FRANCESCO SELMI" VIGNOLA (a cura di), 2020 – *Lo studio come unico refrigerio alle sofferenze della vita. Autobiografia di Francesco Selmi*. «Gente di Panaro, rassegna di storia, "storie" e cultura locale, Valle del Panaro», a cura del Gruppo di Documentazione Vignolese "Mezzaluna - Mario Menabue", n. 22, pp. 171-176.
- BIBLIOTECA "FRANCESCO SELMI" VIGNOLA (a cura di A. Lodovisi), 2021 – *Francesco Selmi nella Reggio del 1848*. «Gente di Panaro, rassegna di storia, "storie" e cultura locale, Valle del Panaro», a cura del Gruppo di Documentazione Vignolese "Mezzaluna - Mario Menabue", n. 23, pp. 101-110.
- BRUZZONE G.L., 2013 – *Francesco Selmi e Stanislao Cannizzaro*. Annali di Storia delle Università italiane, 17, pp. 355-376.
- CAVARRA B., 2005 – *Il problema delle "scienze applicate" nell'Italia post-unitaria e il contributo di Francesco Selmi alla medicina legale*. "Medicina nei secoli arte e scienza", Journal of History of Medicine, vol. 17(1), pp. 129-134.
- CIARDI M., 2005 – *Francesco Selmi e la chimica torinese nell'età del Risorgimento*. In: L. Cerruti & D. Turco (a cura di) "Atti del XI Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica" (Torino, 21-24 settembre 2005), Accademia Nazionale delle Scienze, pp. 79-88.
- CIARDI M., 2010 – *Reazioni tricolori. Aspetti della chimica italiana nell'età del Risorgimento*. Franco Angeli, Milano.
- CIARDI M., 2019 – *Il segreto degli elementi. Mendeleev e l'invenzione del Sistema Periodico*. Ulrico Hoepli, Milano.
- DAMERI D., 2011 – *I primi anni della Biblioteca di Vignola: contributo e partecipazione dei cittadini*. <https://www.comune.vignola.mo.it/files/File/F%2013%20Dameri%20Debora%20deF%20Vignola%20OK%20corretto.pdf>
- GIANMARCO I., 2005 – *Francesco Selmi e i sistemi colloidali*. In: L. Cerruti & D. Turco (a cura di) "Atti del XI Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica" (Torino, 21-24 settembre 2005), Accademia Nazionale delle Scienze, pp. 89-98.
- GIORNALE DI REGGIO 1848-a – Anno I, n. 1, 27 marzo. <<http://digilib.netribe.it>>
- GIORNALE DI REGGIO 1848-b – Anno I, n. 3, 29 marzo. <<http://digilib.netribe.it>>
- GRAZIOSI M., 2018 – *La Chimica. Miracolo sorprendente al servizio della civile comunanza*. <http://www.auris.it/wp-content/uploads/2019/04/Francesco-Selmi-bibli.pdf> (messo on-line il 15 giugno 2018), pp. 1-5.

- GUARESCHI I., 1911 – *Francesco Selmi e la sua opera scientifica*. Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino, **62**, 2° serie, pp. 125-272.
- LODOVISI A., 2017 – *Francesco Selmi: vita esemplare di un grande italiano*. In: G. Grandi & R. Badiali (a cura di) “48ª Festa dei Ciliegi in Fiore”, Annuario, Centro Studi di Vignola, pp. 203-206.
- LODOVISI A., 2020 – *Diario intimo del 1859. Testimonianze inedite dalla rivoluzione senza Terrore di Francesco Selmi patriota*. In: «Gente di Panaro, rassegna di storia, “storie” e cultura locale. Valle del Panaro», a cura del Gruppo di documentazione vignolese “Mezzaluna - Mario Menabue”, n. **22** pp. 145-170.
- LODOVISI A., VENTURELLI P., 2009 – *Francesco Selmi: scienze e lettere al servizio dell’idea nazionale*. “Il Pensiero Mazziniano”, nuova serie Anno 64°, n. **3**, pp. 17-28.
- MANCUSO E., 1970 – *Archivio privato di Francesco Selmi*. Tesi di laurea depositata presso la Biblioteca comunale “Francesco Selmi” di Vignola, a. a. 1969-1970, Università di Bologna.
- MIANI M., 1951 – *Un patriota modenese: Francesco Selmi (1817-1881)*. Tesi di laurea depositata presso la Biblioteca comunale “Francesco Selmi” di Vignola, a. a. 1950-1951, Università di Bologna.
- NATILE G., 2022 – *Contributi dialettici di Julius Lothar Meyer e Dmitrij Ivanovič Mendeleev alla formulazione della tabella periodica degli elementi nel 150° anniversario ed impatto della rivoluzione chimica nella medicina*. Accademia Pugliese delle Scienze, Atti e relazioni **LVII**, pp. 61-83.
- SCERRI E.R., 2021 – *La tavola periodica. Una brevissima introduzione*. Piccin Nuova Libreria, Padova.
- SELMI F., 1850 – *Principii elementari di Chimica Minerale*. Cugini Pompa, Torino, pp. 7-11.
- SELMI F., 1856 – *Principii elementari di Chimica Minerale per uso dell’insegnamento ginnasiale, liceale ed universitario*. Seconda edizione, UTET, Torino.
- SELMI F., 1864 – *Del concetto dantesco, libero Papa in libero Impero; del desiderato e del trionfo di Beatrice*. Estratto da: “Rivista Contemporanea Nazionale Italiana”, a. XII, vol. XXXIX, pp. 1-41.
- SELMI F., 1869 (a cura di) – *Enciclopedia di chimica scientifica e industriale*. Volume secondo, UTET, Torino.
- SELMI F., 1872 (a cura di) – *Enciclopedia di chimica scientifica e industriale*. Volume quinto, UTET, Torino.
- SELMI F., 1874 (a cura di) – *Enciclopedia di chimica scientifica e industriale*. Volume ottavo, UTET, Torino.
- SELMI F., 1875 – *Nuovo processo generale per la ricerca delle sostanze venefiche con appendici di argomenti tossicologici od affini del prof. Francesco Selmi*. Zanichelli, Bologna.
- SELMI F., 1881 – *Ptomaine od alcaloidi cadaverici e prodotti analoghi da certe malattie in correlazione colla medicina legale. Memorie del prof. Francesco Selmi ad ischiaramento nelle cause per veneficio*. Zanichelli, Bologna.
- SOBRERO A., 1882 – *Commemorazione del professore Francesco Selmi*. In: “Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino”, Vol. **XVII**, Disp. 2ª (gennaio 1882), pp. 131-136.
- TADDEI F., 2011 – *Francesco Selmi patriota e scienziato*. In: AA. VV. “Pagine di Risorgimento nelle terre estensi”, Atti sedute di studio “Terra e Identità” tenutesi presso l’Accademia Nazionale di Lettere, Scienze e Arti di Modena (3-24 novembre 2011), Terra e Identità (collana “Quaderni del Ducato” n. **3**), 2013, pp. 7-30.
- TADDIA M., 2018 – *Francesco Selmi, scienziato alieno dagli applausi*. La Chimica e l’Industria on-line, anno **II**, n. **3**, maggio/giugno.
- TAVILLA E., 2017 – *Francesco Selmi e l’Università di Modena, tra Risorgimento e unità nazionale*. In: “Memorie Scientifiche, Giuridiche, Letterarie”, Serie **IX** - Vol. **I** (2018) - Fasc. II, pp. 543-558.
- VENTURELLI P., 2010 – *Francesco Selmi. Scienze e lettere per unire l’Italia e fare gli italiani. Intervista ad Achille Lodovisi*. In: “Bibliomanie, Letterature, Storiografie, Semiotiche”, **20**, n. 5 gennaio-marzo.



Maria Cristina Raimondi*, Giovanni Tosatti**

Il metodo metacognitivo nell'esperienza didattica*

Riassunto

Il termine "metacognizione" fu coniato agli inizi degli anni Settanta del Novecento dallo psicologo dell'età evolutiva statunitense John H. Flavell sulla conoscenza riguardo alla memoria e alle attività di memorizzazione che egli chiamò "metamemoria". Con didattica metacognitiva si intende l'applicazione all'ambito didattico del concetto di metacognizione, ovvero lo studio delle modalità che permettono all'individuo di acquisire consapevolezza dei propri processi cognitivi. L'approccio metacognitivo si propone di formare la capacità di essere gestori diretti dei propri processi cognitivi. Esso viene applicato a livello della metodologia pedagogica rivolta al gruppo della classe ma anche negli interventi di sostegno e di recupero in soggetti con difficoltà di apprendimento o deficit di attenzione. Il metodo metacognitivo serve pertanto come guida per i docenti interessati ad orientare il loro insegnamento nell'aiutare gli studenti a diventare pensatori più consapevoli, più analitici e più indipendenti, superando il loro tradizionale ruolo di meri recipienti passivi degli insegnamenti didattici.

Abstract

The metacognitive method applied to learning. The American psychologist John H. Flavell coined the term "metacognition" in the early 1970s regarding the knowledge about memory and memorisation processes, which he called "metamemory". Metacognitive teaching is the application of the concept of metacognition in the field of learning, that is the study of the models which allow the learner to acquire awareness about his/her own cognitive processes. The metacognitive approach can be applied in a variety of cases ranging from whole classes or groups of learners to individuals who manifest learning difficulties or attention deficit. This strategy is useful for teachers whose aim is to increase students' awareness in order to boost their analytical and receptive skills and become more independent thinkers, thus overcoming the traditional teacher-centred method where students have a much more passive role.

* "Gealab" Consulenze Ambientali, PARMA, docente di scuola secondaria; e-mail: mariacristina.raimondi@gmail.com.

** Già Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia; e-mail: john.tosatti@gmail.com.

* L'articolo è stato elaborato da una tesi per crediti formativi discussa presso la Facoltà di Psicologia dell'Università telematica "eCampus" di Novedrate (CO) nell'anno accademico 2020-21; relatrice Prof.ssa Chiara Luzi.

Parole chiave: *psicopedagogia, metacognizione, apprendimento scolastico, autoconsapevolezza*

Keywords: *psychopedagogy, metacognitive approach, school learning, self-awareness*

1. Premessa

Il metodo didattico che prende il nome di “metacognitivo” è incentrato sul duplice scopo del raggiungimento del successo scolastico e della maturazione psicologica e sociale degli studenti, in vista del loro ingresso nella società degli adulti. Tale obiettivo si può raggiungere attraverso una serie di strategie pedagogiche, tese a valorizzare il potenziale di apprendimento di ciascun studente e a favorirne l'autonomia.

Per far ciò è necessario, innanzi tutto, che l'allievo non acquisisca solo conoscenze inerenti le materie di studio in programma ma soprattutto abilità e competenze, e tra queste quella di “imparare ad imparare”, vale a dire la padronanza di una serie di strategie consapevoli che gli permettano di continuare ad imparare nel modo per lui più giusto. Ma come è possibile raggiungere questo obiettivo? Cosa può fare l'insegnante per sostenere e sviluppare questa competenza cognitiva? Una risposta viene dagli studi sui processi di apprendimento e in particolare sulla “metacognizione”.

In questi ultimi decenni è andata sempre più affermandosi in ambito psicologico e didattico una definizione concettuale nota come “metacognizione”, tramite la quale si intende l'acquisizione di consapevolezza sui processi cognitivi o comprensione dei processi di apprendimento – una sorta di autoriflessione del pensiero – attuabile grazie alla possibilità di assumere un atteggiamento più riflessivo e distaccato sui propri stati mentali. Ciò comporta l'elaborazione consapevole di percorsi mentali che permettano di controllare i nostri pensieri e, soprattutto, di dirigere i nostri processi di apprendimento. Il termine metacognizione significa infatti “oltre la cognizione”, ed è utilizzato per indicare la “cognizione sulla cognizione” o, più informalmente, “il pensiero sul pensiero”.

Il termine fu introdotto dallo psicologo dell'età evolutiva John H. Flavell (1976), secondo il quale la metacognizione sarebbe la conoscenza e il controllo della cognizione. I primi scritti sulla consapevolezza dei processi mentali di apprendimento risalgono al filosofo greco Aristotele, anche se ancora prima, nell'antica Grecia, era ben noto il celebre aforisma *conosci te stesso* (γνῶθι σαυτόν), inciso nel marmo del tempio di Apollo a Delfi e poi ripreso da Socrate che, con questa esortazione, sottolineava l'importanza dell'introspezione per essere sempre consapevoli dei propri pensieri e responsabili delle proprie azioni.

Secondo Cornoldi (1995) la metacognizione può essere definita come: *«l'insieme delle attività psichiche che presiedono al funzionamento cognitivo; più*

specificamente si distingue tra conoscenza metacognitiva (le idee che un individuo possiede sul proprio funzionamento mentale e che includono le impressioni, le intuizioni, le auto-percezioni) e i processi metacognitivi di controllo (tutte le attività cognitive che presiedono a qualsiasi funzionamento cognitivo e che includono la previsione, la valutazione, la pianificazione e il controllo)».

La didattica metacognitiva richiede allo studente di acquisire un atteggiamento attivo e responsabile rispetto all'apprendimento; l'allievo "metacognitivo" si propone di creare il proprio bagaglio intellettuale attraverso domande, indagini, approfondimenti e problemi da risolvere.

Tramite la metacognizione si diventa pertanto pienamente consapevoli delle proprie esperienze di apprendimento e delle attività di elaborazione mentale nelle quali si è coinvolti, in un percorso che porta a una crescita personale e professionale.

La metacognizione può poi essere suddivisa in singole componenti relative alla valutazione e al controllo dei processi di pensiero che compongono la cognizione.

2. Applicazioni della didattica metacognitiva

La didattica metacognitiva propone ai discenti: 1) la conoscenza e la riflessione sui processi cognitivi implicati negli apprendimenti; 2) una maggiore autoconsapevolezza; 3) la trasmissione di strategie di autoregolazione cognitiva e di autogestione nello studio e nell'apprendimento in generale. Nella didattica metacognitiva l'attenzione del docente è rivolta: a) a sviluppare nei discenti la consapevolezza di quello che stanno facendo; b) a capire quando è opportuno farlo; c) in quali condizioni una determinata azione può essere compiuta.

L'approccio metacognitivo si propone infatti di formare la capacità di *essere gestori diretti dei propri processi cognitivi*. Esso viene applicato sia a livello della metodologia didattica rivolta al gruppo della classe sia negli interventi di sostegno e di recupero in soggetti con difficoltà di apprendimento o deficit di attenzione (Monetti, 2015).

L'importante ruolo della metacognizione applicata ai processi di apprendimento scolastico è ormai ampiamente riconosciuto, dato che una sua mancanza può causare vulnerabilità non solo a livello di apprendimento, ma anche a livello affettivo e sociale. Alcune conseguenze potrebbero essere: ridotta comprensione degli altri e conseguente umore mutevole, incapacità di contestualizzare un evento particolare all'interno di una esperienza relazionale condivisa. Inoltre le persone affette da carenze cognitive spesso ingigantiscono i segnali affettivi ai quali danno risposte imprevedibili e irrazionali. Un deficit nella metacognizione si associa anche a difficoltà nella capacità di risolvere problemi (*problem solving*), sia a livello personale sia relazionale. Per questo

la metacognizione rimane uno strumento educativo molto utile, soprattutto per chi ha difficoltà di apprendimento o di relazione con gli altri (Flavell, 1976).

Un aspetto importante dell'apprendimento e dell'insegnamento è l'arte di sapere essere riflessivi. Chi riveste il ruolo di insegnante ha bisogno di essere riflessivo nella pratica di educatore per continuare a "crescere", essere preparato ad affrontare le necessità degli studenti e saper valutare le proprie specifiche capacità. È inoltre importante essere in grado di modellare questa pratica riflessiva sui discenti, in modo che anch'essi possano sviluppare le loro elaborazioni riflessive e costruire capacità metacognitive in preparazione della loro maturazione psicologica. Gli educatori dovrebbero pertanto essere in grado di identificare i propri punti di forza e di debolezza nella pratica quotidiana dell'insegnamento e riflettere su di essi in modo da ottimizzare l'approccio con gli allievi.

Il passo successivo sarà quello di guidare gli studenti a sviluppare queste stesse abilità sostenendoli durante l'elaborazione di modelli metacognitivi. La metacognizione ricopre infatti un ruolo importante nello sviluppo di capacità nell'apprendimento socio-emotivo (*social-emotional learning* = SEL), vale a dire il bisogno di porre l'accento sulla necessità di mettere l'aspetto emozionale sullo stesso piano di quello cognitivo in ambito di apprendimento.

3. Insegnare a pensare in modo critico

Uno degli obiettivi prioritari della didattica moderna è quella di preparare gli studenti ad esprimere opinioni pienamente consapevoli su argomenti di carattere sociale e politico e prendere decisioni coerenti con questo assunto.

L'agire in modo adeguatamente informato e consapevole richiede l'acquisizione di capacità critiche di pensiero. Lo scopo della scuola, infatti, non è solo quello di impartire nozioni sui principali campi dello scibile umano, ma soprattutto quello di preparare giovani cittadini alla vita pubblica, in grado di relazionarsi con gli altri in modo maturo, rispettoso e consapevole.

Nonostante vi sia un consenso generale sulla necessità di sviluppare il pensiero critico degli studenti in vista del loro ingresso nella società degli adulti, ancora non vi è un pieno accordo su come sviluppare al meglio queste capacità. Le più utili abilità di pensiero sono quelle associate all'acquisizione, all'interpretazione, all'organizzazione e alla comunicazione di informazioni. Sarà inoltre importante essere in grado di analizzare le domande poste, risolvere problemi, prendere decisioni e interagire con gli altri.

Le abilità del pensiero vengono rinforzate dall'insegnamento di una specifica materia e mantenute nel tempo. Numerose ricerche pubblicate in letteratura mostrano infatti che i migliori risultati si ottengono sviluppando il pensiero critico degli studenti contemporaneamente all'insegnamento delle

materie di studio (Cornoldi, 1995; Borkowski & Muthukrishna, 2011; Boninelli, 2015; Monetti, 2015; Abate, 2018). In questo modo l'approccio metacognitivo trova una sua immediata applicazione nell'apprendimento dei programmi scolastici.

In particolare, Ianes (2015) ha individuato quattro livelli di apprendimento nella didattica metacognitiva.

1) *Primo livello: conoscenze sul funzionamento cognitivo generale.* Esso comprende una serie di conoscenze, notizie e dati su come funziona la mente umana, per quanto è possibile attualmente saperlo. L'insegnante fornisce all'alunno informazioni generali, quasi una "teoria della mente", sui vari processi cognitivi, sui meccanismi che li rendono possibili, sui limiti che necessariamente condizionano le prestazioni mentali e sui fenomeni tipici più frequenti.

2) *Secondo livello: autoconsapevolezza del proprio funzionamento cognitivo.* In questo livello si devono affrontare le tematiche di introspezione, autoanalisi e autoconsapevolezza di cosa e come si sta pensando, valutando, ricordando ecc. Dalle conoscenze teoriche generali si passa a quelle più strettamente individuali e cioè al conoscere da parte dell'alunno il funzionamento dei suoi processi cognitivi e comportamentali, rendendosi conto dei rispettivi punti di forza e di deficit.

3) *Terzo livello: uso generalizzato di strategie di autoregolazione cognitiva.* In questo livello metacognitivo l'alunno dirige consapevolmente e attivamente sé stesso, governa cioè lo svolgersi dei propri processi cognitivi. Nel processo di controllo e di autoregolazione è utile individuare, anche a scopo operativo e didattico, alcune operazioni fondamentali che ne costituiscono altrettanti momenti necessari. Nel terzo livello metacognitivo l'alunno dovrebbe pertanto applicare le sue conoscenze, sia teoriche generali che personali e introspettive, nell'autoregolarsi efficacemente durante lo svolgimento di un compito concreto di apprendimento, memorizzazione o *problem solving*.

4) *Quarto livello: variabili psicologiche di mediazione.* L'allievo sviluppa, anche se forse in modo solo parzialmente consapevole, un'immagine di sé come persona che apprende, che entra in rapporto con le caratteristiche più profonde della sua generale immagine e dà una valutazione di sé. All'interno di questa dimensione psicologica si possono poi individuare alcune linee di intervento metacognitivo che sono complementari a quelle precedentemente descritte (Fig. 1).



Fig. 1 – Schema dei livelli di apprendimento nella didattica metacognitiva secondo Ianes (2015).

4. L'influenza del modello di pensiero scelto

Come è stato precedentemente affermato, la metacognizione riguarda la conoscenza e il controllo che le persone hanno sul proprio pensiero e sulle proprie attività di apprendimento; ciò comporta il saper *pensare sul pensare*.

In campo didattico l'approccio metacognitivo è basato sull'insegnamento di abilità in grado di sviluppare il pensiero critico degli allievi nel contesto delle materie di insegnamento.

Ciò avviene in base al cosiddetto *modeling* (modellamento): osservare un modello competente che svolge un'azione può essere un aiuto molto efficace per l'apprendimento di quella azione. L'insegnante deve pertanto fungere da "modello da imitare"; cioè far vedere agli studenti qual è il modo giusto di comportarsi di fronte a determinate situazioni e richieste. Il *modeling* può essere utilizzato in programmi avanzati di apprendimento che mirano all'acquisizione di abilità e comportamenti complessi (ad es. l'autonomia sociale) che non possono essere insegnati solo con le parole, ma devono essere mostrati agli alunni nella loro complessità (Monetti, 2015). L'insegnante raggiunge prima di tutto questo obiettivo

su sé stesso/a attraverso l'elaborazione e l'applicazione del pensare in modo critico. Successivamente gli studenti sono indirizzati a fare altrettanto su di sé.

L'efficacia di questo modello nell'approccio metacognitivo è ampiamente comprovata. Sulla base delle ricerche condotte sino ad oggi, sono stati identificati i principali elementi della capacità che una classe ha di sviluppare l'attitudine a pensare. Si tratta di qualità relative alle attività e alle discussioni condotte dalla classe che facilitano la comprensione delle materie scolastiche, nonché le abilità a ragionare e la predisposizione all'approfondimento del pensare in modo consapevole. La caratteristica più saliente di questo modello di apprendimento è la dimostrazione da parte dell'insegnante di quanto sia importante pensare alla risoluzione di un problema piuttosto che fornire risposte immediate. Altri aspetti importanti sono l'interesse che l'insegnante mostra nelle idee e nelle proposte degli studenti e nel loro approccio a risolvere i problemi nonché la sua capacità a riconoscere le difficoltà incontrate dagli studenti nel comprendere argomenti problematici.

Secondo quanto definito da Albert Bandura – una figura leader fra i teorici dell'apprendimento sociale – il modellamento è: «...*uno dei mezzi più importanti per trasmettere valori, attitudini e modelli di pensiero e di comportamento*» (Bandura, 1977, p. 47).

Nella loro rassegna delle ricerche in questo campo, Good & Brophy (2007) hanno concluso che gli studenti imparano più efficacemente tramite l'osservazione di un modello comportamentale piuttosto che da semplici istruzioni impartite dal docente. L'insegnante è l'esperto che modella i processi cognitivi coinvolti nell'eseguire una particolare abilità di pensiero, quale lo stabilire se un'affermazione corrisponde a un fatto accertato o a una semplice opinione. L'insegnante suddivide questa abilità in diversi elementi e dimostra agli alunni la loro connessione pensando ad alta voce.

5. L'approccio metacognitivo

La cognizione, ossia il pensiero, si riferisce alla funzione intellettuale della mente rispetto all'abilità del discente di prestare attenzione, di acquisire, di raffigurare e di richiamare un dato informativo (Wilen & Phillips, 1995). La metacognizione, che si riferisce alla conoscenza e al controllo che le persone hanno del loro pensiero e delle loro attività di apprendimento, indica una particolare autoriflessione sul fenomeno cognitivo, attuabile grazie alla possibilità di distanziarsi, auto-osservare e riflettere sui propri stati mentali. L'attività metacognitiva permette di controllare i propri pensieri e di conoscere e dirigere i processi di apprendimento. Il termine metacognizione, che significa letteralmente "oltre la cognizione", è usato per indicare "la cognizione sulla cognizione" o, più informalmente, "il pensiero sul pensiero".

In relazione all'acquisizione di abilità critiche nell'analisi del pensiero, la metacognizione si riferisce a ciò che un discente conosce sui suoi processi mentali (la cosiddetta "consapevolezza cosciente") e alla sua abilità di controllare tali processi tramite programmazione, scelta e monitoraggio. Fondamentalmente ci sono due componenti nel processo metacognitivo: a) la consapevolezza, b) l'azione.

a) La consapevolezza del proprio comportamento cognitive durante uno specifico compito comprende la consapevolezza dello scopo dell'impegno preso, la consapevolezza di ciò che si conosce sul compito intrapreso, la consapevolezza di ciò che si deve sapere e infine la consapevolezza delle strategie e delle abilità che facilitano o, al contrario, ostacolano la conoscenza.

b) L'azione consiste nell'abilità di utilizzare meccanismi autoregolatori per garantirsi il pieno completamento di un determinato compito, tipo il controllo dei risultati dei tentativi di risolvere un problema. Ad esempio, pianificare le proprie strategie di apprendimento e superare le difficoltà incontrate utilizzando strategie compensative (Wilén & Phillips, 1995).

Secondo Sanacore (1991) la metacognizione è *la conoscenza di ciò che si conosce, la conoscenza di ciò che si deve sapere e anche la conoscenza dell'utilità dell'intervento critico*. Tuttavia questa abilità metacognitiva sembra non essere sviluppata in tutti gli studenti. Per essere un efficiente pensatore il discente dovrebbe essere in grado di valutare il proprio livello di comprensione, essere consapevole della conoscenza posseduta, essere conscio del compito richiesto e conoscere le strategie che facilitano il pensare. Ciò può essere acquisito tramite l'applicazione di tre fasi di insegnamento, qui di seguito descritte.

5.1 Prima fase: Spiegazione da parte dell'insegnante

L'insegnante decide quale abilità deve essere insegnata, elenca le tappe da seguire per apprendere tale abilità e spiega perché essa è importante e quando gli studenti potranno avere bisogno di utilizzarla. Un esempio significativo di una specifica abilità del pensiero critico è dato dalla capacità di distinguere i fatti dalle opinioni. Per ottenere ciò, l'insegnante comincia con il definire questa specifica abilità.

Un fatto viene solitamente definito come una verità, qualcosa che può essere verificato sperimentalmente, tramite l'osservazione o la ricerca, e che risulta essere reale. In ogni caso l'insegnante dovrebbe anche sottolineare che certi fatti possono essere contestati e, infine, dimostrati di non essere del tutto veri.

D'altro canto un'opinione è il credo, la sensazione o il giudizio personale su qualcosa. Si tratta sempre di un giudizio soggettivo, cioè qualcosa che non può essere verificato in modo obiettivo.

L'insegnante descrive a questo punto il processo di ragionamento e presenta diversi esempi per aiutare a comprendere il processo mentale coinvolto. Allo

stesso tempo l'insegnante anticipa il tipo di problemi che gli studenti possono dover affrontare quando utilizzano la loro razionalità e impiega una varietà di passaggi per illustrare l'abilità coinvolta per una corretta distinzione fra un fatto e un'opinione.

L'insegnante può allora illustrare come distinguere i fatti dalle opinioni in base, ad esempio, alle seguenti affermazioni:

- 1) I magistrati Giovanni Falcone e Paolo Borsellino furono assassinati a Palermo nel 1992.
- 2) Sergio Mattarella è il miglior presidente che la Repubblica Italiana abbia avuto.
- 3) Cristoforo Colombo fu il primo a scoprire l'America nel 1492.

L'affermazione n. 1 è un fatto che può essere facilmente verificato; nessuno può mettere in dubbio la veridicità di quei tragici eventi e dove e quando si sono verificati.

L'affermazione n. 2 è invece un'opinione perché il termine "migliore" è solo una preferenza personale, non necessariamente condivisa da tutti. Il "migliore" si riferisce forse al ruolo di questo presidente nella politica interna o estera italiana o piuttosto alle sue capacità istituzionali rispetto ad altri presidenti...?

L'affermazione n. 3 è stata considerata un dato di fatto per tantissimo tempo, ma in questi ultimi decenni sono stati trovati diversi indizi storici e archeologici che altri esploratori avrebbero visitato e perfino abitato l'America ben prima del 1492, come il vichingo Leif Erikson che raggiunse la costa del Labrador intorno all'anno 1000 (cfr. Sutherland, 2000). Si discute inoltre sul fatto che Cristoforo Colombo abbia effettivamente "scoperto" il nuovo continente dal momento che è assodato che popolazioni indigene vivevano in America da migliaia di anni prima dell'arrivo di Colombo e degli altri esploratori europei.

5.2 Seconda fase: il modellamento da parte del docente

A parte le spiegazioni riguardanti la capacità di pensare in modo critico, l'insegnante modella i processi cognitivi coinvolti nel mettere in atto questa capacità. L'insegnante pensa "a voce alta", precisando come e quando la capacità di pensare dovrebbe essere usata. Gli studenti devono ascoltare direttamente come l'insegnante si propone verbalmente nel regolare i processi mentali coinvolti. Ciò può essere fatto con la lettura di un brano di un testo da parte del docente e tramite lo sviluppo di domande rivolte alla classe. Saranno inoltre definite particolari strategie di intervento per superare eventuali difficoltà di comprensione. L'insegnante fornisce un modello del processo cognitivo esternando quanto sta avvenendo nella sua mente. Il ruolo dell'insegnante è

dunque quello del pensatore esperto mentre gli studenti sono i “novizi” (Wilén & Phillips, 1995).

5.3 Terza fase: Il modellamento da parte del discente

Nel passo successivo il discente assume lo stesso compito sotto la guida del docente. Nel momento in cui gli studenti descrivono quello che avviene “nelle loro teste” diventano consapevoli dei loro processi del pensiero. L’insegnante modella la comprensione degli studenti dei processi del ragionamento chiedendo loro di spiegare il senso che hanno dato al testo analizzato. Sulla base di quanto essi dicono, il docente fornisce spiegazioni aggiuntive per aiutarli a ragionare da esperti. Allo stesso modo, mentre gli studenti ascoltano i loro compagni che descrivono i loro processi mentali, sviluppano flessibilità di pensiero e apprezzamento dei diversi modi per risolvere lo stesso problema. Agli studenti viene chiesto di porre domande, individuare punti poco chiari, formare ipotesi e suggerire rimedi a eventuali fallimenti nella corretta elaborazione dei fatti analizzati.

Dopo che i gruppi di studenti hanno discusso fra di loro, condividono le loro risposte e pongono altre domande di fronte all’intera classe. L’insegnante guida i loro ragionamenti fornendo ulteriori spiegazioni ed esempi per aiutarli a comprendere le differenze tra fatti e opinioni. Il *modeling* da parte del discente comporta che gli studenti interagiscano l’uno con l’altro allo scopo di diventare pienamente consapevoli dei loro processi mentali. L’insegnante interviene per facilitare loro questo compito sia in modo diretto che indiretto (Wilén & Phillips, 1995).

6. Strategie di applicazione della didattica metacognitiva

La didattica metacognitiva è applicabile a qualsiasi disciplina e l’approccio metacognitivo rappresenta una modalità privilegiata per trasmettere contenuti e strategie ad allievi di qualsiasi età, poiché mira alla costruzione di una mente aperta. L’allievo “metacognitivo” si propone di creare il proprio bagaglio intellettuale attraverso domande, investigazioni e problemi da risolvere. Nella scuola dell’infanzia, per esempio, si suggeriscono giochi che comportano l’uso dei cinque sensi per conquistare strategie e riflessioni metacognitive (classificazione di oggetti, confronto fra oggetti, valutazione). La didattica metacognitiva è pertanto un modo di fare scuola sia nelle normali attività curricolari sia nelle investigazioni informali sia negli interventi di recupero e sostegno degli alunni con difficoltà di apprendimento o deficit di attenzione/iperattività (ADHD = *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*). L’approccio metacognitivo riserva un ruolo fondamentale all’insegnante: quello di “esperto, allenatore e consigliere” di tutte le attività di indagine intraprese e di *problem solving*.

Ad esempio, il tema di italiano, le traduzioni di latino e di lingue straniere sono tipiche attività di soluzione di problemi, che comportano ripetute riflessioni metacognitive e arricchiscono il bagaglio strategico dell'alunno consapevole. Mentre alcuni insegnanti attribuiscono maggiore importanza al ruolo dell'impegno, altri sono convinti che l'insegnamento di strategie specifiche sia da privilegiare. Gli studenti devono avere presenti sia i punti di forza sia i limiti delle proprie conoscenze e delle relative strategie, se si ripromettono di usare efficacemente le une e le altre in varie occasioni.

Questa capacità si fortifica nell'atto di riflessione che accompagna ogni pensiero. Le due principali parti della metacognizione sono la consapevolezza della propria conoscenza e la relativa regolazione del processo cognitivo. La regolazione si riferisce alla capacità dello studente di controllare il proprio apprendimento. Il discente è autoregolato se è in grado di usare sia la conoscenza sia le relative strategie e possiede pure la volontà a usarle; è insomma fortemente motivato. Essere consapevoli della propria conoscenza vuol dire avere un'esplicita cognizione della propria memoria, dei saperi di base, del repertorio di strategie posseduto, nonché della conoscenza condizionale, ossia della consapevolezza sul come, sul quando e sul perché usare la conoscenza. Si possiede l'autoregolazione del processo cognitivo se si è in grado di pianificare, di monitorare e di valutare i processi cognitivi. Questi sono i componenti fondamentali della metacognizione.

Gli studenti devono avere compreso il ruolo della metacognizione nell'autoregolazione dei propri pensieri e nella costruzione dell'apprendimento. Per facilitare tale comprensione, gli insegnanti ne devono discutere in classe, parlando anche delle strategie usate nei gesti metacognitivi. La discussione aiuta gli studenti a costruire il modello mentale del processo di autoregolazione.

7. Vantaggi e punti di forza della didattica metacognitiva

I dati a sostegno dell'utilità dell'approccio metacognitivo applicato alla didattica sono numerosi nella letteratura scientifica internazionale (cfr. Cornoldi, 1995; Ianes, 2015; Abate, 2018). La maggior parte delle ricerche di efficacia nell'ambito metacognitivo sono state condotte sulle prestazioni di memoria, sulla lettura e sulla scrittura, sulla matematica e sull'iperattività e disturbi dell'attenzione. Più recentemente sono stati ottenuti risultati positivi anche nell'ambito dell'insegnamento della storia e della geografia.

Le difficoltà di memoria sono da molto tempo considerate fondamentali nella genesi dei disturbi di apprendimento. Da queste considerazioni sono derivate tantissime applicazioni sperimentali che hanno dimostrato l'utilità dell'insegnamento di strategie di autoregolazione cognitiva applicate alla memorizzazione.

La lettura e la comprensione del testo ha costituito un altro importante banco di prova per validare l'utilità dell'approccio metacognitivo. Ai cattivi lettori, con disturbi dell'apprendimento, sono state insegnate nuove strategie di controllo metacognitivo sulla lettura, ottenendo risultati positivi.

Nell'ambito della scrittura, sono state individuate tre abilità fondamentali per la composizione scritta: l'uso corretto dei verbi, degli aggettivi e degli avverbi. La consapevolezza del ruolo svolto da queste componenti della lingua scritta facilita molto la composizione corretta di un testo e la chiara esposizione dei propri pensieri.

In campo matematico i risultati sono altrettanto incoraggianti, come dimostrato da vari studi che riportano risultati positivi dell'insegnamento di strategie di controllo metacognitivo, quali l'uso di modalità particolari per l'esecuzione delle quattro operazioni e per il controllo della loro correttezza. Il controllo metacognitivo si è inoltre dimostrato efficace nell'uso di algoritmi per la soluzione di problemi particolari (Cornoldi *et al.*, 1991).

In generale si rilevano pertanto successi significativi degli interventi metacognitivi rivolti agli studenti, in particolare a coloro affetti da disturbi dell'apprendimento. Ciò ha incoraggiato diversi ricercatori ad estendere le applicazioni dell'approccio metacognitivo anche ad altri ambiti cognitivi, quali il *problem solving*, la presa di decisione, la gestione di conflitti di vario tipo, la capacità di programmare e verificare vari corsi di azione, le abilità di studio e di organizzazione superiore delle attività intellettuali. Tutti questi aspetti sono infatti di fondamentale importanza nello sviluppo cognitivo e sociale della persona.

Un altro dei punti di forza della didattica metacognitiva è rappresentato dall'autoconsapevolezza. La conoscenza sia teorica che personale dei processi cognitivi, comportamentali ed emozionali ha un valore inestimabile nel processo evolutivo della persona; ed è proprio l'approccio metacognitivo che si dimostra prezioso per l'enfasi che pone sull'introspezione e sull'autoanalisi. L'allievo deve osservarsi attentamente, cogliere vari aspetti di sé, diventarne ben consapevole, elaborare conoscenze precise sul proprio funzionamento mentale, sui punti di forza e di debolezza e sulle proprie particolarità. L'attenzione alle dimensioni psicologiche e alle percezioni di autoefficacia personale, allo sviluppo corretto e produttivo di stili di pensiero adeguati, sono tutti elementi chiave per fare uscire lo studente dal tradizionale ruolo di soggetto passivo, mero recipiente di interventi che arrivano dall'esterno. Tramite la metacognizione, è pertanto possibile un cambiamento di ottica, che porta a una valorizzazione e a un potenziamento del ruolo attivo e delle risorse presenti nel discente. L'autonomia e l'indipendenza sono valori riconosciuti come estremamente preziosi nella nostra cultura che la didattica metacognitiva pone come obiettivi raggiungibili alla portata di tutti, anche delle persone con deficit di attenzione e di apprendimento (Janes, 2015).

8. Considerazioni conclusive

L'utilizzo dell'approccio metacognitivo nella scuola si propone di intervenire nel progetto educativo complessivo allo scopo di fornire ai discenti le competenze cognitive necessarie a gestire il proprio processo di apprendimento. Tali convinzioni, supportate oggi da teorie psico-pedagogiche e da recenti ricerche nell'ambito delle neuroscienze, si basano sul concetto di modificabilità dei processi mentali dell'essere umano. Essa è diversa dal semplice cambiamento che spontaneamente si opera nel soggetto a contatto con nuove situazioni (Boninelli, 2015). È piuttosto la possibilità di guidare il discente, qualunque sia la sua età e la sua condizione di partenza, a saper valutare il proprio funzionamento cognitivo: individuare i propri punti di forza e gli elementi di resistenza, prendere coscienza delle strategie utilizzate spontaneamente per costruirne di nuove, essere flessibile in relazione agli obiettivi definiti e ai compiti da risolvere. Il tutto in un processo che, travalicando i limiti temporali dell'esperienza scolastica, diventi capacità di apprendimento autonomo e costante.

L'aspetto fondamentale della didattica metacognitiva riguarda dunque l'attenzione dell'insegnante che è rivolta non tanto all'elaborazione di materiali o a metodi nuovi per insegnare, quanto al formare abilità mentali superiori che vanno oltre i "semplici" e scontati processi cognitivi primari (ad esempio imparare a leggere, ricordare, calcolare).

È evidente allora che gli insegnanti non devono essere solo dei "trasmettitori di sapere", ma è vitale per loro riuscire a trasmettere agli studenti il messaggio del valore che riveste per sé stessi e per gli altri. È per questo motivo che l'approccio metacognitivo riserva un ruolo fondamentale all'insegnante: quello di facilitatore e mediatore di cambiamenti strutturali in chi deve imparare.

Insegnare agli allievi a pensare in modo critico è sicuramente un compito difficile e richiede una buona dose di pazienza. Ma il tempo e gli sforzi dedicati a questo scopo sono certamente ben spesi, dal momento che si tratta di preparare una comunità di giovani cittadini a prendere decisioni consapevoli e a risolvere problemi utilizzando come guida per le proprie azioni il pensiero riflessivo per raggiungere il bene comune.

Uno dei metodi più efficaci per insegnare a pensare in modo critico è l'approccio metacognitivo, che dà rilievo alle spiegazioni e al *modeling* della strategia cognitiva. L'approccio metacognitivo serve pertanto come guida per gli insegnanti interessati ad orientare il loro insegnamento nell'aiutare gli allievi a diventare pensatori più consapevoli, più analitici e più indipendenti, superando il loro tradizionale ruolo di meri recipienti passivi degli insegnamenti didattici.

Bibliografia

- ABATE M., 2018 – *Didattica metacognitiva. Strategie e metodi per un insegnamento efficace*. Ed. Stamen, 72 pp., Roma.
- BANDURA A., 1977 – *Social Learning Theory*. Prentice Hall, 247 pp., Hoboken, New Jersey.
- BONINELLI M.L., 2015 – *L'approccio metacognitivo come didattica strategica in risposta all'emergenza scolastica*. *Formazione & Insegnamento*, XIII, Pensa MultiMedia, doi: 107346/-fei-XIII-01-15_08
- BORKOWSKI J.G., MUTHUKRISHNA N., 2011 – *Didattica metacognitiva. Come insegnare strategie efficaci di apprendimento*. Centro Studi Erickson, 68 pp., Roma.
- CORNOLDI C., 1995 – *Metacognizione e apprendimento*. Il Mulino, 468 pp., Bologna.
- CORNOLDI C., GOBBO C., MAZZONI G., 1991 – *On metamemory-memory relationship: strategy availability and training*. *International Journal of Behavioral Development*, 14(1), pp. 101-121.
- FLAVELL J.H., 1976 – *Metacognitive aspects of problem solving*. In: L.B. Resnick (ed.) "The Nature of Intelligence", pp. 231-236, Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.
- GOOD T.L., BROPHY J.E., 2007 – *Looking in Classrooms*. 10th edition, Pearson, 528 pp., New York.
- IANES D., 2015 – *L'approccio metacognitivo nell'insegnamento*. Centro Studi Erickson e Università di Trento, pp. 13-47, Roma.
- MONETTI D., 2015 – *Tecniche, strategie e metodologie del processo di insegnamento-apprendimento*. In: "SlideShare.net" (consultato il 21.06.2023).
- SANACORE J., 1991 – *Metacognition and Improvement of Reading: Some Important Links*. *Journal of Reading*, pp. 707-713.
- SUTHERLAND P., 2000 – *The Norse and Native Norse Americans*. In: W.W. Fitzhugh & E.I. Ward (eds.) "Vikings: The North Atlantic Saga", The Smithsonian Institution, Washington, D.C., pp. 238-247.
- WILEN W.W., PHILLIPS J.A., 1995 – *Teaching Critical Thinking: A Metacognitive Approach*. *Social Education*, 59(3), pp. 135-138.



Ricordo di LUIGI SALA

di Ivano Ansaloni

Il 4 ottobre 2022 è scomparso a soli 68 anni il socio Luigi Sala. Nato a Novi di Modena il 9 agosto 1954 si era laureato in Scienze Biologiche presso l'Università di Modena nel 1982. La Società dei Naturalisti e Matematici, che lo ha annoverato per molti anni fra i suoi soci più attivi, lo ricorda con profondo rimpianto e sincera stima.

Il Dott. Sala si è occupato principalmente di fauna vertebrata, prima come tecnico laureato dell'Istituto di Zoologia ed in seguito come ricercatore (2002) presso il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Modena. In particolare la sua attività scientifica lo ha visto affrontare diverse tematiche inerenti la distribuzione e la conservazione della fauna regionale, con particolare riguardo all'ittiofauna ma si è interessato anche di avifauna, mammologia ed erpetofauna. Proprio in questo ambito uno degli ultimi impegni è stato il progetto Life "URCA proEmys" finanziato dalla Comunità europea a sostegno della testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*), specie protetta e a rischio d'estinzione. Ha svolto indagini faunistiche a supporto della pianificazione territoriale nonché dell'allestimento di banche dati faunistiche georeferenziate nell'ambito dei sistemi informativi territoriali al fine di integrare l'esigenza di tutela della biodiversità negli ordinari strumenti di governo del territorio. Ha partecipato a progetti del Ministero dell'Ambiente per la tutela della biodiversità e la distribuzione della fauna italiana ed è entrato a far parte del comitato tecnico-scientifico di diversi Parchi e Riserve Naturali regionali.

Per quanto riguarda l'attività didattica ha tenuto gli insegnamenti di "Etologia e Fauna italiana" e di "Conservazione della biodiversità faunistica". Molto apprezzato dagli studenti come docente, è stato relatore di numerose tesi di laurea. Non posso fare a meno di ricordare le tante commissioni di laurea alle quali abbiamo partecipato e alle uscite organizzate con gli studenti dove accanto al rigoroso approccio scientifico non mancava il momento conviviale.

Oltre ad essere nostro socio dal 1996, il Dott. Sala è stato anche membro del Circolo Naturalistico Novese dove ha avuto un ruolo trainante quale promotore di attività rivolte alla protezione ambientale. Ha inoltre partecipato con dedizione e competenza a molte iniziative per la salvaguardia delle specie minacciate di estinzione come il monitoraggio e il censimento degli uccelli migratori nella bassa Pianura Padana in collaborazione con la Stazione Ornitologica Modenese di Mirandola. È stato assessore all'Ambiente ed in seguito ai Lavori Pubblici del Comune di Novi di Modena dal 1997 al 2007.

Ho conosciuto Luigi nei primi anni Ottanta quando ancora studente ho iniziato il tirocinio, in preparazione della tesi presso l'allora Istituto di Zoologia. Nel tempo la nostra amicizia si è consolidata e ci si confrontava volentieri, a volte anche con ironia, sulle tematiche più disparate ma la zoologia e la botanica avevano un interesse prioritario. La sua famiglia era sempre presente e l'adorazione per i nipotini era palese. Visto il mio manifesto campanilismo, spesso oggetto di battute scherzose, aveva preso l'abitudine di mandarmi immagini di articoli su Nonantola prese dalla stampa locale e puntualmente le ho ricevute anche il 4 ottobre.

Negli ultimi anni di lavoro abbiamo condiviso con Aurora Pederzoli e Marisa Mari l'interesse per la zoologia applicata ai beni culturali che ci ha portati piacevolmente a studiare reperti provenienti da scavi archeologici, a sfogliare splendidi libri antichi e in luoghi unici come Paestum e Sabbioneta.

Luigi Sala è stato autore e co-autore di numerose pubblicazioni scientifiche, pubblicate su riviste sia nazionali che internazionali.



Luigi Sala
(1954-2022)

**Articoli con contributi di Luigi Sala pubblicati su
Atti Soc. Nat. Mat. di Modena**

- CORATZA C., CORRADINI D., MANZINI M.L., NORA E., SALA L., SOLDATI M., 1992 – *Itinerario n. 5: Il Percorso Natura: un itinerario lungo il fiume Panaro da Modena Est a Casona di Marano (parte 1)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **123**, pp. 93-129.
- CORATZA C., CORRADINI D., MANZINI M.L., NORA E., SALA L., SOLDATI M., 1993 – *Itinerario n. 6: Il Percorso Natura: un itinerario lungo il fiume Panaro da Modena Est a Casona di Marano (parte 2)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **124**, pp. 161-220.
- SALA L., PINCA A., TONGIORGI P., 1994 – *Biotopi umidi dell'alto Appennino modenese e loro batracofauna*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **125**, pp. 123-249.
- SALA L., GIANAROLI M., TONGIORGI P., 2000 – *L'ittiofauna modenese 15 anni dopo la prima "carta ittica"*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **131**, pp. 115-151.
- SALA L., GIANAROLI M., IOTTI M., ANSALONI I., 2005 – *Pesci estinti nel Modenese: uno studio per il recupero del panzarolo (Knipowitschia punctatissima) e dello spinarello (Gasterosteus aculeatus)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **136**, pp. 127-151.
- GIANAROLI M., SALA L., LUZZARA M., 2006 – *Fauna modenese che cambia: le comunità ittiche di pianura*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **137**, pp. 171-187.
- ANSALONI I., MARI M., SALA L., 2010 – *Iconografia naturalistica di quattro paliotti in scagliola di chiese modenesi*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **141**, pp. 237-260.
- BERTACCHINI M., SERVENTI P., BARBIERI G., BULDRINI F., SALA L., MALAGOLI L., SALVARANI M., BORTOLI C., TOSATTI L., 2011 – *Itinerari Musei e Territorio: il Parco della Resistenza a Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **142**, pp. 217-240.
- ANSALONI I., MAGNANI J., MANZIERI A.M., SALA L., 2014 – *Il Sito Natura 2000 "Il Torrazzuolo" (Nonantola, Modena): comunità macrozoobentonica e considerazioni ecologiche*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **145**, pp. 109-128.
- ANSALONI I., RUOCCO M., SALA L., 2015 – *Nuova stazione di Utricularia sp. (Lentibulariaceae) per il Modenese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **146**, pp. 199-205.
- ANSALONI I., BENASSI A., MANZIERI A.M., RUOCCO M., SALA L., TINTORRI A., 2015 – *Il Lago della Ninfa (Appennino modenese): comunità macro-zoobentonica, fauna vertebrata e considerazioni ecologiche*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **146**, pp. 249-262.
- MAREGGINI G., ANSALONI I., BARALDI P., SALA L., 2015 – *Indagine multidisciplinare sul codice "It. 1005 = a.R.9.24 – Raccolta di animali per lo più volatili miniati" della Biblioteca Estense Universitaria di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **146**, pp. 375-393.
- SALA L., BAKKALI TAHIRI M., 2016 – *Gli Anfibi italiani nelle collezioni del Dipartimento di Scienze della Vita e del Museo di Zoologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **147**, pp. 297-308.
- ANSALONI I., RUOCCO M., SALA L., BENASSI A., 2017 – *Segnalazioni floristiche per la provincia di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **148**, pp. 207-215.
- BENASSI A., RUOCCO M., SALA L., ANSALONI I., 2020 – *The Sassomassiccio Pond (Pavullo nel Frignano, Italy): wildlife surveys and ecological considerations*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **151**, pp. 153-165.



Relazione sulle attività svolte dalla Società nel 2022

Nel 2022 la Società dei Naturalisti e Matematici di Modena APS ha iniziato la transizione verso una nuova normalità in seguito alla graduale rimozione delle restrizioni dovute alla pandemia Covid-19. Dal mese di ottobre 2022 è stato possibile, per la prima volta dopo gennaio 2020, riunire di nuovo il Consiglio Direttivo in presenza nella sede di Via Vivaldi.

Per quanto riguarda le attività sponsorizzate dalla nostra Società, la prima di quest'anno è stata il BIOMeeting 2022 tenutasi a Modena l'8 aprile 2022, con assegnazione a ciascuno dei sei giovani vincitori di un anno di associazione gratuita alla SNMM e gadget della Società.

Inoltre, anche quest'anno è stato concesso il patrocinio gratuito alla Summer School "Piante officinali in Appennino: coltivazione, raccolta e prime pratiche di trasformazione", organizzata nell'ambito di ALFONSA (ALta FORMazione e iNnovazione per lo Sviluppo sostenibile dell'Appennino), e tenutasi dal 26 agosto al 2 settembre 2022 a cura della socia Stefania Benvenuti.

A conclusione del progetto di Public Engagement del nostro socio Roberto Guidetti "Attività hands-on di didattica laboratoriale sulla biodiversità: i tardigradi, gli animali più resistenti della Terra", abbiamo provveduto ad inserire sul canale YouTube della SNMM un video-tutorial dal titolo "Osservare i tardigradi – guida rapida".

Il sito web della Società (<https://www.socnatmatmo.unimore.it/it/about/>) è stato completamente ridisegnato ed aggiornato durante il 2022, per renderlo più accattivante e completo rispettando tutte le più moderne linee-guida per questo tipo di siti.

Nel 2022 è stato anche prodotto e distribuito il libretto che raccoglie le migliori fotografie del concorso "Tracce del passato a Modena", riguardante i fossili nelle pietre di rivestimento di edifici, pavimentazioni e monumenti della città. Contemporaneamente, si è dato il via alla seconda edizione del concorso fotografico, denominato "Giganti verdi a Modena", con tema gli alberi presenti in città; ancora una volta è stata preziosa la collaborazione con il Comune di Modena e con la Fondazione Modena Arti Visive (FMAV).

Infine, si è dato il via alla prima edizione del Premio di Laurea, rivolto ai/alle laureati/e dei Corsi di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche (Classe LM/54) o in Biologia Sperimentale e Applicata (Classe LM/6), e dei Corsi di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Farmacia o Chimica e Tecnologie Farmaceutiche (Classe LM/13) dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Il concorso ha avuto un ottimo riscontro di partecipazione, con undici tesi proposte.

Durante l'anno 2022 poi, si è continuata la lunga e complessa procedura per entrare nel registro RUNTS, con alcuni adempimenti da terminare nei primi giorni del 2023 per la definitiva approvazione.

Nelle consuete Assemblee generali di maggio e dicembre sono stati seguiti ed apprezzati dai Soci intervenuti i seminari “La figura e l’opera di Paolo Ruffini” tenuto dalla Prof.ssa Franca Cattelani (27/05/2022) e “Palinologia dall’analisi d’immagine ai big data: l’evoluzione di una scienza” tenuto dalla Prof.ssa Anna Maria Mercuri (16/12/2022).



RENDICONTO ECONOMICO E FINANZIARIO

Aggiornato al 31 dicembre 2022

<i>Rendiconto Economico e Finanziario anno 2022</i>	
ENTRATE (€)	
Residuo conto corrente bancario 2021	72.773,94 €
Residuo contante 2021	270,46 €
Quote sociali	2.104,42 €
Erogazioni liberali	145,00 €
Interessi da patrimonio	61,58 €
Convenzione Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	20.000,00 €
Totale	95.355,40 €

<i>Rendiconto Economico e Finanziario anno 2022</i>	
USCITE (€)	
Iscrizioni Ordine dei Giornalisti, USPI, USCM, CNA	703,00 €
Spese postali	25,53 €
Software	73,00 €
Sito web	4.013,80 €
Spese conto corrente bancario	123,45 €
Imposte di bollo	160,70 €
Spese tipografiche	7.636,20 €
Assicurazioni	802,00 €
Attività sociali, premi e sovvenzioni	1.110,00 €
Pubblicità	129,78 €
Totale	14.647,68 €

RIEPILOGO GENERALE:**Entrate nell'anno 2022 = € 2209,13****Uscite nell'anno 2022 = € 30.867,40****Avanzo d'esercizio = € 27.606,54****Residuo c/c b. BPER = € 99.886,01****Residuo contante = € 764,93**

BILANCIO DI PREVISIONE PER L'ANNO 2023

ENTRATE (€)	
Avanzo di gestione	€ 1000,00
Contributi per attività sociali	€ 950,00
Quote sociali	€ 3000,00
Interessi da patrimonio	€ 50,00
Convenzione UNIMORE	€ 20.000,00
Totale	€ 25.000,00

USCITE (€)	
Iscrizione Ordine dei Giornalisti, USPI, USCM	€ 1000,00
Spese postali: invio lettere per Assemblee, invio volumi Atti a Soci e a Corrispondenti	€ 500,00
Cancelleria e materiale tecnico	€ 500,00
Assicurazione	€ 1000,00
Spese bancarie	€ 800,00
Attività sociali	€ 1000,00
Iniziative culturali	€ 2000,00
Stampa volume "Atti" n. 154/2023	€ 6000,00
Spese di gestione	€ 100,00
Affitto locali dell'Università	€ 11.000,00
Software	€ 100,00
Consulenze	€ 1000,00
Totale	€ 25.000,00



Elenco Soci anno 2023

1981. ACCORSI Prof.ssa Carla Alberta, via Marco Emilio Lepido 66/2, 40132 Bologna
1963. ALBASINI Prof. Albano, lungadige Matteotti 15, 37126 Verona
2012. ALTIERO Prof.ssa Tiziana, Dip. di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Allegri 9, 42121 Reggio Emilia
2005. ANGELONE Sig. Giovanni, Dip. di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/a, 41125 Modena
1988. ANSALONI Prof. Ivano, via Cantone 75, 41015 Nonantola (MO)
2013. ARACRI Dott.ssa Raffaella via Caleri 30, 42124 Reggio Emilia
2018. AVINO Dott.ssa Giulia, via Fermi 41, 41124 Modena
1994. BACCHILEGA Sig.ra Diana, via Segantini 60, 41124 Modena
2009. BALOCCHI Dott. Paolo, via Maria Regina Pedena Nord 43, 41123 Modena
1968. BARALDI Dott. Fulvio, via F.lli Bandiera 33, 46100 Mantova
1970. BARALDI Prof. Pietro, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2007. BARBARINI Prof.ssa Elisetta, via Emilia Est 133, 41121 Modena
1997. BARBIERI Dott.ssa Giovanna, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
2016. BARBIERI Prof.ssa Rosella, via Bonesi 1, 41058 Vignola (MO)
1974. BAROZZI Dott. Giancarlo, via dell'Olivo 29, 41012 Fossoli di Carpi (MO)
1990. BASCHIERI Sig. Leonardo, via Boccaletti 15, 41012 Carpi (MO)
2000. BATTISTUZZI Dott. Gianantonio, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2018. BAZZANI Prof. Steven, via Cattani 573, 41052 Guiglia (MO)
1976. BELLEI Dott.ssa Silvia, via Marzabotto 116, 41125 Modena
1974. BELLESIA Prof. Franco, viale Reiter 61, 41121 Modena
2008. BELLINI Dott.ssa Alessia, via del Perugino 65, 41125 Modena
2020. BENASSI Sig. Andrea, via Viappiani 21, 42014 Castellarano (RE)
2011. BENASSI Dott.ssa Silvia, via Rossini 210, 41121 Modena
2016. BENVENUTI Prof.ssa Raffaella, strada Saliceto Panaro 211, 41122 Modena
1986. BENVENUTI Prof.ssa Stefania, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1983. BERTACCHINI Dott.ssa Milena, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2001. BERTELLI Dott. Davide, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1996. BERTOLANI Prof. Roberto, via Corassori 83, 41043 Formigine (MO)
1993. BETTELLI Prof. Giuseppe, via Monviso 79, 41122 Modena

2009. BIANCHI Dott. Mario, via Baraldi 51, 41124 Modena
2005. BIBLIOTECA SCIENTIFICA INTERDIPARTIMENTALE (BSI), Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/c, 41125 Modena
2009. BISANTI Dott. Matteo, via Monte Grappa 50, 41121 Modena
2019. BISI GUICCIARDI Sig.ra Annamaria, via Sgarzeria 1, 41121 Modena
1994. BONACCORSI Dott. Primo, via Risorgimento 23, 41040 Spezzano (MO)
1990. BONATTI Prof.ssa Piera, viale Verdi 106, 41121 Modena
2018. BORTOLAMASI Ing. Marco, via Bonzagni 47, 41124 Modena
1998. BOSI Prof.ssa Giovanna, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
2023. BRAGA Dott. Lorenzo, via Roncolelà 48, 46032 Castelbelforte (MN)
2018. BRAGA Dott.ssa Valentina, via Mantova 1/B, 46045 Marmirolo (MN)
2009. BRANDOLI Dott.ssa Maria Teresa, via degli Schiocchi 71, 41125 Modena
2017. BRIGHENTI Dott.ssa Virginia, strada Cavazza 7, 41122 Modena
2001. BULDRINI Dott. Fabrizio, via Piero della Francesca 71/1, 41124 Modena
2015. BULDRINI Sig. Federico, via Piero della Francesca 71/1, 41124 Modena
1997. BURANI Dott. Aldo, via Nardi 8, 41121 Modena
2013. CABRINI Sig. Gianni, via Carrobbio 28, 42019 Arceto (RE)
1998. C.A.I. – Sez. di Modena, via IV Novembre 40/c, 41123 Modena
1996. CALANDRA Prof. Sebastiano, Dip. di Scienze Biomediche – Sez. Patologia Generale, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 287, 41125 Modena
2012. CALVI Dott.ssa Federica, via Matteotti 297/F, 41017 Ravarino (MO)
1975. CAMPI Dott.ssa Luisa, corso Adriano 9, 41121 Modena
2016. CAMURRI Dott.ssa Maria Teresa, viale Buon Pastore 126, 41124 Modena
1973. CARDACI Dott. Giuseppe, via San Lazzaro 1/A, 46100 Mantova
2005. CASELLI Prof.ssa Monica, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1980. CASTALDINI Prof. Dorianò, via Caretti 39, 44123 Ferrara
1989. CATTELANI Prof.ssa Franca, strada Castelnuovo Rangone 230, 41126 Modena
2000. CAVEDONI Sig.ra Franca, via Allegretti 43, 41125 Modena
1967. CECCHI Prof. Rodolfo, rua Muro 88, 41121 Modena
2020. CERVI Dott. Federico, via Maccagnano 170, 42122 Reggio Emilia
1973. CERVI Arch. Giuliano, via Frank 11/a, 42122 Reggio Emilia
1967. CHIESSI Dott. Eugenio, via Togliatti 52, 42122 Reggio Emilia
1993. CHINCA Prof.ssa Gabriella, via Polo 19, 41050 Montale Rangone (MO)
1959. CIGARINI BERTOCCHI Dott.ssa Tiziana, via Gaddi 40, 41124 Modena
2013. CIRCOLO DEGLI ARTISTI, via Castel Maraldo 19/C, 41121 Modena
2016. CLÒ Sig.ra Eleonora, via Tincani e Martelli 76, 41126 Modena
1973. COLTELLACCI Sig. Marco Maria, corso Cavour 46, 41121 Modena

2011. CONZO Dott. Francesco, strada Panni 184/5, 41125 Modena
1973. COPPI Prof. Gilberto, via Allegretti 43, 41125 Modena
2002. COPPI Sig.ra Lucia, via Gadaldino 3, 41124 Modena
2000. CORATZA Prof.ssa Paola, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1967. CORRADINI Prof. Domenico, piazza Martiri 36, 41049 Sassuolo (MO)
2009. CORRADINI Prof.ssa Elena, Dip. di Ingegneria "Enzo Ferrari" – Università di Modena e Reggio Emilia, strada Vignolese 905, 41125 Modena
1990. CORSINOTTI Sig. Paolo, via Franklin 52, 41124 Modena
1987. COSTANTINO Prof. Luca, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1990. COSTI Dott.ssa Maria Paola, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2003. CRAMAROSSA Prof.ssa Maria Rita, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2006. CUOGHI Prof. Gian Luca, via Nadi 5, 41043 Formigine (MO)
2013. CUOGHI Dott. Ivan, via Peretti 21, 41125 Modena
1990. DALLAI Prof. Daniele, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
2001. DAL ZOTTO Dott. Matteo, via Bellini 58, 41121 Modena
2013. DAVID Sig.ra Paola, via Carrobbio 28, 42019 Arceto (RE)
2019. DAWKINS Prof. Richard, 14 Bradmore rd, Oxford OX2 6QP (Regno Unito)
2019. DE ANGELIS EVANS Sig.ra Liliana, via Nuova 739, 41017 Ravarino (MO)
2018. DELLA SETA Dott.ssa Adriana, via Dalla Chiesa 19, 42122 Reggio Emilia
1981. DEL PENNINO Prof. Umberto, Dip. di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/a, 41125 Modena
2013. DE ROBERTIS Sig.ra Liuba, via Scanaroli 34/1, 41124 Modena
1997. DINI Prof.ssa Paola, via Venturi 13, 41124 Modena
1997. DOMENICHINI Sig. Alberto, via Carmelitane Scalze 7, 41121 Modena
2023. ELEUTERI Prof.ssa Michela, via delle Badesse 9, 29014 Castell'Arquato (PC)
2017. FERRARI Dott. Massimiliano, via Viterbo 31, 41043 Formigine (MO)
1974. FERRARI Dott. Massimo, viale Gramsci 285, 41122 Modena
1994. FERRARI Sig.ra Monica, via Borsara 11, 41030 Bastiglia (MO)
2008. FERRARI Dott.ssa Patrizia, largo Nobel 145, 41126 Modena
2017. FERRARI Dr.ssa Stefania, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2016. FERRETTI Prof.ssa Annalisa, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche,

- Università di Modena e Reggio Emilia,
via Campi 103, 41125 Modena
1996. FERRI Dott. Mauro, via San Remo
140, 41125 Modena
1990. FIANDRI Dott. Filiberto, via
Giardini 10, 41124 Modena
1997. FIORI Prof.ssa Carla, via Agnini
135, 41124 Modena
1986. FIORONI Prof.ssa Chiara, Dip.
di Scienze Chimiche e Geologiche,
Università di Modena e Reggio Emilia,
via Campi 103, 41125 Modena
2009. FLORENZANO Prof.ssa Assunta,
viale Monastero 141, 85040 Rivello (PZ)
2022. FOGGIA Dott. Francesco, via Curie
1/4, 87041 Acri (CS)
2016. FORNACIARI Dott.ssa Beatrice,
via Nervi 52, 41125 Modena
2009. FORTI Prof. Luca, Dip. di Scienze
Chimiche e Geologiche, Università di
Modena e Reggio Emilia, via Campi
103, 41125 Modena
2023. FRANCHINI Prof.ssa Antonella,
via del Pozzo 180, 41124 Modena
2009. FRANCHINI Dott.ssa Silvia,
Dip. di Scienze della Vita – Farmacia,
Università di Modena e Reggio Emilia,
via Campi 103, 41125 Modena
1976. FRANCHINI Prof. Walter, via Costa
51, 41027 Pievepelago (MO)
1974. FRATELLO Prof. Bernardo, viale
Vittorio Veneto 59, 41121 Modena
2016. FURIA Sig.ra Elisa, via San Pietro
31, 37067 Valeggio sul Mincio (VR)
2001. GALLI Dott.ssa Elisabetta, Dip.
di Scienze Ginecologiche Ostetriche,
Pediatrie – Sez. di Pediatria,
Università di Modena e Reggio Emilia
1983. GALLI Prof. Maurizio, viale Vittorio
Veneto 290, 41058 Vignola (MO)
1998. GANASSI Dott.ssa Sonia, via
Oristano 43, 41125 Modena
1998. GASPARINI Dott.ssa Elisabetta, via
Bulgarelli 33, 41012 Carpi (MO)
2010. GHINOI Dott. Alessandro, via
Cortina d'Ampezzo 17, 41125 Modena
1976. GIUSTI Dott. Arrigo, via Cesari 18,
42019 Scandiano (RE)
1974. GNOLI Prof. Maurizio, via Togliatti
16, 41043 Casinalbo (MO)
2004. GOVI Rag. Renato, via Lagrange
10, 41126 Modena
1992. GRAZIOSI Prof. Gianni, via
Foscolo 136, 41058 Vignola (MO)
2006. GRUPPO MODENESE SCIENZE
NATURALI, strada Morane 361, 41125
Modena
1996. GRUPPO NATURALISTICO MO-
DENESE c/o Polisportiva San Faustino,
via Wiligelmo 72, 41124 Modena
2009. GUERZONI Prof. Pietro, via Soliani
19, 41121 Modena
2004. GUIDETTI Prof. Roberto, Dip.
Scienze della Vita, Università di
Modena e Reggio Emilia, via Campi
213/D, 41125 Modena
2020. IANNICIELLO Dott. Riccardo,
piazza Prada 15, 38057 Madrano di
Pergine Val Sugana (TN)
1990. IANNUCELLI Prof.ssa Valentina,
Dip. di Scienze della Vita – Farmacia,
Università di Modena e Reggio Emilia,
via Campi 103, 41125 Modena
1993. IMPERIALE Dott. Aldo, via Della
Cella 89, 41124 Modena
2008. INVERNIZZI Prof. Sergio, loc.
Padriciano 282, 34149 Basovizza (TS)
2019. LANCELLOTTI Dott.ssa Rosalinda,
piazza Roma 37, 41121 Modena

1997. LEO Prof.ssa Eliana Grazia, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2023. LIBERTINI Dott.ssa Emanuela, via Ramazzini 15, 41121 Modena
1996. LODESANI Sig. Umberto, via Tasso 57, 41049 Sassuolo (MO)
1998. LOMBROSO Dott. Luca, Dip. di Ingegneria “Enzo Ferrari” – Osservatorio Geofisico, Università di Modena e Reggio Emilia, strada Vignolese 905, 41125 Modena
2010. LORICI Dott. Gianni, via Falloppia 42, 41124 Modena
2009. LOSI Sig. Franco, via Etna 17, 41012 Carpi (MO)
2001. LUGLI Prof. Mario Umberto, rua Muro 88, 41121 Modena
2018. LUGLI Prof.ssa Maurizia, viale Carducci 117, 41012 Carpi (MO)
2011. LUGLI Prof. Stefano, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2006. LUPPOLINI Dott. Alex, via Villa Inferiore 83, 46029 Suzzara (MN)
2001. LUZZARA Dott. Mirko, via Mondovì 127, 41125 Modena
2004. MAFFETTONE Dott. Luigi, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
2007. MALMUSI Sig. Mauro, via Albareto 222/8, 41122 Albareto (MO)
2023. MANDRIOLI Prof. Mauro, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2016. MANFREDI Prof.ssa Giovanna, via Guagnellina 1/A, 41037 Mirandola (MO)
1996. MANICARDI Prof. Gian Carlo, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2002. MANTOVANI Sig.ra Gabriella, via Biondo 2, 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
2018. MARAN Sig. Giovanni, via Giordano 36, 44042 Cento (FE)
2013. MARETTI Dott.ssa Eleonora, strada statale Cisa 59, 46047 Porto Mantovano (MN)
2011. MARGHERITA Dott. Lucio, 195 bv. Malesherbes, 75017 Parigi (Francia)
1970. MARI Prof.ssa Marisa, via Sauro 35, 41121 Modena
2017. MARTINELLI Dott. Giovanni, via Berengario 5, 41121 Modena
1993. MAZZANTI Prof.ssa Marta, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
1964. MELEGARI Prof. Michele, via Curie 8, 41126 Modena
1997. MELETTI Dott. Eros, via Monari 12/1, 41122 Modena
1990. MERCURI Prof.ssa Anna Maria, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
1993. MOLA Prof.ssa Lucrezia, Via Newton 25, 41126 Modena
2012. MONTECCHI Dott.ssa Maria Chiara, viale Corassori 52, 41124 Modena
1998. MONTORSI Sig.ra Elisabetta, via Chiesa 19/13, 41050 Montale Rangone (MO)

2016. MORSELLI Prof. Ivano, via San Giovanni 46, 41057 Spilamberto (MO)
1990. MURANO Dott. Gennaro, stradello del Fiume 5, 41123 Modena
1928. MUSEI CIVICI DI REGGIO EMILIA, via Spallanzani 1, 42121 Reggio Emilia
2011. NERI Dott. Mirco, via Pellegrini 2/20, 41058 Vignola (MO)
1974. NORA Dott. Eriuccio, via Anzio 70, 41125 Modena
2000. OTTAVIANI Prof. Giampiero, via Segantini 60, 41124 Modena
2012. PADOVANI Dott.ssa Veronica, piazza Roma 37, 41121 Modena
1977. PALMIERI Dott. Daniele, via Canaletto 35, 41030 San Prospero (MO)
2018. PALMIERI Dott. Marco, via Ferrari 1, 40056 Valsamoggia (BO)
1982. PANINI Prof. Filippo, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1967. PANIZZA Prof. Mario, via Taglio 24, 41121 Modena
2016. PAOLINO Dott.ssa Rossella, via Bontempelli 259, 41058 Vignola (MO)
2000. PAPAZZONI Prof. Cesare Andrea, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2007. PARADISI Sig.ra Carmen, via Bonaccini 24, 41052 Campogalliano (MO)
1976. PARENTI Prof. Carlo, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1994. PASUTO Dott. Alessandro, IRPI – CNR, corso Stati Uniti 4, 35127 Padova
2008. PEDERZANI Sig. Fernando, via Landoni 35, 48121 Ravenna
1995. PEDERZOLI Prof.ssa Aurora, via Franklin 52, 41124 Modena
1963. PELLACANI Prof. Giancarlo, via Emilia 231, 41121 Modena
2004. PELLATI Prof.ssa Federica, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1976. PLESSI Prof.ssa Maria, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1997. PO BIANCANI Prof.ssa Maria Letizia, via Giardini 250, 41124 Modena
1993. PO Dott.ssa Marilena, viale Muratori 137, 41121 Modena
1993. PREITE Dott. Francesco, via Moscati 10, 41049 Sassuolo (MO)
1996. PREVEDELLI Prof.ssa Daniela, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2015. PULINI Dott.ssa Ilaria, Museo Civico Archeologico Etnologico, viale Vittorio Veneto 5, 41124 Modena
2001. QUATTROCCHI Dott. Salvatore, via Pelloni 91, 41125 Modena
1993. RAIMONDI Dott. Claudio, via Indipendenza 95, 41049 Sassuolo (MO)
2009. RATTIGHIERI Dott.ssa Eleonora, via Motta 140, 41012 Carpi (MO)
1996. REBECCHI Prof.ssa Lorena, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena

2004. REGGIANI Dott. Alberto, via Maestra Rubbiara 1, 41015 Nonantola (MO)
1967. RINALDI Prof.ssa Marcella, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2012. RINALDI Dott.ssa Rossella, via San Faustino 155/4, 41125 Modena
2005. RONCHI Dott. Stefano, via Mosca 142, 41043 Formigine (MO)
2018. RONDELLI Dott. Riccardo, via Giorgi 73, 41124 Modena
2023. ROSSI Dott. Andrea, via Scanaroli 56/2, 41124 Modena
1983. ROSSI Dott. Giuliano, vicolo di Mezzo 17, 46100 Mantova
2010. ROSSI Sig. Giuseppe, via Lulli 91, 41125 Modena
1996. ROTTEGLIA Prof. Antonio, via Mantegna 133, 41125 Modena
1993. SABATINI Prof.ssa Maria Agnese, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2013. SACCHETTI Dott.ssa Francesca, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2010. SALTINI Dott. Alessandro, corso Adriano 9, 41121 Modena
1993. SANTI Prof. Luigi, via Matteotti 3, 41058 Vignola (MO)
1997. SANTINI Dott. Claudio, via Sant’Orsola 7, 41121 Modena
2023. SAPONI Dott. Francesco, via Radici Nord 38/G, 42014 Castellarano (RE)
2011. SAVIOZZI Sig. Enrico, via Galletta 50, 40068 San Lazzaro (BO)
2023. SCALMATI Dott. Livio Ermanno, via Alighieri 9, 41014 Castelvetro (MO)
2018. SCOZZOLI Dott. Maurizio, via Cadore 52, 47122 Forlì
2010. SELMI Sig. Enrico, via Nenni 16, 41125 Modena
2017. SERAFINI Dott. Giovanni, via Coppi 23, 41125 Modena
1975. SERAFINI Rag. Pier Luigi, via Monte Rondinara 37, 41029 Roncoscaglia (MO)
1981. SERGI Sig. Santo, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1959. SERPAGLI Prof. Enrico, viale Monteverdi 67/B, 41049 Sassuolo (MO)
2002. SERVENTI Dott. Paolo, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2007. SETTI Dott.ssa Sara, via Villa Inferiore 83, 46029 Suzzara (MN)
1993. SGARBI Prof.ssa Elisabetta, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2007. SILINGARDI Sig. Giancarlo, via Luosi 156, 41124 Modena
2006. SIMONCELLI Dott.ssa Antinisca, via Mantegna 44, 46010 Eremo di Curtatone (MN)
1996. SIMONINI Sig. Fausto, via Tavoni 13/1, 41058 Vignola (MO)
1997. SIMONINI Prof. Roberto, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
2005. SITTA Dott. Nicola Giovanni, loc. Farnè 39, 40042 Lizzano in Belvedere (BO)
1997. SOCIETÀ REGGIANADISCIENZE NATURALI “C. IACCHETTI”, c/o

- Maurizio Scacchetti, via Tosti 1, 42124 Reggio Emilia
1987. SOLDATI Prof. Mauro, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2013. SQUADRINI Dott.ssa Giulia, Sistema Bibliotecario di Ateneo, Area Scientifico-Naturalistica, via Campi 213/C, 41125 Modena
1970. TADDEI Prof. Ferdinando, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1997. TAGLIATI Rag. Tosca, via del Casone 8, 41010 Magreta (MO)
2003. TAIT Prof.ssa Annalisa, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1996. TARUGI Dott.ssa Patrizia, Dip. di Scienze Biomediche – Sez. Patologia Generale, Università di Modena e Reggio Emilia
2000. TASSI Prof. Lorenzo, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2002. TAVERNI Dott.ssa Ivana, via Scanaroli 34/1, 41124 Modena
2016. TEREZIANI Sig.ra Rita, via Speri 12, 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
1992. TERMANINI Ing. Dezio, via Monteverdi 12, 41049 Sassuolo (MO)
2018. TINCANI Dott.ssa Patrizia, via Case Comastri, 42030 Villa Minozzo (RE)
2005. TIOZZO Prof.ssa Roberta, Dip. di Scienze Biomediche, Università di Modena e Reggio Emilia
2017. TONDI Prof.ssa Donatella, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
1997. TORRI Dott.ssa Paola, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
1981. TOSATTI Prof. Giovanni, via Nervi 78, 41125 Modena
1990. TREVISAN Dott.ssa Giuliana, via Giardini 378, 41124 Modena
1972. VAMPA Prof.ssa Gabriella, via Curie 8, 41126 Modena
1991. VANDELLI Prof.ssa Maria Angela, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2019. VAN TONGEREN Dott. Elia, via Modenese Sud 16, 41037 Mirandola (MO)
2000. VECCHI Dott. Fabrizio, via Isonzo 270, 41028 Serramazzoni (MO)
2009. VENTURELLI Dott. Alberto, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
2023. VINCENZI Joel, via Rigon 1, 41012 Carpi (MO)
2007. VIOTTI Dott.ssa Giulia, via Boito 48, 41121 Modena
1975. VISCO Sig. Luigi, strada Vignolese 1071/1, 41126 Modena
2013. YATSUKOVICH Ing. Tatyana, via Giovanni XXIII 25, 42046 Reggiolo (RE)
1996. ZANNINI Prof. Paolo, Via Vincenzi 19, 41124 Modena



Indice

Luca Lombroso, Sofia Costanzini, Francesca Despini, Sergio Teggi <i>Annuario 2022 dell'Osservatorio Geofisico di Modena</i>	pag. 5
Fulvio Baraldi <i>Il Monte Medolano, un relitto morenico isolato nella piana fluvioglaciale mantovana</i>	pag. 33
Gian Paolo Sighinolfi, Giovanni Tosatti <i>Man and the fall of stones from the sky – the Gursum and Jolomba meteorites (Africa)</i>	pag. 53
Riccardo Rondelli <i>Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Sassoguidano) presso Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)</i>	pag. 65
Riccardo Rondelli <i>Paleoecologia della Formazione di Pantano (Membro di Montecuccolo) tra Appennino modenese e bolognese</i>	pag. 89
Fulvio Baraldi <i>Resti fossili di grandi bovidi e cervidi estinti rinvenuti nel Mantovano</i>	pag. 123
Riccardo Rondelli, Davide Battilani <i>Il genere Gregoryaster nel Langhiano dell'Appennino emiliano</i>	pag. 141
Francesco Foggia, Gian Paolo Sighinolfi, Giovanni Tosatti <i>Preliminary remarks on ceramic finds from the IV-II century BCE recovered at the Serravuda site (Acri, Calabria, Italy)</i>	pag. 157
Claudio Santini, Fabrizio Buldrini, Enrico Selmi <i>Flora della Partecipanza Agraria di Nonantola (provincia di Modena)</i>	pag. 173

- Assunta Florenzano, Lorenzo Braga, Francesco Saponi,
Andrea Vaccari, Anna Maria Mercuri
*Land use legacy and forest landscape: the integration of
databases and archival data to investigate past events and
support future management strategies* pag. 235
- Marco Palmieri
Il genere Helix in Emilia-Romagna pag. 251
- Roberto Simonini, Marco Donnarumma
*Riscoperta di un campione storico di Amphinome rostrata
(Annelida) nelle collezioni del Museo di Zoologia e Anatomia
Comparata dell'Università di Modena e Reggio Emilia* pag. 259
- Sara Righi, Elisa Bergami, Roberto Simonini, Daniela Prevedelli
*Emergenze ambientali e "Citizen Science": come la
contaminazione da microplastiche viene percepita da studenti
UNIMORE* pag. 269
- Riccardo Ianniciello
*Alcune considerazioni sulla scomparsa dell'Uomo
di Neanderthal* pag. 289
- Mauro Mandrioli
*Tra progresso scientifico e censura: università e accademie
come censori nel Ducato di Modena nella prima metà
del XIX secolo* pag. 297
- Romano Guerra, Laura Guerra
Bernardino Ramazzini e i minatori dell'Emilia-Romagna pag. 317
- Gianni Graziosi
*Francesco Selmi (1817-1881): un chimico tra Risorgimento
e unità nazionale* pag. 343
- Maria Cristina Raimondi, Giovanni Tosatti
Il metodo metacognitivo nell'esperienza didattica pag. 371
- Ivano Ansaloni
Ricordo di LUIGI SALA pag. 385

Relazione sulle attività svolte dalla Società nel 2022	pag. 389
Rendiconto Economico e Finanziario	pag. 391
Bilancio di previsione per l'anno 2023	pag. 393
Elenco Soci anno 2023	pag. 395

I periodici posseduti dalla **Società dei Naturalisti e Matematici di Modena APS** sono presenti nel “*Catalogo automatizzato dell’Università di Modena e Reggio Emilia*” e in Internet all’indirizzo:

www.unimo.it/cisab/catalog.htm selezionando “**il catalogo dell’Università**”

e inoltre nel “*Catalogo Nazionale dei periodici delle scienze matematiche, fisiche, informatiche e tecnologiche*”, gestito dall’Università del Salento (Lecce) e consultabile all’indirizzo:

www.siba2.unile.it al “**CatalogoDSM**” o “**Catalogo Nazionale dei periodici delle Scienze Matematiche**”

Il posseduto della Società è indicato in corrispondenza della Sigla MO026 che è il codice C.N.R. assegnato alla nostra Biblioteca.

Per qualsiasi informazione o problema relativi a tali collegamenti è possibile rivolgersi a:
CISAB, Università di Modena e Reggio Emilia.

Istruzioni per gli Autori

I contributi scientifici devono essere inviati tramite posta elettronica all’indirizzo e-mail del Redattore: john.tosatti@gmail.com

L’accettazione degli articoli sarà subordinata al parere favorevole del Consiglio Direttivo e da parte dei Revisori scientifici che eventualmente proporranno all’Autore le opportune modifiche. La responsabilità scientifica dei contributi resta comunque a carico degli Autori. Le spese di stampa possono essere a parziale carico degli Autori o Enti Finanziatori; in casi particolari la rivista concederà la stampa gratuita del lavoro.

Manoscritti – I lavori presentati per la pubblicazione devono essere scritti in italiano o in inglese, inviati tramite posta elettronica in formato “.docx” originale e modificabile (sistema scrittura “Word” per Windows, scritto con carattere Times New Roman), accompagnati da accluse tabelle, tavole, foto e figure in b/n o a colori in formato “.jpg” (non usare “.pdf”, “PowerPoint” o altri formati). La risoluzione grafica delle immagini per la stampa dovrebbe essere di almeno 300 DPI. Soltanto i lavori dove compaiono molte formule matematiche o figure geometriche complesse possono essere inviati in formato “.pdf” (spazio utile pagina di pubblicazione: 12x18 cm). I testi e le figure restano di proprietà della rivista. Le *espressioni latine* e i *termini stranieri* devono essere scritti *in corsivo*. Non sono ammesse le sottolineature né l’inserimento di interruzioni di pagina o di sezione.

Modello prescritto

- **Autore:** in alto a sinistra; nome e cognome (corpo 14 pt. in grassetto, in maiuscolo solo le lettere iniziali). Il Dipartimento o Ente di appartenenza, completo di indirizzo, viene riportato come nota a piè pagina.

-
- **Titolo**: conciso; scritto in grassetto; in maiuscolo solo la lettera iniziale (corpo 18 pt.).
 - **Riassunto/Abstract**: in italiano e in inglese (corpo 10 pt.) senza andate a capo o citazioni.
 - **Parole chiave/Keywords**: massimo 6, in italiano e in inglese (corpo 10 pt.).
 - **Testo**: Le memorie di una certa lunghezza devono essere suddivise in capitoli (corpo 11 pt.).
 - **Paragrafo**: interlinea multipla = 1,15.

Le **Citazioni bibliografiche** vanno inserite nel testo tra parentesi, indicando il cognome dell'Autore/i e l'anno di pubblicazione (es. Neri & Verdi, 2018); nel caso in cui gli Autori siano più di due, al nome del primo seguirà l'abbreviazione in corsivo "*et al.*" (es. Bianchi *et al.*, 2019).

Le **Tabelle** (con righe e colonne verticali ridotte a quelle essenziali), **Figure**, **Fotografie**, esenti da *copyright*, devono essere numerate e complete di didascalie nella lingua del testo oppure sia in italiano sia in inglese. Si consiglia di indicare con chiarezza dove si desidera siano posizionate nel testo.

Nei limiti del possibile il Comitato di Redazione terrà conto dei desideri degli Autori.

- **Eventuali Ringraziamenti**.

- **Bibliografia**: limitata ai soli lavori citati nel testo e redatta in ordine alfabetico d'autore secondo il seguente schema (corpo 10 pt.):

ROSSI G. (in MAIUSCOLETTO), 2021 – *Titolo per esteso (in corsivo)*. In: D. Neri "Titolo del volume", pp. 321-336, Editore, Luogo di Edizione.

BIANCHI A., ROSSI G., VERDI T. (in MAIUSCOLETTO), 2018 – *Titolo della Monografia (in corsivo)*.

Nome della Rivista, Numero del volume (in **grassetto**), Numero pp., (Editore), Luogo di Edizione.

Esempio: ALESSI B., GIGLIOLI F.E., PARENTI M., 2016 – *I tunnel di lava della Valle del Bove (CT)*. *Geologica Romana*, **49**, pp. 127-146, Roma.

ATTI DELLA SOCIETÀ DEI NATURALISTI
E MATEMATICI DI MODENA
Finito di stampare nel mese di ottobre 2023
presso Eurocopia - Modena - Italia