

ATTI

DELLA

SOCIETÀ DEI NATURALISTI E MATEMATICI DI MODENA



Vol. CLII

2021

Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena 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 (2020-2022)

Presidente: Prof. Cesare Andrea Papazzoni

Consiglieri: Prof.ssa Tiziana Altiero, Prof.ssa Stefania Benvenuti, Dott. Fabrizio Buldrini, Prof.ssa Carla Fiori, Dott.ssa Veronica Padovani, Prof. Paolo Zannini.

Revisori dei Conti: Prof. Ivano Ansaloni, Prof.ssa Federica Calvi, Prof. Gilberto Coppi;
membro supplente: Prof. Giampiero Ottaviani.

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: Prof. Claudio Tellini (già Università di Parma), 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 (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

Via Università 4, 41121 MODENA

Biblioteca: Via A. Vivaldi 70, 41125 MODENA

Codice Fiscale: 80016770366

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



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

Annuario 2020 dell'Osservatorio Geofisico di Modena: le osservazioni continuano e l'Osservatorio è nominato *Centennial Observing Station* WMO

Riassunto

In questo articolo è presentato, come da tradizione centenaria, l'annuario delle osservazioni meteorologiche effettuate presso l'Osservatorio Geofisico di Piazza Roma a Modena, struttura facente parte del Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari (DIEF) dell'Università di Modena e Reggio Emilia e situato nel torrione di levante del Palazzo Ducale. La sfortuna, ci viene spontaneo pensare, sembra abatterci ancora una volta sul nostro Osservatorio, di recente restaurato e riaperto al pubblico. Nel 2020 la pandemia globale, dovuta al nuovo coronavirus SAR-COV2, ha condizionato la vita e il lavoro di tutti, in Italia e nel mondo. In Italia in particolare fra il mese di marzo e aprile 2020 il Governo ha adottato provvedimenti di contenimento della pandemia con sospensione delle lezioni universitarie e riduzione all'essenziale delle attività lavorative. Ancora una volta, e con orgoglio da parte degli autori nonché staff operativo dell'Osservatorio, possiamo annunciare che anche in questo evento storico, come avvenuto in altre situazioni difficili o critiche del passato, le osservazioni sono proseguite senza interruzione. Nel 2020 dunque le osservazioni strumentali sono state eseguite regolarmente e senza interruzioni, così come avviene dalla fondazione dell'Osservatorio che, ricordiamo, avvenne formalmente il 26 gennaio 1826. Nella pubblicazione dell'anno 2020 presentiamo il consueto riepilogo annuale dei valori medi, totali ed estremi dei principali parametri meteo, i grafici con gli andamenti annuali e mensili di alcuni parametri confrontati con i valori medi climatologici e le tabelle con i dati giornalieri. Sono inoltre a disposizione di chi necessita dati particolari, degli appassionati e dei curiosi di meteorologia le tabelle con "I più e i meno del 2020", ovvero i valori medi ed estremi di tutti i parametri rilevati in Osservatorio e nelle stazioni "Campus DIEF" posta nell'area del Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" e "Reggio Emilia", che si trova presso il Campus San Lazzaro a Reggio Emilia. La presentazione dei dati è accompagnata da una breve analisi meteo-climatologica facendo riferimento al periodo di 30 anni più recente, il 1981-2010. Nel 2020 la temperatura media annua è risultata di 16,1 °C. Il 2020 risulta di conseguenza il terzo anno più caldo dell'intera serie storica. L'anomalia positiva rispetto al periodo 1981-2010 risulta di +1,8 °C. Le precipitazioni totali nel 2020 ammontano a 741,4 mm. Le precipitazioni annue risultano superiori del 12,2% al valore climatologico 1981-2010 (660,7 mm). Vengono infine pubblicati alcuni dati raccolti dalla stazione meteorologica situata presso la Riserva Karen Mogensen, che si trova in Costa Rica, nella

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

Penisola di Nicoya, nel settore pacifico. Un'importante novità, giunta ufficialmente a novembre 2020, è stata la nomina, da parte dell'Organizzazione Mondiale di Meteorologia (WMO) a "Osservatorio Meteorologico Centenario" per il nostro osservatorio. Infine, vogliamo con questo articolo ricordare la figura del Prof. Renato Santangelo, Direttore dell'Osservatorio Geofisico dal 1984 al 1995 e quindi coordinatore scientifico fino al pensionamento. Il Prof. Santangelo, artefice del rilancio dell'Osservatorio negli anni 1980, è scomparso il 29 dicembre 2020.

Abstract

Yearly Report of 2020 at the Geophysical Observatory of Modena. The Observatory has been awarded WMO Centennial Observing Station. This article illustrates the yearbook of meteorological observations carried out at the Geophysical Observatory of Piazza Roma in Modena, a structure belonging to the Engineering Department of Modena and Reggio Emilia University, which is located in the eastern tower of the Dukes' Palace. In 2020, bad luck hit our Observatory, which had been recently restored and reopened to the public. Due to the global pandemic of the SAR-COV2 coronavirus, between March and April 2020 the Government adopted measures to contain the pandemic with the suspension of university lessons and the reduction of scientific activities. Nevertheless, observations continued without interruption, as happened in other difficult or critical situations of the past. In 2020, therefore, the instrumental observations were carried out regularly, as always since the foundation of the Observatory, which took place on 26 January 1826. In the 2020 report, we present the usual annual summary of the mean, total and extreme values of the main weather parameters, the graphs with the annual and monthly trends of some parameters, compared with the average climate values, and the tables with the daily data. The tables with "The plus and minus of 2020" are also available for those who need special data and meteorology enthusiasts. These tables show the mean and extreme values of all the parameters measured at the "Campus DIEF" Observatory station (Engineering Department) and at the "Reggio Emilia" station (located at San Lazzaro Campus in Reggio Emilia). The presentation of the data is accompanied by a brief meteo-climatological analysis referring to the most recent 30-year period of 1981-2010. In 2020, the average annual temperature was 16.1 °C. 2020 is consequently the third hottest year of the entire historical series. The positive anomaly compared to the 1981-2010 period is +1.8 °C. Total rainfall in 2020 amounted to 741.4 mm. Annual rainfall is 12.2% higher than the 1981-2010 climatological value (660.7 mm). In addition, some data collected at the meteorological station located at Karen Mogensen Reserve in Pacific Costa Rica are here published. In November 2020, our Observatory was awarded "Long-Term Climate Observing Station" by the World Meteorological Organization (WMO). Finally, we wish to remember Professor Renato Santangelo, late Director of the Geophysical Observatory from 1984 to 1995 and scientific coordinator until his retirement, who passed away on 29 December 2020.

Parole chiave: meteorologia, climatologia, ambiente, Modena

Keywords: meteorology, climatology, environment, Modena, Italy

1. Introduzione

L'Osservatorio Geofisico ha la sua sede storica presso il torrione di levante del Palazzo Ducale di Modena. L'Osservatorio fu fondato nel 1826 e dal 1830 raccoglie ininterrottamente dati meteorologici dando corpo ad una serie storica di osservazioni meteorologiche di elevato valore scientifico a livello internazionale. La strumentazione utilizzata è conforme agli standard WMO.

L'Osservatorio Geofisico pubblica i suoi dati giornalieri in un "annuario" fin dal 1896. Fino al 1999 gli "annuari dell'Osservatorio Geofisico" erano pubblicati in appositi opuscoli stampati dall'Osservatorio stesso e inviati in scambio a oltre 200 osservatori di tutto il mondo. Buona parte di questi "scambi" sono tutt'oggi conservati nella biblioteca storica dell'Osservatorio. Dal 2000 i dati giornalieri, secondo lo stesso standard riepilogativo adottato dai primi annuari, sono pubblicati negli Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena.

Nell'anno 2020 le osservazioni si sono svolte regolarmente e senza interruzioni, anche durante il *lockdown* dovuto alla pandemia SARS-COV2. Le misure sono proseguite grazie all'automazione, decisa con lungimiranza fin dal 1988, sotto la direzione del prof. Renato Santangelo.

I dati sono stati sempre supervisionati grazie alle moderne tecnologie che consentono di operare da remoto sulle centraline meteo nonché di consultare i dati stessi. Il lavoro agile, noto anche come *smart working*, ha permesso di controllare costantemente il funzionamento degli strumenti e di aggiornare il *database* della serie storica, in particolare nei mesi di marzo e aprile durante i quali le attività lavorative in presenza erano sospese.

Sono invece state sospese le visite guidate al pubblico, che erano riprese con l'inaugurazione dell'Osservatorio restaurato del 17 aprile 2019. L'ultima iniziativa, con ampio successo di pubblico, è stata il 17 gennaio 2020, dal titolo "L'Osservatorio e i Santi dalla barba bianca: visita guidata fra i grandi inverni e le nevicate storiche a Modena".

In questa pubblicazione si presentano in dettaglio i dati dell'Osservatorio Geofisico di Piazza Roma, così da dare continuità alla serie storica e alla pubblicazione e condivisione dei dati, come da tradizione. In particolare vengono presentati i riepiloghi statistici dell'anno di temperatura, precipitazioni, neve e cenni ai parametri di ventosità e radiazione solare. Vengono inoltre presentati in forma grafica i dati giornalieri e mensili di temperature minime, massime e medie e le precipitazioni idriche e nevose mensili, confrontati con i valori climatologici del periodo 1981-2010.

Nelle tabelle in appendice sono infine presentati i valori giornalieri dei medesimi parametri.

Nel 2020 si sono svolte regolarmente misure anche nelle altre stazioni della rete meteorologica locale. In questo articolo viene presentato un riepilogo dei dati delle stazioni meteorologiche di Modena Campus DIF e di Reggio

Emilia San Lazzaro. I dati della stazione di Reggio Emilia sono presentati nonostante alcuni problemi che ne hanno pregiudicato il corretto funzionamento. Mancano in particolare i dati di umidità e radiazione solare. La stazione necessita di un ammodernamento e miglioramento del sito, che auspichiamo possa essere presto effettuato, se disporremo dei finanziamenti necessari.

Vengono inoltre presentati alcuni dati riepilogativi raccolti dalla stazione meteorologica sperimentale collocata nella Riserva Karen Mogensen, che si trova nella penisola di Nicoya, sul versante pacifico del Costa Rica. La stazione “Karen Costa Rica” è di proprietà dell’Associazione “Foreste Per Sempre” GEV Modena, e gestita nella rete dell’Osservatorio Geofisico.

Sono inoltre in funzione altre due stazioni ad uso di ricerca: una presso l’Ospedale Policlinico di Modena, attiva dal 2015 e destinata al monitoraggio di un impianto energetico tri-generatore (responsabile Prof.ssa Grazia Ghermandi); la seconda presso Via Caruso a Modena in corrispondenza di una *test farm* per *solar reflective materials*, attivata per un progetto di ricerca (responsabile Prof. Alberto Muscio). Quest’ultima stazione, tuttavia, dal 22 giugno 2019 è fuori servizio, a causa dei danni riportati durante un forte temporale. La stazione è stata ripristinata il 1° dicembre 2020.

I dati di tutte le stazioni sono regolarmente salvati, controllati e validati, nonché mantenuti in copie di *back up* di sicurezza. È in corso di sviluppo un nuovo *database* per la gestione e per migliorare la fruibilità dei dati. Maggiori informazioni sulla rete e sulla disponibilità di dati sono a disposizione nel sito Internet dell’Osservatorio Geofisico all’indirizzo: www.ossgeo.unimore.it.

2. La nomina a Osservatorio Meteorologico Centenario

Il 16 novembre 2020 l’Osservatorio Geofisico del Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” di Unimore ha ricevuto la prestigiosa attestazione di *Long-Term Climate Observing Station*, ossia “Stazione di Osservazione Centenaria” da parte dell’Organizzazione Mondiale di Meteorologia (WMO).

Il riconoscimento è arrivato dopo un lungo processo di selezione e nomina, che ha previsto il soddisfacimento di diversi requisiti. Questa certificazione viene infatti conferita solo alle strutture in possesso di una serie meteorologica ininterrotta di almeno 100 anni, che siano tutt’oggi in attività e in grado di sottoporre i dati a rigide operazioni di controllo qualità. Il tutto deve essere rigorosamente documentato da documenti tecnici e pubblicazioni scientifiche.

A livello mondiale sono 94 le stazioni che hanno ricevuto il riconoscimento in quest’ultima fase di attestazioni. Nel 2020, oltre a quella di Modena, sono state riconosciute come centenarie le stazioni italiane dell’Osservatorio Cavanis (Venezia), Piacenza-Collegio Alberoni, Aggus (Sassari), Carloforte (Carbonia-Iglesias), Montevergine (Avellino) e l’Osservatorio Astronomico di

Palermo. In tutto il mondo sono così ora 232 le stazioni di osservazione centenarie, delle quali 12 in Italia.

Il programma internazionale dell'Organizzazione Mondiale WMO per riconoscere le stazioni di osservazione centenarie, istituito nel 2015, intende promuovere e sottolineare l'importanza degli osservatori meteorologici storici per il monitoraggio meteo-climatico a lungo termine, oggi estremamente importante per quantificare l'entità del riscaldamento globale.

«Questo riconoscimento arriva in un periodo particolarmente importante per noi, perché a partire dalla riapertura della struttura le nostre attività stanno diventando sempre più assidue – hanno dichiarato Sofia Costanzini e Francesca Despini, componenti del team dell'Osservatorio – in questa occasione, desideriamo ringraziare tutti quanti, Ateneo, Dipartimento, Accademia Militare e la città di Modena per il sostegno ricevuto. Questa nomina è per noi una grande spinta motivazionale per svolgere con rinnovato entusiasmo il nostro lavoro». Dall'aprile 2019 quasi 2000 persone sono salite a visitare la torre e moltissime sono le richieste per il futuro.

Il tecnico meteorologo certificato Luca Lombroso ha aggiunto: *«Le osservazioni a lungo termine sono il primo ingrediente delle previsioni meteorologiche e della scienza del clima ed è estremamente importante garantirne la continuità. I moderni modelli e i satelliti non possono farne senza; la nomina ad osservatorio centenario sarà così da stimolo per continuare queste osservazioni meteoclimatiche di alta qualità e metterle a disposizione delle generazioni attuali e future».*

«La nomina a Osservatorio centenario è un lusinghiero risultato che premia l'impegno di tante persone che hanno contribuito, direttamente o indirettamente, al mantenimento e alla riqualificazione della struttura» – ha concluso il Prof. Sergio Teggi, responsabile scientifico dell'Osservatorio Geofisico. In particolare, oltre all'Ateneo e al Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" che hanno sempre creduto nel valore dell'Osservatorio, il raggiungimento di questo obiettivo è dovuto anche alla preziosa collaborazione con l'Accademia Militare e al finanziamento della Regione Emilia-Romagna per gli interventi post-sisma.

Un ringraziamento è infine doveroso anche a tutti i volontari che in diversi modi hanno dato un valido contributo. Ora il compito più importante è far sì che dopo i primi 150 anni di attività l'Osservatorio possa avere mezzi adeguati per il futuro.

3. Ricordo del Professor Renato Santangelo

Il 29 dicembre 2020 è mancato il Professor Renato Santangelo, protagonista del rilancio scientifico e didattico dell'Osservatorio negli anni 1980 e Direttore dell'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena dal 1984 al

1995; in seguito coordinatore di sezione e responsabile scientifico fino al suo pensionamento e socio della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena fin dal 1974. Allievo della Scuola Normale Superiore di Pisa, il Prof. Santangelo si era laureato giovanissimo in Fisica presso quella Università, per poi svolgere la sua iniziale attività scientifica e didattica presso l'Istituto di Fisica di Padova nonché al CERN di Ginevra, nei settori della Fisica nucleare e delle particelle ad alta energia. Vincitore di concorso a Professore Ordinario, era



Renato Santangelo (1936-2020)

stato chiamato presso l'Istituto di Fisica dell'Ateneo di Modena dal Prof. Arturo Loria (fisico di formazione patavina), con il compito di curare, tra l'altro, anche l'attività scientifica e di ricerca del locale Osservatorio Geofisico, che ha diretto dal 1984 fino al 2002, quando è stato collocato in quiescenza. Se l'Osservatorio, dopo oltre 150 anni di storia, ha brillantemente varcato le soglie del ventunesimo secolo lo si deve molto anche a Lui. Una larga parte di coloro che attualmente svolgono la propria attività all'Osservatorio sono stati suoi studenti, alcuni gli furono colleghi fin dall'inizio della sua carriera nell'Ateneo; e lo stesso vale per diversi altri che nel frattempo sono andati in pensione. Ricordiamo di Lui l'apertura di diverse ed innovative attività di ricerca e l'impegno

costante nel mantenere la continuità delle osservazioni meteorologiche anche in momenti in cui l'Osservatorio venne a trovarsi in oggettive difficoltà logistiche, così come, fra i tanti progetti, l'aver voluto e promosso il ripristino della cupola astronomica alla sommità del torrione. Non meno rilevante l'impulso da Lui dato a nuove attività didattiche in ambito geofisico ed ambientale. Tutti i suoi collaboratori lo ricordano, oltre che come valente scienziato, anche come uomo onesto che perseguiva con tenacia gli obiettivi nei quali credeva e che, pur apparentemente riservato, nei momenti personali più difficili sapeva essere presente e totalmente disponibile.

4. Riepilogo delle osservazioni dell'anno 2020

Nella Tab. 1 sono riepilogati i principali dati meteo-climatici dell'anno 2020 rilevati presso la stazione storica di riferimento dell'Osservatorio Geofisico.

La temperatura media dell'anno 2020 presso l'Osservatorio Geofisico di Modena risulta di 16,1 °C, con una anomalia di +1,8 °C rispetto al riferimento climatologico 1981-2010. Il 2020 risulta il terzo anno più caldo dell'intera serie storica. L'anno più caldo in assoluto è il 2014, con una temperatura media annuale di 16,3 °C, mentre lo scorso 2020 era risultato il terzo anno più caldo della serie storica. Ricordiamo che la temperatura media giornaliera viene calcolata come media dei valori estremi giornalieri di temperatura minima e temperatura massima.

Nell'anno 2020 la media delle temperature minime risulta di 12,6 °C, con una anomalia di +1,8 °C rispetto al periodo 1981-2010. Quanto alle temperature massime, la media annuale risulta di 19,6 °C. La temperatura minima più bassa è stata osservata il 8 gennaio 2020, con -0,8 °C; questo valore è molto distante dal record assoluto della climatologia di riferimento (-15,5 °C l'11 gennaio 1985). La temperatura massima più alta ha raggiunto 36,0 °C il giorno 1° agosto 2020, decretando questo giorno come il più caldo del 2020.

Le precipitazioni idriche totali del 2020 assommano a 741,4 mm. È stato un anno nel complesso piovoso, con precipitazioni superiori del 12,2% al valore climatologico 1981-2010 (660,7 mm). La distribuzione mensile delle piogge però rileva forti anomalie. I primi cinque mesi dell'anno in particolare sono stati caratterizzati da piogge scarse, soprattutto a febbraio che ha visto soli 1,6 mm di pioggia nel mese, risultando il mese di febbraio più siccitoso dal 1965.

Piuttosto piovosi invece i mesi estivi, soprattutto giugno (121,1 mm), con numerosi temporali. Anche settembre ha visto piogge superiori alla media, mentre ottobre, e soprattutto novembre con appena 18,8 mm sono risultati avari di pioggia; cosa inconsueta poiché questi mesi autunnali risulterebbero, climatologicamente, i più piovosi dell'anno. Le piogge si sono invece presentate molto abbondanti nel dicembre 2020. Con i suoi 186,5 mm questo mese

è risultato il quarto mese di dicembre più piovoso dell'intera serie storica: era dal 1869 che non pioveva così tanto a dicembre. Le conseguenze non sono mancate, con l'alluvione del fiume Panaro a Nonantola e un'importante piena con allagamenti e disagi in alcune zone del Modenese.

Il giorno più piovoso del 2020 è risultato il 5 dicembre, con 53,1 mm, mentre nell'anno intero si conteggiano 107 giorni con precipitazioni misurabili.

Scarsa la neve, soli 5 cm complessivi il totale di neve fresca in 24 ore nel corso dell'anno, con un massimo di 3 cm, il 2 dicembre. I giorni con neve misurabile sono stati 3. Inconsueto l'episodio di Natale 2020: il giorno 25 dicembre un anomalo temporale invernale ha imbiancato la città con 1 cm di neve granulosa (*graupel*) e grandine.

La velocità massima del vento più intensa del 2020 è stata di 88 km/h, il 26 febbraio. Si segnala e riporta anche la raffica straordinaria registrata dalla stazione sperimentale Policlinico, in data 3 agosto 2020, di 125 km/h durante un violento temporale con nubifragio che ha causato allagamenti anche nella zona di via G. Campi, dove si trova il campus universitario. L'episodio è stato dovuto a un fenomeno di vento di *downburst*, come ricostruito in base alle immagini delle *webcam* e dall'andamento della pressione atmosferica.

Nelle altre stazioni, annotiamo una temperatura media di 14,7 °C a Modena Campus e di 15,0 °C a Reggio Emilia-San Lazzaro. Le precipitazioni ammontano complessivamente a 882,6 mm a Modena Campus e 939,3 mm a Reggio Emilia.

Nel 2020 ha funzionato regolarmente anche la nuova stazione meteorologica sperimentale presso la Riserva Karen Mogensen, in Costa Rica.

I dati sono riportati in Fig. 6 e in Tab. 8 ed evidenziano una temperatura media di 26,3 °C con complessivi 2397,6 mm di precipitazioni.

	2020	Min storico	Max storico	Media 1981-2010
Temperatura media annua (°C)	16,1	11,8 (1881)	16,3 (2014)	14,3
Media temperature minime (°C)	12,6	7,1 (1879)	13,1 (2014)	10,8
Media temperature massime (°C)	19,6	15,9 (1861)	19,5 (2014)	17,7
Giorno più caldo (massimo di temperatura massima) (°C)	36,0 (01/08/2020)	30,6 (14/07/1912)	38,5 (29/07/1983)	-
Notte più fredda (minimo di temperatura minima) (°C)	-0,8 (08/01/2020)	-15,5 (11/01/1985)	-1,0 (24/12/2008)	-
Precipitazioni totali (mm)	741,4	305,4 (1834)	1153,3 (1839)	660,7
Giorno più piovoso dell'anno (mm)	53,1 (05/12/2020)	21,1 (16/11/1837)	165,4 (05/10/1990)	-
Numero di giorni con precipitazioni misurabili (prec.>0 mm)	107	57 (1847)	160 (1960)	104
cm neve fresca (anno 2020)	5	0 (2007) ⁽¹⁾	252 (1844)	29,8
cm neve fresca (2019/20)	5	0 (2006/07) ⁽¹⁾	242 (1844/45)	29,8
Numero giorni con neve misurabile (anno 2020)	3	0 (2007) ⁽¹⁾	23 (1895)	5,4
Numero di giorni con neve misurabile (inverno 2019/2020)	2	0 (2006/07) ⁽¹⁾	25 (1894/95)	5,4
Max neve giornaliera in cm (2020)	3 (02/12/2020)	0 (vari)	89 (14/12/1844)	-
Vento: max velocità in km/h	88 (26/02/2020)	-	112 (24/07/2004)	-
⁽¹⁾ Vari anni: è indicato l'ultimo				

Tab. 1 – Riepilogo dei principali dati meteorologici del 2020 registrati presso l'Osservatorio Geofisico posto nel torrione del Palazzo Ducale di Modena.

5. I più e i meno del 2020: riepilogo dei valori estremi a Modena e a Reggio Emilia

Temperatura dell'aria

	Modena Osservatorio (confronto climatico)	Modena Campus	Reggio Emilia San Lazzaro
Tmed annua	16,1 °C (Md 1981-2010 14,3 °C)	14,7 °C	15,0 °C
Media di Tmin	12,6 °C (Md 1981-2010 10,8 °C)	8,9 °C	9,4 °C
Media di Tmax	19,6 °C (Md 1981-2010 17,7 °C)	20,5 °C	20,6 °C
Tmin assoluta (notte più fredda)	-0,8 il 08/01/2020 (-15,5 °C il 11/01/1985)	-3,8 °C il 24/03/2020	-2,9 °C il 06/01/2020
Tmax assoluta (pomeriggio più caldo)	36,0 il 01/08/2020 (38,5 °C il 29/07/1983)	+37,9 °C il 01/08/2020	+38,1 °C il 01/08/2020
Tmax più bassa (pomeriggio più freddo)	+2,6 °C il 07/01/2020 (-7,4 °C il 13/02/1929)	+2,3 °C il 07/01/2020	+1,8 °C il 28/12/2020
Tmin più alta (notte più calda)	+27,4 °C il 31/07/2020 (+28,4 il 27/07/2006)	+23,4 °C il 31/07/2020	+24,9 °C il 31/07/2020
Tmed più alta (Giorno più caldo)	+31,5 °C il 31/07/2020 (+33,0°C il 06/08/2003)	+29,8 °C il 31/07/2020	+21,0 °C il 31/07/2020
Tmed più bassa (giorno più freddo)	+1,6 °C il 07/01/2020 (-10,6 °C il 11/01/1985)	+0,7 °C il 07/01/2020	+0,1 °C il 28/12/2020
Minore escursione termina (giorno più piatto)	1,0 °C il 12/12/2020 (0,1 °C il 18/01/1867)	0,9 °C il 12/12/2020	0,9 °C il 24/12/2020
Maggiore escursione termina	15,0 °C il 11/02/2020 (19,1 °C il 17/04/1991)	21,2 °C il 10/04/2020	22,0 °C il 10/04/2020
N. gg con Tmin<0 °C (giorni di gelo)	2 (27 giorni)	48	40
N. gg con Tmax<0 °C (giorni di gelo senza disgelo)	0 (2 giorni)	0	0
N. gg con Tmin>=20 °C (notti tropicali)	73	22	25
N. gg con Tmax>=30 °C (giorni caldi)	49	64	67
N. gg con Tmax >=35 °C (giorni roventi)	2	7	8

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

Precipitazioni

	Modena Osservatorio (confronto climatico)	Modena Campus	Reggio Emilia San Lazzaro
Precipitazione totali	741,4 mm (660,7 mm)	882,6 mm	939,3 mm
Giorno più piovoso	53,1 mm il 05/12/2020	56,9 mm il 04/07/2020	117,3 mm il 04/07/2020
Giorni piovosi ($P_{mm} > 1$ mm)	64	70	81
Giorni bagnati ($P_{mm} > 0$ mm)	43	70	146
Giorni con almeno 50 mm	1	3	2
Totale di neve fresca	5,0 cm (29,8 cm)	-	-
Ngg con neve misurabile	3	-	-
Giorno più nevoso	3 cm il 02/12/2020 (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⁾	Reggio Emilia San Lazzaro ⁽²⁾
Umidità media annuale	58% (64,2 %)	75%	-
Giorno più secco (R_h media più bassa)	19% il 12/02/2020	33% il 12/02/2020	-
Giorno più umido (R_h media più alta)	96% il 24/12/2020	99% il 03/02/2020	-

⁽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⁾	Reggio Emilia San Lazzaro ⁽²⁾
Velocità media del vento	10,0 km/h	3,2	-
Giorno più ventoso (V_{med} max)	26,6 km/h il 04/02/2020	12,6 km/h il 05/02/2020	-
Giorno con raffica più forte (V_{max} più alta)	88 km/h il 26/02/2020	74 km/h il 02/0/2020	-

⁽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⁾	Reggio Emilia San Lazzaro
Radiazione solare tot.	5291,1 MJ/m ²	4242,3 MJ/m ²	-
Radiazione giornal. più alta	30,0 MJ/m ² il 20/06/2020	27,3 MJ/m ² il 20/06/2020	-
Radiazione giornal. più bassa	0,4 MJ/m ² il 02/12/2020	0 vari giorni	-
Eliofania totale annua	2307,1 ore	-	-
Eliofania relativa annua	%	-	-
Giorno con più ore sole	13,6 il 20/06/2020	-	-
Numero giorni senza sole	48	-	-
Radiazione UV tot.	-	-	-
Giorno con max radiazione UV	-	22,9 MEDs il 10/07/2020	-

⁽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 2020	Scarto da 1981-2010	Posizione	Anno più e meno	Inizio serie
Temperatura media annuale	16,1 °C	+1,8 °C	3° più caldo 158° più freddo	2014 (16,3 °C) 1881 (11,8 °C)	1860
Precipitazioni nell'anno	741,4 mm	+7,9%	53° più piovoso 138° più siccitoso	1839 (1153,3 mm) 1834 (305,4 mm)	1830
N. gg piovosi con Pmm >1 mm	64	-8	161° con più gg 33° con meno gg	1960 (108) 1945 (50)	1830
Neve fresca nell'anno	5,0 cm	%	164° più nevoso 32° meno nevoso	1844 (252 cm) Vari con 0 cm	1830

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

	2020
Temperatura media annua (°C)	26,3
Media temperature minime (°C)	21,1
Media temperature massime (°C)	31,4
Giorno più caldo (massimo di temperatura massima) (°C)	37,4 il 07/04/2020
Notte più fredda (minimo di temperatura minima) (°C)	15,6 °C il 10/02/2020
Precipitazioni totali (mm)	2397,6 mm
Giorno più piovoso dell'anno (mm)	105 mm il 10/07/2020
Numero di giorni con precipitazioni misurabili (prec.>0 mm)	194

Tab. 8 – Riepilogo delle osservazioni dell'anno 2020 presso la riserva Karen Mogensen, Costa Rica.

Andamento dei principali dati meteorologici nell'anno 2020

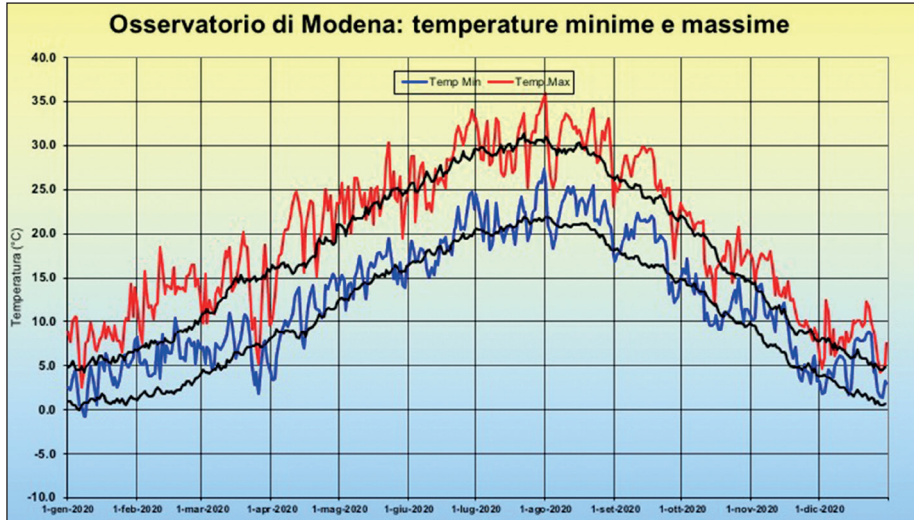


Fig. 1 – Andamento annuale delle temperature minime e massime giornaliere nel 2020 e confronto con i valori medi giornalieri (periodo 1981-2010).

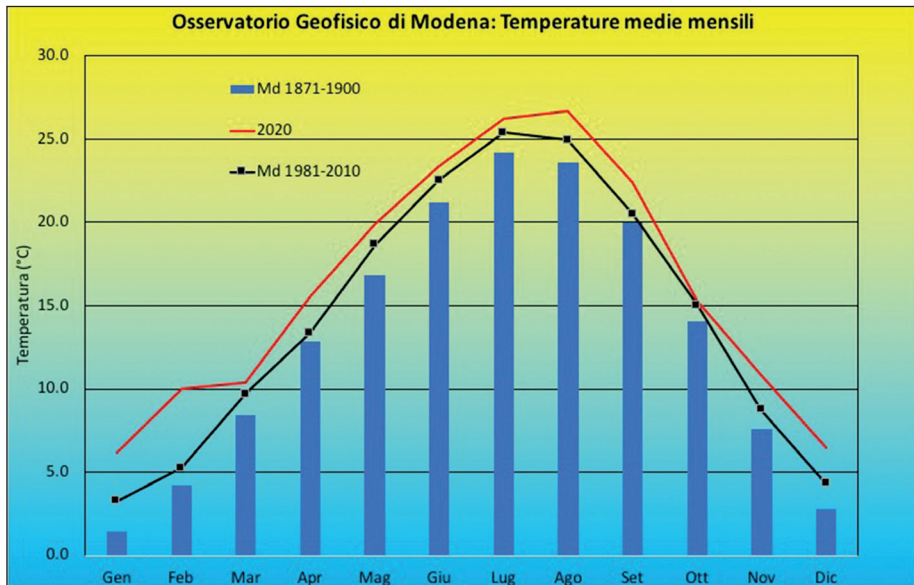


Fig. 2 – Temperature medie mensili del 2020 a confronto con la media climatologica "preindustriale" (1871-1900) e con la più recente media trentennale 1981-2010.

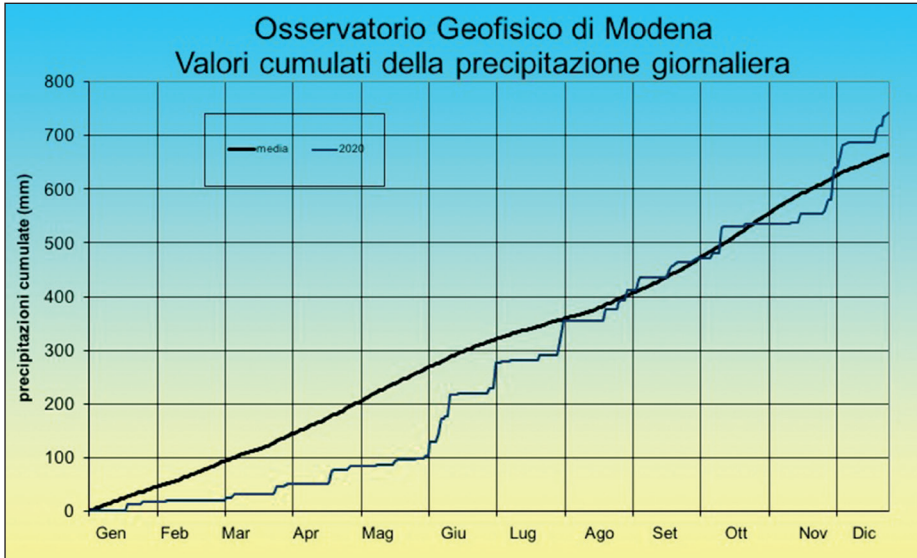


Fig. 3 – Precipitazioni giornaliere cumulate nel corso del 2020 confrontate con l'andamento annuale climatologico 1981-2010.

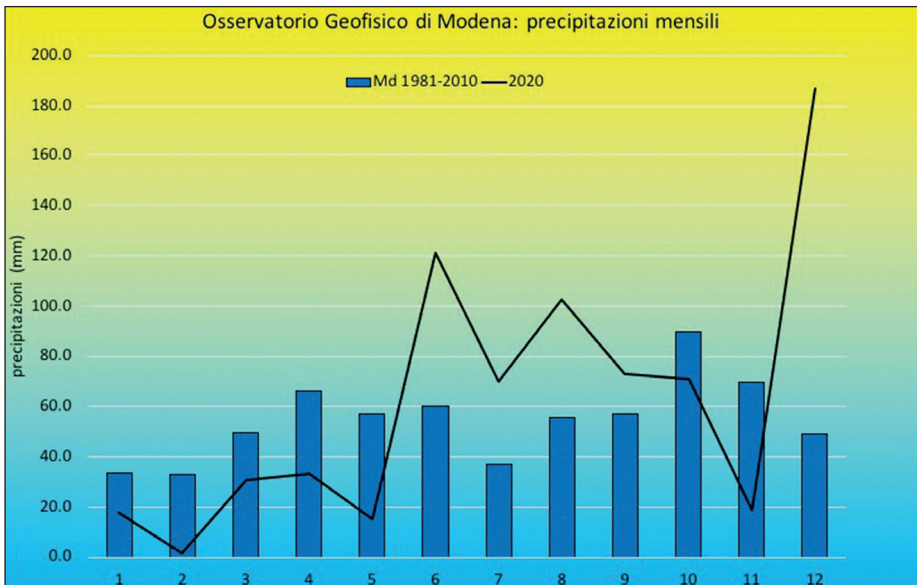


Fig. 4 – Precipitazioni mensili del 2020 confrontate con il valore medio del periodo 1981-2010. Nello sfondo, i pluviometri dell'Osservatorio Geofisico.

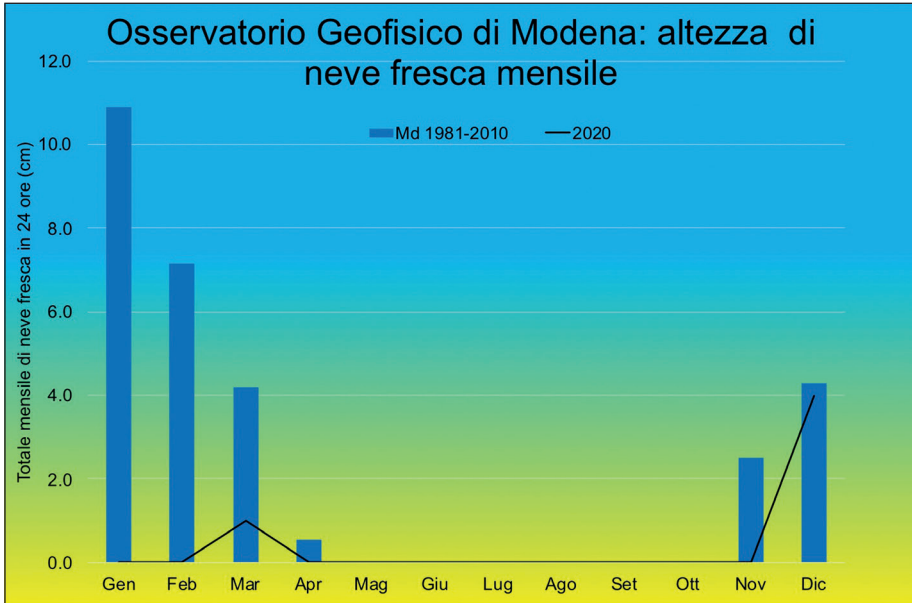


Fig. 5 – Precipitazioni nevose mensili del 2020 confrontate con il valore medio 1981-2010.

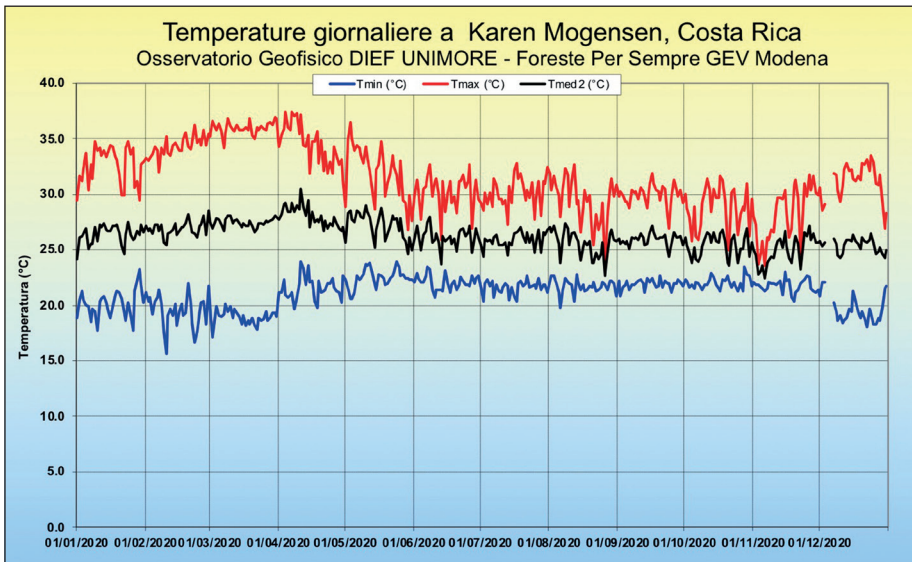


Fig. 6 – Andamento delle temperature minime, massime e medie giornaliere presso la stazione “Karen Costa Rica”.

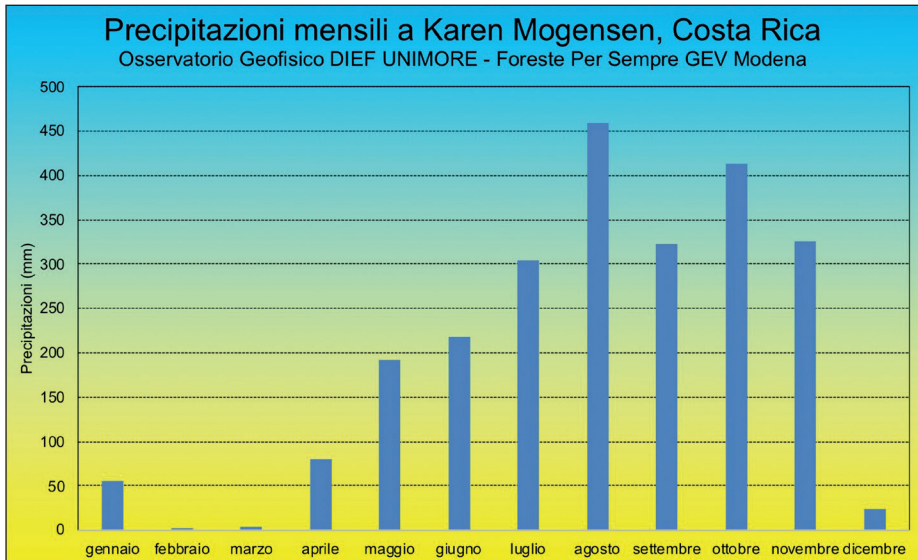


Fig. 7 – Andamento delle precipitazioni mensili dell'anno 2020 presso la stazione Karen Costa Rica.

Osservatorio Geofisico di Modena – riepilogo mensile dei dati del 2020														
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Media/somma	Data estremo
Min Tmin	°C	-0,8	3,5	1,9	3,4	11,3	15	18,2	17,6	12,1	9,1	3	1,4	-0,8
Max Tmax	°C	14,3	18,5	20,2	25	30,4	34,1	35,5	36	29,9	22,7	18	12,4	36,0
Med Tmin	°C	3,7	6,4	7,0	10,8	15,6	19,0	21,9	22,6	18,7	12,2	8,6	4,9	12,6
Med Tmax	°C	8,7	13,6	13,8	20,4	24,2	27,9	30,5	30,8	26,2	18,4	13,1	8,2	19,6
Med Tmed	°C	6,2	10,0	10,4	15,6	19,9	23,4	26,2	26,7	22,4	15,3	10,8	6,5	16,1
N. gg Tmax ≤ 0 °C	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
N. gg Tmin ≤ 0 °C	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0
Somma Pmm	mm	17,6	1,6	30,9	33,3	15,3	121,1	69,8	102,4	73,1	71	18,8	186,5	741,4
Max P mm giorn.	mm	12,5	1	13,4	21,8	6,6	39,7	47,8	25,4	19,6	47,4	16,1	53,1	53,1
N. gg Pmm > 0 e Pmm < 1	-	5	4	9	0	4	4	2	2	2	4	3	4	43,0
N. gg Pmm = 1mm	-	2	1	5	5	4	7	4	6	7	7	2	14	64,0
N. gg "pioggia" > 0 mm	-	7	5	14	5	8	11	6	8	9	11	5	18	107,0
Somma H neve	cm	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5,0
Massimo H neve	cm	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3,0
N. gg neve	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3,0
Somma GG > 10 °C	-													
Somma GG < 20 °C	-													
Media Pressione	hPa	1017,8	1010,8	1007,7	1008,1	1007,5	1002,9	1006,4	1003,9	995,7	1006,0	1016,4	1002,3	1007,1
Radiazione solare	MJ/m²	193,6	293,2	386,9	618,8	682,3	727,3	658,6	643,0	496,6	294,9	175,3	88,5	5259,1
Umidità media	%	71,3	51,5	54,3	38,5	46,1	47,9	48,3	53,3	55,2	68,8	76,9	85,3	58,1
Vento Max	km/h	33,5	88,2	59,4	83,9	55,8	67,0	64,4	87,8	79,2	55,1	44,3	57,6	88,2
Eliofania	ore	141,1	166,7	155,9	252,8	261,2	282,3	280,0	268,2	193,2	146,1	117,9	41,8	2307,1
N. gg ≥ 30 °C		0	0	0	0	1	9	18	21	0	0	0	0	49,0

Tab. 9 – Aggiornamento delle principali tabelle del libro “L'Osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteorologiche”: riepiloghi mensili dell'anno 2020.

Osservatorio Geofisico di Modena – riepilogo dei dati climatologici 1981-2010															
	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	36,6	38,5	37,9	34,6	29,9	22,8	21,2	38,5	29/07/1983
Med Tmin	°C	1,0	2,3	5,9	9,5	14,5	18,1	20,8	20,7	16,6	12,1	6,5	2,3	10,8	
Med Tmax	°C	5,5	8,2	13,5	17,2	22,9	27,0	29,9	29,2	24,4	18,0	10,9	6,4	17,7	
Med Tmed	°C	3,3	5,2	9,7	13,4	18,7	22,5	25,4	24,9	20,5	15,0	8,8	4,3	14,3	
N. gg Tmax<=0 °C	-	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,3	
N. gg Tmin<=0 °C	-	10,9	6,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	7,3	27,5	
Somma Pnm	mm	33,1	31,2	48,7	66,6	56,9	61,0	38,4	56,0	61,0	88,6	69,3	49,9	660,7	
Max Pnm giom.(*)	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 Pnm>0 e Pnm<1	-	3,4	2,2	2,4	2,8	2,9	2,3	1,9	2,0	2,0	3,3	3,6	4,2	32,9	
N. gg Pnm>=1 mm	-	5,4	4,9	5,7	8,8	7,2	5,9	3,5	4,4	5,3	7,2	7,3	6,2	71,7	
N. gg "pioggia" >0 mm	-	8,8	7,2	8,1	11,6	10,0	8,2	5,4	6,3	7,3	10,5	10,9	10,5	104,7	
Somma H neve	cm	11,1	7,2	4,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,4	29,8	
Massimo H neve	cm	80	43	40	15	10	0	0	0	0	0	26	89	89	14/12/1844
N. gg neve	-	2,0	1,4	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	1,0	5,4	
Somma GG >10 °C	-	0,4	3,0	39,9	107,1	269,1	376,2	476,5	463,2	314,7	159,6	25,2	0,8	2235,5	
Somma GG <20 °C	-	518,9	416,8	319,3	199,9	63,5	13,6	0,7	1,7	27,5	157,1	337,8	486,5	2543,3	
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/m ²	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. gg ≥30 °C															

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 Meteops (www.emiliaromagnameteo.com).

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., TEGGI S., 2016 – *Annuario delle osservazioni meteorologiche dell'anno 2015 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **147**, pp. 5-29.
- LOMBROSO L., TEGGI S., 2017 – *Annuario delle osservazioni meteorologiche dell'anno 2016 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **148**, pp. 5-30.
- LOMBROSO L., TEGGI S., 2018 – *Annuario delle osservazioni meteorologiche dell'anno 2017 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **149**, pp. 5-35.
- LOMBROSO L., TEGGI S., DESPINI F., COSTANZINI S., 2019 – *Annuario delle osservazioni meteorologiche dell'anno 2018 registrate dall'Osservatorio Geofisico di Modena*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **150**, pp. 5-34.
- 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.

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"												
Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico												
Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
gennaio 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/01/20	2,5	8,9	5,7	1022,6	64,3	0,0	0,0	6,3		13,0	7,7	6,965
02/01/20	2,3	7,7	5,0	1023,7	74,0	0,0	0,0	9,7		21,2	6,6	6,461
03/01/20	3,7	10,1	6,9	1018,4	61,3	0,0	0,0	5,7		16,9	5,5	5,718
04/01/20	4,5	10,6	7,6	1014,7	71,7	0,0	0,0	6,6		24,5	7,2	6,914
05/01/20	3,4	10,4	6,9	1019,4	67,0	0,0	0,0	5,7		20,5	7,9	7,425
06/01/20	0,5	5,8	3,2	1022,4	78,0	0,0	0,0	5,6		22,0	5,7	6,301
07/01/20	0,5	2,6	1,6	1018,6	87,0	0,1	0,0	5,4		24,5	0,0	3,131
08/01/20	-0,8	4,7	2,0	1022,9	85,7	0,1	0,0	9,7		25,2	5,0	6,727
09/01/20	-0,8	7,6	3,4	1018,3	73,0	0,1	0,0	5,0		16,6	8,0	8,002
10/01/20	2,7	7,8	5,3	1015,9	69,7	0,0	0,0	5,9		16,6	6,2	7,151
11/01/20	5	9,8	7,4	1019,5	70,7	0,0	0,0	12,2		24,1	7,6	7,310
12/01/20	3,5	8,7	6,1	1019,6	69,7	0,0	0,0	6,9		16,9	7,9	7,675
13/01/20	1,8	6,8	4,3	1017,6	75,0	0,0	0,0	3,5		15,8	6,6	7,063
14/01/20	0,6	6,7	3,7	1017,7	75,0	0,0	0,0	5,5		17,3	0,1	3,826
15/01/20	5,2	7,8	6,5	1020,3	75,7	0,0	0,0	4,2		14,4	0,0	2,969
16/01/20	5,4	8,4	6,9	1022,3	76,0	0,0	0,0	4,2		16,6	1,2	4,646
17/01/20	4,4	9,9	7,2	1016,0	66,0	0,0	0,0	5,8		24,5	5,2	6,541
18/01/20	6,4	8,2	7,3	1014,2	84,7	12,5	0,0	13,0		28,8	0,0	1,040
19/01/20	5,6	9,4	7,5	1019,8	73,3	0,6	0,0	11,6		27,7	0,4	5,129
20/01/20	4,1	8,5	6,3	1032,3	61,0	0,0	0,0	9,5		33,5	5,9	6,583
21/01/20	2,9	7,8	5,4	1032,5	61,7	0,0	0,0	5,4		16,6	4,9	7,153
22/01/20	3,7	9,6	6,7	1024,5	52,7	0,0	0,0	9,1		22,7	6,1	8,005
23/01/20	2,5	7,8	5,2	1022,1	70,7	0,0	0,0	5,7		20,2	7,8	8,198
24/01/20	3,4	7,9	5,7	1018,5	65,7	0,0	0,0	7,2		15,1	1,8	6,615
25/01/20	5,2	6,5	5,9	1015,7	84,0	4,1	0,0	10,4		22,0	0,0	1,001
26/01/20	6,3	9,9	8,1	1012,3	79,3	0,1	0,0	7,2		17,6	0,4	3,953
27/01/20	5,3	10,5	7,9	1009,9	76,0	0,0	0,0	9,0		17,3	3,6	7,645
28/01/20	4,8	10,2	7,5	998,1	84,3	0,0	0,0	6,8		32,0	0,4	5,013
29/01/20	5,4	14,3	9,9	1001,7	53,3	0,0	0,0	15,2		30,2	7,9	9,883
30/01/20	6	10,6	8,3	1010,3	60,3	0,0	0,0	7,3		23,0	6,2	9,004
31/01/20	7,9	13,8	10,9	1010,4	64,0	0,0	0,0	6,3		15,1	7,4	9,514
1° decade	1,9	7,6	4,7	1019,7	73,2	0,3	0,0	6,6		25,2	59,7	64,8
2° decade	4,2	8,4	6,3	1019,9	72,7	13,1	0,0	7,6		33,5	34,9	52,8
3° decade	4,9	9,9	7,4	1014,2	68,4	4,2	0,0	8,2		32,0	46,5	76,0
MESE	3,7	8,7	6,2	1017,8	71,3	17,6	0,0	7,5		33,5	141,1	193,6
Min	-0,8	2,6	1,6	998,1	52,7	0,0	0,0	3,5		13,0	0,0	1,0
Max	7,9	14,3	10,9	1032,5	87,0	12,5	0,0	15,2		33,5	8,0	9,9
Dev.St.	2,1	2,3	2,1	7,1	9,0	2,3	0,0	2,8		5,5	3,1	2,2

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
febbraio 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/02/20	8,3	12	10,2	1009,6	75,0	0,0	0,0	4,5		18,4	0,0	4,342
02/02/20	5,4	9,1	7,3	1010,3	88,0	0,1	0,0	4,4		17,6	0,0	3,397
03/02/20	5,1	7,6	6,4	1007,1	89,0	0,2	0,0	6,0		17,6	0,0	3,013
04/02/20	5,7	15,8	10,8	998,2	47,7	0,1	0,0	26,6		74,5	4,6	9,128
05/02/20	5,4	13,7	9,6	1010,8	25,3	1,0	0,0	25,6		63,0	8,4	11,327
06/02/20	3,8	11,6	7,7	1020,2	34,3	0,0	0,0	9,3		22,0	8,4	11,309
07/02/20	3,9	11,8	7,9	1017,3	34,7	0,0	0,0	10,0		17,3	8,7	11,368
08/02/20	4,1	10,3	7,2	1019,9	48,7	0,0	0,0	8,1		16,6	6,9	9,970
09/02/20	4,1	11,7	7,9	1020,9	50,7	0,0	0,0	6,1		17,3	6,0	9,939
10/02/20	7,7	12,2	10,0	1005,7	68,3	0,0	0,0	7,3		24,1	6,5	9,982
11/02/20	3,5	18,5	11,0	999,7	43,0	0,0	0,0	13,6		48,6	8,4	11,957
12/02/20	8,5	16,1	12,3	1009,1	19,0	0,0	0,0	18,2		41,8	8,6	12,649
13/02/20	5,4	13,1	9,3	1010,2	43,7	0,0	0,0	4,9		19,1	6,4	11,009
14/02/20	7,3	14,1	10,7	1010,2	58,7	0,2	0,0	7,6		32,0	8,3	12,267
15/02/20	6,4	14	10,2	1018,5	51,7	0,0	0,0	5,4		16,9	8,6	11,980
16/02/20	6,4	13,7	10,1	1019,9	60,7	0,0	0,0	9,2		20,9	5,8	11,194
17/02/20	8,4	16,1	12,3	1015,6	59,3	0,0	0,0	8,8		20,5	4,3	9,089
18/02/20	10,4	13,2	11,8	1015,4	75,3	0,0	0,0	7,9		20,5	0,1	3,256
19/02/20	9	14	11,5	1011,0	60,7	0,0	0,0	7,4		28,8	4,2	9,352
20/02/20	5,9	13,7	9,8	1015,6	42,0	0,0	0,0	8,6		22,7	8,8	13,121
21/02/20	6	13,9	10,0	1015,3	45,3	0,0	0,0	10,8		20,2	7,0	12,143
22/02/20	5,5	13,4	9,5	1022,9	63,3	0,0	0,0	6,2		16,9	8,1	12,201
23/02/20	7,5	15,1	11,3	1016,5	58,0	0,0	0,0	5,1		19,1	2,4	9,551
24/02/20	8,1	15,3	11,7	1010,4	66,3	0,0	0,0	13,7		30,2	8,4	13,356
25/02/20	7,3	16,4	11,9	1000,3	66,0	0,0	0,0	7,9		20,5	6,5	11,920
26/02/20	7,7	16,4	12,1	989,8	41,0	0,0	0,0	19,9		88,2	4,2	8,929
27/02/20	5,3	14	9,7	999,6	26,0	0,0	0,0	10,8		46,4	5,8	12,077
28/02/20	7,8	14,8	11,3	1008,0	19,3	0,0	0,0	17,0		54,7	9,6	15,664
29/02/20	7	12,6	9,8	1005,7	33,7	0,0	0,0	8,3		19,1	1,9	8,297
1° decade	5,4	11,6	8,5	1012,0	56,2	1,4	0,0	10,8		74,5	49,5	83,2
2° decade	7,1	14,7	10,9	1012,5	51,4	0,2	0,0	9,1		48,6	63,4	105,9
3° decade	6,9	14,7	10,8	1007,6	46,6	0,0	0,0	11,1		88,2	53,8	104,1
MESE	6,4	13,6	10,0	1010,8	51,5	1,6	0,0	10,3		88,2	166,7	293,2
Min	3,5	7,6	6,4	989,8	19,0	0,0	0,0	4,4		16,6	0,0	3,0
Max	10,4	18,5	12,3	1022,9	89,0	1,0	0,0	26,6		88,2	9,6	15,7
Dev.St.	1,8	2,3	1,6	7,9	18,7	0,2	0,0	5,9		19,0	3,0	3,1

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
marzo 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/03/20	7,2	9,8	8,5	997,3	75,3	0,6	0,0	9,6		24,1	0,0	2,906
02/03/20	5,2	15,5	10,4	986,7	65,3	0,8	0,0	19,8		54,0	0,0	5,456
03/03/20	7,2	9,8	8,5	990,9	74,3	3,2	0,0	10,7		36,4	0,2	3,490
04/03/20	6,7	12,4	9,6	1003,4	59,0	0,1	0,0	8,9		27,0	4,7	9,709
05/03/20	4,7	11,5	8,1	999,1	63,7	0,8	0,0	9,2		42,5	1,7	6,652
06/03/20	5,3	10,9	8,1	991,8	67,3	5,1	0,0	9,4		38,9	4,5	12,017
07/03/20	7,5	13,1	10,3	1004,0	62,3	2,3	0,0	12,7		34,2	4,2	11,134
08/03/20	7,2	13,9	10,6	1011,2	47,7	0,4	0,0	9,6		20,5	8,8	16,031
09/03/20	6,9	12,8	9,9	1004,7	57,7	0,0	0,0	11,3		35,3	3,0	10,031
10/03/20	7,4	15,5	11,5	1008,7	49,7	0,0	0,0	6,9		27,0	3,0	11,702
11/03/20	8,2	18	13,1	1009,9	44,0	0,0	0,0	9,7		25,2	9,9	17,098
12/03/20	8,5	17,3	12,9	1010,7	56,7	0,0	0,0	7,7		19,1	8,4	15,337
13/03/20	11	18,5	14,8	1005,9	64,0	0,0	0,0	11,8		38,5	5,2	13,099
14/03/20	9,7	13,5	11,6	1008,9	66,0	0,0	0,0	16,8		32,4	0,0	5,419
15/03/20	7,4	14	10,7	1015,6	48,0	0,0	0,0	9,9		28,1	7,9	15,771
16/03/20	5,9	14,5	10,2	1018,2	37,3	0,0	0,0	8,0		24,8	9,9	18,674
17/03/20	7,2	16,2	11,7	1021,5	40,0	0,0	0,0	8,9		18,4	8,9	17,068
18/03/20	8,2	18	13,1	1019,0	45,7	0,0	0,0	4,9		18,0	9,2	17,333
19/03/20	10,2	20,2	15,2	1015,6	42,3	0,0	0,0	10,7		22,0	9,2	18,415
20/03/20	10,8	18,7	14,8	1012,1	55,0	0,0	0,0	8,7		27,4	4,3	13,903
21/03/20	10,4	18,4	14,4	1006,0	52,7	0,0	0,0	12,2		30,2	8,9	18,274
22/03/20	8,6	13,8	11,2	1010,1	58,7	0,3	0,0	16,8		42,1	4,4	11,465
23/03/20	4,8	9,1	7,0	1018,4	26,3	0,0	0,0	24,0		56,2	7,8	18,002
24/03/20	2,8	10,4	6,6	1016,1	27,7	0,0	0,0	14,1		44,6	7,6	19,919
25/03/20	4,2	7,3	5,8	1010,9	44,0	0,2	0,0	18,5		59,4	0,5	6,483
26/03/20	1,9	5,2	3,6	1006,9	78,7	13,4	1,0	16,1		41,0	0,0	1,786
27/03/20	5	10,5	7,8	1007,6	71,0	0,6	0,0	14,5		26,3	0,0	5,735
28/03/20	7,5	16,6	12,1	1005,8	50,3	0,0	0,0	10,6		25,6	7,7	18,380
29/03/20	7,9	18,8	13,4	1002,9	46,3	0,0	0,0	12,6		32,8	7,6	17,626
30/03/20	5,4	14,9	10,2	1005,1	59,7	0,6	0,0	26,2		56,5	2,6	11,363
31/03/20	4,6	9,6	7,1	1013,0	46,0	2,5	0,0	17,2		50,8	5,9	16,671
1° decade	6,5	12,5	9,5	999,8	62,2	13,3	0,0	10,8		54,0	30,0	89,1
2° decade	8,7	16,9	12,8	1013,7	49,9	0,0	0,0	9,7		38,5	73,0	152,1
3° decade	5,7	12,2	9,0	1009,3	51,0	17,6	1,0	16,6		59,4	52,9	145,7
MESE	7,0	13,8	10,4	1007,7	54,3	30,9	1,0	12,5		59,4	155,9	386,9
Min	1,9	5,2	3,6	986,7	26,3	0,0	0,0	4,9		18,0	0,0	1,8
Max	11,0	20,2	15,2	1021,5	78,7	13,4	1,0	26,2		59,4	9,9	19,9
Dev.St.	2,2	3,8	2,9	8,3	13,1	2,6	0,2	4,9		12,0	3,5	5,5

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
aprile 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/04/20	3,4	10,4	6,9	1011,9	38,3	0,0	0,0	11,7		31,3	7,9	18,220
02/04/20	3,6	12,8	8,2	1005,3	34,7	0,0	0,0	9,5		26,3	9,5	22,307
03/04/20	5,8	14,9	10,4	1005,6	37,0	0,0	0,0	8,4		29,9	9,4	22,188
04/04/20	7,5	17,5	12,5	1012,1	34,3	0,0	0,0	12,1		30,6	8,6	21,517
05/04/20	8,8	17,7	13,3	1015,3	32,3	0,0	0,0	13,5		46,1	9,7	22,538
06/04/20	9,5	19,9	14,7	1017,4	32,0	0,0	0,0	10,5		28,8	9,1	21,675
07/04/20	10,2	20,4	15,3	1019,4	29,0	0,0	0,0	13,7		29,9	10,2	22,439
08/04/20	9,4	20,4	14,9	1017,0	22,3	0,0	0,0	6,0		27,0	11,1	23,434
09/04/20	10,1	21,8	16,0	1013,2	20,0	0,0	0,0	7,8		25,6	11,0	23,243
10/04/20	10,8	23,4	17,1	1013,0	22,7	0,0	0,0	7,3		22,3	11,2	23,381
11/04/20	13	24,6	18,8	1012,2	23,7	0,0	0,0	9,7		22,7	10,6	23,068
12/04/20	13,3	24,7	19,0	1009,5	22,0	0,0	0,0	8,0		28,4	9,4	23,303
13/04/20	13,9	23,3	18,6	1005,1	23,7	0,0	0,0	10,1		40,0	4,6	16,790
14/04/20	8,5	21,6	15,1	1003,9	46,0	0,0	0,0	18,9		83,9	8,2	21,574
15/04/20	7	15,6	11,3	1016,4	39,7	0,0	0,0	10,8		28,1	11,4	24,605
16/04/20	8,6	20,5	14,6	1012,5	34,7	0,0	0,0	5,2		18,0	8,4	21,560
17/04/20	11,6	22,2	16,9	1009,3	31,3	0,0	0,0	8,5		20,5	7,0	20,081
18/04/20	13,2	23,7	18,5	1007,4	40,0	0,0	0,0	6,0		18,7	8,2	21,813
19/04/20	14,2	23,4	18,8	1004,0	52,0	1,8	0,0	13,0		35,3	6,4	20,088
20/04/20	11,6	17,4	14,5	1003,5	88,3	21,8	0,0	18,8		42,8	0,0	3,036
21/04/20	11,4	15,1	13,3	1004,9	74,0	3,0	0,0	9,8		31,3	0,0	5,689
22/04/20	11,3	19,1	15,2	1008,1	36,3	0,0	0,0	14,9		41,0	10,2	23,180
23/04/20	10,5	20,3	15,4	1009,6	35,3	0,0	0,0	9,3		29,9	11,8	25,086
24/04/20	11,1	23,3	17,2	1004,3	29,7	0,0	0,0	7,8		26,3	11,7	25,519
25/04/20	14,2	25	19,6	999,1	35,7	0,0	0,0	8,6		23,0	10,4	24,694
26/04/20	13,7	22,6	18,2	1000,3	38,0	0,0	0,0	10,7		31,0	11,6	23,493
27/04/20	14,7	24,3	19,5	1002,5	43,7	0,0	0,0	9,6		27,0	8,6	24,460
28/04/20	15,5	19,2	17,4	1000,8	58,7	3,7	0,0	6,2		29,5	1,1	9,359
29/04/20	14,9	22,1	18,5	998,3	56,7	3,0	0,0	13,9		36,7	8,7	21,536
30/04/20	13,6	23,5	18,6	1000,5	42,7	0,0	0,0	10,9		36,4	6,8	18,963
1° decade	7,9	17,9	12,9	1013,0	30,3	0,0	0,0	10,0		46,1	97,5	220,9
2° decade	11,5	21,7	16,6	1008,4	40,1	23,6	0,0	10,9		83,9	74,4	195,9
3° decade	13,1	21,5	17,3	1002,8	45,1	9,7	0,0	10,2		41,0	80,9	202,0
MESE	10,8	20,4	15,6	1008,1	38,5	33,3	0,0	10,4		83,9	252,8	618,8
Min	3,4	10,4	6,9	998,3	20,0	0,0	0,0	5,2		18,0	0,0	3,0
Max	15,5	25,0	19,6	1019,4	88,3	21,8	0,0	18,9		83,9	11,8	25,5
Dev.St.	3,2	3,8	3,3	5,9	15,2	4,0	0,0	3,4		12,0	3,2	5,4

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
maggio 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/05/20	14,4	23,4	18,9	998,3	49,0	0,0	0,0	5,5		45,7	5,9	19,295
02/05/20	15,3	25,8	20,6	998,4	39,3	0,0	0,0	12,3		33,8	12,7	26,830
03/05/20	14,6	21,2	17,9	1005,8	49,3	0,0	0,0	18,4		41,0	8,6	21,995
04/05/20	11,3	23,8	17,6	1008,5	35,3	0,0	0,0	7,8		28,8	12,9	27,049
05/05/20	14,2	25,3	19,8	1004,5	39,3	0,0	0,0	11,4		27,4	8,2	22,744
06/05/20	14,5	20	17,3	1007,0	59,7	0,0	0,0	19,0		42,5	5,5	14,965
07/05/20	12,6	23	17,8	1012,7	34,7	0,0	0,0	10,0		30,2	12,9	27,769
08/05/20	14,8	26,3	20,6	1010,3	37,3	0,0	0,0	8,8		23,4	12,0	25,108
09/05/20	15,9	26,3	21,1	1005,5	24,7	0,0	0,0	8,8		23,4	11,0	26,719
10/05/20	17,5	24,8	21,2	1001,5	45,3	0,0	0,0	10,5		34,2	7,9	23,178
11/05/20	15,4	23,1	19,3	995,2	48,7	2,7	0,0	17,5		50,4	5,0	16,119
12/05/20	13,7	24,6	19,2	1000,4	50,7	0,1	0,0	9,4		40,7	9,1	20,998
13/05/20	12,6	21,6	17,1	1001,5	70,0	0,0	0,0	10,3		27,0	0,6	10,374
14/05/20	16	23,5	19,8	998,5	63,3	0,0	0,0	16,2		35,6	2,7	15,716
15/05/20	16,8	25,2	21,0	1002,0	45,7	0,0	0,0	10,6		43,2	9,1	19,829
16/05/20	16,1	21	18,6	1009,8	63,0	0,4	0,0	11,9		36,0	1,6	11,368
17/05/20	16,3	24,9	20,6	1008,0	56,7	0,0	0,0	4,6		24,1	7,7	22,274
18/05/20	17,8	25,4	21,6	1009,9	50,3	0,2	0,0			28,8	5,9	18,869
19/05/20	17,9	22,1	20,0	1004,8	73,3	6,6	0,0			32,4	0,1	6,655
20/05/20	17,1	23,8	20,5	1004,5	56,0	1,3	0,0			28,1	6,3	19,504
21/05/20	17,5	25,5	21,5	1009,7	40,0	0,0	0,0			19,1	12,6	28,423
22/05/20	17,4	28,3	22,9	1013,9	41,7	0,0	0,0			28,4	11,2	25,714
23/05/20	19,5	30,4	25,0	1012,4	39,7	0,2	0,0			55,8	10,8	26,971
24/05/20	17,5	24,4	21,0	1015,9	47,0	0,0	0,0			47,5	7,8	24,043
25/05/20	14,9	27,1	21,0	1015,7	34,0	0,0	0,0			19,1	13,1	29,142
26/05/20	16	24,1	20,1	1017,4	38,0	0,0	0,0			43,9	13,0	28,352
27/05/20	14,3	23,6	19,0	1019,8	30,0	0,0	0,0			29,5	13,1	29,254
28/05/20	16,8	26,5	21,7	1013,2	30,0	0,0	0,0			52,9	8,3	24,509
29/05/20	14,1	19,5	16,8	1012,2	52,3	3,8	0,0			45,7	8,0	21,679
30/05/20	13,9	23,1	18,5	1007,5	39,7	0,0	0,0			26,6	9,3	23,503
31/05/20	15,8	23,7	19,8	1006,7	46,0	0,0	0,0			25,2	8,7	23,309
1° decade	14,5	24,0	19,3	1005,3	41,4	0,0	0,0	11,3		45,7	97,4	235,7
2° decade	16,0	23,5	19,7	1003,5	57,8	11,3	0,0	11,5		50,4	48,1	161,7
3° decade	16,2	25,1	20,6	1013,1	39,8	4,0	0,0	#DIV/0!		55,8	115,7	284,9
MESE	15,6	24,2	19,9	1007,5	46,1	15,3	0,0	11,4		55,8	261,2	682,3
Min	11,3	19,5	16,8	995,2	24,7	0,0	0,0	4,6		19,1	0,1	6,7
Max	19,5	30,4	25,0	1019,8	73,3	6,6	0,0	19,0		55,8	13,1	29,3
Dev.St.	1,8	2,3	1,8	6,2	11,7	1,4	0,0	4,2		10,1	3,7	5,7

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
giugno 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/06/20	16,8	25,4	21,1	1008,2	37,7	0,0	0,0			28,8	13,2	28,424
02/06/20	19,1	28,7	23,9	1003,7	35,0	3,8	0,0			40,0	11,0	26,100
03/06/20	18	28,8	23,4	998,5	36,3	0,0	0,0			46,1	10,4	25,294
04/06/20	17	21,3	19,2	991,8	79,7	26,4	0,0			38,9	0,0	4,393
05/06/20	17	25,3	21,2	990,5	54,0	0,0	0,0			31,0	10,9	28,493
06/06/20	18,3	27,5	22,9	997,0	47,0	0,0	0,0			24,8	10,7	25,469
07/06/20	18,2	28,1	23,2	997,0	40,7	0,8	0,0			51,5	7,7	22,066
08/06/20	17,4	24,3	20,9	998,6	73,0	16,9	0,0			46,8	2,5	14,632
09/06/20	16	22,8	19,4	1001,3	65,0	25,5	0,0			47,2	6,9	20,773
10/06/20	15	23,5	19,3	1000,6	55,3	0,1	0,0			36,4	8,5	25,330
11/06/20	16,1	22,4	19,3	1001,6	62,3	4,2	0,0			40,3	4,0	16,287
12/06/20	15,3	25,5	20,4	1003,5	43,7	0,0	0,0			17,3	13,1	28,835
13/06/20	16,9	27,4	22,2	1002,3	51,3	39,7	0,0			67,0	9,6	22,730
14/06/20	16,4	25,6	21,0	1001,6	51,3	0,0	0,0			31,7	8,9	24,747
15/06/20	19,3	26,3	22,8	1003,5	61,7	0,8	0,0			14,8	2,2	13,236
16/06/20	19	26	22,5	1003,0	58,7	0,0	0,0			20,2	5,9	17,334
17/06/20	19,6	25,2	22,4	1001,5	63,7	2,4	0,0			49,7	8,0	21,854
18/06/20	18,3	28,5	23,4	1002,9	37,7	0,0	0,0			48,2	12,2	29,725
19/06/20	18,6	28,3	23,5	1005,4	39,7	0,0	0,0			47,2	10,7	26,537
20/06/20	17,6	28,5	23,1	1007,0	34,3	0,0	0,0			14,8	13,6	29,992
21/06/20	20,4	29,6	25,0	1005,3	40,7	0,0	0,0			23,4	10,2	25,799
22/06/20	20,7	31,1	25,9	1007,7	30,0	0,0	0,0			29,5	13,2	29,557
23/06/20	23,1	32,2	27,7	1008,8	31,3	0,5	0,0	10,3		29,2	11,7	28,426
24/06/20	20,5	31,3	25,9	1009,3	40,7	0,0	0,0	15,7		38,5	12,0	28,706
25/06/20	20,7	30,1	25,4	1008,9	53,7	0,0	0,0	16,5		36,7	8,7	26,730
26/06/20	20,5	30,6	25,6	1008,2	53,0	0,0	0,0	13,2		33,8	9,1	26,240
27/06/20	22,5	32,2	27,4	1007,0	36,7	0,0	0,0	7,5		22,7	12,3	28,597
28/06/20	24,5	32,7	28,6	1006,4	39,7	0,0	0,0	10,9		23,0	12,2	27,986
29/06/20	24,7	34,1	29,4	1001,4	35,3	0,0	0,0	17,1		38,2	13,5	28,955
30/06/20	22,8	32,8	27,8	1003,1	47,7	0,0	0,0	9,9		27,7	9,5	24,097
1° decade	17,3	25,6	21,4	998,7	52,4	73,5	0,0	#DIV/0!		51,5	81,8	221,0
2° decade	17,7	26,4	22,0	1003,2	50,4	47,1	0,0	#DIV/0!		67,0	88,1	231,3
3° decade	22,0	31,7	26,9	1006,6	40,9	0,5	0,0	12,6		38,5	112,4	275,1
MESE	19,0	27,9	23,4	1002,9	47,9	121,1	0,0	12,6		67,0	282,3	727,3
Min	15,0	21,3	19,2	990,5	30,0	0,0	0,0	7,5		14,8	0,0	4,4
Max	24,7	34,1	29,4	1009,3	79,7	39,7	0,0	17,1		67,0	13,6	30,0
Dev.St.	2,6	3,4	2,9	4,7	12,8	9,8	0,0	3,5		12,3	3,6	5,9

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
luglio 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	PressMed (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/07/20	24,5	33	28,8	1002,6	55,3	9,7	0,0	12,9		39,6	8,7	22,175
02/07/20	23,2	31,3	27,3	1002,0	51,7	0,0	0,0	11,7		31,0	10,2	27,244
03/07/20	21,5	28,5	25,0	1004,0	60,3	0,3	0,0	11,6		42,8	2,9	13,427
04/07/20	19,1	28,3	23,7	1009,0	54,7	47,8	0,0	9,3		43,2	11,7	27,727
05/07/20	22	30,6	26,3	1007,7	43,0	0,0	0,0	6,7		23,0	13,5	28,903
06/07/20	23,8	32,8	28,3	1000,3	41,0	0,0	0,0	12,2		29,9	13,4	28,716
07/07/20	18,2	27,7	23,0	1007,9	52,7	0,7	0,0	22,5		53,6	9,7	24,374
08/07/20	18,8	28,2	23,5	1008,8	38,0	0,0	0,0	9,3		29,9	13,2	28,546
09/07/20	20,9	30,9	25,9	1008,3	40,3	0,0	0,0	9,1		22,3	13,3	28,698
10/07/20	23,5	33	28,3	1005,5	45,0	0,0	0,0	12,9		38,5	12,3	27,732
11/07/20	21	32,6	26,8	1005,1	54,3	3,9	0,0	12,5		53,6	9,6	25,061
12/07/20	20,3	27,1	23,7	1012,3	55,7	0,0	0,0	14,5		35,6	7,9	20,440
13/07/20	19	26,5	22,8	1011,0	42,0	0,0	0,0	15,6		29,9	12,7	27,631
14/07/20	19,7	26,7	23,2	1006,7	40,0	0,0	0,0	11,7		27,7	10,2	24,617
15/07/20	20,6	29,3	25,0	1004,9	43,3	0,0	0,0	9,3		37,4	8,1	22,965
16/07/20	21,1	29,4	25,3	1005,1	44,0	0,0	0,0	9,8		23,0	10,2	26,445
17/07/20	20,8	26,9	23,9	1004,5	61,0	0,0	0,0	17,0		40,0	7,5	21,604
18/07/20	18,8	27,3	23,1	1006,4	40,7	0,0	0,0	11,3		33,8	11,7	27,811
19/07/20	20,1	29,8	25,0	1006,4	40,3	0,0	0,0	9,5		25,7	12,7	27,923
20/07/20	22,7	31,8	27,3	1007,9	45,3	0,0	0,0	8,6		27,4		
21/07/20	24,2	32,7	28,5	1009,9	46,0	0,0	0,0	9,7		25,7		
22/07/20	22,5	33,7	28,1	1007,7	51,0	0,0	0,0	5,5		64,4		
23/07/20	22,4	30,7	26,6	1004,2	55,0	0,0	0,0	8,1		22,5		
24/07/20	19,2	25,2	22,2	1003,4	67,0	7,4	0,0	15,6		53,1		
25/07/20	20,2	30,3	25,3	1004,7	40,7	0,0	0,0	6,4		22,0	13,0	27,709
26/07/20	22,4	31,6	27,0	1005,1	39,7	0,0	0,0	8,5		22,0	11,9	24,652
27/07/20	22,8	31,5	27,2	1008,5	51,7	0,0	0,0	11,6		26,6	11,4	25,802
28/07/20	25,1	33,4	29,3	1006,2	48,3	0,0	0,0	11,5		30,2	12,2	25,688
29/07/20	25,9	33,6	29,8	1006,4	50,0	0,0	0,0	15,5		30,6	11,7	25,095
30/07/20	25,7	34,6	30,2	1008,2	50,7	0,0	0,0	12,3		25,6	11,6	24,842
31/07/20	27,4	35,5	31,5	1006,2	49,0	0,0	0,0	13,4		63,4	8,8	22,781
1° decade	21,6	30,4	26,0	1005,6	48,2	58,5	0,0	11,8		53,6	108,9	257,5
2° decade	20,4	28,7	24,6	1007,0	46,7	3,9	0,0	12,0		53,6	90,5	224,5
3° decade	23,4	32,1	27,8	1006,4	49,9	7,4	0,0	10,7		64,4	80,6	176,6
MESE	21,9	30,5	26,2	1006,4	48,3	69,8	0,0	11,5		64,4	280,0	658,6
Min	18,2	25,2	22,2	1000,3	38,0	0,0	0,0	5,5		22,0	2,9	13,4
Max	27,4	35,5	31,5	1012,3	67,0	47,8	0,0	22,5		64,4	13,5	28,9
Dev.St.	2,4	2,7	2,5	2,6	7,4	8,7	0,0	3,5		12,1	2,4	3,4

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
agosto 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/08/20	26,2	36	31,1	1003,5	43,0	0,0	0,0	8,1		22,3	11,4	24,877
02/08/20	20,9	30,2	25,6	1001,5	63,3	25,4	0,0	15,8		87,8	8,0	21,091
03/08/20	20,2	26,5	23,4	996,7	77,7	25,1	0,0	12,5		72,0	1,6	9,105
04/08/20	18,3	25,2	21,8	998,1	67,3	14,2	0,0	14,0		51,5	7,3	18,441
05/08/20	19,5	26,2	22,9	1005,2	55,0	0,2	0,0	9,7		29,5	6,0	19,991
06/08/20	20,8	28,8	24,8	1008,6	52,0	0,0	0,0	13,0		32,4	12,3	25,414
07/08/20	22	30,6	26,3	1010,2	48,0	0,0	0,0	11,1		25,9	11,6	24,284
08/08/20	23,5	32,6	28,1	1009,7	42,0	0,0	0,0	11,4		26,3	12,5	25,214
09/08/20	24,1	33,1	28,6	1007,4	40,3	0,0	0,0	8,1		21,6	12,5	25,185
10/08/20	24,5	33,7	29,1	1006,0	41,0	0,0	0,0	10,2		23,4	12,0	24,720
11/08/20	25,3	33,4	29,4	1006,9	47,7	0,0	0,0	8,2		27,0	8,9	21,445
12/08/20	24,5	32,9	28,7	1007,3	51,3	0,0	0,0	10,2		24,8	9,6	23,369
13/08/20	25,4	31,9	28,7	1006,4	50,7	0,0	0,0	10,0		27,7	6,9	17,472
14/08/20	24	32,2	28,1	1003,8	51,3	0,0	0,0	12,6		31,3	9,3	22,693
15/08/20	22,1	31,3	26,7	1003,7	52,7	0,0	0,0	9,7		25,6	8,2	22,695
16/08/20	23,6	31,8	27,7	1002,9	54,0	0,0	0,0	6,0		35,6	9,3	23,007
17/08/20	24,1	30,6	27,4	1001,8	48,0	0,0	0,0	11,5		34,6	6,2	17,891
18/08/20	23,3	29,5	26,4	1001,5	53,7	0,0	0,0	10,3		27,4	8,5	19,754
19/08/20	22,2	29,9	26,1	1002,4	54,3	0,0	0,0	9,8		20,9	9,9	21,461
20/08/20	23,6	31,7	27,7	1005,1	50,0	0,0	0,0	12,3		24,8	11,1	23,500
21/08/20	24,5	33,4	29,0	1007,6	47,0	0,0	0,0	10,7		22,0	11,3	23,344
22/08/20	25,5	34,2	29,9	1005,3	41,0	0,0	0,0	9,8		19,1	11,2	23,078
23/08/20	21,5	31,6	26,6	1004,7	66,3	21,0	0,0	11,0		50,0	6,7	19,542
24/08/20	21,6	28,1	24,9	1004,5	59,3	0,1	0,0	10,6		31,7	6,9	19,733
25/08/20	21,1	28,5	24,8	1006,6	47,0	0,0	0,0	10,1		26,3	10,6	22,362
26/08/20	22,9	31,6	27,3	1005,5	48,7	0,0	0,0	7,6		23,0	10,5	21,829
27/08/20	23,7	30,7	27,2	1003,9	61,0	0,0	0,0	10,9		26,6	7,9	19,213
28/08/20	22,9	32	27,5	997,9	51,3	0,0	0,0	7,3		25,6	8,4	21,505
29/08/20	21,2	33,1	27,2	994,5	67,3	13,1	0,0	12,3		44,3	5,0	15,536
30/08/20	20,8	29,3	25,1	998,2	54,7	3,3	0,0	16,2		55,1	6,9	19,090
31/08/20	17,6	23,1	20,4	1003,7	64,7	0,0	0,0	14,5		41,4	0,0	6,128
1° decade	22,0	30,3	26,1	1004,7	53,0	64,9	0,0	11,4		87,8	95,2	218,3
2° decade	23,8	31,5	27,7	1004,2	51,4	0,0	0,0	10,0		35,6	87,7	213,3
3° decade	22,1	30,5	26,3	1003,0	55,3	37,5	0,0	11,0		55,1	85,3	211,4
MESE	22,6	30,8	26,7	1003,9	53,3	102,4	0,0	10,8		87,8	268,2	643,0
Min	17,6	23,1	20,4	994,5	40,3	0,0	0,0	6,0		19,1	0,0	6,1
Max	26,2	36,0	31,1	1010,2	77,7	25,4	0,0	16,2		87,8	12,5	25,4
Dev.St.	2,1	2,8	2,4	3,8	9,0	7,7	0,0	2,4		15,6	3,0	4,3

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
settembre 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/09/20	16,9	25,8	21,4	1003,2	54,0	0,3	0,0	6,1		29,0		21,130
02/09/20	17,7	24,8	21,3	1006,9	69,7	19,6	0,0	9,1		62,8		15,841
03/09/20	17,7	25,5	21,6	1013,1	59,7	0,0	0,0	4,0		17,7		20,160
04/09/20	19	27,4	23,2	1016,8	51,0	0,0	0,0	7,5		20,5	10,3	21,506
05/09/20	19,8	28,8	24,3	1009,0	51,7	0,0	0,0	6,0		17,6	9,8	21,200
06/09/20	21,1	28,9	25,0	1003,9	41,3	0,0	0,0	9,8		25,9	8,3	20,096
07/09/20	19,3	27,6	23,5	1008,2	60,7	19,1	0,0	9,0		37,8	6,1	15,932
08/09/20	20,4	26,5	23,5	1016,7	59,3	5,4	0,0	7,6		22,3	9,6	18,284
09/09/20	19,5	28,1	23,8	1014,2	49,7	0,0	0,0	5,5		17,3	9,6	19,961
10/09/20	21,2	28,8	25,0	1007,8	58,0	0,0	0,0	8,5		22,0	5,6	16,080
11/09/20	22,3	28,7	25,5	1006,0	57,7	0,0	0,0	9,2		20,2	5,9	15,937
12/09/20	21,4	29,2	25,3	1009,7	53,3	0,0	0,0	8,4		23,0	9,3	19,116
13/09/20	21,5	29,9	25,7	1015,6	51,0	0,0	0,0	8,6		22,7	9,0	18,833
14/09/20	21,6	29,6	25,6	1016,8	50,7	0,0	0,0	10,8		27,4	8,3	18,075
15/09/20	21,3	29,2	25,3	1013,0	51,3	0,0	0,0	8,2		20,9	7,9	15,836
16/09/20	21,4	29,7	25,6	1008,8	51,0	0,0	0,0	7,3		22,0	8,6	17,763
17/09/20	22,1	29,7	25,9	1008,1	49,7	0,0	0,0	8,5		30,6	8,5	17,487
18/09/20	21,6	28,4	25,0	1011,4	52,0	0,0	0,0	11,1		24,5	8,4	17,274
19/09/20	19	25,6	22,3	1010,6	55,7	0,0	0,0	9,7		25,2	5,3	14,732
20/09/20	19,1	24,9	22,0	1007,3	58,3	0,0	0,0	7,1		20,2	2,3	10,988
21/09/20	19,8	26,1	23,0	1007,5	66,3	14,1	0,0	5,7		36,4	6,2	15,179
22/09/20	19,4	24,5	22,0	1005,7	76,7	7,1	0,0	6,8		23,4	3,5	11,237
23/09/20	19	24,2	21,6	1001,6	68,0	0,0	0,0	5,8		16,9	5,8	12,914
24/09/20	17,9	25,2	21,6	1001,4	63,3	3,8	0,0	8,5		25,2	4,0	11,041
25/09/20	13,2	25,2	19,2	985,1	60,3	3,3	0,0	24,7		79,2	6,6	15,518
26/09/20	14,4	21,1	17,8	989,5	31,0	0,0	0,0	23,1		54,4	9,0	18,707
27/09/20	12,1	17,2	14,7	996,3	59,3	0,4	0,0	11,5		36,4	4,3	12,329
28/09/20	12,5	19,1	15,8	999,6	52,3	0,0	0,0	10,2		21,6	4,2	11,557
29/09/20	12,9	21,4	17,2	1007,8	52,0	0,0	0,0	4,2		17,6	8,5	15,959
30/09/20	14,8	23,4	19,1	1005,5	56,7	0,0	0,0	7,2		17,6	8,2	15,877
1° decade	19,3	27,2	23,2	1010,0	55,5	44,4	0,0	7,3		62,8	59,4	190,2
2° decade	21,1	28,5	24,8	1010,7	53,1	0,0	0,0	8,9		30,6	73,5	166,0
3° decade	15,6	22,7	19,2	1000,0	58,6	28,7	0,0	10,8		79,2	60,2	140,3
MESE	18,7	26,2	22,4	1006,9	55,7	73,1	0,0	9,0		79,2	193,2	496,6
Min	12,1	17,2	14,7	985,1	31,0	0,0	0,0	4,0		16,9	2,3	11,0
Max	22,3	29,9	25,9	1016,8	76,7	19,6	0,0	24,7		79,2	10,3	21,5
Dev.St.	3,1	3,3	3,1	7,4	8,6	5,5	0,0	4,5		14,3	2,2	3,1

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
ottobre 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/10/20	16	22,7	19,4	999,1	58,3	0,0	0,0	6,3		17,6	3,2	10,150
02/10/20	15,4	22,4	18,9	991,4	66,3	2,6	0,0	25,0		52,6	0,0	3,634
03/10/20	17,1	22,1	19,6	990,0	56,3	0,6	0,0	13,9		55,1	3,9	8,641
04/10/20	14,4	22,5	18,5	997,3	57,3	2,2	0,0	15,1		47,9	4,0	10,046
05/10/20	14,1	21,4	17,8	1001,0	57,3	0,0	0,0	9,0		27,7	5,6	12,996
06/10/20	13,1	20,5	16,8	1005,2	57,0	0,0	0,0	6,6		20,2	4,6	12,232
07/10/20	15,5	21,1	18,3	1003,8	63,7	0,0	0,0	13,4		34,9	8,7	14,798
08/10/20	13,5	21,3	17,4	1013,8	55,7	0,0	0,0	8,1		19,1	9,4	14,768
09/10/20	13,1	21,2	17,2	1013,9	59,0	0,0	0,0	5,6		14,8	4,6	12,283
10/10/20	14,5	21,5	18,0	1008,6	59,3	0,0	0,0	7,7		20,2	7,9	13,294
11/10/20	10,1	16,8	13,5	1003,3	89,3	9,4	0,0	11,8		33,1	0,0	1,398
12/10/20	11	15,2	13,1	1003,8	70,0	0,5	0,0	11,4		29,9	0,0	5,278
13/10/20	9,6	16,3	13,0	1000,3	50,7	0,0	0,0	8,8		25,2	8,5	13,450
14/10/20	9,5	15,1	12,3	1000,1	70,7	1,3	0,0	11,7		25,6	1,8	7,262
15/10/20	9,9	11,9	10,9	997,2	91,7	47,4	0,0	20,7		42,5	0,0	2,706
16/10/20	10,7	15,9	13,3	1004,2	77,3	1,1	0,0	7,1		20,9	4,1	10,141
17/10/20	9,1	16,4	12,8	1006,6	65,7	0,0	0,0	8,1		16,9	9,0	13,765
18/10/20	9,2	16,8	13,0	1012,2	71,7	0,0	0,0	7,7		20,9	7,5	11,980
19/10/20	11	17,5	14,3	1015,4	70,7	0,0	0,0	6,2		13,7	6,3	11,233
20/10/20	10,7	16,9	13,8	1016,2	72,0	0,0	0,0	7,6		18,0	4,8	9,919
21/10/20	11	19,1	15,1	1015,3	63,7	0,0	0,0	6,9		22,3	7,6	11,964
22/10/20	11,3	18,8	15,1	1015,1	71,7	0,0	0,0	8,5		18,0	5,9	10,810
23/10/20	12,6	14,5	13,6	1011,1	94,7	0,4	0,0	6,9		20,5	0,0	1,468
24/10/20	13,6	17,2	15,4	1007,8	89,0	0,0	0,0	10,4		22,0	0,2	4,507
25/10/20	12,1	18,8	15,5	1006,3	77,0	0,0	0,0	9,8		23,0	5,9	10,436
26/10/20	14,8	20,8	17,8	997,0	67,7	5,1	0,0	19,4		47,2	2,7	6,335
27/10/20	11,9	16,5	14,2	1001,7	65,7	0,4	0,0	7,1		36,0	5,0	8,644
28/10/20	10	17	13,5	1009,0	65,7	0,0	0,0	8,5		19,4	7,6	11,551
29/10/20	11,4	17,4	14,4	1010,6	65,7	0,0	0,0	5,8		16,9	5,1	8,914
30/10/20	11,4	18,1	14,8	1015,0	73,7	0,0	0,0	7,0		16,9	5,3	10,066
31/10/20	10,8	17,8	14,3	1014,6	80,0	0,0	0,0	5,7		15,1	7,2	10,271
1° decade	14,7	21,7	18,2	1002,4	59,0	5,4	0,0	11,1		55,1	51,9	112,8
2° decade	10,1	15,9	13,0	1005,9	73,0	59,7	0,0	10,1		42,5	41,9	87,1
3° decade	11,9	17,8	14,9	1009,4	74,0	5,9	0,0	8,7		47,2	52,4	95,0
MESE	12,2	18,4	15,3	1006,0	68,8	71,0	0,0	9,9		55,1	146,1	294,9
Min	9,1	11,9	10,9	990,0	50,7	0,0	0,0	5,6		13,7	0,0	1,4
Max	17,1	22,7	19,6	1016,2	94,7	47,4	0,0	25,0		55,1	9,4	14,8
Dev.St.	2,2	2,8	2,4	7,4	11,3	8,6	0,0	4,7		11,7	3,0	3,8

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
novembre 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/11/20	10,2	17,1	13,7	1013,7	82,0	0,0	0,0	5,8		20,2	1,7	6,429
02/11/20	10,4	14,4	12,4	1015,1	90,7	0,1	0,0	7,8		21,2	4,7	9,006
03/11/20	13,1	15,8	14,5	1015,0	90,0	0,0	0,0	5,8		12,6	0,0	3,074
04/11/20	14	16,9	15,5	1014,6	84,0	0,0	0,0	5,9		20,9	0,0	2,903
05/11/20	14,3	17,8	16,1	1021,0	74,7	0,0	0,0	6,5		20,9	1,3	4,566
06/11/20	11,8	17,4	14,6	1023,1	61,0	0,0	0,0	6,5		15,5	8,1	9,783
07/11/20	10,7	17,2	14,0	1020,8	71,3	0,0	0,0	9,1		19,8	7,1	9,404
08/11/20	10,5	17	13,8	1017,1	74,3	0,0	0,0	6,1		16,6	5,7	8,413
09/11/20	11,4	18	14,7	1015,2	72,7	0,0	0,0	5,6		15,8	7,6	8,977
10/11/20	10,4	16,1	13,3	1015,9	77,3	0,0	0,0	5,4		13,7	4,5	7,854
11/11/20	8,9	13	11,0	1016,5	86,3	0,1	0,0	4,2		11,9	0,0	2,980
12/11/20	11,5	15	13,3	1016,1	80,7	0,0	0,0	5,3		13,3	0,0	4,714
13/11/20	11,8	13,1	12,5	1016,8	84,3	0,0	0,0	6,8		14,8	0,0	1,493
14/11/20	11,5	12,8	12,2	1016,9	89,7	0,0	0,0	5,9		11,5	0,0	1,408
15/11/20	12,2	13,9	13,1	1013,9	80,3	0,0	0,0	3,7		16,9	0,0	1,804
16/11/20	10,7	12,7	11,7	1009,0	88,0	2,2	0,0	8,4		20,5	0,1	1,421
17/11/20	9,6	14,6	12,1	1019,2	78,7	0,0	0,0	8,4		20,2	7,5	8,500
18/11/20	7,1	12,4	9,8	1021,0	83,7	0,0	0,0	9,3		17,6	8,0	8,828
19/11/20	5,8	12,6	9,2	1013,7	82,7	0,3	0,0	6,8		16,9	8,3	8,852
20/11/20	7,2	11,2	9,2	1014,6	85,0	16,1	0,0	11,5		37,1	2,1	3,103
21/11/20	5,6	10,5	8,1	1024,4	54,7	0,0	0,0	13,0		44,3	8,0	8,983
22/11/20	3,7	9,7	6,7	1022,7	46,7	0,0	0,0	8,0		18,0	8,3	8,686
23/11/20	3,3	9,5	6,4	1019,0	52,3	0,0	0,0	8,4		14,8	8,3	8,677
24/11/20	5,1	9,4	7,3	1018,4	60,7	0,0	0,0	9,4		23,8	5,8	6,167
25/11/20	4,4	10,2	7,3	1015,4	69,3	0,0	0,0	6,0		14,8	7,9	7,732
26/11/20	4,2	9,4	6,8	1015,7	76,3	0,0	0,0	6,2		15,5	4,3	6,551
27/11/20	3	8,5	5,8	1013,7	81,3	0,0	0,0	4,8		14,0	1,2	4,658
28/11/20	5,7	7,9	6,8	1009,7	85,7	0,0	0,0	5,2		15,1	0,0	1,446
29/11/20	6,2	9,3	7,8	1008,8	89,7	0,0	0,0	6,4		20,5	0,0	1,579
30/11/20	3,3	8,5	5,9	1014,3	72,3	0,0	0,0	7,2		21,6	7,6	7,331
1° decade	11,7	16,8	14,2	1017,2	77,8	0,1	0,0	6,4		21,2	40,5	70,4
2° decade	9,6	13,1	11,4	1015,8	83,9	18,7	0,0	7,0		37,1	26,0	43,1
3° decade	4,5	9,3	6,9	1016,2	68,9	0,0	0,0	7,4		44,3	51,4	61,8
MESE	8,6	13,1	10,8	1016,4	76,9	18,8	0,0	7,0		44,3	117,9	175,3
Min	3,0	7,9	5,8	1008,8	46,7	0,0	0,0	3,7		11,5	0,0	1,4
Max	14,3	18,0	16,1	1024,4	90,7	16,1	0,0	13,0		44,3	8,3	9,8
Dev.St.	3,5	3,3	3,3	3,9	11,7	3,0	0,0	2,1		6,9	3,5	3,0

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" Università degli studi di Modena e Reggio Emilia												
Osservatorio Geofisico Piazza Roma 22 - Modena - lat. N 44° 38' 50,76" - long. E 10° 55' 45,50"												
dicembre 2020												
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmed2 (°C)	Press Med (hPa)	U med (%)	Prec Tot (mm)	Neve Fresca cm	VelVento Med (km/h)	DirVento domin.	VelVento Max (km/h)	ore sole	Rad.sol MJ/m ²
01/12/20	3,3	6,1	4,7	1006,5	71,0	3,2	0,0	13,1		27,4	0,000	2,423
02/12/20	1,8	4,7	3,3	1002,1	89,0	17,8	3,0	13,3		33,1	0,000	0,389
03/12/20	2	6	4,0	998,5	87,3	4,1	0,0	4,1		22,3	2,350	3,946
04/12/20	2,8	12,4	7,6	988,5	86,7	1,8	0,0	22,8		57,6	0,733	3,984
05/12/20	4,5	11,2	7,9	989,9	92,0	53,1	0,0	11,1		30,2	0,000	0,424
06/12/20	4,1	6,3	5,2	988,5	93,7	4,9	0,0	14,1		34,2	0,000	1,018
07/12/20	3,7	9,2	6,5	994,6	76,0	0,8	0,0	13,7		42,1	0,050	2,360
08/12/20	5	6,1	5,6	991,2	92,3	19,7	0,0	14,8		25,9	0,000	0,755
09/12/20	5,7	6,9	6,3	992,7	93,0	23,5	0,0	13,4		25,6	0,000	1,214
10/12/20	6,1	8,1	7,1	996,0	88,0	0,0	0,0	6,6		15,5	0,000	1,294
11/12/20	6	8,3	7,2	996,2	87,0	0,7	0,0	5,8		19,1	2,383	3,821
12/12/20	5,6	6,6	6,1	993,5	91,0	3,2	0,0	10,4		19,8	0,000	0,808
13/12/20	3,7	8,8	6,3	1002,5	81,3	0,0	0,0	9,0		20,5	7,817	6,970
14/12/20	1,7	7,7	4,7	1009,9	81,7	0,0	0,0	7,5		18,0	7,683	6,752
15/12/20	2,4	8,3	5,4	1011,2	80,0	0,0	0,0	6,5		22,7	0,067	2,419
16/12/20	6,7	10,2	8,5	1014,8	82,0	0,2	0,0	5,7		17,3	0,467	2,575
17/12/20	7,9	9,8	8,9	1017,3	87,7	0,0	0,0	4,0		14,4	0,000	1,584
18/12/20	8,2	10,2	9,2	1018,9	88,7	0,7	0,0	7,2		16,6	0,000	2,360
19/12/20	7,8	10,2	9,0	1016,9	85,3	0,0	0,0	6,2		13,7	0,133	2,846
20/12/20	7,9	9,4	8,7	1016,3	90,3	0,0	0,0	4,4		13,7	0,000	1,355
21/12/20	8	10	9,0	1017,7	85,0	0,0	0,0	5,3		15,8	0,367	2,980
22/12/20	8,5	12,3	10,4	1016,3	82,0	0,0	0,0	8,6		18,4	1,700	5,656
23/12/20	8,9	11,7	10,3	1015,0	85,0	0,0	0,0	5,4		12,2	1,000	3,929
24/12/20	8,5	9,8	9,2	1003,6	96,3	0,0	0,0	9,2		19,4	0,000	0,931
25/12/20	4,2	8,9	6,6	999,5	92,3	24,0	1,0	7,2		47,0	0,000	1,300
26/12/20	4,5	8,1	6,3	1008,8	81,7	5,4	0,0	11,9		42,5	1,733	4,273
27/12/20	2,1	5,8	4,0	1000,3	66,0	0,0	0,0	5,9		20,9	6,967	6,779
28/12/20	1,5	4,2	2,9	978,9	83,3	16,9	0,0	13,9		53,6	0,000	1,418
29/12/20	1,4	4,6	3,0	989,1	84,0	2,4	0,0	11,0		31,3	0,750	3,379
30/12/20	3,2	5,2	4,2	996,2	87,0	4,1	0,0	8,3		19,1	0,000	1,351
31/12/20	3	7,5	5,3	1000,9	77,0	0,0	0,0	5,8		18,4	7,583	7,238
1° decade	3,9	7,7	5,8	994,9	86,9	128,9	3,0	12,7		57,6	3,1	17,8
2° decade	5,8	9,0	7,4	1009,7	85,5	4,8	0,0	6,7		22,7	18,6	31,5
3° decade	4,9	8,0	6,5	1002,4	83,6	52,8	1,0	8,4		53,6	20,1	39,2
MESE	4,9	8,2	6,5	1002,3	85,3	186,5	4,0	9,2		57,6	41,8	88,5
Min	1,4	4,2	2,9	978,9	66,0	0,0	0,0	4,0		12,2	0,0	0,4
Max	8,9	12,4	10,4	1018,9	96,3	53,1	3,0	22,8		57,6	7,8	7,2
Dev.St.	2,4	2,3	2,2	11,0	6,7	11,5	0,6	4,2		12,0	2,5	2,0



Milena Bertacchini*, **Anna Cipriani****,
Giampaolo Sighinolfi***

The Gemma 1786 Museum of Modena and Reggio Emilia University: new catalogue of meteorites and inventory of materials of interest for planetary sciences

Abstract

In this article we present a new, updated catalogue of meteorites and materials of interest for Planetary Sciences housed at the historical Gemma 1786 Museum of the University of Modena and Reggio Emilia (Italy). We begin by illustrating the historic event of the fall of the famous Albareto meteorite in 1766 and introduce the figure of Abbot Troili, who first described it.

Riassunto

Il Museo Gemma 1786 dell'Università di Modena e Reggio Emilia: nuovo catalogo delle meteoriti e inventario dei materiali di interesse per le scienze planetarie. Dopo avere ricordato la caduta del famoso meteorite di Albareto del luglio 1766 e la figura dell'abate Troili che per primo lo descrisse, l'articolo presenta un catalogo aggiornato dei numerosi meteoriti provenienti da tutto il mondo e attualmente conservati presso il Museo Gemma 1786 di Modena insieme ad altri materiali di interesse per le scienze planetarie.

Keywords: Meteorites, Albareto, Domenico Troili, Gemma 1786 Museum, Modena, Italy

Parole Chiave: Meteoriti, Albareto, Domenico Troili, Museo Gemma 1786, Modena

* Curator of the Gemma 1786 Museum, University of Modena and Reggio Emilia; e-mail: milena.bertacchini@unimore.it.

** Associate Professor of Geochemistry, University of Modena and Reggio Emilia; e-mail: anna.cipriani@unimore.it.

*** Former Chair Professor of Geochemistry, University of Modena and Reggio Emilia; e-mail: sighinolfi@yahoo.it.

1. Introduction

In 1766, for the first time in the modern era, Abbot Domenico Troili (1722-1793) reported that a stone had fallen from the sky near the village of Albareto, close to Modena (Italy). Domenico Troili was a philosopher and naturalist, and the tutor of Benedetta and Amalia d'Este, the daughters of the Duke of Modena. The document by Troili is the first scientific account of a stone falling from the sky¹ (Fig. 1). Therefore, it is fair to say that the city of Modena has played a very important role in the history and development of Meteoritic and Cosmological Sciences. The House of Este of the Duchy of Modena preserved the Albareto specimen with care, and most of its mass has remained intact up to this day with the largest piece, weighing 560 g, catalogued in the mineralogical and geological Gemma 1786 Museum² of the University of Modena and Reggio Emilia (Fig. 2).

In his report, Troili accurately described the time and modality of the fall and the meteorological conditions at the time. He also recorded the statements of direct witnesses of the event. From a scientific point of view, Troili observed the general aspect of the stone, its colour and shape and other physical characteristics like its magnetism and weight, which, he noted, were very different from the common stones of the sedimentary plain. He hypothesized that the stone was probably related to volcanic activity from over the Apennines, but was anyhow of terrestrial origin.

About 20 years later, in 1794, Ernst Chladni (1756-1827), a German physicist and astronomer, described a rock specimen found in Russia, the famous "Pallas Iron"³. He reported that this stone was very different from

¹ Abbot Troili collected reports from several people working in the fields who stated that at about 17:00 hours of the 15th July 1766, when the sky was clear except for some clouds over the mountains on the far horizon, they suddenly observed distant flashes of lightning and heard thunder. This rose to a crescendo of loud explosions over their heads. Numerous people saw a celestial body streak across the sky plunging to the ground. To some, the trajectory looked bright and fiery, to others, dark and smoky. The fallen meteorite created a hole in the earth a metre-deep and instantly broke into many pieces. It was a very heavy stone, irregular in shape and with magnetic properties. The outer surface looked as though it had been burnt by fire (Marvin, 2001).

² The Gemma 1786 Museum is home to an important mineral collection dating from the 18th century and originating in the Natural History Museum of Modena Royal University, which was established in 1786 thanks to a donation by the Bishop of Modena Giuseppe Maria Fogliani of his collection of natural history specimens to Modena University. This vast collection contains a heritage of minerals, rocks, meteorites, hard and precious stones, ancient maps, historical documents and scientific instruments, which has continued to flourish over time. In the first half of the 19th century, the collection was enriched by the donations from the Este family and by other samples collected during geological surveys carried out by famous Italian scholars, such as geologist and zoologist Pietro Doderlein (1809-1895). From the 20th century to date, the Gemma Museum has increased its heritage thanks to donations by private citizens and contributions by researchers from the Department of Geological Sciences of the University of Modena, who carried out field campaigns in remote areas such as Greenland, Brazil, Africa, Australia and Antarctica.

³ Peter Simon Pallas (1741-1811) was a Prussian botanist and zoologist who worked mostly in Russia. In 1772, Pallas was shown a 680-kg lump of metal found near Krasnoyarsk (central Siberia). Pallas arranged for it to be transported to St. Petersburg. Subsequent analyses of the metal showed it to be a new type of stony-iron meteorite, later called pallasite in his honour. The meteorite itself was named "Pallas Iron" by Ernst Chladni in 1794.

common terrestrial rocks and very different from the stone described by Troili. Based on his observations, he proposed an extra-terrestrial origin, later confirmed by other scientific studies. For this reason, the scientific community considers Chladni the founder of Meteoritic and Cosmological Sciences. However, it is legitimate to say that the role of Modena, of Abbot Troili and of the Albareto event will always be part of the history of these sciences. The Albareto meteorite was widely known and had great resonance all around the world, and boosted the interest in this type of phenomenon (Gallitelli, 1939). In honour of Troili, the German mineralogist Gustav Rose (1798-1873) named one of the most important minerals present in meteorites troilite.

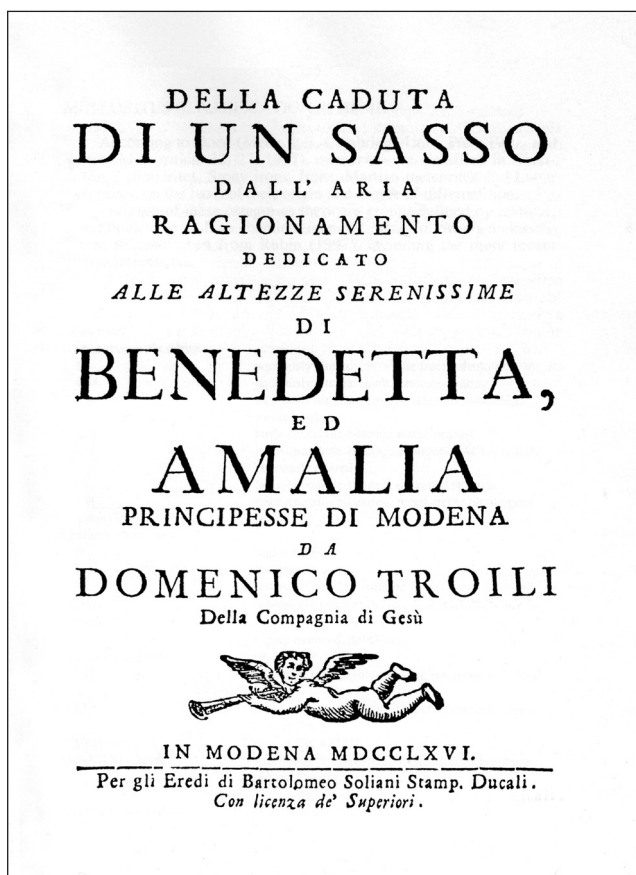


Fig. 1 – Cover page of the report by Domenico Troili dating back to 1766. This is the first scientific account of a stone falling from the sky. The report is dedicated to Benedetta and Amalia, the daughters of Francis III Duke of Modena.



Fig. 2 – *The main mass of the Albareto meteorite preserved at the Gemma 1786 Museum of Modena.*

2. Composition of the Albareto meteorite

The Albareto meteorite is an ordinary chondrite, that is, an undifferentiated rocky meteorite with the same chemical composition as planetesimals. Chondrites are stony (non-metallic) meteorites that have not been modified by either melting or differentiation of the parent body. They have been formed when various types of dust and small grains in the early solar system accreted to form primitive asteroids. Some such bodies intercepted by the planet's gravitational field become the most common type of meteorites when they fall (whether quickly, or after many orbits) to the Earth's surface. Their contribution to the total meteorite population is about 86%.

The fragment of the Albareto chondrite preserved at the Gemma 1786 Museum is partially covered by a brown-reddish melting crust characterized by thin cracks. On the fractured exposed surfaces, small glass aggregates of olivine – which is the most abundant constituent – and tiny metallic specs are present. On close observation under the microscope, abundant impregnations of limonite and rhombic and monocline pyroxenes are recognizable.

3. The Meteorite Collection at the Gemma 1786 Museum

Nowadays, besides the stone fallen from the sky in Albareto, the Gemma 1786 Museum hosts a rich collection of meteorites. We can trace the official starting date of the collection of meteorites in Modena back to 1819 when the Archduke Maximilian-Joseph of Austria-Este donated two fragments of a meteorite which had fallen in Stannern in Moravia (nowadays Stonařov, Czech Republic) to his elder brother Francis IV Duke of Modena (Fig. 3). At the time, these specimens were preserved at the Mineralogy Institute of the University of Modena. Levi-Donati (1960) and Sighinolfi & Viani (1996) chronicled historical information on the development of this Meteorite Collection. Over the decades of the nineteenth century, the collection was enriched by donations and acquisitions from private collections of Modena scientists (Bertacchini, 2009). Towards the end of the 1800s, other specimens arrived in Modena via exchanges and acquisitions from private collections and Italian and foreign scientific institutions (including the Eger collection, Vienna; the Museum of Leghorn; the Bentivoglio Collection, Modena; the Neviani collection, Rome; the American Museum Laboratory, USA).

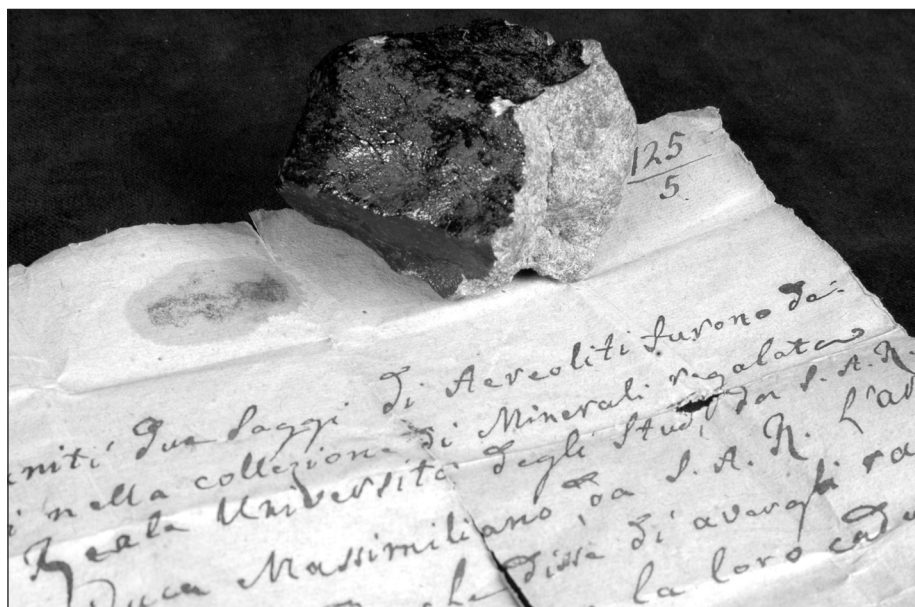


Fig. 3 – One of the two fragments of the Stannern Meteorite (which fell in Moravia, on 22nd May 1808) exhibited at the Gemma 1786 Museum and the original handwritten document attesting the donation of this meteorite from the Archduke Maximilian-Joseph of Austria-Este to his elder brother Francis IV Duke of Modena (photo by G. Giliberti).

According to the catalogue published by Levi-Donati (1960), the Modena historical collection of meteorites housed at the then Mineralogy Institute of the University of Modena, included 26 samples of four distinct types of meteorites (ordinary chondrites, achondrites, siderites and meteoritic irons). A recent assessment of the collection (Sighinolfi, unpublished data) has discovered that two historical samples are in fact terrestrial materials and not meteorites. One specimen preserved in the museum, marked as “Ensisheim” in the original documentation, is in principle a very important specimen of high historical-museological interest. Purportedly, it is related to a stone falling from the sky as witnessed on 16th November 1492 in Alsace. In reality, it is a common terrestrial ultramafic magmatic rock. The second sample, marked in the original documents as “*Perugia, red meteorite powder collected on 12th-13th May 1872*” is probably atmospheric dust of North African origin (Sahara desert).

As reported by Sighinolfi & Viani (1996), the meteorite collection, then housed at the Department of Earth Sciences of the University of Modena, has grown since the 1970s thanks to research activities by G.P. Sighinolfi in collaboration with scientists from the Max Planck Institut für Chemie of Mainz (Germany). Gemma Rosa Levi-Donati (1929-2017), a naturalist from Modena, who dedicated her life to the study of these stones, made important scientific contributions on recently fallen meteorites. At present, there is a total number of 84 meteorites of recent acquisition (since 1970) consisting mainly of ordinary chondrites, donated to the present-day Gemma Museum from the private collection of G.P. Sighinolfi.

Nowadays, the Gemma 1786 Museum, in addition to the Meteorite Collection, hosts various materials of interest to Planetary and Cosmological Sciences (Bertacchini, 2009, 2017). They are materials fallen to Earth from extra-terrestrial bodies of large dimensions, collected during field campaigns by G.P. Sighinolfi, in particular in Brazil (Sighinolfi *et al.*, 1973; Sighinolfi & Levi-Donati, 1973; Hintenberger *et al.*, 1974; Levi-Donati & Sighinolfi, 1974; Sighinolfi & Gorgoni, 1983), Africa (Sighinolfi *et al.*, 1983; Sighinolfi & Morais, 1987; Longinelli *et al.*, 2011; Sighinolfi *et al.*, 1991, 2014, 2020) and Northern Europe (Levi-Donati *et al.*, 1980, 1981). These materials are related to 12 actual or presumed impact events that struck the Earth over the last 1150 million years, some of which had important effects on the development and evolution of living species (Fig. 4 and Tabs. 1, 2 and 3).



Fig. 4 – The collection of meteorites and materials of interest for the Planetary Sciences housed at the historical Gemma 1786 Museum of Modena and Reggio Emilia University.

Tab. 1 – Catalogue of meteorites, historical collection (1823-1970s).

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
CHONDRITES					
Albareto (Modena)	Emilia-Romagna, Italy	1766 Fall, mid-July	LL4	The main mass of the original stone; two polished and etched fragments; several small fragments; 3 thin sections	560.9
Alessandria	Piedmont, Italy	1860 Fall, February 2	H5	Fragment from the interior; thin sections	1,0
Alfianello	Lombardy, Italy	1883 Fall, February 16	L6	Several fragments including crust; 3 thin sections	122.49
Ausson	Midi-Pyrenees, France	1858 Fall, December 9	L5	One fragment from the interior	16.1
Assisi	Umbria, Italy	1886 Fall, May 24	H5	fine-grained powder	1.0
Berlanguillas	Castilla y Leon, Spain	1811 Fall, July 8	L6	Fragment with crust	6.1
Bur-Gheluai	Mudug, Somalia	1919 Fall, October 16	H5	Slice with crust	1.8
Knyahinya	Zakarpats'ka, Ukraine	1866 Fall, June 9	L/LL5	Polished section with crust	10.0
Marion	Iowa, U.S.A.	1847 Fall, February 25	L6	Fragment with crust	4.9
Mocs	Cluj, Romania	1882 Fall, February 3	L5-6	One body with crust and small fragment	200.0
Mooresfort	Munster, Ireland	1810 Fall, early August	H5	Slice with crust	3.0
Parnallee	Tamil Nadu, India	1857 Fall, February 28	LL3.6	Fragment from the interior	0.9
Plainview	Texas, U.S.A.	1917	H5	Slice with two polished surfaces	20.0
Pultusk	Ostrolęka, Poland	1868 Fall, January 30	H5	One body with crust	9.9
Renazzo	Emilia-Romagna, Italy	1824 Fall, January 15	CR2	Fragment from the interior	20.0
Siena	Tuscany, Italy	1794 Fall, June 16	LL5	Fragment with crust	44.1
Soko-Banja	Central Serbia, Serbia	1877 Fall, October 13	LL4	Fragments from interior; thin section	13.3
ACHONDRITES					
Juvinas	Rhône-Alpes, France	1821 Fall, June 15	Eucrite-mict	Fragment from the interior	6.2
Pasamonte	New Mexico, U.S.A.	1933 Fall, March 24	Eucrite-pmict	One complete body	15.2
Stannern	Vysočina, Czech Republic (ex Austrian Empire)	1808 Fall, May 22	Eucrite-mict	Two almost complete bodies	378.3

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
STONY- IRON					
Krasnojarsk	Krasnoyarskiy kray, Russia	1749	Pallasite, PMG-an	One individual skeletal body. Several fragments	29.4
Imilak	Antofagasta, Chile (ex Bolivia)	1822	Pallasite, PMG	G-an polished slice	20.6
					74.3
IRONS					
Copiapo	Atacama, Chile (ex Bolivia)	1863	Iron, IAB-MG	Polished and etched sections	21.9
Magura	Stredoslovensky, Slovakia (ex Hungary)	1840	Iron, IAB-MG	Polished fragment from the interior	11.0
Toluca	Mexico, Mexico	1776	Iron, IAB-sLL	Two polished and etched sections	72.2
PROBLEMATIC-WRONG ATTRIBUTION					
Ensisheim	Alsace, France	1492 Fall, November 7		Terrestrial rock, many fragments	ca.100
Perugia	Umbria, Italy	1872 Fall, March 11-12		Labelled as meteoritic red sand, probable atmospheric Sahara sand	8.0
RECENT COLLECTION (after the 1970s from the Sighinolfi Collection)					
CHONDRITES					
Allende	Chihuahua, Mexico	1969, February 8	CV3	One individual body, minor fragments, thin section	17.5
Avanhandava	São Paulo, Brazil	1952 Fall	H4	Two fragments, thin section	12.1
Campos Sales	Ceará, Brazil	1991 Fall, January 31	L5	One fragment with crust	3.7
Chitado	Cunene, Angola	1966 Fall, October 20	L6	Four fragments with crust minor fragments	22.2
Conquista	Minas Gerais, Brazil	1965 Fall, December	H4	One slice with crust	40.2
Dar al Gani 379	Al Jufrah, Libya	1997	L6	One slice with crust	15.0
Fermo	Marche, Italy	1996 Fall, September 25	H3-5	Major slice with crust, minor fragments	74.1
Gursum	Harerge, Ethiopia	1981 Fall, February 10	H4/5	Major fragment, minor fragments, thin sections	1220.0
Holbrook	Arizona, U.S.A.	1912 Fall, June 19	L/LL6	One individual body	2.1

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
Itapicuru-Mirim	Maranhão, Brazil	1879 Fall, March	H5	Fragment with crust	10.0
Jolomba	Huambo, Angola	1974 Fall, February 3	LL6	Two fragments. Thin section	12.0
Macau	Rio Grande do Norte, Brazil	1936 Fall, November 11	H5	Fragment with crust	74.1
Mafra	Santa Catarina, Brazil	1941 Fall	L3-4	One fragment with crust, minor thin and polished sections	38.6
Marilia	São Paulo, Brazil	1971 Fall, October 5	H4	One almost complete individual body, minor fragments; thin section	129.4
Mills	New Mexico, U.S.A	1970	H6	4 slices, polished surfaces	10.8
Monte Milone	Marche, Italy	1846 Fall, May 8	L5	Several fragments; thin section	6.2
Motta di Conti/ Villanova Casale	Piedmont, Italy	1868 Fall, February 29	H4	Several small fragments, some with crust; two thin sections	11.5
Nuevo Mercurio	Zacatecas, Mexico	1978 Fall, December 15	H5	One fragment with crust	50.6
* NWA 002	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	melt rock, H - EL ?	One fragment with crust	2.4
* NWA 003	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4	One fragment from interior	1.2
* NWA 004	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L4	Many oxidized fragments	4.4
* NWA 005	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4	Many fragments from interior	3.9
* NWA 006	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H5	One oxidized fragment	0.8
* NWA 07	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	LL5	One slice with crust	5.0
* NWA 08	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4/5	One fragment from interior	2.1
* NWA 009	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	L5	One fragment from interior	0.3
* NWA 010	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4	Two fragments with oxidized crust	16.7
* NWA 013	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	L5	One fragment from interior	3.4

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
* NWA 015	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	H4	One fragment with oxidized crust	3.3
* NWA 016	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	H3/4	One fragment with oxidized crust	2.2
* NWA 017	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	H4	One fragment with crust	5.4
* NWA 018	Meknès-Tafilalet, Morocco	1999	H5	One fragment with crust	7.1
* NWA 019	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L4	One fragment with crust	5.1
* NWA 021	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L4	Two fragments with oxidized crust	6.2
* NWA 023	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L4	One fragment with crust	6.1
* NWA 024	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4	One fragment with crust	5.4
* NWA 025	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L6	One fragment with crust	6.9
* NWA 026	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L6	One fragment with oxidized crust	5.2
* NWA 027	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H5	Two fragments with crust	14.6
* NWA 029	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	L6	Two fragments with oxidized crust	8.0
* NWA 030	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H4	One fragment from interior	5.5
* NWA 031	Souss-Massa-Draâ, Morocco	1999	H5	One fragment from interior	20.8
* NWA 033	Bechar, Algeria	1999	H - C-3 ?	One fragment with oxidized surface	19.2
* NWA 034	Eastern Morocco	1999	L4	One fragment with oxidized surface	21.5
* NWA 035	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	L6	Fragment from interior	6.9
* NWA 036	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	H5/6	Fragment from interior	2.9
* NWA 038	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	H6	Two fragments with oxidized crust	10.4
* NWA 039	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	L6	One fragment with crust	16.6

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
* NWA 040	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	H4	One fragment with crust	10.9
* NWA 043	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	L6	One fragment from interior	6.0
* NWA 044	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	L6	One fragment from interior	4.9
* NWA 045	Saguia el Hamra, W Sahara	1999	H5	One fragment from interior	7.0
* NWA 047	Northwest Africa	2000	Eucrite	One fragment with crust	12.0
* NWA 048	Northwest Africa	unknown	LL6	One fragment with crust	6.2
* NWA 050	Souss-Massa-Draâ, Morocco	unknown	H5	Two slices with crust	17.8
* NWA 079	Northwest Africa	2000	H5	One slice with crust	19.8
Parambù	Ceará, Brazil	1967 Fall, July 24	LL5	Fragment with crust, thin section	289.7
Paranaíba	Mato Grosso do Sul, Brazil	1956 Fall	L6	Several fragments	12.6
Patrimônio	Minas Gerais, Brazil	1950 Fall	L6	Fragment with crust	7.5
Putinga	Rio Grande do Sul, Brazil	1937 Fall	L6	Several fragments	47.0
Rio do Pires	Bahia, Brazil	1991	L6	Pulverized material	1.1
São José do Rio Preto	São Paulo, Brazil	1962 Fall	L5	Fragment with crust	1.94
Sete Lagoas	Minas Gerais, Brazil	1908 Fall	H4	One individual body with crust	4.2
Uberaba	Minas Gerais, Brazil	1903 Fall	H5	Many small fragments, separated chondrules	6.1
Ucera	Falcón, Venezuela	1970 Fall	H5	Many fragments, powder	11.2
Vigarano	Emilia-Romagna, Italy	1910 Fall, January 22	CV3	One major fragment, minor fragments; thin section	8.7
ACHONDRITES					
Moore County	North Carolina, U.S.A.	1913 Fall	Eucrite-cm	One fragment	1.0
* NWA unclass	Morocco	unknown	Eucrite		2.8

Name	State/Country	Date of Fall or Find	Class or Type	Notes	Weight (g)
* NWA 049	Northwest Africa	2000	Eucrite-pmict	One fragment with crust	3.4
Serra de Magé	Pernambuco, Brazil	1923 Fall	Eucrite-cm	One fragment, minor fragments	39.4
STONY IRONS					
Brahin	Homel', Belarus (ex Russia)	1807	Pallasite, PMG	Small fragments	0.4
Quijingue	Bahia, Brazil	1984	Pallasite, PMG	Many fragments, polished section	3.2
IRONS					
Agoudal	Meknès-Tafilalet, Morocco	2000	Iron, II AB	Three fragments	51.3
Bendegó	Bahia, Brazil	1784	Iron, IC	Alteration crust, many fragments; thin section; substrate rocks	100.0
Caçapava do Sul	Rio Grande do Sul, Brazil	unknown	Iron, IID	One slice, polished surface	0.2
Gebel Kamil	Al Wadi al Jadid, Egypt	2009	Iron, ungrouped	Three fragments	432.0
Itapuranga	Goias, Brazil	unknown	Iron, IAB-MG	One fragment	1200.0
Nova Petropolis	Rio Grande do Sul, Brazil	1967	Iron, IIIA	Many fragments	7.6
Palmas de Monte Alto	Bahia, Brazil	1954	Iron, IIIAB	One slice, polished surface	2.0
Patos de Mina	Minas Gerais, Brazil	1925	Octah., IAB complex		1.0
Santa Catarina	Santa Catarina, Brazil	1875	Iron, IAB-ung	One slice	36.0
Uruaçu	Goias, Brazil	1992	Iron, IAB-MG	One slice	3.8
Vitoria da Conquista	Bahia, Brazil	2007	Iron, IVA	One slice	0.6

* NWA: Northwest Africa

Tab. 2 – Materials correlated to major impact events on the Earth.

Event	Country	Age	Typology of materials
Agoudal-Isli Craters	Morocco	105 kyr	Crater rocks, substrate limestone, impact breccias, shatter cones, fragment of impactor, soils; thin sections of rock and breccias
Amguid Crater	Algeria	< 0.1 myr	Crater rocks, intracrater breccias, regolithic; thin sections of rocks, breccias and glasses
Araguainha Crater	Brazil	254 myr	Brecciated substrate rocks, partially melted rocks, pumiceous glass; thin sections
Chicxulub Event	Mexico	65 myr	K/T boundary sedimentary layers in Italy (Bottaccione Contessa, Furlo) and Denmark (Stevns Klint), Cretaceous-Tertiary boundary formations
Kaali Crater	Estonia	7.5 kyr	BP limestone impact breccias. Shatter cone?
Kamil Crater	Egypt	< 5 kyr BP	Crater rocks and breccias, extracraterial substrate rocks, partially melted rocks, glassy ejecta, fragments of the metallic impactor; thin sections of all lithoid materials
Kara Crater	Russia	70.3 myr	Impact breccia (slice); thin section
Keurusselkä Crater	Finland	1120-1140 myr	Breccias, macro shatter cones (three pieces)
Lybian Desert Glass LDG Event	Egypt	29.5 myr	Fragments LDG, LDG substrate rocks, LDG-bearing soils, Quaternary aeolian sands, Fe-cemented sandstones
Morasko Crater	Poland	5 kyr BP	Substrate rocks, soils and sands
Nördlinger Ries Crater	Germany	15 myr	Substrate crystalline rocks, suevites, carbonate impact breccias, tektites
Steinheim Crater	Germany	15 myr	Substrate limestone, brecciated rocks, shatter cone
Maadna or Talezane Crater	Algeria	< 2 myr	Substrate crater rocks. Impact breccias partially melted rocks, magnetic particles
Tin Bider Crater	Algeria	< 70 myr	Partially melted impact rocks
Zerzura Crater	Egypt	unknown	Monomictic and polymictic breccias in sandstone rocks, soils

Tab. 3 – Tektites.

Name	Country	Place	Typology of materials	Weight (g)
Australite	Australia (2002)	Nullarbor Desert Western Australia	8 individual bodies	25.2
Indocinite	Thailand		One black individual body, fragments	31.0
Indocinite	Vietnam (1992)	Vinh-Phu Province	7 fragments	12.1
Moldavite	Czech Republic	Bohemia	7 dark-green fragments	12.0

Bibliography

- BELHAI D., SAHOUI R., BERTRAND D., 2012 – *New studies about the Maadna impact crater (Talemzane, Algeria)*. Abstracts, 43rd Lunar and Planetary Science Conference, March 19-23, 2012, Texas. Available online at <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2012/pdf/1111.pdf>.
- BERTACCHINI M., 2009 – *Museo Mineralogico e Geologico Estense. Gemma 1786*. In: A. Russo & E. Corradini (a cura di) "Musei Universitari Modenesi", Editrice Moderna, Bologna, pp. 73-92.
- BERTACCHINI M., 2017 – *Il territorio "fa rete" per comunicare cultura*. In: "Contact Zone: i ruoli dei musei scientifici nella società contemporanea", Livorno, 11-14 novembre 2014, Museologia Scientifica, Memorie, **16**, pp. 147-149.
- BERTOLANI M., 1950 – *Sopra una nuova meteorite del deserto di Atacama*. Periodico di Mineralogia, **19**, pp. 127-137.
- GALLITELLI P., 1939 – *Sulla meteorite caduta ad Albareto di Modena nel luglio del 1766*. Periodico di Mineralogia, **10**, pp. 345-371.
- GROSSMAN J.N., ZIPFEL J., 2001 – *The Meteoritical Bulletin, no. 85, September 2001*. Meteoritics & Planetary Science **36**, pp. A293-A322. Available online at <http://www.uark.edu/meteor>.
- HINTENBERGER H., SIGHINOLFI G.P., SHIMA M., JOCHUM K.P., 1974 – *The chemical composition and major and heavy trace metals in chondrites Parambú and Marilia*. Meteoritics, **9**, pp. 199-207.
- LEVI-DONATI G.R., 1955 – *Sulla meteorite caduta ad Alfianello (Brescia) il 16 febbraio 1883*. Atti e Mem. Acc. di Sc. Lett. Arti di Modena, **XIII**, pp. 1-16.
- LEVI-DONATI G.R., 1960 – *Catalogue of the Meteorites in the Mineralogical Collection of the University of Modena (Italy)*. Atti e Mem. Accad. Sci. Lett. Arti di Modena, **VI(II)**.
- LEVI-DONATI G.R., SIGHINOLFI G.P., 1974 – *The Meteoritic Shower of Parambú, Ceará State, Brazil: Mineralogy and Petrology*. Meteoritics, **9(1)**, 9 pp. Available online at website <http://adsabs.harvard.edu/full/1974Metic...9....1L>.
- LEVI-DONATI G.R., MARAS A., SIGHINOLFI G.P., 1980 – *An H4-6 chondrite: Motta dei Conti*. Meteoritics, **15**, pp. 211-223.
- LEVI-DONATI G.R., MARAS A., SIGHINOLFI G.P., 1981 – *Research studies on meteoritic showers: Monte Milone, Macerata, Italy*. Period. Mineral., **50**, pp. 7-26.
- LONGINELLI A., SIGHINOLFI G., DE MICHELE V., SELMO E., 2011 – $\delta^{18}\text{O}$ and chemical composition of Libyan Desert glass, country rocks, and sands. *New considerations on target material*. Meteoritics & Planetary Science, **46**, pp. 218-227.
- MARVIN U.B., 2001 – *The Fall at Albareto, 1766: Described as Volcanic by Domenico Troili*. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 64th Annual Meteoritical Society Meeting, Cambridge MA, USA.
- METEORITICAL SOCIETY, 2020 – *Meteoritical Bulletin Database*. International Society for Meteoritics & Planetary Science. Available online at <https://meteoritical.org>.
- PASSC (PLANETARY AND SPACE SCIENCE CENTRE), 2019 – *Earth Impact Database*. University of New Brunswick, Canada. Available online at <http://www.passc.net>.
- RAISKILA S., PLADO J., RUOTSALAINEN H., PESONEN L.J., 2013 – *Geophysical Signatures of the Keurusselkä Meteorite Impact Structure. Implications for Crater Dimensions*. Geophysica, **49(1-2)**, pp. 3-23.
- SIGHINOLFI G.P., 1981 – *The problem of the Cretaceous Tertiary boundary event. Preliminary geochemical investigations on the Scaglia Rossa Formation (Central Italy)*. Period. Mineral., **50**, pp. 91-111.
- SIGHINOLFI G.P., AVANZO P.E., LEVI-DONATI G.R., 1973 – *The Marilia meteorite shower, preliminary report*. Meteoritics, **8**, pp. 141-147.
- SIGHINOLFI G.P., LEVI-DONATI G.R., 1973 – *The meteorite shower of Parambú, Ceará State, Brazil. Mineralogy and chemistry*. Meteoritics, **9**, pp. 1-10.
- SIGHINOLFI G.P., LEVI-DONATI G.R., ASSEFA G., 1983 – *New falls: The Gursum, Ethiopia, Chondrite*. Meteoritics, **18**, pp. 80-81 (Abstract).
- SIGHINOLFI G.P., GORGONI C., 1983 – *Lithophile elements in individual chondrules of the Mafra chondrite*. Meteoritics, **18**, pp. 197-208.
- SIGHINOLFI G.P., MORAIS E., 1987 – *Fall of Jolomba, Angola, stony-meteorite*. Meteoritics, **22**, pp. 157-158 (Abstract).
- SIGHINOLFI G.P., GARUTI G., MORAIS E., 1991 – *The Jolomba, Angola LL chondrite*. Meteoritics, **26**, pp. 27-29.
- SIGHINOLFI G.P., VIANI A., 1996 – *The Meteorite Collection at the Department of Earth Sciences, University of Modena, Italy*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **127**, pp. 151-164.

- SIGHINOLFI G.P., MARTINI M., SIBILIA E., CONTINI G., 2014 – *Thermoluminescence dating of the Kamil impact crater (Egypt)*. *Meteoritics & Planetary Science*, **50**, pp. 204-213. doi:10.1111/maps.12417.
- SIGHINOLFI G.P., ELMI C., SERRA R., CONTINI G., 2015 – *High-density phases as evidence of small-scale hypervelocity impact: the Gebel Kamil Crater (Egypt)*. *Period. Mineral.*, **83**, pp. 299-312.
- SIGHINOLFI G.P., CONTINI G., BARBIERI M., NIGRO A., 2015 – *Chemical and isotope characterization of products of small-scale hypervelocity impacts: the Gebel Kamil event*. *Period. Mineral.*, **84**, pp. 323-339.
- SIGHINOLFI G.P., BARBIERI M., BRUNELLI D., SERRA R., 2020 – *Mineralogical and chemical investigations on the Amguid Crater (Algeria): is there evidence on an impact origin?* *Geosciences* **10**(3), p. 107, DOI: 10.3390/geosciences10030107.
- SIGHINOLFI G.P., LUGLI F., PICCIONE F., DE MICHELE V., CIPRIANI A., 2020 – *Terrestrial target and melting site of Libyan Desert Glass: new evidence from trace elements and Sr isotopes*. *Meteoritics & Planetary Science*, first published: 4th September 2020, <https://doi.org/10.1111/maps.13550>.
- TROILI D., 1766 – *Della caduta di un sasso dall'aria. Ragionamento dedicato alle Altezze Serenissime di Benedetta ed Amalia principesse di Modena*. Per gli Eredi di Bartolomeo Soliani Stampatori Ducali in Modena, Biblioteca Estense, Modena.



Paolo Balocchi*, William W. Little**

The Roteglia Basin geometry and its relationship with the Canossa-San Romano regional fault (Northern Apennines, Italy)

Abstract

The geomorphological features along the River Secchia near Roteglia have been highly influenced by the Canossa-San Romano regional normal fault. Previous studies show this fault system was active from the Messinian to the mid-Pleistocene, based on normal-fault displacement of the Epiligurian Units and a II-order strath terrace. This article shows that the movement of the Canossa-San Romano fault continued in the Quaternary and might be active today. This new interpretation focuses on the III-order fluvial terrace in the area of Roteglia, which is composed of Quaternary deposits. Understanding the relationship between this III-order terrace and the Canossa-San Romano fault, is important for determining the Roteglia basin geometry and its filling by fluvial sediments transported by the River Secchia. The contact between the Quaternary deposits of the Roteglia Terrace and the underlying Ligurian or Epiligurian Units marks the pre-Quaternary bedrock surface and makes up the Roteglia Basin floor. A DTM model of this surface was developed from a variety of geological data to identify basin-floor geometry. The relationship between the bedrock surface, the overlying Quaternary deposits and the Canossa-San Romano normal fault allowed the present tectonic influence and fault movement to be understood. The 3D model reveals a large, elongated depression with a NE-SW axis that includes two smaller depressions (half grabens), each of which is bounded by a synthetic fault associated with the extensional Canossa-San Romano primary fault. The synthetic faults cut the deposits of the Roteglia Terrace, indicating a more recent movement.

Riassunto

Geometria del Bacino di Roteglia e sua relazione con la faglia regionale Canossa-San Romano (Appennino settentrionale). *Le caratteristiche geomorfologiche lungo il Fiume Secchia in prossimità dell'abitato di Roteglia (Reggio E.) sono state fortemente influenzate dall'attività della faglia normale Canossa-San Romano. Precedenti studi dimostrano che questo sistema di faglie era attivo dal Messiniano al Pleistocene medio, sulla base dello spostamento normale delle Unità Epiliguri e di uno strath del II-ordine. Il presente studio mostra che il movimento lungo la faglia Canossa-San Romano è perdurato durante il Quaternario e potrebbe essere ancora attivo. Questa nuova interpretazione si*

* Geologist, independent researcher, MODENA, Italy; e-mail: geobalocchi@gmail.com.

** Ph.D., Department of Geology, Brigham Young University, REXBURG, Idaho, USA; e-mail: littlew@byui.edu.

concentra sul terrazzo fluviale di III-ordine nella zona di Roteglia che è composto da depositi quaternari. Capire la relazione tra questo terrazzo e la faglia Canossa-San Romano è importante per determinare la geometria del bacino e il suo riempimento con i sedimenti fluviali trasportati dal Secchia. Il contatto tra i depositi quaternari del Terrazzo di Roteglia e le Unità Liguri o Epiliguri sottostanti segna la superficie pre-quaternaria e costituisce il fondale del Bacino di Roteglia. Un modello DTM di questa superficie è stato sviluppato da una varietà di dati geologici per identificare la geometria del fondo del bacino. La relazione tra la superficie del substrato roccioso con i depositi quaternari sovrastanti e la faglia Canossa-San Romano è importante per determinare l'effettiva influenza tettonica e il movimento della faglia. Il modello 3D rivela una grande depressione allungata con asse NE-SO che comprende due depressioni più piccole (half grabens), ciascuna delimitata da una faglia sintetica associata alla faglia primaria estensionale Canossa-San Romano. Le faglie sintetiche tagliano i depositi del Terrazzo di Roteglia, indicando un suo recente movimento.

Keywords: Active tectonics, River Secchia terrace, Roteglia Basin, Canossa-San Romano active fault, Italy

Parole chiave: Tettonica attiva, terrazzo del Fiume Secchia, bacino di Roteglia, faglia attiva Canossa-San Romano

1. Introduction

A complex geological history is recorded in the geomorphological features found along the River Secchia, which flows from the Northern Apennines into the Po Valley (northern Italy). This study is part of an ongoing research programme aiming to identify, date and map the tectonic activity and geomorphological evolution associated with regional faulting and deposition along the River Secchia.

The Canossa-San Romano normal fault is the primary regional fault in this area. It was initially developed as part of a thrust front during the deposition of the Middle Eocene to Upper Miocene Epiligurian Succession. However, during the Messinian to Lower Pliocene, it reactivated as a high-angle, south down-dropping normal fault (Papani, 1971; Bettelli *et al.*, 1987a; 1987b; De Nardo, 1991; Papani *et al.*, 2002; Gasperi *et al.*, 2005a; 2005b). Recent research (Balocchi & Little, 2020) shows offset of I- and II-order strath terraces, dated at 220 and 140 kyr, respectively, suggesting that fault activity continued through at least the mid-Pleistocene and that it is probably still active. The Canossa-San Romano fault might have formed a temporary barrier to water flow that resulted in ponding and deposition of fine-grained sediment during the Quaternary.

The focus of this study is the III-order Roteglia Terrace, which forms a broad fluvial deposit dated at 22 kyr (Gasperi *et al.*, 2005a; 2005b; Balocchi & Little, 2020) and provides important data for determining recent movements along the Canossa-San Romano fault. The study of the Roteglia Terrace,

and in particular the depth of the bedrock, where Quaternary fluvial deposits unconformably overlie Ligurian and Epiligurian Units, can be used to define the geometry of the Roteglia Basin and the tectonic influence by the Canossa-San Romano fault. The purpose of this study is to describe the Roteglia Basin geometry and its relationship with the Canossa-San Romano regional fault.

2. Regional geological setting

The Northern Apennines consist of a series of stacked nappes (Elter, 1960; Reutter & Groscurth, 1978) emplaced during the Palaeocene to Oligocene in response to the convergence between the Eurasian and Adria plates (Malinverno & Ryan, 1986; Boccaletti *et al.*, 1971; Boccaletti & Guazzone, 1972; Doglioni, 1991; Carminati *et al.*, 1999; Doglioni *et al.*, 1999; Scrocca *et al.*, 2006; Riguzzi *et al.*, 2010). Deformed rocks in the Northern Apennines consist of Jurassic to Palaeocene Ligurian Units that were deposited during the continental rifting and the following closure of the Piedmont-Ligurian Ocean (Abbate *et al.*, 1970). The closure of this ocean created an accretionary prism (Treves, 1984), completely consumed the oceanic lithosphere and resulted in the collision of the Adria and European continental plates. This led to the formation of a mountain chain, where once adjacent sedimentary rock bodies within the Ligurian Ocean were thrust upon one another. Piggy-back basins developed concurrently within the stacked thrust sheets and were partially filled during the mid-Eocene to the upper Miocene by the Epiligurian Succession (Ricci Lucchi & Ori, 1985; Bettelli *et al.*, 1987a, 1987b).

The stratigraphic characteristics of the Secchia valley (Fig. 1) consist of the Ligurian Units (upper Jurassic-middle Eocene) unconformably overlain by the Epiligurian Succession (Middle Eocene-Upper Miocene). The Cassio Tectonic Unit, part of the Ligurian Units, is well exposed along the channel bed in the southern stretch of the River Secchia from the southern limit of the village of Roteglia to the hill of Pescale. The Epiligurian Succession crops out as a WNW-ESE trending narrow band that was cut by the river, forming Rupe del Pescale (Conti *et al.*, 1999).

Quaternary deposits unconformably overlie Ligurian and Epiligurian bedrock units and consist of terraced fluvial sediments from the Secchia and smaller tributary streams (Gasperi *et al.*, 1989; Gasperi *et al.*, 2005a; 2005b). These deposits, which belong to the Emilia-Romagna Upper Synthem, have been found and described along the margin of the Po Plain (Regione Emilia-Romagna & ENI, 1998; Di Dio *et al.*, 1997). Here, terrace deposits are composed of gravel and silty sand interbedded with silty clay, which created a fluvial fan and a floodplain, now organized into subsynthem and minor informal units.

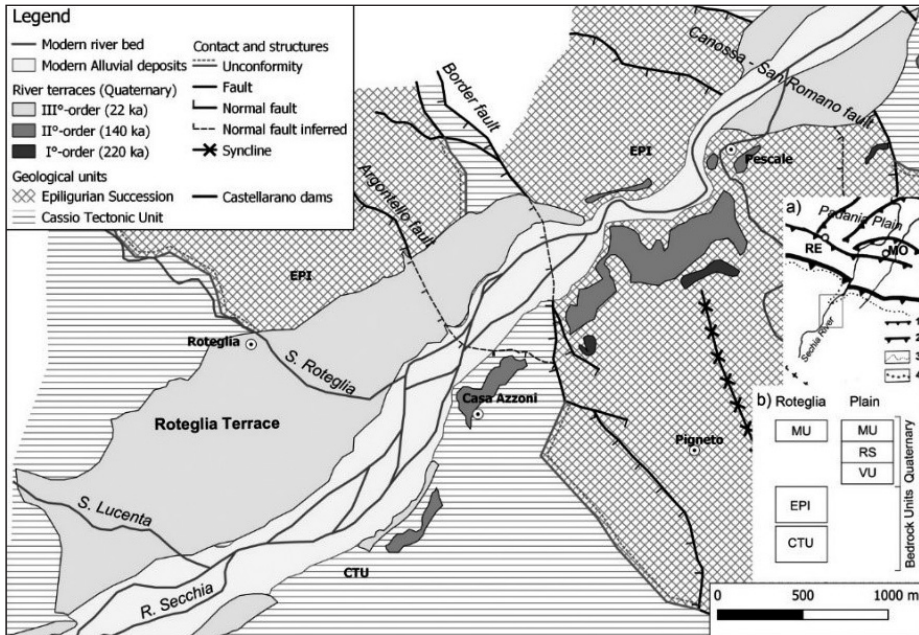


Fig. 1 – Schematic map of the Roteglia area, including the Roteglia Terrace, geological units and regional faults. a) Simplified tectonic framework: 1 - Buried thrusts of the Po Plain; 2 - Thrusts of the Apennine margin; 3 - Limit of outcrops for Pliocene base; 4 - Main watershed of the Apennines (modified after Castellarin et al., 1986); b) Stratigraphy: Bedrock units, including the Cassio Tectonic Unit (CTU) and Epiligurian Succession (EPI); Quaternary deposits of the Emilia-Romagna Upper Synthem, including Modena Unit (MU), Ravenna Subsynthem (RS), and Vignola Unit (VU) in the Roteglia Terrace and Po Plain edge areas.

The Ravenna Subsynthem (Ricci Lucchi *et al.*, 1982; Gasperi *et al.*, 2005a; 2005b) is comprised primarily of silt and clay, which are typical of levee and floodplain environments, with secondary sand and gravel, most likely corresponding to channel bars and alluvial fans. Fine-grained sediments were deposited during the last postglacial episode and are not shown in the published geological map of the Roteglia area (Gasperi *et al.*, 2005a). This subsynthem overlies gravels of the Vignola Unit (Fazzini & Gasperi, 1996; Gasperi *et al.*, 1989; 2005a) and is observed in outcrops in the northern part of the map area near Sassuolo.

The Ravenna Subsynthem is capped by the Modena Unit, which is characterized mainly by gravel with a sand-silt matrix (Gasperi *et al.*, 1989; Cremaschi & Gasperi, 1989). Gravel consists predominantly of poorly sorted and weakly imbricated clasts of limestone and sandstone, with lesser chert and ophiolites found within III-order intra-valley terraces (Gasperi *et al.*,

2005a; 2005b), such as the Roteglia Terrace. The unconformity between the Quaternary deposits of the Roteglia Terrace and the underlying bedrock (Cassio Tectonic Unit and Epiligurian Succession) is a strath terrace that forms an important surface that was mapped to better understand the basin geometry associated with Quaternary deposition.

The dominant tectonic structure in this area is the Canossa-San Romano fault, which juxtaposes the Cassio Tectonic Unit with the Epiligurian Succession by means of a normal fault (Papani, 1971). The Canossa-San Romano fault originated as a reverse fault during the Eocene and reactivated as a normal fault in the late Miocene (Messinian) (Bettelli *et al.*, 1987a, 1987b; Gasperi *et al.*, 2005a).

A previous study of terraces along the Secchia (Balocchi & Little, 2020) shows that the Canossa-San Romano fault cuts across I-order (220 kyr) and II-order (140 kyr) terraces with a stratigraphic offset of 100 m and 10 m, respectively. This demonstrates that the Canossa-San Romano fault was active from the Messinian to the mid-Pleistocene (140 kyr), with slip-rates of about 0.5 mm/yr during river erosion of the I-order terrace and 0.08 mm/yr for the II-order terrace. The absence of a fault scarp, the presence of a fault gouge, and a low slip-rate indicate that the geomorphological evolution of the landscape, including the development of river terraces and sedimentation patterns, is the result of creep along the fault during the progressive uplift of the Apennine chain.

The Canossa-San Romano fault involves secondary normal faults (Fig. 1), including the Border and Argontello faults. The Border fault forms the northern boundary between the Roteglia terrace and the outcrops of the Pantano Formation at the Rupe del Pescale. It juxtaposes the Ligurian and Epiligurian Units along its western segment. The Argontello fault crosses the Roteglia Terrace with an NW-SE Apennine strike-direction and juxtaposes rock types of the Epiligurian Succession along its western segment by means of normal fault kinematics. It cuts the II-order terrace between Casa Azzoni and Pigneto along the right side of the Secchia valley (cf. Balocchi & Little, 2020). Geological maps show these faults with a strike-direction parallel to the Canossa-San Romano fault, suggesting that they are secondary structures of the Canossa-San Romano main fault (Gasperi *et al.*, 2005b).

3. Bedrock survey data

The base of the Roteglia Terrace is a mostly buried strath surface identified by the contact between the bedrock and the overlying Quaternary deposits. The depth of the bedrock, measured with respect to known elevation of the terrace surface, and the lithological characteristics have been determined by means of

outcrop surveys and by using data obtained from on-line databases and reports (Fig. 2; Tab. 1; cf. Gemelli, 2000; Castagnetti, 2009; Paolini, 2017; Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, 2017). These include Seismic Refraction, Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr), Cone Penetration Test (CPT), Dynamic Probing Super Heavy tests (DPSH), and core descriptions.

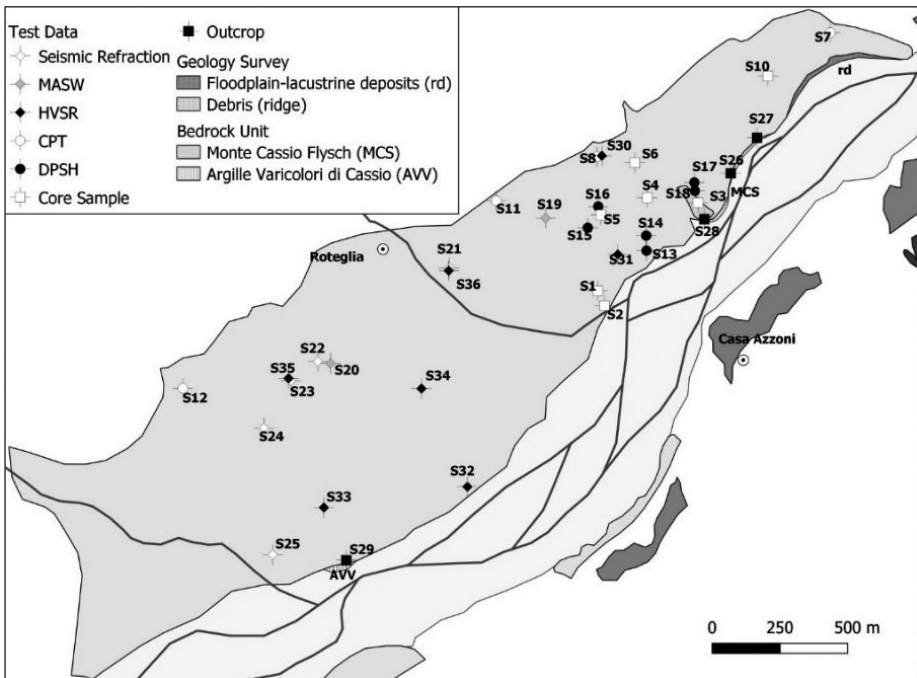


Fig. 2 – The Roteglia Terrace area showing location of data sources described in Tab. 1. Bedrock of Cassio Tectonic Unit is labelled AVV for Argille Varicolori di Cassio and MCS for Monte Cassio Flysch.

The contact is observed on the outcrop along the Secchia in the southern part of the study area, where the bedrock of the Argille Varicolori di Cassio Formation (Cassio Tectonic Unit) is exposed (Fig. 3) showing red, greenish and blackish clay shales covered by Quaternary gravel. The bedrock does not outcrop along the middle stretch of the river, as it is restricted to the subsurface. It reappears in the northern area, where the Cassio Tectonic Unit is composed of interbedded deep-water calcareous mudstones and sandstones overlain by grey Quaternary gravel with a sand/silt matrix above an angular unconformity (Figs. 4 to 6). The Cassio Tectonic Unit outcrops along a ridge

No.	Sample Type	Altitude (m a.s.l.)	Bedrock Depth (m b.t.s.)	Bedrock Altitude (m a.s.l.)
S1	Core	180.0	10.8	169.2
S2	Core	180.0	11.0	169.0
S3	Core	180.0	0.5	179.5
S4	Core	179.0	1.9	177.1
S5	Core	179.0	1.2	177.8
S6	Core	188.0	7.5	180.5
S7	CPT	180.0	5.6	174.4
S8	CPT	190.0	3.9	186.1
S10	Core	182.0	7.5	174.5
S11	CPT	190.0	5.1	184.9
S12	CPT	203.0	6.6	196.4
S13	DSPH	178.0	8.7	169.3
S14	DSPH	178.0	8.7	169.3
S15	DSPH	179.0	4.9	174.1
S16	DSPH	180.0	7.0	173.0
S17	DSPH	180.0	6.0	174.0
S18	DSPH	180.0	6.6	173.4
S19	MASW	185.0	8.0	177.0
S20	MASW	186.0	7.0	179.0
S21	Seismic	185.0	4.0	181.0
S22	Seismic	188.0	5.5	182.5
S23	Seismic	188.0	7.5	180.5
S24	Seismic	189.0	6.5	182.5
S25	Seismic	193.6	6.0	187.6
S26	Outcrop	173.0	1.0	172.0
S27	Outcrop	172.0	0.5	171.5
S28	Outcrop	174.1	1.1	173.0
S29	Outcrop	190.0	2.7	187.3
S30	HVSR	190.0	3.8	186.2
S31	HVSR	178.0	8.8	169.2
S32	HVSR	188.0	6.8	181.2
S33	HVSR	192.0	6.3	185.7
S34	HVSR	186.3	5.9	180.4
S35	HVSR	188.0	7.4	180.6
S36	HVSR	185.0	4.4	180.6

Tab. 1 – Data obtained from geological reports and databases (after Gemelli, 2000; Castagnetti, 2009; Paolini, 2017; Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, 2017) and geological survey along the Secchia riverbed (see Fig. 2 for location of samples).

or escarpment that follows the Secchia watercourse (Gemelli, 2000). Mapping shows the lateral contact between the Cassio Tectonic Unit to the north and the Quaternary gravel deposits of the Roteglia Terrace to the south (Fig. 2). Because of disturbance by anthropogenic activity, a true relationship between bedrock and Quaternary deposits in this area is not observable. This contact has been inferred from weathered hillslope debris mixed with river pebbles that are considered as remnants of the flysch and overlying gravel.

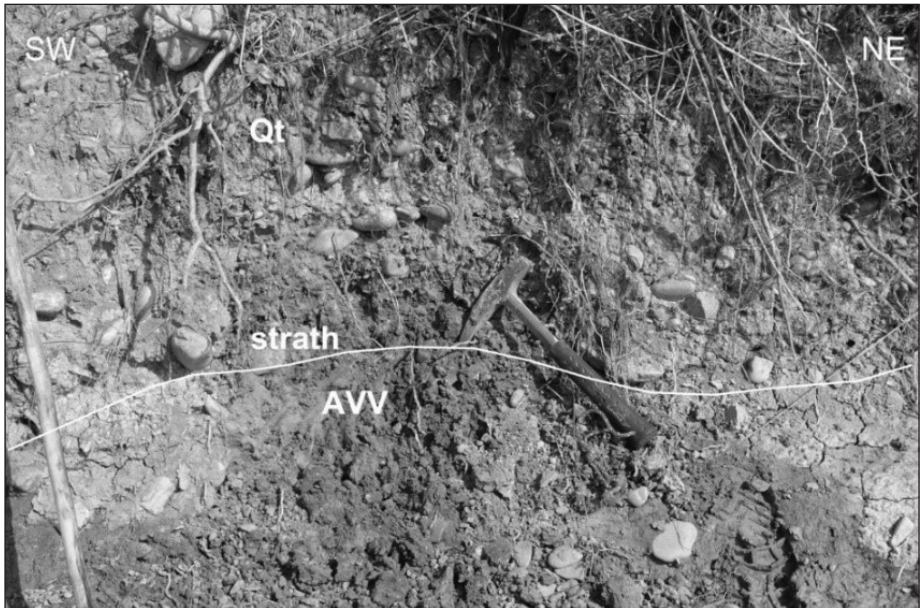


Fig. 3 – Bedrock of the Cassio Tectonic Unit (*Argille Varicolori di Cassio - AVV*) and overlying Quaternary gravel (*Qt*). See no. S29 in Fig. 2 for location.

Quaternary outcrops along the northern stretch of the river and from rock cores (Fig. 7) show different lithological characteristics from those to the south. The northern outcrops are composed of grey-ochre clay beds with parallel laminations (Fig. 8) and grey gravel with sand-silt matrix (Fig. 9). These are interpreted as fluvial, floodplain or lacustrine deposits. They are possibly correlated with the Ravenna Subsynthem, which is not shown in the Secchia region in previous geological maps (Gasperi *et al.*, 2005a; 2005b). The depth of the bedrock along this stretch of the river is not indicated by available data but appears to be much greater than elsewhere, based on subsurface data.

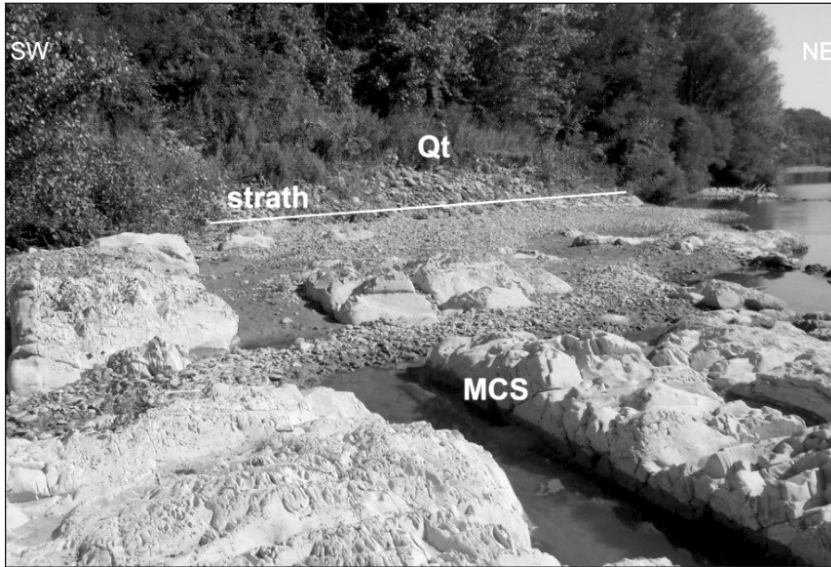


Fig. 4 – Bedrock of the Cassio Tectonic Unit (Monte Cassio Flysch - MCS) and overlying Quaternary gravel (Qt) (after Balocchi & Little, 2020). See no. S28 in Fig. 2 for location.



Fig. 5 – Bedrock of the Cassio Tectonic Unit (Monte Cassio Flysch - MCS) and overlying Quaternary gravel (Qt). See no. S26 in Fig. 2 for location.



Fig. 6 – Bedrock of the Cassio Tectonic Unit (Monte Cassio Flysch - MCS and Argille di Viano - AVI formations) and overlying Quaternary gravel (Qt). See no. S27 in Fig. 2 for location.

Topographical data along the edge of the Roteglia Terrace made it possible to determine intersection relationships between topographical and bedrock surfaces. In fact, along the edge of the terrace, the bedrock emerges at the surface and assumes a zero-depth value with respect to topography, since the altitude of the bedrock is the same as the topographic altitude above sea level.

Core and outcrop data are more reliable for stratigraphic interpretation than other data and are useful for understanding spatial relationships between the tectonic units and the bedrock surface (Tab. 1, Fig. 7). Cores S1 and S2 show a bedrock surface above the Cassio Tectonic Unit at an altitude of 169 m a.s.l. Core S3 shows the surface above the Cassio Tectonic Unit at an altitude of 179.5 m. The same for outcrop S28 along the ridge formed by the Cassio Tectonic Unit. Outcrops S27 and S26 show a bedrock surface on top of the Cassio Tectonic Unit at an altitude of about 172 m. These measurements show that the bedrock surface has a lower altitude to the south of the ridge, as seen in cores S1 and S2 and a higher altitude to the north, as demonstrated by core S3 and outcrops S28, S27, S26, where the bedrock surface drops slightly toward the north and to the south.

Cores S4 and S6 show the bedrock surface above the Epiligurian Units at an altitude of 177.1 and 180.5 m, respectively. Core S3 shows the surface above the Cassio Tectonic Unit at an altitude of 179.5 m. The elevation of the bedrock surface in cores S4, S6 and S3 indicates that different rock types with different ages are juxtaposed. The same relationship is visible between cores S6 and S10.

Changes in altitude south and north of the ridge (S1, S2 and S3) and juxtaposition between different rock types (S4, S6 and S3) demonstrates a tectonic contact by normal fault (Fig. 7).

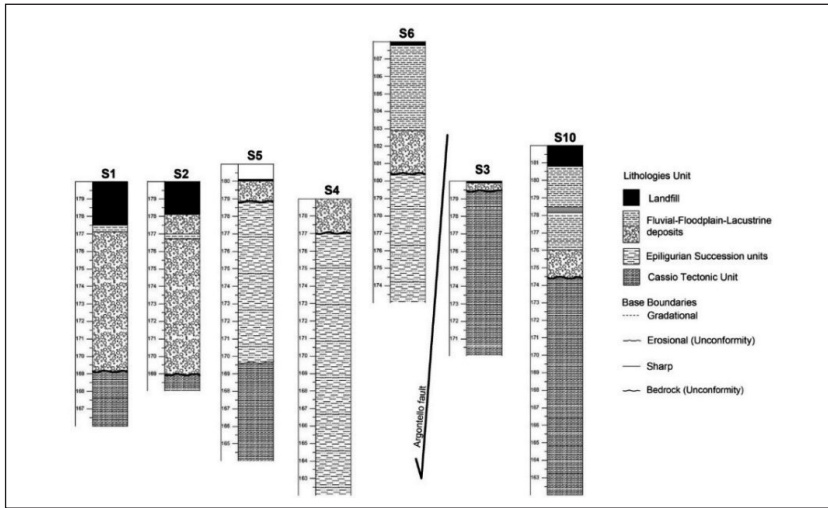


Fig. 7 – Logs of cores (for location, see Fig. 2).



Fig. 8 – Outcrop of fluvial deposit, consisting of grey-ochre clay with parallel laminations. See “floodplain-lacustrine deposit” in Fig. 2 for area location.

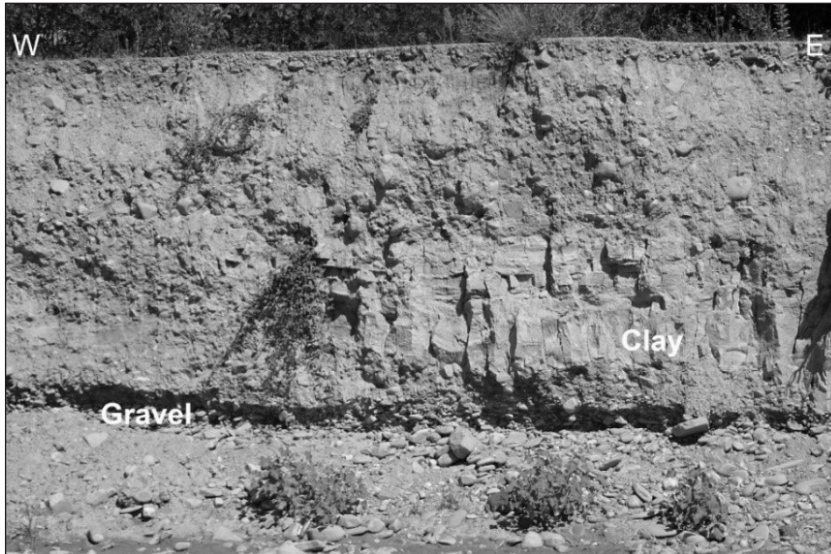


Fig. 9 – Outcrop of fluvial deposits, showing grey gravel in a sandy-silty matrix and interbedded lens of grey-ochre clay. See “floodplain-lacustrine deposits” in Fig. 2 for area location.

4. Digital terrain model processing method

A Digital Terrain Model (DTM) is a statistical representation of a continuous terrain surface by a set of discrete points with known XYZ coordinates in a specified coordinate system (Burrough, 1986; Moore *et al.*, 1991; 1993; Weibel & Heller, 1991; Robinson *et al.*, 1995; DeMers, 1997; Li *et al.*, 2005; Hirt, 2014). The X and Y coordinates are 2D points that are typically given as geodetic coordinates in latitude and longitude or planar coordinates in north and east values. The Z coordinate represents vertical distances between terrain points and a specified reference surface (e.g., mean sea level, geodetic datum and ellipsoid) (Weibel & Heller, 1991; Hirt, 2014).

This study uses the Minimum Curvature interpolation method (Briggs, 1974; Smith & Wessel, 1990), which is widely applied in earth sciences. The interpolated surface generated by minimum curvature is analogous to a thin, linearly elastic plate passing through each data value with minimum bending. Minimum curvature generates the smoothest possible surface to represent the shape of terrain by approximating data as closely as possible (Sindayihebura *et al.*, 2006).

Gridding processes produce a regularly spaced, rectangular array of Z values from “irregularly spaced” XYZ data. The term “irregularly spaced” means that the points follow no particular pattern over the extent of the

map, so there are many ‘holes’ where data are missing. Gridding fills these holes by extrapolating or interpolating Z values at locations where no data exist. Following the gridding process, it is possible to obtain different maps representing the DTM.

A shaded relief map is a raster-based gridding process that uses colours to indicate the local orientation of the surface relative to a user-defined light source direction (Reichenbach *et al.*, 1993; Giusti, 2001; Castaldini & Balocchi, 2006). The light source can be thought of as the sun shining on a topographic surface. Portions of the surface that face away from the light source reflect less light toward the viewer and thus appear darker. From this map, it is possible to create a raster map, where every Z value is associated with specific colours. The counter map can be overlapped onto it to obtain a more readable representation of the area (Fig. 10). A 3D Surface Map (Fig. 11) is a three-dimensional shaded relief map. The height of the surface corresponds to the Z value, and different colours can be used to show Z values on the surface.

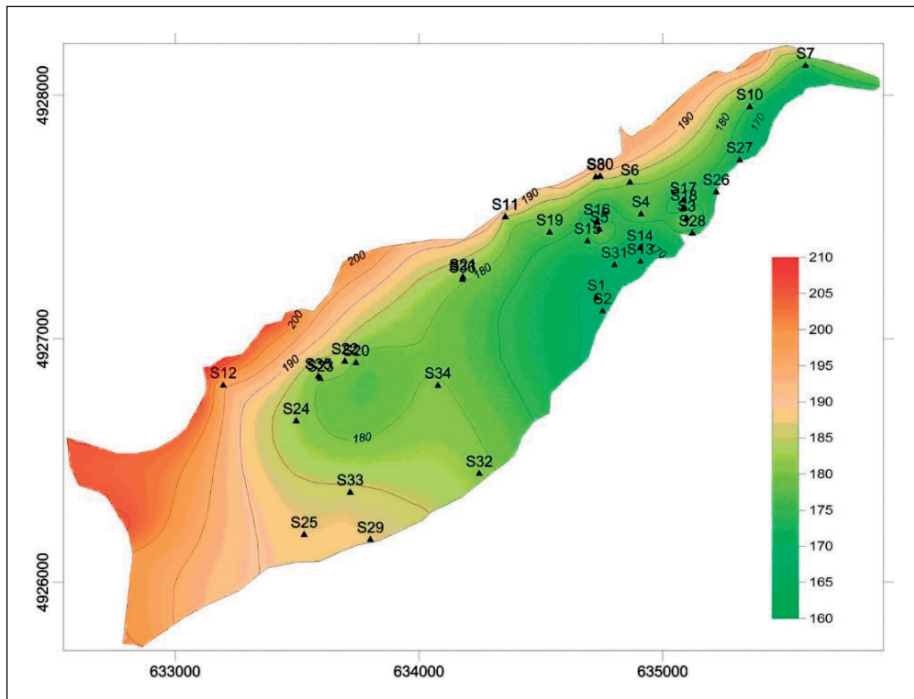


Fig. 10 – Composite DTM and contour map of the Roteglia Basin. Coloured bar indicates altitude of bedrock surface above sea level. Triangles are the data points described in Fig. 2 and Tab. 1.

5. The DTM surface of the bedrock and the Roteglia Basin

Shaded relief and 3D surface maps for the top of bedrock (Figs. 10 and 11) show a 4 km long depression or basin with a NE-SW axis that is about 1 km wide upstream (SW), narrowing downstream (NE) to around 0.5 km (Fig. 12). This primary basin includes two smaller depressions, formed above the Ligurian and Epiligurian Units along the ridge area. The depth of the two smaller depressions is about 11 m compared with the bedrock surface. Near the north-eastern extent of the mapped area (Fig. 13) there are no bedrock outcrops, indicating the Quaternary bedrock surface lies entirely beneath terrace deposits.

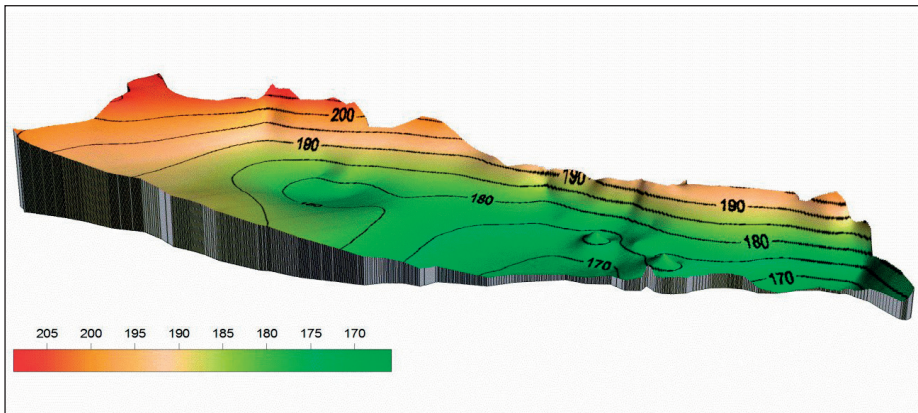


Fig. 11 – Composite 3D surface map and contour map of the Roteglia Basin. Coloured bar indicates altitude of bedrock surface above sea level.

Outcrop and core data suggest a fault that corresponds to the boundary between the two smaller depressions (Fig. 7), which is observable on the DTM by a gentle slope of the bedrock surface from the ridge northward and a steeper slope southward from the ridge (Figs. 12 and 13). This is interpreted as a continuation of the Argontello high-angle normal fault, which lowers the hanging wall to the south, forming a depression that was synchronously filled with sediment. It is expressed along the basin margin by cutting the II-order terrace between Casa Azzoni and Pigneto (cf. Balocchi & Little, 2020) and through the Quaternary gravel of the 22 kyr III-order Roteglia Terrace. The stratigraphic offset of the Roteglia strath terraces is about 10.0 m (from cores S1, S2 and S3 in Fig. 7), with a slip-rate of approximately 0.4 mm/yr. At the downstream (NE) end of the basin, the bedrock surface terminates by fault contact between the Epiligurian Succession to the north and the Quaternary deposits to the south (Fig. 13). This is a continuation of the Border fault, which

also lowers the hanging wall to the south, forming a basin that was concurrently filled by fluvial and lacustrine deposits.

The Argontello and Border faults are parts of an extensional fault system showing progressive lowering of their hanging walls upstream (SW), forming two half grabens bounded to the north by the Canossa-San Romano fault (Fig. 12). Sediments carried by the River Secchia filled these depressions with gravel in the southern area and with interbedded mud and gravel in the northern portion. Now these deposits constitute the Roteglia Terrace outcrops along the Secchia riverbed.

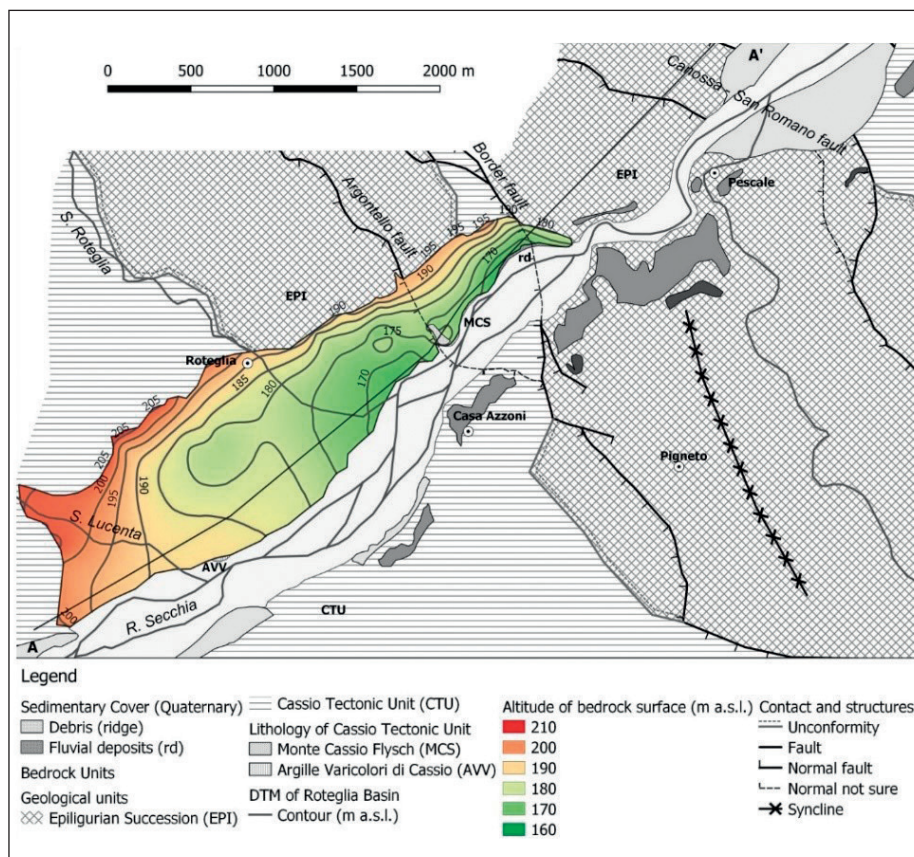


Fig. 12 – Schematic geological map of the Roteglia Basin geometry (trace A-A' is cross-section in Fig. 13).

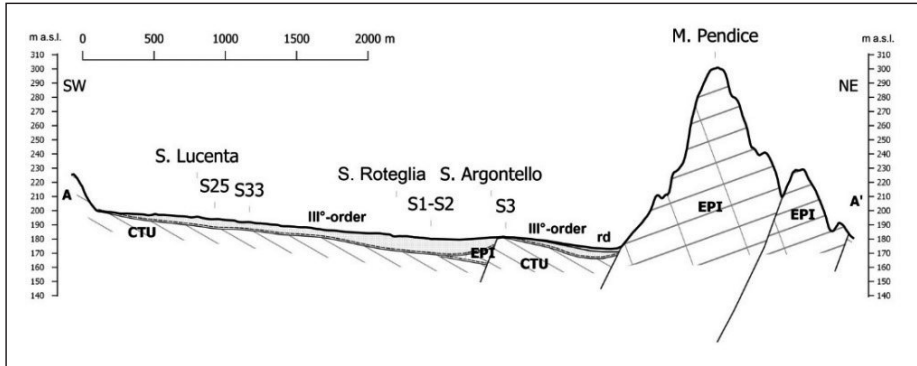


Fig. 13 – Cross-section along trace A-A' in Fig. 12. Vertical exaggeration is 10x (for labels, see Figs. 2 and 12).

6. Conclusions

Numerical analyses of published databases, reports and geological field data were used to construct a mathematical DTM model of the bedrock surface underlying the Quaternary deposits of the Roteglia Basin, which revealed a previously unknown basin geometry characterized by an elongated primary basin that contains two smaller sub-basins (Figs. 12 and 13). Each sub-basin is a half graben bounded on its north-eastern end by a fault that is synthetic to the regional Canossa-San Romano fault.

The sediment fill of these two sub-basins is syntectonic and was deformed by concurrent fault movement. This is manifest in the south-western depression by a drag fold in gravels that overlies the hanging wall of the Argontello fault, which also cuts through the Quaternary Roteglia Terrace deposits. The thickness of the fluvial deposits north of these sub-basins is greater than the model calculated, suggesting that slip along the Border fault influenced the depth of the depression and its sedimentation.

In response to the progressive uplift of the Apennine chain, the River Secchia cut the bedrock along the upstream stretch and concurrently deposited fluvial sediments within the basin. Therefore, these faults played an important role in developing the basin geometry, probably through creep deformation, where continuous subsidence maintained the basin depth.

The Argontello fault is a synthetic fault of the Canossa-San Romano regional fault and has cut the II-order terrace between Casa Azzoni and Pigneto (Fig. 12) and the 22 kyr III-order Roteglia Terrace, suggesting that the Canossa-San Romano fault and its synthetic faults have been active from the Messinian through the Quaternary, as previously described (cf. Balocchi & Little, 2020).

The Canossa-San Romano extensional fault system greatly influenced the geometry of the Roteglia Basin and its sedimentation patterns during the progressive tectonic uplift of the Northern Apennines. The presence of fluvial and, possibly, lacustrine deposits within Quaternary terraces suggests a syntectonic barrier formed by the Border fault in the vicinity of Rupe del Pescale that was subsequently breached by the modern River Secchia, leading to the development of the current landscape.

A more detailed sedimentological study of the fluvial, floodplain and lacustrine deposits (probably attributable to the Ravenna Subsynthem) will be carried out in order to understand how the Canossa-San Romano fault and its synthetic faults influenced the sedimentation patterns within the Roteglia Basin and to determine the areal extent of the Quaternary deposits.

Acknowledgements

We wish to thank NovaBell Italian Ceramic Tiles and Cotto Petrus Trial Ceramics of Roteglia (Reggio Emilia). We also thank Dr. Geol. Paolo Paolini of CST Engineering, Dr. Geol. Stefano Castagnetti and the Municipality of Castellarano for granting access to geognostic data. Furthermore, we are grateful to Dr. Geol. Giorgio Barelli of the Land Management Office of the Municipality of Modena for his valued help in providing reference material on the study area and to Dr. Geol. Marco Capitani, Dr. Angelo Dolmetta and Dr. Geol. Francesco Nicolodi of Foldtani s.r.l. for their assistance during data interpretation.

References

- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M., 1970 – *Introduction to the geology of the Northern Apennines*. In: G. Sestini (ed.) “Development of the Northern Apennines geosyncline”, *Sedimentary Geology*, **4**, pp. 207-249.
- BALOCCHI P., LITTLE W.W., 2020 – *Influence of the Canossa-San Romano fault system on the development of the River Secchia fluvial terraces (Northern Apennines, Italy)*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **151**, pp. 33-51.
- BALOCCHI P., SANTAGATA T., 2018 – *The transpressive deformation zone of the Ranzano Formation along the River Secchia near Castellarano (Northern Apennines)*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **149**, pp. 57-67.
- BELL A.D.F., 2012 – 2.3.1. *Creating DEMs from Survey Data: Interpolation Methods and Determination of Accuracy*. In: S.J. Cook, L.E. Clarke, J.M. Nield (eds.) “Geomorphological Techniques” (online edition), British Society for Geomorphology, London, ISSN: 2047-0371.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., PANINI F., 1987a – *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **39**, pp. 215-246.
- BETTELLI G., BONAZZI U., PANINI F., 1987b – *Schema introduttivo alla geologia delle Liguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **39**, pp. 91-126.
- BETTELLI G., PANINI F., CAPITANI M., 2002a – *Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano sudorientale*. *Atti 3° Seminario Cartografia geologica*, Bologna, 26-27 febbraio 2002, pp. 47-52.
- BETTELLI G., PIZZIOLO M., BONAZZI U., CAPITANI M., FIORONI C., FREGNI P., 2002b – *Note illustrative alla*

- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 236 "Pavullo nel Frignano". Regione Emilia-Romagna. S.EL.CA. Firenze.*
- BOCCALETTI M., ELTER P., GUAZZONE G., 1971 – *Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino in rapporto all'inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica*. Mem. Soc. Geol. It., **10**(4), pp. 371-378.
- BOCCALETTI M., GUAZZONE G., 1972 – *Gli archi appenninici, il Mar Ligure ed il Tirreno nel quadro della tettonica dei bacini marginali retroarco*. Mem. Soc. Geol. It., **11**, pp. 201-216.
- BRIGGS I.C., 1974 – *Machine contouring using minimum curvature*. Geophysics, **9**(1), pp. 39-48.
- BURROUGH P.A., 1986 – *Methods of interpolation*. In: "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", pp. 147-166, OUP, Oxford.
- CARMINATI E., GIUNCHI C., ARGNANI A., SABADINI R., FERNANDEZ M., 1999 – *Plio-Quaternary vertical motion of the Northern Apennines: insights for dynamic modelling*. Tectonics, **18**, pp. 703-718.
- CASTAGNETTI S., 2009 – *Relazione geologica e di modellazione sismica e geotecnica*. Comune di Castellarano, Provincia di Reggio Emilia (inedito), website: https://www.comune.castellarano.re.it/wp-content/uploads/2019/12/Relazione_geologica_sismica_geotecnica-1.pdf.
- CASTALDINI D., BALOCCHI P., 2006 – *Studio geomorfologico del territorio di pianura a sud di Modena*. In: A. Lodovisi (ed.) "La Bonifica nei territori di Alta Pianura", Consorzio Bonifica Burana-Leo-Scoltenna-Panaro, Tipolitografia F.G. Savignano S.P., pp. 69-100.
- CONTI S., GIUSTI C., MARCHETTI M., PANINI F., PELLEGRINI S., ROSSI A., 1999 – *La Formazione di Contignaco, la Formazione di Pantano e la Formazione del Termina presso la stretta del Pescale: rapporti stratigrafici, orizzonte cineritico. I terrazzi del Pescale*. In: M. Bertacchini, C. Giusti, M. Marchetti, M. Panizza, M. Pellegrini (eds.) "I Beni geologici della Provincia di Modena", Artioli Editore, Modena, pp. 63-64.
- CRESSIE N.A.C., 1990 – *The Origins of Kriging*. Mathematical Geology, **22**, p. 239-252.
- CRESSIE N.A.C., 1991 – *Statistics for Spatial Data*. John Wiley & Sons, New York, 900 pp.
- DAVIDOVIC M., PETROVIC V.M., BORISOV M., 2016 – *Analysis of the Display of Digital Terrain Models using Different Interpolation Methods*. Geod. List, **3**, pp. 267-282.
- DEMEERS M.N., 1997 – *Fundamentals of Geographical Information System*. John Wiley & Sons.
- DE NARDO M.T., 1991 – *Dati preliminari sul rilevamento del "Complesso Caotico Indifferenziato" Auclt. tra il T. Enza ed il T. Crostolo (Appennino Reggiano)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**, pp. 463-469.
- DI DIO G., LASAGNA S., PRETI D., SAGNE M., 1997 – *Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma. Il Quaternario*, **10**, pp. 443-450.
- DOGLIONI C., 1991 – *A proposal for the kinematic modeling of W-dipping subductions – possible applications of the Tyrrhenian-Appennines system*. Terra Nova, **3**, pp. 423-434.
- DOGLIONI C., HARABAGLIA P., MERLINI S., MONGELLI F., PECCERILLO A., PIROMALLO C., 1999 – *Orogens and slabs vs. their direction of subduction*. Earth-Science Reviews, **45**, pp. 167-208.
- ELTER P., 1960 – *I lineamenti tettonici dell'Appennino a NW delle Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., **60**, pp. 273-312.
- FAZZINI P., GASPERI G., 1996 – *Il sottosuolo della città di Modena*. Accademia Naz. di Sc. Lett. e Arti, Modena. Miscellanea Geologica, pp. 41-54.
- GASPERI G., CREMASCHI M., MANTOVANI UGUZZONI M.P., CARDARELLI A., CATTANI M., LABATE D., 1989 – *Evoluzione plio-quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura. Note illustrative alla carta geologica*. Mem. Soc. Geol., **39**, pp. 375-431.
- GASPERI G., PRETI D., PIZZIOLLO M., BETTELLI G., PANINI F., BONAZZI U., FIORONI C., FREGNI P., VAIANI S.C., 2005a – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.
- GASPERI G., PRETI D., PIZZIOLLO M., BETTELLI G., PANINI F., BONAZZI U., FIORONI C., FREGNI P., VAIANI S.C., 2005b – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.
- GEMELLI F., 2000 – *Indagine geologica-geotecnica idrogeologica*. Comune di Castellarano, Provincia di Reggio Emilia, website: https://www.comune.castellarano.re.it/wp-content/uploads/2014/08/Relazione_Geologica-Novabell-completa-di-allegati_140821030310.pdf.
- GIUSTI C., 2001 – *Il Modello Digitale del Terreno (DTM) come supporto alla cartografia geomorfologica: l'esempio della pianura modenese (Pianura Padana, Italia settentrionale)*. Atti Convegno Nazionale "Cultura cartografica e cultura del terreno", Sassari, 12-13 dicembre 2000, Boll. Associazione Italiana di Cartografia, 111, 112, 113, Genova, pp. 409-417.

- HIRT C., 2014 – *Digital Terrain Model*. Encyclopaedia of Geodesy. DOI 10.1007/978-3-319-02370-0_31-1.
- HUTCHINSON M.F., GALLANT J.C., 2005 – *Representation of terrain*. In: P. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind (eds.) “Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications”, John Wiley & Sons, New York.
- ISAACS E.H., SRIVASTAVA R.M., 1989 – *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York, 561 pp.
- LI Z., ZHU Q., GOLD C., 2005 – *Digital terrain modelling: principles and methodology*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 319 pp.
- MALINVERNO A., RYAN W.B.F., 1986 – *Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. *Tectonics*, **5**, pp. 227-246.
- MEDVED I., PRIBIČEVIĆ B., MEDAK D., KUZMANIĆ I., 2010 – *Comparison of Interpolation Methods of Bathymetry Data used for Monitoring of Lake Volume Change*. *Geodetski list*, **2**, pp. 71-86.
- MITAS L., MITASOVA H., 2005 – *Spatial Interpolation*. In: P. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind (eds.) “Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications”, John Wiley & Sons, New York.
- MOORE I.D., GRAYSON R.B., LADSON A.R., 1991 – *Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications*. *Hydrological Processes*, **5**(1), pp. 3-30, doi:10.1002/hyp.3360050103.
- MOORE I.D., TURNER A.K., WILSON J.P., JENSON S., BAND L., 1993 – *GIS and land-surface-subsurface process modeling*. In: M.F. Goodchild, B.O. Parkers, L.T. Steyaert (eds.) “Environmental Modeling with GIS”, Oxford University Press, New York, pp. 196-230.
- PAOLINI P., 2017 – *Relazione geologico-sismica*. Comune di Castellarano, Provincia di Reggio Emilia, website: https://www.comune.castellarano.re.it/wp-content/uploads/2018/03/GEO.1-Relazione-geologicosismica_180315052442.pdf.
- PAPANI G., 1971 – *Geologia della struttura di Viano (Reggio Emilia)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **10**, pp. 121-165.
- PAPANI G., DE NARDO M.T., BETTELLI G., RIO D., TELLINI C., VERNIA L., FORNACIARI E., IACCARINO S., MARTELLI L., PAPANI L., CIBIN U., SPADAFORA E., GABOARDI S., 2002 – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 218 “Castelnuovo ne’ Monti”*. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, 1998 – *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. S.ELCA., Firenze, 120 pp.
- REICHENBACH P., ACEVEDO W., MARK R.K., PIKE R.J., 1993 – *A new landform map of Italy in computer-shaded relief*. *Boll. Geodesia e Scienze Affini*, **52**(1), pp. 21-44.
- REUTTER K.J., GROSCHURTH J., 1978 – *The pile of nappes in the Northern Apennines, its unravement and emplacement*. In: H. Cloos, D. Roeder, K. Schmidt (eds.) “Alps, Apennines, Hellenides”, Schweizerbart, Stuttgart, pp. 239-243.
- RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO S., PAPANI G., RAFFI S., RIO D., 1982 – *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica del margine appenninico*. In: G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (eds.) “Guida alla geologia del margine appenninico-padano”, Bologna, pp. 14-46.
- RICCI LUCCHI F., ORI G.G., 1985 – *Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland*. In: P.H. Allen, P. Homewood, G. Williams (eds.) “Excursion Guidebook”, Foreland Basin Symposium, Fribourg (CH), pp. 137-176.
- RIGUZZI F., PANZA G., VARGA P., DOGLIONI C., 2010 – *Can Earth’s rotation and tidal despinning drive plate tectonics?* *Tectonophysics*, **484**, pp. 60-73.
- ROBINSON A.H., MORRISON J.L., MUEHRCKE P.C., KIMERLING A.J., GUPTILL S.C., 1995 – *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons, New York.
- SCROCCA D., CARMINATI E., DOGLIONI C., MARCANTONI D., 2006 – *Arretramento dello slab adriatico e tettonica compressiva attiva nell’Appennino centro-settentrionale*. *Rend. Soc. Geol. It.*, **2**, pp. 180-181.
- SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI, 2017 – *Portale minERva, D.G. Cura del Territorio e dell’Ambiente “Banca dati prove geognostiche”*. Regione Emilia-Romagna, website: https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalog/CTA/dataset/r_emiro_2018-07-12t124955.
- SETIAWANA M.A., RUTZINGERB M., WICHMANN V., STOETTERBC J., SARTOHADIA J., 2013 – *Evaluation of methods for digital elevation model interpolation of tillage systems*. *Journal of Natural Resources and Development*, **3**, pp. 128-139, doi: 10.5027/jnrd.v3i0.13.
- SHINGARE P.P., KALE S.S., 2013 – *Review on digital elevation model*. *International Journal of Modern Engineering Research*, **3**, pp. 2412-2418.

- SIBSON R. 1981 – *A Brief Description of Natural Neighbour Interpolation*. In: V. Barnett (ed.) “Interpreting Multivariate Data”, John Wiley & Sons, New York, pp. 21-36.
- SINDAYIHEBURA A., VAN MEIRVENNE M., NSABIMANA S., 2006 – *Comparison of Methods for Deriving a Digital Elevation Model from Contours and Modelling of the Associated Uncertainty*. In: M. Caetano & M. Painho (eds.) “7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences”, Lisbon.
- SMITH W.H.F., WESSEL P., 1990 – *Gridding with Continuous Curvature Splines in Tension*. *Geophysics*, **55**(3), p. 293-305.
- TREVES B., 1984 – *Orogenic belts as accretionary prism: the example of the Northern Apennines*. *Ofoliti*, **9**(3), pp. 577-618.
- WEIBEL R., HELLER M., 1991 – *Digital terrain modelling*. In: D. Maguire, M. Goodchild, D. Rhind (eds.), “Geographical Information Systems: Principles and Applications”, Longman, London, pp. 269-297.
- WOOD J., 2008 – *Digital elevation model (DEM)*. In: K. Kemp, (ed.), “Encyclopaedia of Geographic Information Science”, Thousand Oaks, SAGE, pp. 107-110.



Enrico Borghi*, Davide Battilani*

First record of the *Cyclaster* genus (Echinoidea) in the European Miocene

Abstract

A fossil echinoid recently collected in the Langhian Pantano Formation at Santa Maria Villiana, in the Bologna Apennines (northern Italy), is here attributed to the *Cyclaster* genus Cotteau in Leymerie & Cotteau, 1856. The generic attribution is supported by the short, sunken paired petals, the faint anterior sulcus and the large bilobed subanal fasciole. Additionally, the oral plating scheme is very characteristic and shows a very long narrow labial plate. The preservation of the specimen did not enable the classification at a specific level, however the specimen is close to *C. archeri* from the late Oligocene-early Miocene of Southern Australia. Since the citations of *Cyclaster* from the early Miocene onward are limited to the Indo-Pacific area, the specimen from Santa Maria Villiana represents the latest occurrence of this genus in Europe so far before the final closure of contacts with the Indo-Pacific area.

Riassunto

Primo ritrovamento del genere *Cyclaster* (Echinoidea) nel Miocene europeo. Un esemplare fossile recentemente raccolto nella Formazione di Pantano (Langhiano) affiorante nei dintorni di Santa Maria Villiana (frazione di Gaggio Montano, Appennino bolognese) viene attribuito al genere *Cyclaster* Cotteau in Leymerie & Cotteau, 1856. Si tratta di un genere che era diffuso nell'area circum-mediterranea dal Cretaceo superiore all'Oligocene. A partire dal Miocene inferiore le segnalazioni di *Cyclaster* si limitano all'area indo-pacifica, dove il genere è tuttora presente con due specie che vivono in acque piuttosto profonde, tra 300 e 800 m. Allo stato attuale delle conoscenze, il fossile di Santa Maria Villiana costituisce l'ultima segnalazione di *Cyclaster* nell'area mediterranea prima della definitiva chiusura dei contatti con l'area indo-pacifica. Nonostante le condizioni di conservazione non consentano un'attribuzione certa a livello specifico, si evidenzia la stretta somiglianza con *C. archeri* del tardo Oligocene-Miocene inferiore dell'Australia meridionale.

Keywords: Echinoidea, *Cyclaster*, Miocene, Santa Maria Villiana, Northern Apennines, Italy

Parole chiave: Echinoidea, *Cyclaster*, Miocene, Santa Maria Villiana, Appennino bolognese

* Società Reggiana di Scienze Naturali, via L. Pirandello 2, 42024 CASTELNOVO DI SOTTO (RE); e-mail: enrico.borghi20@gmail.com.

1. Introduction

The *Cyclaster* genus Cotteau in Leymerie & Cotteau, 1856 is known from the Cretaceous (the Senonian, after Mortensen, 1950a). It was spread worldwide from the late Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) to the Eocene (Smith & Kroh, 2011). On the contrary, Miocene records are rare and limited to Australia and New Zealand (Smith & Kroh, 2011). *Cyclaster* is still present in the Indo-Pacific with two species: *C. recens* Mortensen, 1950b and *C. regalis* Baker, 1969 (Kroh & Mooi, 2021). *C. regalis* has been always recorded from deep waters, between 300 and 800 m (OBIS, 2021). No well-supported record of *Cyclaster* is known from the Miocene of the circum-Mediterranean area, since the latest record is that of *C. azemati* de Vriès, 1972 from the Chattian (Late Oligocene) of Alicante (Spain).

The new record from the Langhian of Santa Maria Villiana (municipality of Gaggio Montano) enriches the long list of echinoid taxa recognised in the Pantano Formation of the Northern Apennines (Mazzetti, 1896; Stefanini, 1908, 1909), which has been just recently updated (Borghi, 2020).

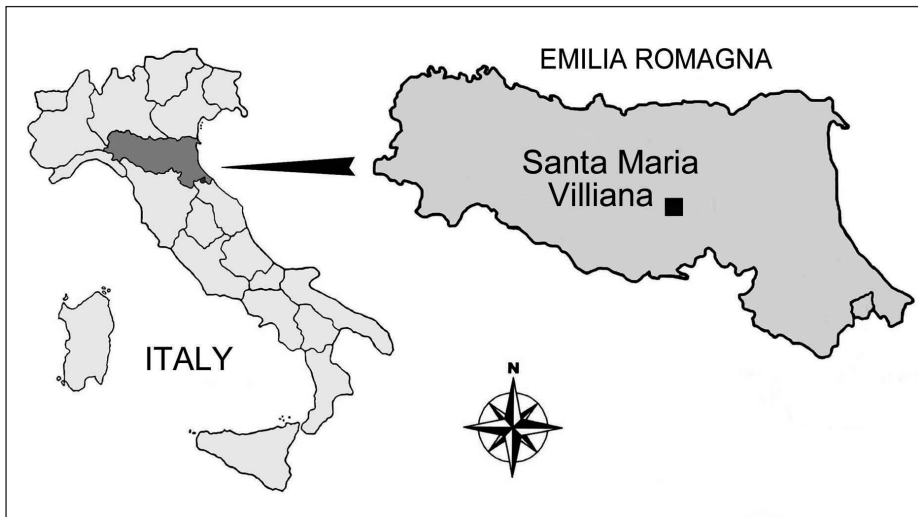


Fig. 1 – Location map of the finding locality: Santa Maria Villiana (Bologna province, Emilia-Romagna).

2. Description of the specimen

The fossil under study was collected by one of the authors (D.B.) in the Pantano Formation (Langhian) of Santa Maria Villiana in the Bologna Apennines (Fig. 1). It consists of a whole test (Fig. 2). Its state of preservation,

in particular a small degree of abrasion on the test surface, did not enable the details of the apical disc to be observed or the presence of the peripetalous fasciole to be verified, though this may be absent in this genus (after Smith & Kroh, 2011).

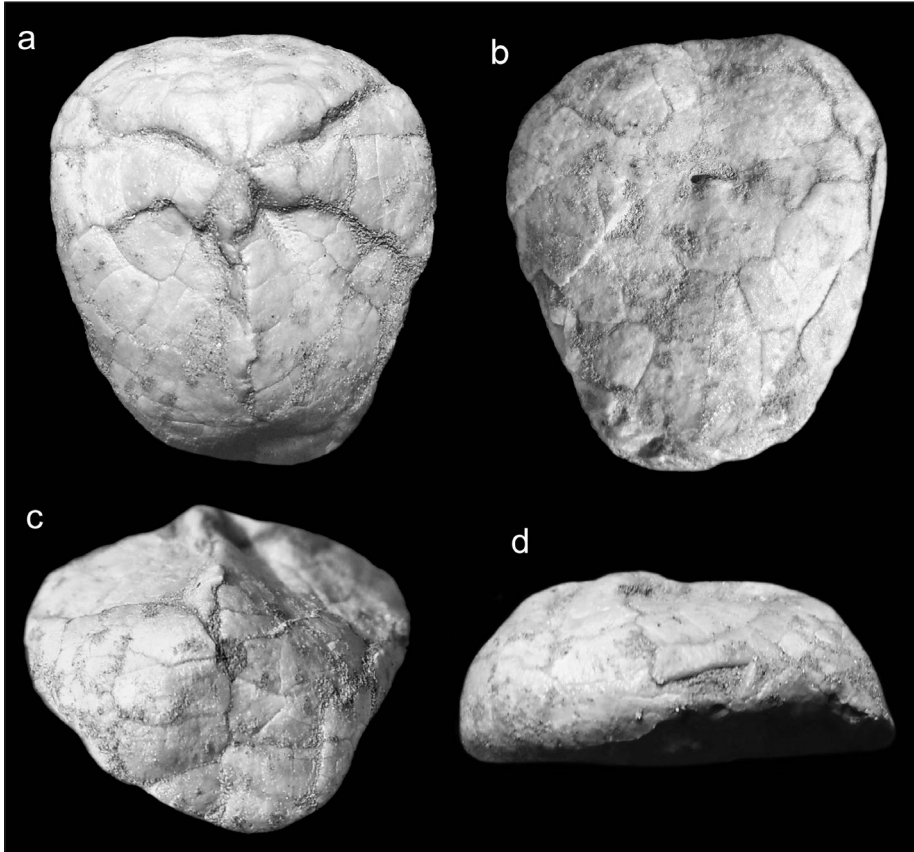


Fig. 2 – *Cyclaster* sp., Langhian of Santa Maria Villiana (TL=35 mm): respectively, aboral (a), oral (b), posterior (c) and lateral (d) views.

Dimensions: length of the test (TL) 35 mm, width (WL) 25 mm, height (HL) 14 mm. The frontal ambulacrum and the paired ambulacra are only slightly sunken. The petals are short, their length being about 22% TL; the anterior ones are almost as long as the posterior. The apical disc is anteriorly eccentric; its distance from the anterior margin of the test equals about 30% TL. The peristome is small and the distance from the tip of the labrum to the

anterior test margin is 32% TL. The labrum is prominent with a raised edge. The labial plate is very narrow and long (ca. 22% TL), and extends to the end of the second adjoining ambulacral plates, which are unusually narrow and elongated (Fig. 3). The sternal plates are sub-triangular and long (ca. 40% TL). The small, round periproct is located high up in the truncated posterior face. The subanal fasciole is thick and bilobate. Large primary tubercles are missing; aborally the tubercles are small and uniform.

The fossil studied is housed at the Palaeontology Museum of Modena and Reggio Emilia University; code: IPUM 29939.

3. Systematics

The systematics follows Kroh & Smith (2010):

Order Spatangoida L. Agassiz, 1840
Suborder Micrasterina Fischer, 1966
Family Micrasteridae Lambert, 1920
Subfamily Cyclasterinae Poslavskaja, 1964
Cyclaster Cotteau, 1856

Type species: *Cyclaster declivus* Cotteau, 1856, by original designation.

Diagnosis (from Smith & Kroh, 2011):

- Test ovate, with faint frontal sulcus; low domal in profile.
- Apical disc with three gonopores.
- Frontal ambulacrum slightly sunken adapically, with small, differentiated pore-pairs.
- Paired ambulacra forming short, straight, weakly sunken petals extending only about half of the radial distance to the ambitus in plan view.
- Periproct towards the top of the posterior face.
- Peristome kidney-shaped and partially hidden by labral plate in oral view.
- Labral plate longitudinally very elongated, sternal plates triangular. No narrowing of plastron width to rear of the episternals.
- Paired interambulacra amphisternous.
- No primary tubercles differentiated. Aboral tubercles small and uniform.
- Well-developed bilobed subanal fasciole.
- Peripetalous fasciole with varying development: it may be complete, partial or even absent.

Distribution: Most fossil records of *Cyclaster* are from the Cretaceous, Paleocene, Eocene and Oligocene of Europe, Turkey, Kazakhstan, Madagascar

and the Caribbean area (Smith & Kroh, 2011). Citations from the Miocene (Fig. 4) are rare and limited to the Indo-Pacific area: *C. archeri* (Tenison-Woods, 1867) and *C. brevistella* (Laube, 1869a), late Oligocene-early Miocene of Australia, and *C. posita* (Hutton, 1873), Oligocene-early Miocene of New Zealand. *C. brevistella* and *C. posita* are considered by Kroh & Mooi (2021) as subjective synonymous with *C. archeri*.

Cyclaster is present today in the Indo-Pacific with two species, *C. recens* Mortensen, 1950b, which lives along the coasts of Indochina, and *C. regalis* Baker, 1969, from New Zealand.

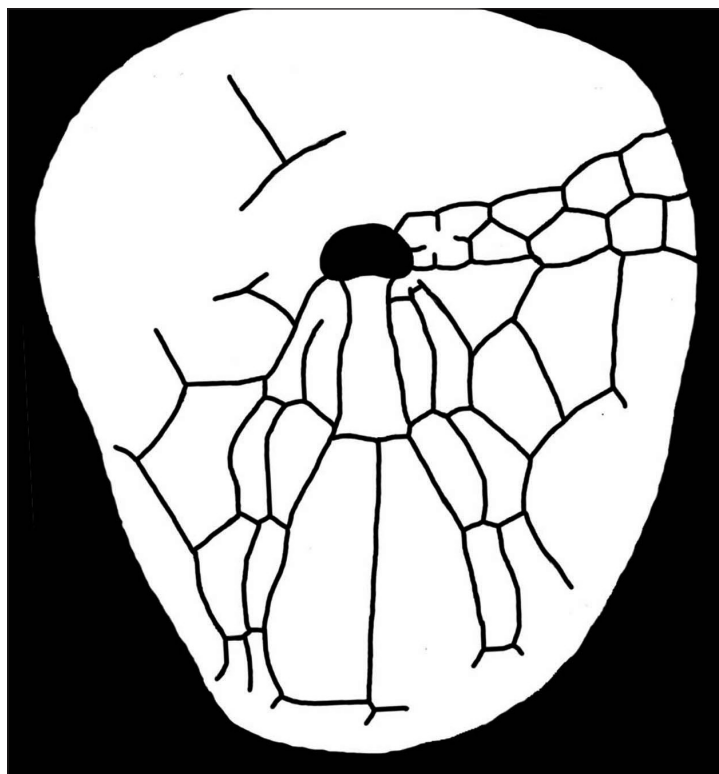


Fig. 3 – *Cyclaster* sp., Langhian of Santa Maria Villiana: oral plating scheme.

4. Final remarks

The attribution of the specimen under study to *Cyclaster* is well supported since it shows most of the diagnostic characteristics of this genus. In particular, the oral plating scheme is very typical, with a long and narrow labial plate

(compare fig. 217 in Mortensen, 1950a); the plates in the ambulacra I and V are unusually narrow and elongated, forming almost specular pairs; the episternals restricted only slightly posteriorly by the ambulacra. In addition, the paired petals, short and only slightly sunken, and the faint frontal sulcus are typical features of this genus.

The preservation of the studied specimen does not enable safe attribution at the species level. However, the visible morphological features point to a close relationship with the almost coeval *C. archeri* from Australia. After Mc Namara *et al.* (1986) there is a very close resemblance between *C. archeri* and *C. recens*, although some differences may be found in the narrower poriferous zone in the frontal ambulacrum and shorter posterior petals in the Recent species.

The fossil from Santa Maria Villiana differs from *C. declivus*, the type species of *Cyclaster* from the Eocene of France, by shorter petals and more anteriorly located apical disc; additionally, in *C. declivus* the peristome is closer to the anterior test margin and in lateral view the highest point is behind the apical disc. The last record of *Cyclaster* so far known from the European area is represented by *C. azemati* de Vriès, 1972, from the Chattian (late Oligocene) of Alicante, Spain. It shows longer petals, more centrally located apical disc and peristome much closer to the anterior test margin. The two extant species, *C. regalis* and *C. recens*, differ by their more centrally located apical disc, peristome much closer to the anterior test margin and less squared test outline.

The specimen under study shows that *Cyclaster* was still present, although presumably very rare, in the circum-Mediterranean area during the Miocene (at least till the Langhian), where it was represented by a species close to that living almost at the same time in the Indo-Pacific area.

Little is known about the original environment of the specimen from Santa Maria Villiana, since all the echinoids in the Pantano Formation have been displaced by resedimentation events into deeper ocean floors, the echinoid assemblage consisting mainly of deep water taxa mixed with rare shallow water ones (Borghi, 2020). The extant *C. regalis* has always been recorded from deep waters, between 300 and 800 m (OBIS, 2021). On the other hand, most species of *Cyclaster* from the Paleocene (e.g., the Danian Brudendorf Formation of Austria; Kroh, 2001) and the Eocene of Italy (Laube, 1869b) and Croatia (Mikuz, 2008) have been reported from rather shallow deposits. It seems that *Cyclaster*, like other echinoids such as *Hypsoclypus-Conolampas* (Borghi & Ciappelli, 2014), changed its way of life over time, gradually adapting to deeper environments.

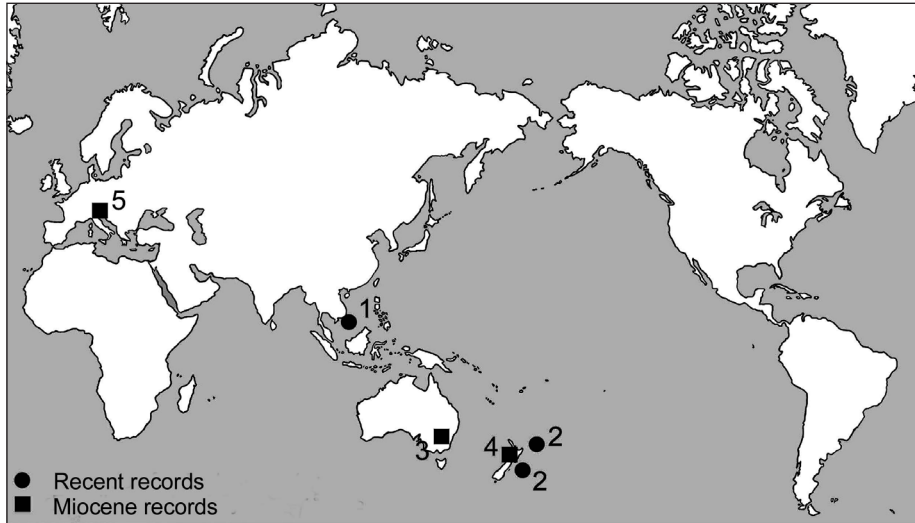


Fig. 4 – Records of the *Cyclaster* genus from the Miocene to Recent: 1) *C. recens* Mortensen, 1950; 2) *C. regalis* Baker, 1969; 3) *C. archeri* (Tenison-Woods, 1867) and *C. brevistella* (Laube, 1869); 4) *C. posita* (Hutton, 1873); 5) *Cyclaster* sp.

Bibliography

- BAKER A.N., 1969 – Two new heart-urchins, including a new species of *Cyclaster*, from New Zealand waters (*Echinoidea*, *Spatangoida*). Records of the Dominion Museum, **6**(16), pp. 265-273.
- BORGHI E., 2020 – *Gli echinoidi della Formazione di Pantano (Miocene medio-inferiore) dell'Emilia*. Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali, pp. 30-48, Reggio Emilia.
- BORGHI E., CIAPPELLI F., 2014 – *Prima segnalazione del genere Hypsoclypus (Echinoidea) nel Pliocene italiano*. Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali, pp. 9-18, Reggio Emilia.
- DE VRIÈS A., 1972 – *Contribution à l'étude des échinides fossiles d'Espagne*. Bulletin des Sciences de la Terre de l'Université de Poitiers, **12**, pp. 1-60.
- HUTTON F.W., 1873 – *Catalogue of the Tertiary Mollusca and Echinodermata of New Zealand*. Government Printer, 48 pp., Wellington.
- KROH A., 2001 – *Echinoids from the Danian (Lower Paleocene) Brudendorf Formation of Austria*. In: W. Piller & M.W. Rasser (eds.) "Paleogene of the Eastern Alps", Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, pp. 377-464, Wien.
- KROH A., SMITH A.B., 2010 – *The phylogeny and classification of post-Palaeozoic echinoids*. Journal of Systematic Palaeontology, **8**(2), pp. 147-212.
- KROH A., MOOI R., 2021 – *World Echinoidea Database*. *Cyclaster Cotteau in Leymerie & Cotteau, 1856*. Accessed March 2021 through: World Register of Marine Species at: <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=411380>.
- LAUBE G., 1869a – *Über einige fossile Echiniden von den Murray Cliffs in Süd-Australien*. Denkschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, **59**(1), pp. 183-198, Wien.
- LAUBE G., 1869b – *Ein Beitrag zur Kenntnis der Echinodermen des Vicentinischen Tertiärgebietes*. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, **29**, pp. 1-38, Wien.
- LEYMERIE A., COTTEAU G., 1856 – *Catalogue des échinides fossiles des Pyrénées*. Bulletin de la Société Géologique de France, **13**(2), pp. 319-355.

- MAZZETTI G., 1896 – *Catalogo degli Echinidi fossili della collezione Mazzetti esistente nella Regia Università di Modena*. Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, serie 2, **11**, pp. 409-461, Modena.
- MC NAMARA K.J., PHILIP G. M., KRUSE P. D., 1986 – *Tertiary brissid echinoids of southern Australia*. Alcheringa, **10**, pp. 55-84, Adelaide.
- MIKUZ V., 2008 – *Revision of new species of Eocene sea urchins from Istria, described in the 19th and 20th centuries*. Geologija, **51**(1), pp. 13-28, Ljubljana.
- MORTENSEN T., 1950a – *A monograph of the Echinoidea*. Vol. **5**, Spatangoida 1, C.A. Reitzel (ed.), 593 pp., Copenhagen.
- MORTENSEN T., 1950b – *New Echinoidea (Spatangoida). Preliminary notice*. Videnskabelige Meddelelsar Dansk Naturhistoriske Forening i København, **112**, pp. 157-163, Copenhagen.
- OBIS (Ocean Biodiversity Information System), 2021 – Accessed March 2021 at: <https://obis.org/taxon>.
- SMITH A.B., KROH A. (eds.), 2011 – *The Echinoid Directory*. WorldWideWeb electronic publication at: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory> [accessed March 2021].
- STEFANINI G., 1908 – *Echinidi del Miocene medio dell'Emilia (parte prima)*. Palaeontographia Italica, **14**, pp. 65-119, Pisa.
- STEFANINI G., 1909 – *Echinidi del Miocene medio dell'Emilia (parte seconda)*. Palaeontographia Italica, **15**, pp. 57-114, Pisa.
- TENISON-WOODS J.E., 1867 – *The Tertiary rocks of South Australia. Part IV. Fossil Echinidae*. Papers of the Adelaide Philosophical Society, 2 pp.



Andrea Cau*

Comments on the Mesozoic theropod dinosaurs from Italy

Abstract

*Theropoda is the monophyletic group including all predatory dinosaurs and birds. The study of theropod dinosaurs from Italy is a recent field, not more than three decades old. Although the current record of skeletal remains is limited to two individuals and one isolated bone, the quality and significance of the theropod material so far discovered in the Italian peninsula is really promising. Two species of non-avian theropods have been identified in Italy: the Early Jurassic *Saltriovenator zanellai* from Saltrio (Varese Province) and the Early Cretaceous *Scipionyx samniticus* from Pietraraja (Benevento Province). The former is the oldest known member of the Ceratosauria and *Averostra* clades, and the largest-known predatory dinosaur from the Early Jurassic worldwide. The Saltrio theropod is a pivotal taxon for inferring the ancestral body plan of the ceratosaurian theropods, and a key element in reconstructing the evolution of the three-fingered hand of birds. The only known specimen of *Scipionyx samniticus* is a very immature individual including exceptionally preserved soft tissue and internal organ remains. Although the Pietraraja theropod is usually assigned to the basal coelurosaurian clade *Compsognathidae*, the systematic status of the latter group is problematic. The hypothesis that “*Compsognathidae*” is polyphyletic and includes immature individuals belonging to distinct lineages of large-bodied tetanurans is here discussed. A method for investigating the affinities of taxa known uniquely for very immature specimens is also introduced. Using this approach, *Scipionyx* might belong to the allosauroid clade *Carcharodontosauridae*, a scenario which is both palaeogeographically and stratigraphically consistent with the known record of these theropods.*

Riassunto

*Considerazioni sui dinosauri teropodi del Mesozoico in Italia. Theropoda è il gruppo monofiletico che include tutti i dinosauri predatori e gli uccelli. Lo studio dei dinosauri teropodi dell'Italia è un campo di ricerca relativamente recente. Sebbene l'attuale documentazione di resti scheletrici sia limitata a due individui e a un osso isolato, la qualità e il significato del materiale di teropodi finora scoperto nella penisola italiana sono molto promettenti. In Italia, sono note due specie di teropodi non-aviani: *Saltriovenator zanellai* dal Giurassico Inferiore di Saltrio (provincia di Varese)*

* Palaeontologist, Strada M.R. Imbriani 64, 43125 PARMA, Italy; e-mail: cauand@gmail.com.

e *Scipionyx samniticus* dal Cretacico Inferiore di Pietraroja (provincia di Benevento). Il primo è il più antico membro conosciuto dei cladi *Ceratosauria* e *Averostra*, ed il più grande dinosauro predatore conosciuto dal Giurassico inferiore a livello mondiale. Il teropode da Saltrio è un taxon chiave per ricostruire la condizione ancestrale dei teropodi ceratosauri e un elemento significativo per tracciare l'evoluzione della mano tridattila degli uccelli. L'unico esemplare conosciuto di *Scipionyx samniticus* è un individuo molto immaturo che include tessuti molli eccezionalmente conservati e resti di organi interni. Sebbene il teropode da Pietraroja sia solitamente riferito al clade *Compsognathidae*, lo status sistematico di quest'ultimo gruppo di celurosauri è problematico. Viene qui discussa l'ipotesi che "*Compsognathidae*" sia polifiletico ed includere esemplari immaturi di varie linee di tetanuri di grande mole, ed è introdotto un metodo per indagare le affinità di taxa conosciuti solamente tramite esemplari molto immaturi. Utilizzando tale approccio, *Scipionyx* potrebbe appartenere al clade allosauroide *Carcharodontosauridae*, uno scenario che è sia paleogeograficamente che stratigraficamente coerente con la documentazione nota di questi teropodi.

Keywords: Saltriovenator, *Scipionyx*, *Theropoda*, Mesozoic, Italy

Parole chiave: Saltriovenator, *Scipionyx*, *Theropoda*, Mesozoico, Italia

1. Introduction

Theropoda is the monophyletic group including all predatory dinosaurs and their closest relatives (Serenó, 1999; Weishampel *et al.*, 2004; Naish *et al.*, 2020). Today, the theropod clade is represented by over 10,000 species of living birds (Padian & Chiappe, 1998). About 75% of the morphological novelties of the avian skeletal plan, which differentiate birds from the other sauropsids, originated among the theropods during the Mesozoic (Cau, 2018). The diversification of Mesozoic theropods was one the most successful radiations in vertebrate history, exhibiting a remarkable disparity in both size and ecological adaptations (Serenó, 1999; Weishampel *et al.*, 2004). The fossil record of theropod dinosaurs is heterogeneously distributed over all continents (Weishampel *et al.*, 2004; Barrett *et al.*, 2009). The richest theropod faunas have been collected from the western parts of Canada and the United States, in Argentinian Patagonia, southern Mongolia and China. The theropod record is currently under-represented in Africa, Antarctica and Russia. In Europe, the most significant theropod discoveries come from France, Germany, Spain and the UK (Weishampel *et al.*, 2004).

The presence of Mesozoic dinosaur remains in Italy is a relatively recent discovery. The first footprints and trackways unambiguously linked to dinosaurs were found in north-eastern Italy about three decades ago (Mietto, 1988; Leonardi & Lanzinger, 1992). The palaeoichnological record of Dinosauria in Italy has grown progressively and currently extends mainly along the peri-Adriatic part of the peninsula, in Veneto, Friuli-Venezia Giulia

and Apulia (e.g., Dal Sasso, 2001; Dalla Vecchia, 2002; Nicosia *et al.*, 2007; Leonardi, 2008).

The dinosaur record based on skeletal remains found so far in Italy is quantitatively modest, when compared to those from other European countries. It comprises five taxa (three of which identifiable at the species level): one ornithischian, one sauropodomorph and three theropods (Dal Sasso, 2001; Weishampel *et al.*, 2004; Dalla Vecchia, 2009; Garilli *et al.*, 2009; Dal Sasso & Maganuco, 2011; Dal Sasso *et al.*, 2016, 2018). The ornithischian material is represented by several specimens, one of which complete, which are all referred to the Late Cretaceous hadrosauroid *Tethyshadros insularis*, and collected from the same site near Trieste (Dalla Vecchia, 2009). The sauropodomorph material is made up of very fragmentary material found near Rome, which is ascribable to an Early Cretaceous titanosaurian (Dal Sasso *et al.*, 2016). In this contribution, I focus on the skeletal remains of theropod dinosaurs so far discovered in the Mesozoic deposits from Italy and review the evolutionary and phylogenetic significance of the two named non-avian theropod species. The phylogenetic and taxonomic framework discussed here is based on Sereno (1999), Carrano & Sampson (2008), Carrano *et al.* (2012), Cau (2018) and Naish *et al.* (2020). The palaeogeographic framework follows Dalla Vecchia (2002) and Dal Sasso *et al.* (2016, 2018).

2. *Saltriovenator zanellai*

The holotype and only known specimen of *Saltriovenator zanellai* was collected from the Saltrio Formation (Sinemurian, Lower Jurassic) in Varese Province (Dal Sasso, 2001; Dal Sasso *et al.*, 2018). The skeletal material includes a few and very fragmentary axial elements, most of the pectoral region and part of both fore- and hind limbs of a large-bodied theropod with an estimated body length of about 8 m (Dal Sasso *et al.*, 2018; Fig. 1). Although poorly preserved, the holotype of *S. zanellai* can be identified by a series of peculiar features in the humerus, metacarpus and phalanges. Most of these osteological elements are anchor sites for powerfully-developed appendicular muscles which, combined with the overall stocky proportions of the bones and the inferred body size of the animal, support the interpretation of *Saltriovenator* as an apex macropredator (Dal Sasso *et al.*, 2018). The holotype material of *S. zanellai* is peculiar from a taphonomic perspective, since it is the first Mesozoic dinosaur skeleton showing bioerosion occurring in a marine setting, likely produced by saprophagous invertebrates before the burial of the carcass (Dal Sasso *et al.*, 2018).



Fig. 1 – Generalised skeletal reconstruction of an early-diverging ceratosaurian, showing the elements preserved in the holotype of *Saltriovenator zanellai* (coloured parts; artwork by M. Auditore, reproduced with his permission).

Saltriovenator is reconstructed as significantly heavier and stockier than the other known Early Jurassic theropods, and indicates the first occurrence of large macrophagous dinosaurs of “carnosaur grade” immediately after the mass extinction at the end of the Triassic (Dal Sasso, 2001; Dal Sasso *et al.*, 2018). The Saltrio theropod shows a combination of features also known in basal (non-coelurosaurian) tetanurans or in ceratosauroids (Carrano & Sampson, 2008, 2012). As in the former group, the deltopectoral crest in the humerus

is prominent and abruptly projected from the shaft, the metacarpals bear deep extensor pits on the distal end which are bound by a prominent proximal shelf (which is apomorphically enlarged in *S. zanellai*), the manual unguals are falciform and bear prominent flexor tubercles (Dal Sasso *et al.*, 2018). As in ceratosaurians, the humeral shaft is not sigmoid, the distal end of the humerus bears flattened condyles, the second metacarpal is stout and stocky, and both metacarpal and phalanges are abbreviated and bear prominent proximal flexor processes. As in the Early Jurassic ceratosaur *Berberosaurus* (Allain *et al.*, 2007), the distal end of the preserved metacarpal shows a complex ginglymoid facet bearing prominent lip-like condyle projected proximomedially. This peculiar mix of features is interpreted phylogenetically in support of a very basal placement of the Italian theropod among the ceratosaurian clade, and closely related to *Berberosaurus* (Allain *et al.*, 2007; Dal Sasso *et al.*, 2018). The phylogenetic topology resulting from the inclusion of *S. zanellai* in a large-scale analysis of theropod relationships has provided an intriguing framework for the evolution of some unusual features of the ceratosaurian body plan and has helped in solving a long-lasting controversy on the homology of avian hand elements (Dal Sasso *et al.*, 2018).

In the ceratosaurians stratigraphically younger (and phylogenetically more derived) than *Saltriovenator*, the forelimb is dramatically reduced in size compared with the condition seen in other theropods. In these forms, the distal elements of the forelimb are markedly shortened and bear poorly-defined articular surfaces, stout metacarpals and non-functional fingers with a reduced phalangeal formula (Carrano & Sampson, 2008). Of these features, *Saltriovenator* shares uniquely the stout morphology of both metacarpus and proximal phalanges, retaining the overall proportions and the fully-functional articulations in all forelimb elements which are widespread among non-ceratosaurian theropods. The forelimb morphology of *Saltriovenator*, shared with those of large-bodied non-ceratosaurian neotheropods, is thus interpreted as the primitive condition among Ceratosauria (Carrano & Sampson, 2008; Dal Sasso *et al.*, 2018). The evolutionary factors that led the transition from a “tetanuran-like” morphology (present in *Saltriovenator*) to the “ceratosauroid” condition present in abelisaurids and other late-diverging ceratosaurians are unclear. One intriguing hypothesis is that the functional reduction of the forelimb along the ceratosaurian lineage is related to an ecological shift and the acquisition of a novel predatory strategy in ceratosaurids and abelisauroids, not involving the forelimbs. Following this scenario, the derived cranio-mandibular adaptations shared by Late Jurassic and Cretaceous ceratosaurians are expected to be absent in the Italian taxon. The discovery of additional material referable to *Saltriovenator* (in particular, skull and mandibular elements) might thus help in elucidating the earliest phase of ceratosaurian evolution.

3. *Scipionyx samniticus*

The holotype and only known specimen of *Scipionyx samniticus* was collected from the “*Calcari Selciferi e Ittiolitiferi di Pietraraja*” Formation (Albian, Lower Cretaceous) in Benevento Province (Dal Sasso & Maganuco, 2011). The specimen is exceptionally well preserved (Fig. 2) and includes the articulated skeleton of a very small-bodied (about 50 cm long) theropod dinosaur (missing only the distal two-thirds of the tail and the distal half of the hind limbs) which preserves remnants of soft tissues and some internal organs (Dal Sasso & Maganuco, 2011). Dal Sasso & Maganuco (2011) provided a very detailed analysis of the osteology, taphonomy and soft tissue preservation of the specimen.

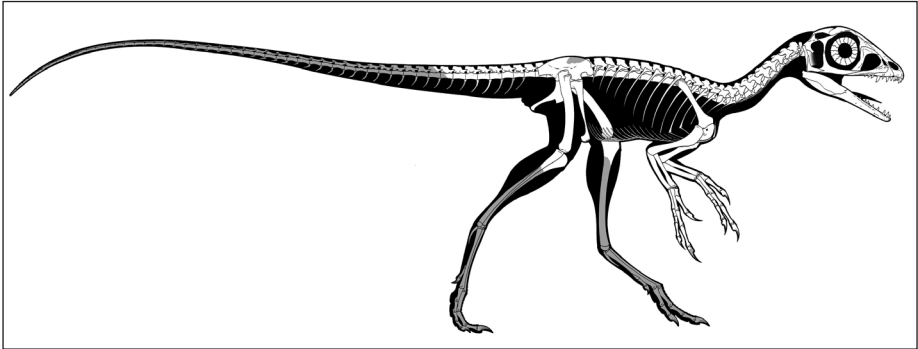


Fig. 2 – Skeletal reconstruction of the holotype of *Scipionyx samniticus*. Preserved elements in white, missing elements in grey (artwork by M. Auditore, reproduced with his permission).

The phylogenetic affinities of *Scipionyx* have been analysed quantitatively in a few studies, which all agree in placing the Italian taxon among the earliest diverging coelurosaur lineages, in particular within the compsognathids (Dal Sasso & Maganuco, 2011). It is noteworthy that with the exception of Holtz (2000), Holtz *et al.* (2004) and Choiniere *et al.* (2013), all phylogenetic analyses of *Scipionyx* used a strictly coelurosaurian ingroup, i.e., assumed aprioristically that the Pietraraja theropod should not be referred to a non-coelurosaurian group. As outlined by Dal Sasso & Maganuco (2011), the determination of the phylogenetic position of *S. samniticus* is likely compromised by the very immature ontogenetic stage of the single specimen known. Several features of the holotype might not correspond to the adult condition of the species, and this prevents a proper comparison of this taxon with other theropods known uniquely for more mature ontogenetic stages. In dinosaurs, and in particular in large-bodied taxa, the juvenile and adult stages of the same ontogenetic series may show a marked morphological diversity, which in the past resulted in the

referral of distinct growth morphs of the same ontogenetic trajectory to distinct taxa (e.g., Dodson, 1975; Carr, 1999; Horner & Goodwin, 2009). Since an adult specimen of *S. samniticus* is lacking, determining how many features of the holotype are actually immature conditions is thus problematic. Dal Sasso & Maganuco (2011) recognised that the phylogenetic position of *Scipionyx* might be biased by the immature morphology of the holotype and discussed a method for mitigating the impact of not knowing the adult condition in several features of that taxon. Based on an ontogeny-contingent scoring method, they referred *S. samniticus* to Compsognathidae (a result replicated by Choiniere *et al.*, 2013).

The referral of the Italian specimen to the compsognathids and the actual content of that group are here reviewed. All the taxa referred to Compsognathidae are small-bodied tetanurans, often less than 2 m long and characterised by a relatively unspecialised morphology when compared to other coelurosaurs (e.g., Chen *et al.*, 1998; Holtz *et al.*, 2004; Ji *et al.*, 2007; Dal Sasso & Maganuco, 2011). Stratigraphically, the compsognathids range between the Late Jurassic and the end of the Early Cretaceous, thus broadly overlapping the stratigraphic extent of the carnosaurian-grade tetanurans (e.g., allosauroids and megalosauroids; Carrano *et al.*, 2012). It is intriguing that the body size of most compsognathids is comparable to that inferred for the juvenile individuals of large-bodied tetanuran taxa (e.g., *Allosaurus*, Rauhut & Fechner, 2005; see Dal Sasso & Maganuco, 2011). Furthermore, it is noteworthy that some taxa referred to Compsognathidae are based uniquely on very immature individuals (e.g., *Juravenator*, *Scipionyx*, and perhaps *Compsognathus longipes* itself, the eponymous taxon of the group; Dal Sasso & Maganuco, 2011; pers. obs. 2015–2017). Another taxon based on a single specimen, very immature, and showing a “compsognathid-grade” morphology is the enigmatic *Sciurumimus*, which was suggested to be a megalosauroid (Rauhut *et al.*, 2012).

The relative frequency of immature specimens referred to compsognathid-grade taxa is in contrast with the rarity of immature specimens referable to large-bodied tetanuran species (Hone & Rauhut, 2010). One partial solution to the paradoxical rarity of immature individuals of large-bodied tetanurans could be to consider the compsognathid-grade theropods themselves (or, at least, part of them) as immature individuals of large-bodied species. Following this hypothesis, “Compsognathidae *sensu lato*” is not monophyletic but rather represents a polyphyletic group including taxa based on very immature individuals of disparate tetanuran lineages. This hypothesis expands the arguments developed by Rauhut *et al.* (2012) on the affinities of *Juravenator* and *Sciurumimus*. Accordingly, the “compsognathid body plan” might represent the generalised condition of the immature stages of most non-maniraptoriform tetanuran theropods (e.g., basal coelurosaurs, allosauroids

and non-spinosaurid megalosaurians) and not the adult morphology of a lineage of small-bodied basal coelurosaurs. This scenario does not dismiss that some “compsognathid-grade” taxa might be genuine small-bodied forms with a generalised (perhaps, paedomorphic) morphology which eventually form a monophyletic “Compsognathidae *sensu stricto*”. Yet, this hypothesis predicts that the immature specimens of many tetanuran clades, once included in a phylogenetic analysis, might be spuriously grouped together (due to the shared immature morphology) and result nested along the root of Coelurosauria (eventually attracted into Compsognathidae *sensu stricto*). This is true if they are not properly recognised as expressing an early growth stage and are instead assumed as showing their adult body morphology.

In order to test the impact of the ontogenetic status of *Scipionyx samniticus* holotype on the relationships of the latter taxon, I carried out two phylogenetic analyses of theropod dinosaurs, focusing on non-maniraptoriform tetanurans. The data set used is modified from the analyses of Cau (2018) and Dal Sasso *et al.* (2018), and describes the state distribution of 1810 character statements among 51 operative taxonomic units. Two alternative scoring criteria for the taxa based on immature specimens were followed. In the first analysis, the three included taxa based on immature specimens (i.e., *Juravenator*, *Scipionyx* and *Sciurumimus*) were scored following the protocol described by Dal Sasso and Maganuco (2011). In the second analysis, the taxa based on immature specimens were removed from the analysis, and replaced by three taxonomic units scored uniquely for those character statements that unambiguously differentiate the three taxa from each other. These subsets of character scoring are termed “Ontogenetically Unbiased Local Apomorphies” (OnULAs), and are determined from the terminal branches leading to the taxa based on immature specimens when these taxa are enforced to form a clade excluding all other taxa. The rationale for this alternative character scoring is that each OnULA is the minimum set of morphological information which is expected not to be biased by the immature status of the specimens. This approach assumes that enforcing all the taxa based on immature specimens to form a clade, the shared character states which are due to the immaturity of the specimens are expected to be reconstructed as potential synapomorphies of that clade, and should not be optimised as autapomorphies for any of the included taxa. Accordingly, the contingent string of autapomorphies of each taxon of that node (the OnULA) should provide a conservative basis for inferring the phylogenetic relationships of that taxon regardless of the ontogenetic status of the specimens used for scoring it. The analytical protocol follows that of the parsimony analysis in Cau (2018).

The results of the two phylogenetic analyses inferred alternative placements for *Juravenator*, *Scipionyx* and *Sciurumimus* (Figs. 3, 4).

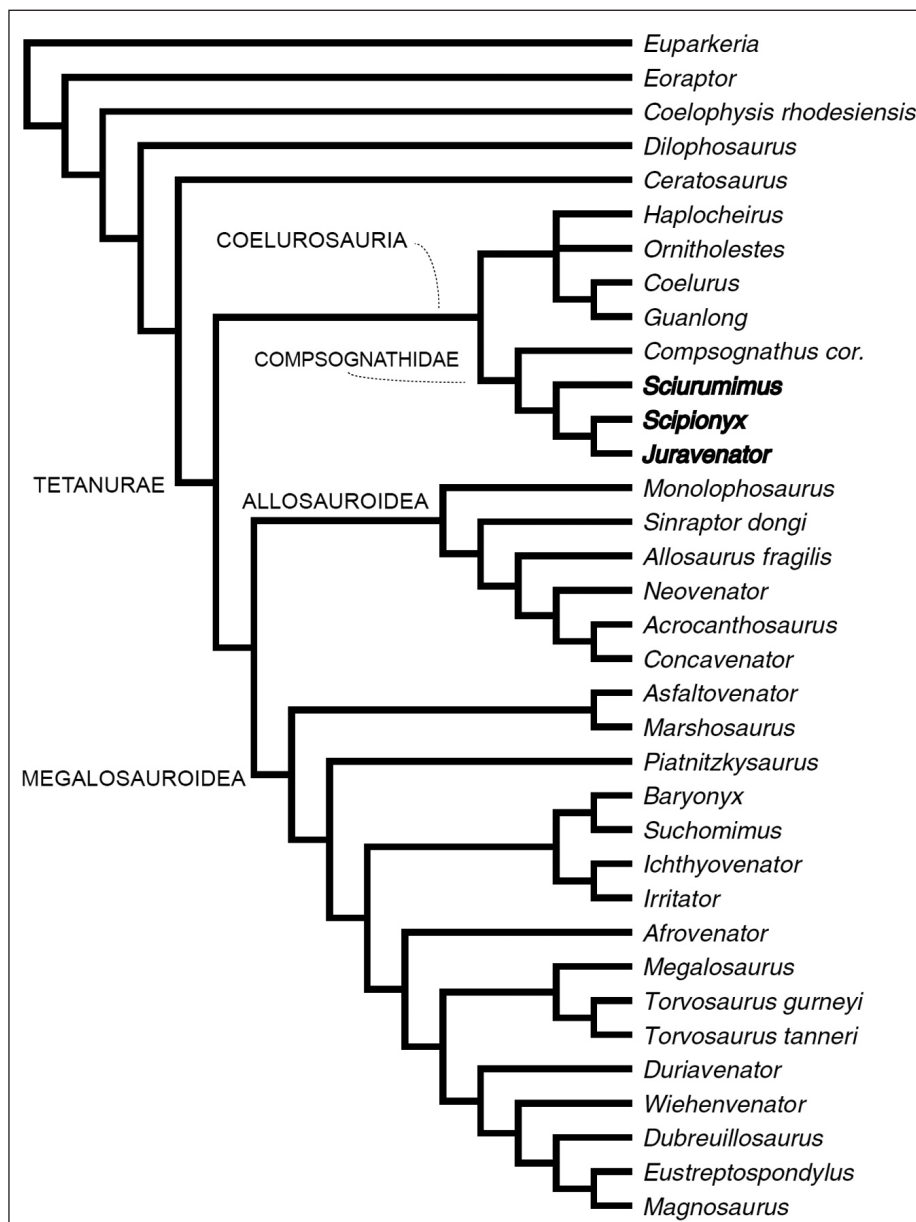


Fig. 3 – First analysis of the phylogenetic relationships among tetanuran theropods. Taxa based uniquely on immature specimens (in bold) scored following the protocol of Dal Sasso & Maganuco (2011): note that they form a clade inside Compsognathidae.

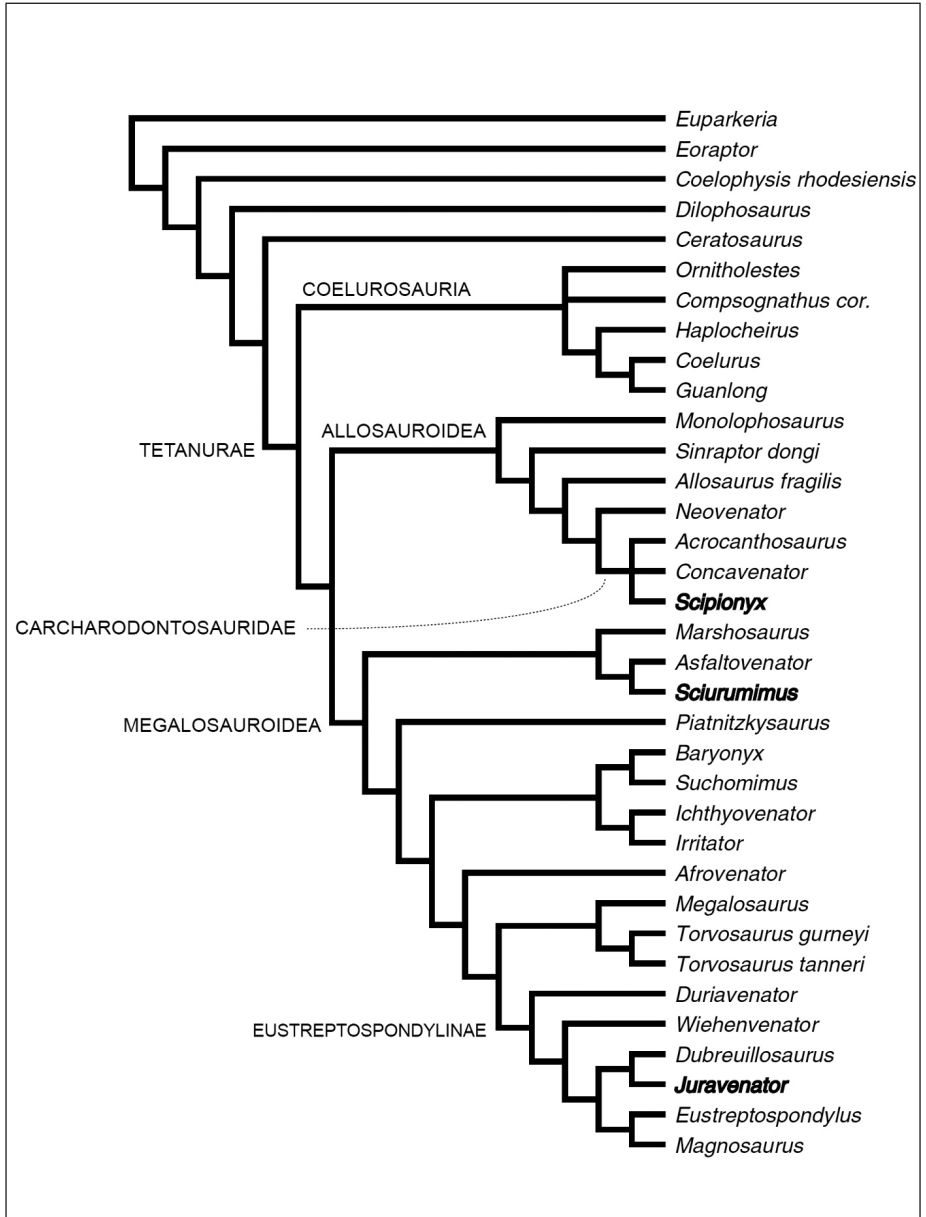


Fig. 4 – Second analysis of the phylogenetic relationships among tetanuran theropods. Taxa based uniquely on immature specimens (in bold) replaced by their OnULAs: note that they result nested among distinct tetanuran lineages.

In the first analysis, the three taxa based on immature specimens were reconstructed as being very closely related, forming a clade with *Compsognathus corallestris* among Coelurosauria (Fig. 3). This result, based on the scoring protocol of Dal Sasso & Maganuco (2011), is in overall agreement with the majority of the analyses performed in the past (e.g., Holtz, 2000; Holtz *et al.*, 2004; Dal Sasso & Maganuco, 2011; Choiniere *et al.*, 2013). In the second analysis, once the three taxa based on immature specimens were replaced by their OnULAs, the latter were reconstructed in three distinct positions among Tetanurae: *Juravenator* was found among the eustreptospondyline megalosaurids, *Scipionyx* among the carcharodontosaurid allosauroids and *Sciurimumus* among an early-diverging branch of Megalosauroidea (Fig. 4). The megalosauroid placements of *Juravenator* and *Sciurimumus* resulted here are in agreement with the hypothesis discussed by Rauhut *et al.* (2012). The placement of the Italian taxon among the allosauroids, and in particular in Carcharodontosauridae, is novel and was not discussed previously. It is intriguing that the age of these three taxa is consistent with those of the clades which they have been inferred to belong to: the second half of the Jurassic for the megalosauroid branches including *Juravenator* and *Sciurimumus* (Carrano *et al.*, 2012; Rauhut *et al.*, 2012), the second half of the Early Cretaceous for the allosauroid branch including *Scipionyx* (Dal Sasso & Maganuco, 2011; Carrano *et al.*, 2012).

Several features of *Scipionyx*, which are absent in other compsognathid-grade taxa, support an allosauroid and carcharodontosaurian placement for the Pietraraja theropod: the presence of five premaxillary teeth (as in *Allosaurus* and *Neovenator*; Carrano *et al.*, 2012), the absence of a distinct maxillary fenestra combined with the presence of a medially-closed fossa on the ascending ramus of the maxilla (*contra* Dal Sasso & Maganuco, 2011, the pneumatic excavation in the anterodorsal corner of the antorbital fossa of *Scipionyx* is likely not homologous to the maxillary fenestra. It rather recalls the distinct recess present in the ascending ramus of many allosauroids; e.g., Rauhut & Fehner, 2005; Brusatte & Sereno, 2008; Carrano *et al.*, 2012), an elongated posterior ramus of the maxilla which lacks alveoli in its distal part and is extended posteriorly beyond the level of the preorbital bar (as in many carcharodontosaurids; e.g., Eddy & Clarke, 2011), a forked lacrimal contact of the ascending ramus of the maxilla, the participation of the nasal to the margin of the antorbital fossa (e.g., Madsen, 1976; Brusatte & Sereno, 2008), a distinct convex projection of the ventral ramus of the postorbital (a feature which may represent an incipient suborbital process, as in many carcharodontosaurids; e.g., Eddy & Clarke, 2011), a stout and distally blunt ventral ramus of the squamosal which constricts the infratemporal fenestra (as in most allosauroids; e.g., Madsen, 1976; Eddy & Clarke, 2011), distinct prezygoepipophyseal laminae in the cervical vertebrae (a feature particularly noteworthy in an immature theropod and rarely found in

adult coelurosaurians, but present in the allosauroids, e.g., *Sinraptor*; Currie & Zhao, 1993), a notched anterodorsal corner of the ilium (as in *Concavenator* and convergent with tyrannosauroids; Ortega *et al.*, 2010). The possible presence of pleurocoels in the anterior caudal centra, discussed by Dal Sasso & Maganuco (2011), might further support a carcharodontosaurian placement for the Pietraraja theropod (Brusatte & Sereno, 2008). Additional features of *Scipionyx*, although plesiomorphic or homoplastically developed among Tetanurae, do not challenge the placement of that taxon in Carcharodontosauridae: they include the absence of the fourth metacarpal (convergent with most coelurosaur clades; Carrano *et al.*, 2012; Dal Sasso *et al.*, 2018), a quadrangular obturator process of the ischium (Brusatte & Sereno, 2008; Carrano *et al.*, 2012) and a relatively low and robust anterior trochanter of the femur (Carrano *et al.*, 2012).

The different phylogenetic positions obtained by the two analyses for the taxa based on immature specimens support the hypothesis that the referral of *Scipionyx* and other small-bodied taxa to Compsognathidae is an artefact biased by the very immature status of the specimens used for scoring these taxa. In particular, it is noteworthy that even following the scoring protocol discussed by Dal Sasso & Maganuco (2011) – which aimed to mitigate the impact of the early ontogenetic status of the specimens scored – the analysis found a clade formed uniquely by very immature specimens nested among the compsognathids. This grouping, which was not confirmed in the second analysis using the OnULAs, may imply that in absence of adult individuals of the scored taxa, the actual impact of the ontogeny-controlled scores in producing spurious phylogenetic reconstructions is still underestimated and cannot be fully identified. The referral of *Scipionyx* to Carcharodontosauridae here advocated, suggests that the adult body size inferred for this taxon by Dal Sasso & Maganuco (2011) should be reviewed. In particular, an “allosaur-grade” adult body plan for the Pietraraja taxon cannot be rejected. The recent discovery of a titanosaurian sauropod in deposits from Latium, which are penecontemporary to those of *Scipionyx* (Dal Sasso *et al.*, 2016), supports the presence of a community of mid- to large-sized dinosaurs in the Aptian-Albian of central Italy (e.g., Randazzo *et al.*, 2021), which included titanosaurs and allosauroids, faunistically similar to those inferred in coeval formations from North Africa (e.g., Fanti *et al.*, 2014a, 2014b).

4. The specimen from Sicily

Garilli *et al.* (2009) report an isolated long bone diaphysis fragment from Cretaceous limestones near Palermo. The specimen, originally interpreted as Cenomanian in age (Garilli *et al.*, 2009), has been recently dated close to the Aptian-Albian boundary (Randazzo *et al.*, 2021). Based on the combination of relatively large-size, presence of a wide medullary cavity and

fibrolamellar bone tissue, the specimen is ascribed to Theropoda (Garilli *et al.*, 2009). Palaeogeographic reconstructions of the Tethyan region during the “middle” Cretaceous suggest that the Sicilian taxon might be related to the penecontemporary theropod fauna from North Africa (see Fanti *et al.*, 2014a; Chiarenza & Cau, 2016; Randazzo *et al.*, 2021).

5. Conclusions

The study of the theropod dinosaurs is a field recently introduced in Italian palaeontology, not more than three decades old. Although the current record of skeletal remains is limited, the quality and significance of the theropod material so far discovered in the Italian peninsula is promising. Based on a partial skeleton, *Saltriovenator zanellai* is currently the oldest member of both Ceratosauria and Averostra, and the largest predatory dinosaur of the Early Jurassic known worldwide. The peculiar combination of features in the Saltrio theropod has provided new information for interpreting the earliest evolution of the ceratosaurian body plan. It is also a key taxon for assessing the transition from the four-fingered to the three-fingered hand along the avian stem lineage. The almost complete skeleton of the single known specimen of *Scipionyx samniticus* is exceptionally well preserved; it has provided a unique opportunity for investigating soft tissue preservation and internal organ anatomy in an extinct dinosaur. As outlined in this review, the referral of the Pietraraja theropod to Compsognathidae might be an analytical artefact biased by the inclusion of taxa scored from very immature specimens in a dataset targeting adult morphotypes. Such an interpretation raises doubts on the systematic status of Compsognathidae, and on the affinities of taxa known uniquely for very immature specimens. Future studies on theropod phylogenetics should evaluate the impact of including or omitting *Scipionyx* and other “compsognathid-grade” taxa (at least those demonstrated to be based on very immature individuals) in tetanuran relationships. The scoring protocol suggested here might provide a test for evaluating the affinities of these problematic specimens. The OnULA of *S. samniticus* supports the referral of that taxon to Carcharodontosauridae, a hypothesis which is both stratigraphically and palaeogeographically consistent with the record of that clade. Based on the palaeogeographic reconstruction of the Tethyan region during the Mesozoic, it is expected that the fossil record of Dinosauria in Italy testifies the main faunal interchanges between the European and African landmasses. Using this palaeogeographically-calibrated framework, it is expected that some theropod clades, currently unknown in the Mesozoic record from Italy, would be found in the future: Abelisauroidea, Carcharodontosauridae (regardless of the status of *Scipionyx*), Spinosauridae and Paraves are plausible candidates for being included in the next lists of the Italian dinosaurs.

Acknowledgements

I thank Giovanni Tosatti for the invitation to contribute to this volume with this commentary. Marco Auditore is thanked for providing the skeletal drawings included in this article. Discussions with Marco Auditore, Cristiano Dal Sasso, Fabio Marco Dalla Vecchia, Federico Fanti and Simone Maganuco provided useful suggestions for the concepts here developed.

References

- ALLAIN R., TYKOSKI R.S., AQUESBI N., JALIL N.E., MONBARON M., RUSSELL D., TAQUET PH., 2007 – *An abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Early Jurassic of the High Atlas Mountains, Morocco, and the radiation of Ceratosaurs*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**(3), pp. 1-15.
- BARRETT P.M., MCGOWAN A.J., PAGE V., 2009 – *Dinosaur diversity and the rock record*. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, **276**, pp. 2667-2674.
- BRUSATTE S.L., SERENO P.C., 2008 – *Phylogeny of Allosauroida (Dinosauria: Theropoda): Comparative analysis and resolution*. *Journal of Systematic Palaeontology*, **6**, pp. 155-182.
- CARR T.D., 1999 – *Craniofacial Ontogeny in Tyrannosauridae (Dinosauria, Coelurosauria)*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**, pp. 497-520.
- CARRANO M.T., SAMPSON S.D., 2008 – *The phylogeny of Ceratosauria (Dinosauria: Theropoda)*. *Journal of Systematic Palaeontology*, **6**, pp. 183-236.
- CARRANO M.T., BENSON R.B.J., SAMPSON S.D., 2012 – *The phylogeny of Tetanurae (Dinosauria: Theropoda)*. *Journal of Systematic Palaeontology*, **10**, pp. 211-300.
- CAU A., 2018 – *The assembly of the avian body plan: a 160-million-year long process*. *Boll. Soc. Paleontol. It.*, **57**, pp. 1-25.
- CHEN P.J., DONG Z., ZHEN S.N., 1998 – *An exceptionally preserved theropod dinosaur from the Yixian Formation of China*. *Nature*, **391**, pp. 147-152.
- CHIARENZA A.A., CAU A., 2016 – *A large abelisaurid (Dinosauria, Theropoda) from Morocco and comments on the Cenomanian theropods from North Africa*. *PeerJ*, **4**, e1754.
- CHOINIÈRE J.N., CLARK J.M., FORSTER C.M., NORELL M.A., EBERTH D.A., ERICKSON G.M., CHU H., XU X., 2013 – *A juvenile specimen of a new coelurosaur (Dinosauria: Theropoda) from the Middle-Late Jurassic Shishugou Formation of Xinjiang, People's Republic of China*. *Journal of Systematic Palaeontology*, **12**, pp. 177-215.
- CURRIE P.J., ZHAO X.J., 1993 – *A new carnosaur (Dinosauria, Theropoda) from the Jurassic of Xinjiang, People's Republic of China*. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **30**, pp. 2037-2081.
- DAL SASSO C., 2001 – *Dinosauri italiani*. Marsilio Editore, 256 pp.
- DAL SASSO C., MAGANUCO S., 2011 – *Scipionyx samniticus (Theropoda: Compsognathidae) from the Lower Cretaceous of Italy — Osteology, ontogenetic assessment, phylogeny, soft tissue anatomy, taphonomy and palaeobiology*. *Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **XXXVII**, 281 pp.
- DAL SASSO C., PIERANGELINI G., FAMIANI F., CAU A., NICOSIA U., 2016 – *First sauropod bones from Italy offer new insights on the radiation of Titanosauria between Africa and Europe*. *Cretaceous Research*, **64**, pp. 88-109.
- DAL SASSO C., MAGANUCO S., CAU A., 2018 – *The oldest ceratosaurian (Dinosauria: Theropoda), from the Lower Jurassic of Italy, sheds light on the evolution of the three-fingered hand of birds*. *PeerJ*, **6**, e5976.
- DALLA VECCHIA F.M., 2002 – *Cretaceous dinosaurs in the Adriatic-Dinaric Carbonate Platform (Italy and Croatia): paleoenvironmental implications and paleogeographical hypotheses*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **57**, pp. 89-100.
- DALLA VECCHIA F.M., 2009 – *Tethyshadros insularis, a new hadrosauroid dinosaur (Ornithischia) from the Upper Cretaceous of Italy*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**, pp. 1100-1116.
- DODSON P., 1975 – *Taxonomic implications of relative growth in lambeosaurine dinosaurs*. *Systematic Zoology*, **24**, pp. 37-54.

- EDDY D.R., CLARKE J.A., 2011 – *New Information on the Cranial Anatomy of Acrocanthosaurus atokensis and its Implications for the Phylogeny of Allosauroidea (Dinosauria: Theropoda)*. PLoS ONE, **6**, e17932.
- FANTI F., CAU A., MARTINELLI A., CONTESSI M., 2014a – *Integrating palaeoecology and morphology in theropod diversity estimation: a case from the Aptian-Albian of Tunisia*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **410**, pp. 39-57.
- FANTI F., CAU A., HASSINE M., 2014b – *Evidence of titanosauriforms and rebbachisaurids (Dinosauria: Sauropoda) from the Early Cretaceous of Tunisia*. Journal of African Earth Sciences, **90**, pp. 1-8.
- GARILLI V., KLEIN N., BUFFETAUT E., SANDER P. M., POLLINA F., GALLETI L., CILLARI A., GUZZETTA D., 2009 – *First dinosaur bone from Sicily identified by histology and its paleobiogeographical implications*. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **252**, pp. 207-216.
- HOLTZ T.R. JR., 2000 – *A new phylogeny of the carnivorous dinosaurs*. Gaia, **15**, pp. 5-61.
- HOLTZ T.R. JR., MOLNAR R.E., CURRIE P.J., 2004 – *Basal Tetanurae*. In: D.B. Weishampel, P. Dodson & H. Osmolska (eds.) "The Dinosauria. Second edition", University of California Press, Berkeley, pp. 71-110.
- HONE D.W.E., RAUHUT O.W.M., 2010 – *Feeding behaviour and bone utilization by theropod dinosaurs*. Lethaia, **43**, pp. 232-244.
- HORNER J.R., GOODWIN, M.B., 2009 – *Extreme cranial ontogeny in the Upper Cretaceous Dinosaur Pachycephalosaurus*. PLoS ONE, **4**, e7626.
- Ji S., Ji Q., LU J., YUAN C., 2007 – *A new giant compsognathid dinosaur with long filamentous integuments from Lower Cretaceous of Northeastern China*. Acta Geologica Sinica, **81**, pp. 8-15.
- LEONARDI G., 2008 – *Vertebrate ichnology in Italy*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, **83**, pp. 213-221.
- LEONARDI G., LANZINGER M., 1992 – *Dinosauri nel Trentino: venticinque piste fossili nel Liassico di Rovereto (Trento, Italia)*. Paleocronache, **1**, pp. 13-24.
- MADSEN J.H., 1976 – *Allosaurus fragilis: a revised osteology*. Utah Geological Mineral Survey Bulletin, **109**, pp. 1-163.
- MIETTO P., 1988 – *Piste di dinosauri nella Dolomia Principale (Triassico superiore) del Monte Pelmetto (Cadore)*. Mem. Soc. Geol. It., **30**, pp. 307-310.
- NAISH D., CAU A., HOLTZ T. JR., FABBRI M., GAUTHIER J.A., 2020 – *Theropoda*. In: K. de Queiroz, P.D. Cantino, J.A. Gauthier (eds.) "Phylogonyms: a Companion to the PhyloCode", University of California Press, Berkeley, pp. 1197-1208.
- NICOSIA U., PETTI F. M., PERUGINI G., D'ORAZI PORCHETTI S., SACCHI E., CONTI M. A., MARIOTTI N. & ZARATTINI A., 2007 – *Dinosaur Tracks as Paleogeographic Constraints: New Scenarios for the Cretaceous Geography of the Periadriatic Region*. Ichnos, **14**, pp. 69-90.
- ORTEGA F., ESCASO F., SANZ J.L., 2010 – *A bizarre, humped Carcharodontosauria (Theropoda) from the Lower Cretaceous of Spain*. Nature, **467**, pp. 203-206.
- PADIAN K., CHIAPPE L.M., 1998 – *The origin and early evolution of birds*. Biological Reviews, **73**, pp. 1-42.
- RANDAZZO V., DI STEFANO P., SCHLAGINTWEIT F., TODARO S., CACCIATORE S., ZARCONI G., 2021 – *The migration path of the Gondwanian dinosaurs toward Adria: new insights from the Cretaceous of NW Sicily (Italy)*. Cretaceous Research (in press), <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104919>.
- RAUHUT O.W.M., FECHNER R., 2005 – *Early development of the facial region in a non-avian theropod dinosaur*. Proceedings of the Royal Society of London, Series B Biological Sciences, **272**, pp. 1179-1183.
- RAUHUT O.W.M., FOTH C., TISCHLINGER H., NORELL M.A., 2012 – *Exceptionally preserved juvenile megalosauroid theropod dinosaur with filamentous integument from the Late Jurassic of Germany*. Proceedings of the National Academy of Sciences, **109**, pp. 11746-11751.
- SERENO P.C., 1999 – *The evolution of dinosaurs*. Science, **284**, pp. 2137-2147.
- WEISHAMPEL D.B., DODSON P., OSMÓLSKA H., HILTON R.P., 2004 – *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley, 880 pp.



Anna Maria Mercuri*, **Elena Bellini****, **Andrea Bonaffini****,
Elena Cenni**, **Valentina Ferrari****, **Federica Frigieri****,
Cristina Perico**, **Cristina Ricucci****, **Marco Scaramelli****,
Joel Vincenzi**, **Valentina Vitali****, **Giulio Zanni****,
Assunta Florenzano*

Palynology as a field of Applied Botany: an interdisciplinary approach to interpret the past and address future conservation challenges

Abstract

Palynology is a trans- and inter-disciplinary science. Pollen is the object of basic botanical research dealing with plant taxonomy, phylogeny, reproductive biology and phenology (basic palynology). Conversely, applied research in plant sciences uses pollen to measure environmental variables (applied palynology). Since the 1980s, the Laboratory of Palynology and Palaeobotany of Modena University has developed the application of palynology to several studies, from aerobiology and melissopalynology, to archaeo- and palaeo-palynology, and to palaeoecology. According to this long-standing specialization, palynology was incorporated in the UniMORE courses and, in particular, it has recently become a main part of the course of 'Applied Botany and Palynology' of the Master degree in 'Experimental and Applied Biology'. The students of the 2021 course of Applied Botany and Palynology have collaborated in the preparation of this paper aiming to show how the information obtained through pollen opens to environmental inferences in forensic sciences, aerobiology and archaeobotany. The last section is devoted to a particular field of these studies, the application of botanical studies to the understanding of the early phases of plant domestication processes.

* Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica, Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 287, 41125 MODENA, Italy; e-mail: annamaria.mercuri@unimore.it; assunta.florenzano@unimore.it.

** Corso di Botanica e Palinologia applicata (a.a. 2020-2021), Laurea Magistrale in Biologia sperimentale e applicata, Università di Modena e Reggio Emilia.

Riassunto

La Palinologia come disciplina della Botanica applicata: un approccio interdisciplinare per interpretare il passato e affrontare le sfide future di conservazione. La palinologia è una scienza trans- e interdisciplinare. In Botanica, il polline è oggetto di per sé (come gametofito maschile della pianta) nella ricerca di base nell'ambito della tassonomia, filogenesi, biologia riproduttiva e fenologia (palinologia di base). D'altro canto, in Botanica applicata il polline è utilizzato come strumento per misurare variabili ambientali, incluse la qualità dell'aria e del cibo (palinologia applicata). Dagli anni '80 del secolo scorso il Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica di Modena ha sviluppato lo studio della palinologia applicata in diverse ricerche dall'aerobiologia e melissopalynologia all'archeo- e paleopalynologia e paleoecologia. Proprio grazie alla presenza di questo laboratorio di ricerca nell'Ateneo modenese, la palinologia è inserita in alcuni dei corsi di UniMORE e in particolare è la parte principale del corso 'Botanica e Palinologia applicata' della Laurea Magistrale in 'Biologia Sperimentale e Applicata'. Gli studenti magistrali che hanno seguito il corso di 'Botanica e Palinologia applicata' nel 2021 hanno cooperato nel preparare il presente contributo che mostra come l'informazione ottenuta tramite il polline possa essere usata per ottenere inferenze ambientali in ambito delle scienze forensi, in aerobiologia e in archeobotanica. L'ultima parte del lavoro è dedicata a un settore particolare di queste ricerche, l'applicazione degli studi botanici alla comprensione dei processi di domesticazione delle piante utili all'uomo.

Keywords: Applied and experimental biology, palynology, applied botany, interdisciplinary research, environment

Parole chiave: Biologia sperimentale e applicata, palinologia, botanica applicata, ricerca interdisciplinare, ambiente

1. Introduction

Palynology recently turned 100 years old (Edwards *et al.*, 2017) but its applications and potentialities have been continuously changing together with interdisciplinary studies in several topics of scientific research. Two main investigation lines have been developed thanks to the study of pollen: a) pollen as an object (basic palynology) is studied in the fields of botanical taxonomy, phylogeny, reproductive biology and phenology; b) pollen as a tool to measure variables (applied palynology) is used in the fields of aerobiology, melissopalynology, archaeo- and palaeopalynology, and palaeoecology (Erdtman, 1969; Faegri *et al.*, 1989; Mercuri, 2015).

Since the 1980s, the Laboratory of Palynology and Palaeobotany of Modena has developed the application of palynology in several studies under the direction and creative guidance of the late Professor Daria Bertolani Marchetti. She arrived at our University from Bologna, carrying with her an extraordinary background knowledge and part of her reference pollen collection. She especially stimulated the development of aerobiology and archaeopalynology

with the help of her collaborators. For several years, Professors Carla Alberta Accorsi and Marta Bandini Mazzanti followed her work and developed palynological research also by participating in International and European projects on climate change and cultural landscapes over the past millennia. Moreover, the use of pollen as a bioindicator of the quality of air (aerobiology) and food quality (mainly melissopalynology) was continuously explored, especially with the cooperation of teams of the CNR and the University of Bologna, while archaeopalynology was carried out in close cooperation with the University Sapienza of Rome, and with many archaeologists working on Italian and African archaeological sites. Most of the studies in forensic science, aerobiology and melissopalynology were fruitfully carried out also by means of students and their theses in biology and natural sciences. The laboratory of Modena is among the few examples of research centres involved on both actuo- and paleo-palynological studies. In recent years, it has continued to be leader in projects dealing with environmental transformations in the Sahara and Mediterranean areas (Mercuri *et al.*, 2018). The cooperation with geologists and archaeologists was pioneered in Italy to promote the application of palynology to the modern topics of conservation and sustainability.

Today, Palynology is one of the strongest tools in palaeo-environmental research giving direct evidence on environmental transformations and human influence over the past millennia. This is especially intriguing as it deals with historical periods until recent times. As a field of Botany, it is deeply rooted in biological and naturalistic knowledge. On the one hand, plant records are direct indicators of the flora, plant cover, habitat features and hydrological or climatic variations in a certain region and for a certain period. On the other hand, the study of pollen, non-pollen palynomorphs, phytoliths and microcharcoals, integrated with plant macroremains, is an ‘old but new’ approach because, although all these records have been analysed since at least one century ago (Edwards *et al.*, 2017), the way they are interpreted is constantly being updated in the framework of interdisciplinary analyses and large database syntheses.

For these reasons, Palynology is a main part of the course of ‘Applied Botany and Palynology’ of the Master degree in ‘Experimental and Applied Biology’. The students of the academic year 2020-2021 prepared lectures on selected topics during the course. Below, a short report on their presentations gives examples of the different fields of application of this science: the use of pollen in forensic science and in aerobiology (actuopalynology), and the application of palynology together with other botanical approaches to understand the domestication process (archaeopalynology and botany).

2. On pollen trails and forensic science

The palynological method gives important contributions to forensic sciences, as it is useful to relate a suspect to the scene of a crime, to link an item left at the crime scene to a suspect and to prove or disprove alibis (Mercuri *et al.*, 2009; Mildenhall *et al.*, 2006).

2.1 Why pollen?

Pollen has several properties that makes it an excellent tool for scientific investigation. The first one is its small size, that makes pollen a kind of stamp which marks victims, suspects and objects, not visible due to its microscopic size. Pollen is also highly resistant to deterioration thanks to its exine, the pollen wall that consists of particular biopolymers; the exine allows pollen to resist even the chemical reagents employed in the extraction process. It can therefore remain at the crime scene for many years because it is preserved for a very long time. Pollen is very easy to spread and abundant in the environment, although its quantity varies between anemophilous and entomophilous plants. Anemophilous plants produce large amounts of pollen, useful to understand whether a person or object has passed through a place; on the other hand, entomophilous plants produce much smaller amounts of pollen that, however, is large, sticky and can indicate the proximity to the source of dispersion. This type of pollen can be found in a certain site as a result of anthropic transport (Mercuri *et al.*, 2009; Mildenhall *et al.*, 2006). Finally, pollen can give information on when and where a certain event occurred because it is species-specific and is released during the flowering period of each species (Mercuri *et al.*, 2009).

2.2 Method limits: careful sample collection

Among the typical steps of pollen analysis, sampling and storage of samples are very important to avoid contamination and assure that pollen can be considered as evidence of forensic value (Fig. 1). This is why the palynologist should be directly involved in collecting samples as soon as a crime has been discovered. Furthermore, control samples (moss pollsters or surface soils) must be collected from the crime scene: in fact, it is essential to locate any potential source of pollen at the scene or in adjacent areas. Knowing the exact sampling location is also crucial: several photos of the crime scene should be taken, in order both to record the location of samples and to document the scene and the surrounding vegetation. Although pollen and plant remains provide a useful contribution to the solving of crimes, they are still rarely used in the forensic field. In fact, in many countries the steps described above are performed by the first police officers who come to the crime scene and the palynologist is not in possession of all the information useful in the correct interpretation of pollen

analysis (Mildenhall *et al.*, 2006). The potential of pollen analysis will be fully exploited by developing protocols that can be applied also by non-specialized personnel and by increasing the knowledge of the good results obtained from this kind of method.

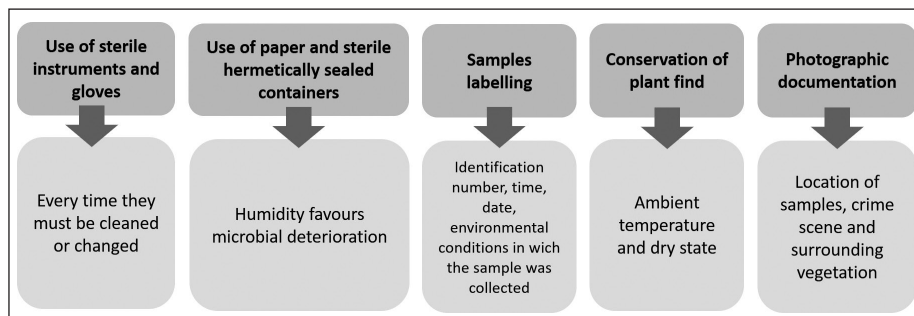


Fig. 1 – Sampling collection steps at a crime scene (forensic palynology), based on literature.

2.3 Crime cases can be solved by palynology

Many crime cases have been solved thanks to the clues given by pollen but many of them have not been divulged or published.

To quote a strange case of palaeoforensic investigation, pollen was useful in discovering the reason of death of Cangrande della Scala lord of Verona (1291-1329). His natural mummy was analysed, and pollen grains of camomile (*Matricaria camomilla* L.), black mulberry (*Morus nigra* L.), foxglove (*Digitalis purpurea* L.) and spores of ferns were identified in his intestines. This gave evidence that the prince's death was due to an overdose of foxglove, but some uncertainty remains as to whether this overdose was accidental or intentional (Marchesini & Marvelli, 2009).

Among the many diverse types of crimes, pollen can be found in drugs and also on the body of victims and suspects. In a case of murder, the pollen of *Pinus* was found on the suspect's trousers and this allowed a comparison of pollen spectra from different sites to connect the suspect to the crime scene and to reconstruct the crime dynamics (Travaglini & Mei, 2009). Pollen calendars, showing the local composition and concentration of monthly pollen rain, was also useful for recognising the month of the death (see Montali *et al.*, 2006). In a kidnapping case, pollen, a few plant macroremains and mineral analyses were made on the car used by the kidnappers (mud from the mud guards, and dust and mud from the rugs) and on the victim's clothes (jacket and shoes). These gave information on the sites along routes of the car and passengers, providing evidence for reconstructing the environment where the crime was committed (Mariotti Lippi & Mercuri, 2009).

3. Pollen in the air for the study of environmental quality and long-term transformations

As an interdisciplinary science, Aerobiology, the study of biological particles in the air, has different applications in natural and anthropic contexts largely related to palynology (Fig. 2).

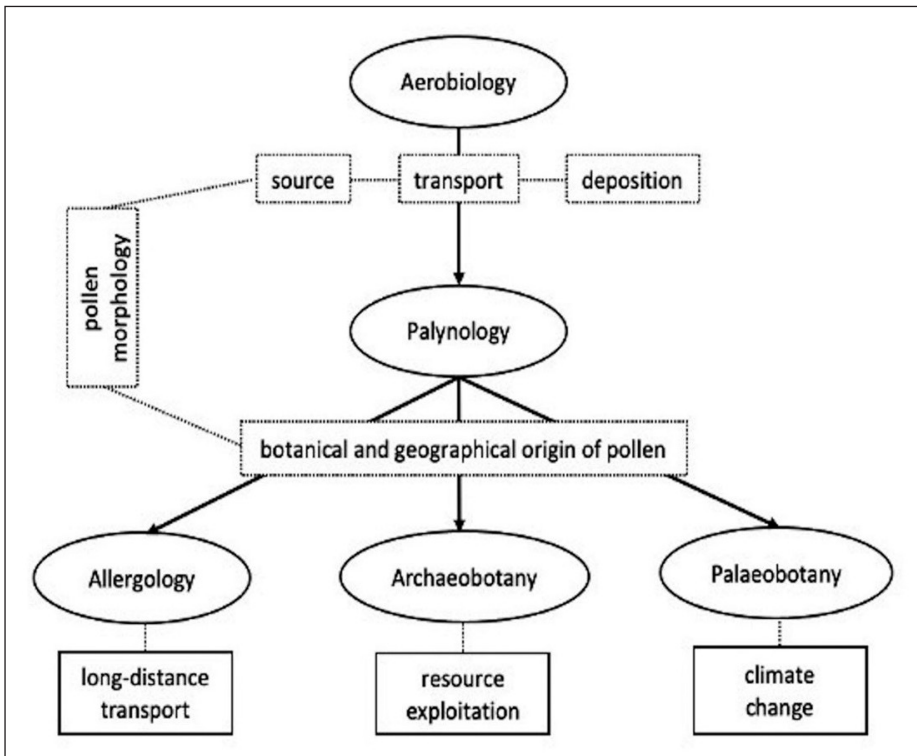


Fig. 2 – Sciences related to aerobiology and palynology, in an interdisciplinary approach (modified after Mercuri, 2015).

3.1 Aerobiology and long-term climate change reconstruction

Many woody plants are sensitive to climate changes and their pollen production largely depends on temperatures and seasonal variations. In general, most species show an increase in pollen production and an extended season of pollen production as a response to global warming. Interestingly, *Taxus* has the opposite trend (Mercuri *et al.*, 2013). Therefore, yew can be used in paleoclimate reconstructions as a bioindicator of cold periods. In current aerobiological monitoring, the pollen of *Taxus* has a decreasing trend confirming the increase of mean temperatures and highlighting a future conservation emergency of

Taxus forests and other species with similar features and sensitivity to global warming.

3.2 Long-distance transport and wind direction: public health implications

Ambrosia is a highly allergenic anemophile genus of plants. Its pollen is particularly small (ca. 20 μm), therefore it can be easily transported by the wind over long distances, causing public health concern. In Italy, where *A. artemisiifolia* is not indigenous, ragweed is spread in north/north-east and central regions. To reveal the source of airborne ragweed pollen, aerobiological monitoring was carried out cross-referencing pollen and meteorological data from several Italian cities (Parma, Mantua, Pistoia, Florence) (Cecchi *et al.*, 2006). Data revealed that the peak days of ragweed in the air correspond to days characterized by air masses from eastern/north-eastern Europe, which is therefore the most abundant source of ragweed pollen. These findings also revealed that peak pollen concentration may reach values above the clinical threshold at which allergy symptoms develop (Cecchi *et al.*, 2007). Long-distance transport can significantly change the presence of pollen in the air of a certain region, including 'alien' species and can therefore have important effects on people's daily lives.

4. The application of palynology and archaeobotany to the understanding of the domestication process

Palynology is also an important tool in the study of archaeological contexts where pollen is a mirror of the plant cover, agriculture and human behaviour. Palynology can be direct evidence of the presence of cultivations in a site, frequently including Near East cereals like barley and wheat. Therefore, it contributes to improving the knowledge obtained from other botanical records, such as plant macro-remains, and enter in the study of the complex relationships between humans and plants. Among the most intriguing topics, the study of plant and animal domestication is of great importance.

4.1 Domestication: an ongoing process

Domestication is the most significant development in the past 13,000 years of human history. The term domestication means that species are bred in captivity and thereby modified compared with their wild ancestors to make them more useful to humans who control their reproduction and (in the case of animals) their food supply. Domestication provides most of our food today and was a prerequisite to the rise of civilization, transforming global demographics (Diamond, 2002). Domestication marked the transition from a society made up mainly of hunters and gatherers to a society based on farming and food

production. The reason for this process lies in the changes that occurred at the end of Pleistocene: increasingly unpredictable climate, decreases in big-game species that were hunters' first-choice prey, and increasing human occupation of available habitats (Binford & Binford, 1968; Flannery, 1969). To decrease the risk of unpredictable variation in food supply, people broadened their diets (the so-called broad-spectrum revolution) to second- and third-choice foods, which included more small game, plus plant foods requiring much preparation, such as grinding, leaching and soaking (Stiner *et al.*, 2000). Eventually, people transported some wild plants (such as wild cereals) from their natural habitats to more productive habitats and began intentional cultivation (Hillman & Davies, 1990). This left traces at archaeological sites – mainly pollen and seeds/fruits – whose morphology and molecular features can be studied today. Over time, the continuous and repeated selection of biological characteristics of greater interest to humans led to the accumulation of morphological and physiological intraspecies differences between wild and domesticated populations of crops.

4.2 Historical biogeography of olive domestication in the north-west area of the Mediterranean Basin

One of the most important bioarchaeological models for the study of domestication is the olive tree, because it had an important role in the culture of Mediterranean people since prehistoric times (Terral *et al.*, 2004). The plant is a high pollen producer spreading large amount of pollen, while fruits have been widely collected and accumulated at archaeological sites for oil and food. For the study of the biogeography of olive tree, different criteria are recommended such as molecular studies on chloroplast and nucleus genes, besides pollen analysis and olive stones. The principal aims of the work led by Terral and colleagues was the construction of historical biogeography comparing modern and ancient olive stones. Size morphometry and shape morphometry were applied to each endocarp, and many archaeological endocarps have been dated (Terral *et al.*, 2004). Based on the data obtained, the modern and ancient endocarps were associated in different clusters. It emerges that the distribution of some cultivars may be related to the trading contacts between Greeks and Phoenicians, occurred in 1000 BCE in the Aegean Sea. Later, in 814 BCE, Carthage became the centre of trade whence merchant ships sailed to Spain (Gras, 1995). The distribution of cultivars, the huge morphological differentiation may be assigned to the expansion of the Roman Empire which, after the fall of Carthage, spread over several lands (Terral *et al.*, 2004). Pollen analyses from sites in Spain, Italy and Greece show clear evidence that wild olive trees were spread early in these regions and then human exploitation and imported cultivars contributed to the rapid distribution of this very useful plant. The cultivation of olive trees spread from the east to the west of the Mediterranean basin (Blondel & Aronson, 1995).

4.3 Sahara witness of the exploitation of plants without domestication

Distinction between wild species and cultivars is often influenced by humans in a process that culminates in the cultivation of a small number of domesticated species (García-Granero *et al.*, 2017; Zeder, 2015). Most of the plants we grow are the result of human selection of desired characteristics, but the situation changes for wild plants as they have grown independent of human intervention (Cox, 2009). Minor wild cereals have the characteristics known as ‘high weediness’: the preference for disturbed environments, made possible by their prolificacy and their ability to adapt to agricultural systems; all these characteristics mean that they are sometimes grouped as ‘weeds’ (Cox, 2009). Past non-agricultural societies have selected plants for traits like those we now consider typical of pests.

The palaeo-environmental research carried out at the Takarkori site (SW Libya; Mercuri *et al.*, 2018) included many pollen sequences and trenches showing that this central region of the Sahara has been covered by savanna-like vegetation rich in grasses (*Echinochloa*, *Setaria*, *Panicum* species; Ozenda, 2000; Mercuri, 2008). Many grasses and other plant species have been collected and manipulated but this has not always led to domestication, perhaps due to genetic causes (Weiss *et al.*, 2006; Murphy, 2007; Willcox *et al.*, 2008). Hunter-gatherers in Africa focused on a few species of food plants with invasive and opportunistic behaviour. The high amount of pollen and the seed accumulations in the site demonstrate that wild grasses were known and transported to the site. There were ‘spot accumulations’, with clean grains derived from threshing and screening, which removed a number of millet by-products. This is evidence that people used wild grasses as food. People selected these plants because it was an easier way to grow plants, securing a livelihood with little effort (Mercuri *et al.*, 2018). The selection of large natural populations was not a poorly qualified form of pre-cultivation, but a real human strategy based on the presence of opportunistic-invasive and nutritive herbs (Zeder, 2015). Today, based on their ecology, we should change our view of these weeds. The same behaviour that allowed these plants to survive in a changing environment in the distant past makes them some of the most likely candidates as staple resources available at this time of global warming.

5. Final remarks

Applied palynology has a great role in modern studies requiring interdisciplinary approaches. It provides a useful contribution to other sciences for better interpretation of data. Through various studies, we can collect information on past and present events. Pollen and other plant materials in sediments and in archaeological layers allow us to see how much humans

exploited natural resources, cultivated in the past and modified the environment through millennia. Pollen in the air and spread in the environment today allows us to interpret climate changes over time by observing variations in flowering periods, to study what pollen is allergenic, with important applications in human health. Pollen and plant records can be scientific evidence useful for solving ongoing criminal cases, some modern investigative puzzles comparable to the unsolved puzzle of past environments and human behaviour in manipulating nature.

References

- BINFORD S.R., BINFORD L.R., 1968 – *New Perspectives in Archaeology*. Aldine, Chicago.
- BLONDEL J., ARONSON J., 1995 – *Biodiversity and ecosystem function in the Mediterranean Basin: human and non-human determinants. Mediterranean-type Ecosystems*. In: G.W. Davis & D.M. Richardson (eds.) “The function of biodiversity”, Springer-Verlag, Berlin, pp. 43-119.
- CECCHI L., MORABITO M., DOMENEGHETTI M.P., CRISCI A., ONORARI M., ORLANDINI S., 2006 – *Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy*. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, **96**, pp. 86-91.
- CECCHI L., TORRIGIANI T., ALBERTINI R., ZANCA M., RIDOLO E., USBERTI I., MORABITO M., DALL’AGLIO P., ORLANDINI S., 2007 – *The contribution of long-distance transport to the presence of Ambrosia pollen in central northern Italy*. *Aerobiologia*, **23**, pp. 145-151.
- COX S., 2009 – *Crop domestication and the first plant breeders*. In: S. Ceccarelli, E.P. Guimarães & E. Weltzien (eds.) “Plant Breeding and Farmer Participation”, FAO, Rome, pp. 1-26.
- DIAMOND J., 2002 – *Evolution, consequences and future of plant and animal domestication*. *Nature*, **418**, pp. 700-707.
- EDWARDS K. J., FYFE R.M., JACKSON S.T., 2017 – *The first 100 years of pollen analysis*. *Nature Plants*, **3**, 17001.
- ERDTMAN G., 1969 – *Handbook of Palynology. Morphology-taxonomy-ecology. An introduction to the study of pollen grains and spores*. Verlag Munksgaard., Copenhagen.
- FAEGRI K., KALAND P.E., KRZYWINSKY K., 1989 – *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, Chichester.
- FLANNERY K.V., 1969 – *Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East*. In: P.J. Ucko & G.W. Dimbleby (eds.) “The Domestication of Plants and Animals”, Gerald Duckworth & Co., London, pp. 73-100.
- GARCÍA-GRANERO J.J., UREM-KOTSOU D., BOGAARD A., KOTSOS S., 2017 – *Cooking plant foods in the northern Aegean: microbotanical evidence from Neolithic Stavroupoli (Thessaloniki, Greece)*. *Quaternary International*, **496**, pp. 140-151.
- GRAS M., 1995 – *La Méditerranée archaïque*. Armand Colin, Paris.
- HILLMAN G.C., DAVIES M.S., 1990 – *Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archaeological implications*. *Journal of World Prehistory*, **4**, pp. 157-222.
- MARCHESINI M., MARVELLI S., 2009 – *The contribution of the palynological investigations to the discovery of the causes of death of Cangrande della Scala, Lord of Verona (1291-1329 A.D.)*. *GEA European Journal of Aerobiology and Environmental Medicine*, **2**, pp. 49-53.
- MARIOTTI LIPPI M., MERCURI A.M., 2009 – *Palynological analyses applied to a case of kidnapping in Italy*. *GEA European Journal of Aerobiology and Environmental Medicine*, **2**, pp. 34-38.
- MERCURI A.M., 2008 – *Human influence, plant landscape evolution and climate inferences from the archaeobotanical records of the Wadi Teshuinat area (Libyan Sahara)*. *Journal of Arid Environment*, **72**, pp. 1950-1967.
- MERCURI A.M., 2015 – *Applied palynology as a trans-disciplinary science: the contribution of aerobiology data to forensic and palaeoenvironmental issues*. *Aerobiologia*, **31**(3), pp. 323-339.
- MERCURI A.M., MASSAMBA N’SIALA I., OLMI L., 2009 – *Yellow pollen: palynology applied to forensic science*. *GEA European Journal of Aerobiology and Environmental Medicine*, **2**, pp. 11-19.

- MERCURI A.M., TORRI P., CASINI E., OLMI L., 2013 – *Climate warming and the decline of Taxus airborne pollen in urban pollen rain (Emilia Romagna, northern Italy)*. *Plant Biology*, **15**, pp. 70-82.
- MERCURI A.M., FORNACIARI R., GALLINARO M., VANIN S., DI LERNIA S., 2018 – *Plant behaviour from human imprints and the cultivation of wild cereals in Holocene Sahara*. *Nature Plants*, **4**, pp. 71-81.
- MILDENHALL D.C., WILTSHIRE P.E.J., BRYANT V.M., 2006 – *Forensic palynology: why do it and how it works*. *Forensic Science International*, **163**(3), pp.163-172.
- MONTALI E., MERCURI A.M., TREVISAN GRANDI G., ACCORSI C.A., 2006 – *Towards a “crime pollen calendar”: pollen analysis on corpses throughout one year*. *Forensic Science International*, **163**(3), pp. 211-223.
- MURPHY D.J., 2007 – *People, Plants and Genes: The Story of Crops and Humanity*. Oxford University Press, Oxford.
- OZENDA P., 2000 – *Flore et Végétation du Sahara*. CNRS Editions, Paris.
- STINER M.C., MUNRO N.D., SUROVELL T.A., 2000 – *The tortoise and the hare: small-game use, the broad-spectrum revolution, and Palaeolithic demography*. *Current Anthropology*, **41**(1), pp. 39-73.
- TERRAL J.F., ALONSO N., BUXÓ I CAPDEVILA R., CHATTI N., FABRE L., FIORENTINO G., MARINVAL P., JORDÁ G.P., PRADAT B., ROVIRA N., ALIBERT P., 2004 – *Historical biogeography of olive domestication (Olea europaea L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material*. *Journal of Biogeography*, **31**(1), pp. 63-77.
- TRAVAGLINI A., MEI E., 2009 – *A murder case for forensic palynology*. *GEA European Journal of Aerobiology and Environmental Medicine*, **2**, pp. 39-43.
- WEISS E., KISLEV M., HARTMANN A., 2006 – *Autonomous cultivation before domestication*. *Science*, **312**, pp. 1608-1610.
- WILLCOX G., FORNITE S., HERVEUX L., 2008 – *Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria*. *Vegetation History and Archaeobotany*, **17**, pp. 313-325.
- ZEDER M.A., 2015 – *Core questions in domestication research*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **112**(11), pp. 3191-3198.



Spartaco Gippoliti*

Giardini zoologici e conservazione della biodiversità: il contributo italiano

Riassunto

I Giardini zoologici non sono semplicemente una raccolta di animali esotici mantenuti in cattività, ma piuttosto una particolare istituzione educativa che possiede innumerevoli potenzialità nel campo della conservazione e della ricerca scientifica. La loro continua evoluzione non è dovuta solamente al pur necessario sviluppo delle tecnologie, ma anche all'accrescersi delle conoscenze zoologiche e ai cambiamenti filosofici espressi dagli staff dei giardini zoologici stessi. In questo lavoro si presenta una sintesi storica delle maggiori personalità che hanno delineato, spesso con grande lungimiranza, il ruolo culturale e sociale di queste istituzioni in Italia. La loro opera merita di essere meglio conosciuta, dai giardini zoologici in primis, al fine di promuovere la conservazione della biodiversità attraverso "Giardini dell'Intelligenza" mai così necessari come oggi.

Abstract

Zoological gardens and biodiversity conservation: the Italian contribution. Zoological Gardens are not simply an assemblage of captive exotic living animals, but rather are a unique educational facility with several conservation and research opportunities. Zoos evolve thanks not only to technological development but also because of the scientific knowledge and philosophical values of their staff. In the present paper, the most important personalities of Italian zoos are briefly introduced in a historical perspective. Their example need to be properly disseminated if we wish Italian zoos to continue to contribute to biodiversity conservation also by serving as much-needed 'Gardens of Intelligence', encouraging biophilic sentiments.

Parole chiave: Giardino zoologico, Bioetica, Biofilia, Conservazione ex situ, Consapevolezza ambientalista

Keywords: Zoological Garden, Bioethics, Biophilia, ex situ Conservation, Environmental Awareness

* Società Italiana per la Storia della Fauna "Giuseppe Altobello", Viale Liegi 48, 00198 ROMA; e-mail: spartacolobus@gmail.com.

1. Introduzione

Differentemente da quanto viene spesso riportato, i primi giardini zoologici pubblici si caratterizzano sin dall'inizio per la presenza di una forte componente scientifica nella loro gestione. La storia dei giardini zoologici moderni inizia nel giugno 1793 a Parigi quando la Convenzione Nazionale approva la costituzione del Museo di Storia Naturale di cui fa parte una *ménagerie* al *Jardin du Roi*, ribattezzato *Jardin des Plantes*. La direzione dello zoo è affidata al professore Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) che la terrà sino al 1837 (Osborne, 1996). Sebbene Saint-Hilaire non colga pienamente l'opportunità scientifica offerta dal *Jardin des Plantes*, bisogna tenere presente che in quegli anni Parigi è il centro propulsore della ricerca zoologica mondiale e Saint-Hilaire è già massimamente impegnato a descrivere le tante nuove specie che giungono al museo, a volte dopo essere passate per il *Jardin des Plantes*. Secondo Groves (2008), è impossibile sovrastimare il contributo di Saint-Hilaire alla sistematica dei Primati. Un contributo maggiore allo studio degli animali viventi fu offerto da Frédéric Cuvier (1773-1838), fratello minore di Georges, che nel 1804 divenne sovrintendente del *Jardin des Plantes* e nel 1832 chiese la creazione di una cattedra "per lo studio degli animali viventi e la loro educazione" che venne effettivamente creata nel 1837, ruolo che Cuvier poté ricoprire solo per otto mesi prima della sua prematura scomparsa (Groves, 2008).

Una più organica utilizzazione delle collezioni viventi si otterrà a Londra con la creazione della *Zoological Society* nel 1826, l'apertura (ai soli membri) dei *Gardens* a Regent's Park nel 1828 e l'inizio della pubblicazione dei *Proceedings of the Zoological Society* nel 1833 (Lord Zuckerman, 1979). Incidentalmente, il primo volume dei *Proceedings* riporta un sunto della relazione di James Hunt, uno dei conservatori, circa la riproduzione a Londra di una coppia di colomba migratrice (*Ectopistes migratorius*), specie neartica destinata ad estinguersi definitivamente intorno al 1914 a causa della caccia spietata a cui era sottoposta.

Anche nell'Italia preunitaria non mancò l'interesse per le collezioni animali viventi, sebbene tardò a stabilirsi un formale rapporto con il mondo scientifico. Nonostante ciò, alcuni zoologi, come Franco Andrea Bonelli (1779-1830) che dirigeva il Museo Zoologico dell'Università di Torino e aveva stretti contatti con la Francia, avevano idee molto chiare al proposito: «*I Giardini Zoologici pertanto devono essere diretti da persone competenti ed intelligenti; si deve tenere un registro esatto di tutto quello che vi capita; avere buoni veterinari; devono essere pubblici; gli animali devono essere distribuiti in modo che possano essere osservati a bell'agio da chiunque senza portar disturbo alla loro tranquillità, adattandovi dei mezzi d'osservazione senza essere osservati. Infine i serragli devono essere localizzati in prossimità delle città affinché i visitatori possano accedervi con facilità*» (Maschietti *et al.*, 1988). L'opera dei Savoia – e in particolare di Vittorio Emanuele II – nel campo dei giardini zoologici è quella che ha

lasciato una traccia più evidente nella letteratura scientifica, in particolare nelle scienze veterinarie grazie alle ricerche di Roberto Bassi (cfr. Maschietti *et al.*, 1988, per una bibliografia esauriente). In Toscana tra il 1776 e il 1785 il granduca Pietro Leopoldo dismise a Firenze sia il serraglio dei leoni a Piazza San Marco sia quello che si trovava ai Giardini di Boboli, il primo dei quali nel 1675 era stato preso a modello per la realizzazione di un serraglio reale a Vincennes (Finotello, 2019). A Pisa Paolo Savi (1798-1871) fece pieno uso delle opportunità offerte dagli animali che venivano allevati o erano donati al granduca di Toscana (Savi, 1824, 1828), ma nel complesso ci sembra che il contributo dei giardini di acclimatazione toscani alla botanica sia stato ben maggiore che quello dato alla zoologia. Di quella che doveva essere la più importante iniziativa in tal senso nel Granducato – il Giardino Zoologico della Villa di San Donato – ci rimangono almeno delle note pubblicate dal principe Anatoly Demidoff (1812-1870) circa alcuni importanti successi riproduttivi dell'epoca – come la prima nascita di struzzo in Europa (Demidoff, 1860a, 1860b) e un accenno alla seconda nascita in Europa dell'oggi estinto alcelafu berbero (*Alcelaphus buselaphus*) (Desmuere, 1868). Con lo spostamento della capitale d'Italia a Firenze, vi viene creato nel Parco delle Cascine un giardino zoologico (1863-1880) che forse può essere considerato il primo vero zoo pubblico d'Italia ma di cui non rimane che una minima documentazione scientifica (Desmuere, 1868, 1870; Finotello, 2019) eccettuato forse l'interessante riferimento sull'allevamento di un puro orso bruno alpino (*Ursus arctos*) nel 1867 (Desmuere, 1868) e alcuni reperti conservati presso il Museo di Storia Naturale di Firenze (Finotello, 2019). Anche nel Regno delle Due Sicilie i Borbone non lesinarono interesse verso la fauna autoctona ed esotica. A Caserta, e precisamente a San Leucio, si ebbe nel 1845 la riproduzione di un tapiro (*Tapirus terrestris*) da una coppia donata dall'imperatore del Brasile Pedro II (Furia, 1992) ma l'interesse scientifico si limitò in massima parte alla conservazione dei reperti nel museo zoologico della capitale.

È opportuno notare che i giardini zoologici e il loro valore scientifico ed educativo non sono esclusivi dell'Europa e della cultura occidentale. Con il Giardino dell'Intelligenza ci si riferisce infatti al nome con cui erano conosciuti i parchi zoologici in Cina durante il regno di Wen Wang (1099-1050 a.C.). Il termine *Linyou* più propriamente può essere tradotto come 'Giardino per l'incoraggiamento della conoscenza'. Questa è un'utile parafrasi per indicare il valore educativo dei parchi zoologici, un valore esperienziale che è tragicamente errato considerare superato dagli enormi sviluppi della tecnologia e della comunicazione e che questi mesi di emergenza pandemica con una diffusa sofferenza nel mondo della scuola alla cosiddetta 'didattica a distanza' hanno evidenziato, speriamo definitivamente. Tra l'altro non bisognerebbe ignorare il grido di allarme lanciato sugli effetti di quella che è stata definita l'era della 'videofilia' specialmente sullo sviluppo psicologico delle nuove generazioni (Louv, 2005; Zaradic & Pergams, 2007).

Sebbene negli ultimi decenni gli zoo abbiano incrementato i loro sforzi finanziari a sostegno delle attività di conservazione *in situ* (Barongi *et al.*, 2015), la sempre maggiore consapevolezza della crisi globale nella conservazione della biodiversità – vedi ad esempio quella riguardante gli anfibi (Griffiths & Pavajeau, 2008) – richiede che gli zoo continuino ancora a proseguire con programmi di gestione e riproduzione *ex situ* per specie minacciate (Fig. 1) (Gippoliti & Carpaneto, 1997; Bowkett, 2009; Redford *et al.*, 2012; Gippoliti 2019a; Robovský *et al.*, 2020). È importante sottolineare che anche specie non minacciate possono, in una struttura gestita in maniera scientifica, svolgere un'importante funzione educativa attraverso la trasmissione di informazioni ecologiche quali rapporti prede-predatori, competizione, coevoluzione piante-animali (Gippoliti & Amori, 1998) che sembrano alquanto carenti nella società e quindi pregiudicano l'adozione di fattive politiche ambientali. Viene spesso sottovalutata la capacità dei giardini zoologici di trovare un equilibrio tra i tanti compiti a cui sono chiamati (Mooney *et al.*, 2020), spesso senza alcun sostegno da parte delle amministrazioni pubbliche.



Fig. 1 – Maschio di leopardo dell'Amur (*Panthera pardus orientalis*) ospitato presso il parco faunistico La Torbiera di Agrate Conturbia (Novara) e facente parte dell'EEP (Programma Riproduttivo Europeo) gestito dalla EAZA (European Association Zoos and Aquaria). La popolazione in natura si aggira sui 50 individui (foto S. Gippoliti).

2. Patrimonio culturale degli zoo italiani

L'approccio globale e collaborativo rappresenta un grande patrimonio che gli zoo hanno cominciato a sviluppare quasi cento anni fa quando a Francoforte,

il 26 agosto 1923, veniva creata la Società Internazionale per la Conservazione del Bisonte europeo (*Bos bonasus*), composta da 16 sezioni nazionali tra cui una italiana diretta dallo zoologo Oscar de Beaux (1879-1955), al tempo conservatore del Museo di Storia Naturale di Genova (de Beaux, 1929). Questo approccio è andato sempre più espandendosi da allora, periodo in cui gli zoo hanno creato una comunità molto forte e integrata capace di dialogare con governi, comunità locali e ovviamente altre istituzioni scientifiche ed ambientaliste. Il patrimonio di collaborazione internazionale che caratterizza il mondo degli zoo deve essere utilizzato al massimo per identificare ed eventualmente sostenere tutti quei taxa che si trovino in grave pericolo d'estinzione. Se ciò accade, ognuno di questi progetti deve rappresentare dall'inizio una scusa per lavorare anche sulla protezione *in situ*, ma se questo non è possibile a causa, ad esempio, di situazioni di conflitto militare o civile, ciò non può certo ricadere come responsabilità dei giardini zoologici e non deve diminuire l'importanza di costituire popolazioni *ex situ* di taxa a cui, grazie agli zoo, viene offerta comunque una seconda possibilità (Fig. 2) (Gippoliti & Amori, 2007).



Fig. 2 – Orice dalle corna a sciabola (*Oryx dammah*), specie estinta in natura e reintrodotta grazie alle popolazioni mantenute negli zoo (foto S. Gippoliti).

Ma quale è stato il contributo degli zoo italiani allo sviluppo della cultura conservazionistica? La risposta rappresenta un punto essenziale da cui ripartire se vogliamo che gli zoo possano continuare a svolgere il loro ruolo unico nel patrimonio nazionale. Si tratta di un patrimonio ideale, costituito dal pensiero e le azioni di quelle personalità che hanno contribuito a plasmare il ruolo degli zoo nel movimento protezionista italiano. Pochi sanno che gli zoo sono stati particolarmente importanti per raggiungere il grosso pubblico durante le prime fasi della nascita del moderno associazionismo ambientalista (cfr. Gippoliti, 2020). Questo ruolo era stato anticipato da de Beaux che, oltre alla missione più propriamente scientifica e culturale (Fig. 3), aveva inserito nel regolamento dello Zoo di Genova-Nervi, da lui fondato nel 1932, che “*il Giardino Zoologico persegue scopi educativi e zoofili*”.

Il Giardino Zoologico di Nervi (1934)

Anche per il 1933 questo Istituto ha veduta confermata la sua ottima quotazione internazionale nell'organo ufficiale dei giardini zoologici d'Europa « Der Zoologische Garten, Lipsia », nel vol. VII del quale si legge a p. 155 tra l'altro: « Risulta chiaramente che il giovane Istituto si trova sulla via d'un rapido sviluppo. Malgrado i mezzi relativamente modesti, si è riusciti ad aumentare qualitativamente la consistenza degli animali, grazie alla munificenza ed alla gioia di donare dei numerosi amici del Giardino. Si è anche creata tutta una serie di nuove costruzioni perfettamente corrispondenti al loro scopo. Le perdite, contenute entro i limiti normali, sono controbilanciate da notevoli successi di allevamento. Uno dei compiti che il nuovo Giardino

considera fra i suoi principali è l'intima collaborazione col Museo Civico di Storia Naturale. Lo sviluppo che il Giardino Zoologico Genovese ha preso, è il fondamento sicuro delle più liete speranze ».

Nell'anno 1934 vi furono parecchie nuove acquisizioni di animali per doni, pochi acquisti, varie nascite.

Parecchi esemplari giovani hanno raggiunto, o quasi, l'età adulta e con essa il loro pieno valore commerciale ed estetico.

Va tra questi menovata per prima la coppia dei leoni provenienti da Napoli, il maschio dei quali ha conseguito, col compimento del terzo anno di vita, notevoli dimensioni e bellezza perfetta.

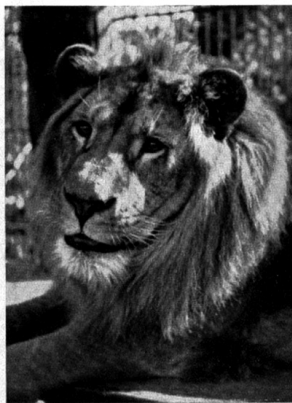
Rammentiamo inoltre il superbo gruppo di 5 orsi, e precisamente: 1 orso bruno dell'Anatolia, 2 orsi dal collare del Tibet, 1 orso labiato dell'India ed 1 orso malese dell'India Ulteriore, che sempre più attirano l'attenzione dei frequentatori del parco colle loro acrobazie e coi loro giochi svariatissimi.

La coppia dei grossi Pellicani ricci dell'Albania mostra pure di aver raggiunto nel quarto o quinto anno di vita, la maturità, colla comparsa del colore arancione vivacissimo sui rami della mandibola e sulla capace borsa cutanea del becco.

Anche il Marangone, che fino all'anno scorso aveva la testa nera verdognola come il resto del corpo, ha cominciato a portare nell'abito invernale-primaverile di quest'anno le piume bianche del capo, caratteristiche dell'età adulta.

Tra i doni sia fatta particolare menzione soltanto della coppia di Leoni somali rispettivamente di 17 e 15 mesi, generosamente offerta dal Giardino Zoologico del Governatorato di Roma. « Tardquinio » e « Superba », sono allevati a Roma, ma da genitori diversi di pura sottospecie somala. Sono notevoli per la magnifica rapidità dei loro movimenti, specialmente del trotto, e pare che il clima di Nervi, si confaccia loro pienamente.

Grande interesse scientifico riveste la permanenza nel parco di un Sula (*Sula bassana*, L.), uccello marino prettamente settentrionale che nidifica sulle coste rocciose della Scozia, Irlanda e Galles, e che è uno dei più meravigliosi volatori e tuffatori



Testa del leone « Vesuvio » di anni tre

Fig. 3 – Rapporto sulle attività del Giardino Zoologico di Genova-Nervi (pubblicato da Oscar de Beaux nel 1934 sulla rivista del Comune di Genova).

È grave lacuna degli zoo italiani che così poco si sappia della propria storia e delle attuali attività di conservazione e ricerca, forse il risultato dell'affidamento della 'comunicazione' ad esperti di marketing piuttosto che a tecnici provvisti delle necessarie conoscenze naturalistiche e di una 'visione' complessiva. In tutte le maggiori lingue europee esistono riviste tecniche e bollettini informativi prodotti dagli zoo o da associazioni di 'amici' degli zoo che consentono alla opinione pubblica di conoscere bene le attività e gli scopi degli stessi, e di offrire il proprio supporto sotto forma di contributi economici o attraverso il volontariato.

L'Italia è unica purtroppo a sottovalutare oggi questo aspetto che invece è centrale al raggiungimento della *mission* degli zoo (Gippoliti, 2011) ossia quella di incrementare la coscienza ecologico-ambientale nel Paese. Alcune figure di studiosi italiani, quali Alessandro Ghigi (1875-1970), Oscar de Beaux (1879-1955) ed Ermanno Bronzini (1914-2004) sono stati ricordati in un recente contributo (Gippoliti, 2020).

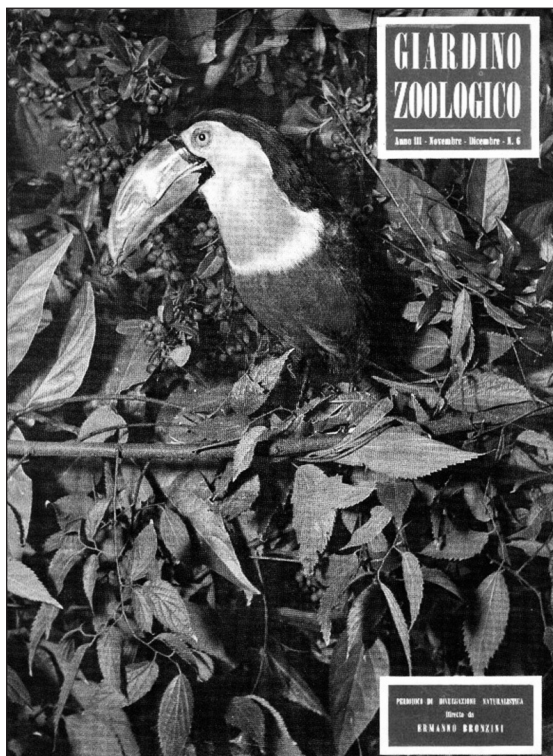


Fig. 4 – Uno dei fascicoli di 'Giardino Zoologico', rivista ufficiale dei giardini zoologici italiani iscritti alla IUDZG (Unione Internazionale Direttori Giardini Zoologici, oggi WAZA) diretta da Ermanno Bronzini.

Il loro pionieristico impegno nella divulgazione naturalistica e ‘zoofila’ (Fig. 4) spiega perché alcuni zoo hanno offerto negli anni '60 del secolo scorso un grande supporto alla nascita delle prime associazioni conservazioniste in Italia, in primis del WWF (Fig. 5).



Fig. 5 – Una delle prime copertine del bollettino dei soci WWF-Italia, con la foto della piccola Petronilla, orango nato nel Giardino Zoologico di Roma il 20 maggio 1970.

Impossibile poi dimenticare la considerevole opera di Alulah Taibel (1892-1984), che durante la sua direzione scientifica dello Zoo di Torino realizzò tra il 1955 e il 1958 l'unico bollettino scientifico di cui uno zoo italiano si sia mai dotato; “Zoo – Bollettino dei Giardini Zoologici di Torino e Milano” (Fig. 6).

Qui egli scriveva profetico in un suo contributo: «*Se non appena profilatasi la sensazione della rapidissima tragica fine del colombo migratorio americano, tutti gli zoo del mondo si fossero concordemente procurati qualche coppia di tale colombiforme, ancora oggi, almeno in cattività, si potrebbero ammirare*

esemplari di tale interessante specie» (Taibel, 1958; vedi anche Gippoliti, 2019b per una lista dei lavori di Taibel).

Non è fuori luogo in questa occasione ricordare che un suo collaboratore a Torino, Menico Torchio (1932-2001), diverrà a Milano direttore del Civico Acquario che svolgerà un'importante funzione di divulgazione ambientale (Torchio, 1973) e sarà autore di interessanti lavori sulla bioetica¹ (Torchio, 1974) negli anni in cui il problema ecologico si affaccia per la prima volta all'attenzione della società 'di massa'.

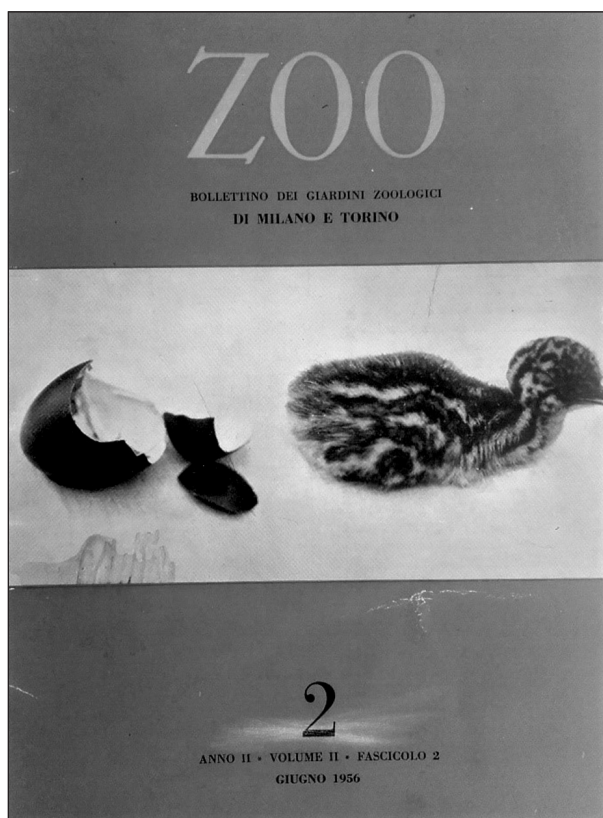


Fig. 6 – Copertina di uno dei fascicoli della rivista 'Zoo Bollettino dei Giardini Zoologici di Milano e Torino', pubblicato nel 1956.

¹ La coniazione del termine "Bioetica" è attribuita al teologo tedesco Fritz Jahr (1895-1953) che nel 1927, prendendo spunto dall'imperativo categorico kantiano, parlò di «imperativo bioetico», secondo il quale tutti gli esseri viventi hanno diritto al rispetto e devono essere trattati non come mezzi, ma come fine in sé stessi (cfr. Rinčić & Muzur, 2011). Nel 1930 sarà il nostro Oscar de Beaux a scrivere "Etica Biologica. Tentativo di risveglio di una coscienza naturalistica" (de Beaux, 1930).

I giardini zoologici italiani rimanevano nella seconda metà del XX secolo ancora all'apparenza troppo simili ai serragli ottocenteschi, spesso per impossibilità di investimenti o per mancanza di spazio, e questo ha certamente giocato un ruolo nella nascita di una forte sensibilità anti-zoo nel Paese. Nel 1954 Ghigi cita in una sua indagine quattro strutture (Roma, Napoli, Milano e Como) le due ultime non scovre di evidenti handicap già all'epoca (Ghigi, 1954). Anche le più importanti non erano prive di criticità. Emblematica a questo riguardo le vicende del Giardino Zoologico di Roma, di cui si progettava una estensione extra-urbana già a partire dal 1940 e che, malgrado mezzo secolo di tentativi, non ha mai avuto luogo (cfr. Bronzini, 1976).

Nei successivi due decenni si assiste ad un incremento degli zoo esistenti, molti apparentemente non hanno molto da dire da un punto di vista culturale se si esclude l'interessante Zoo di Torino, aperto nel 1955 e che si avvale della direzione scientifica del già citato Taibel e a cui succederà un altro biologo, Giusto Benedetti, particolarmente attivo nel campo divulgativo e didattico (cfr. Benedetti, 1986).



Fig. 7 – Maschio di orso polare (*Ursus maritimus*) che gioca con la figlia presso lo Zoosafari di Fasano (Brindisi). Generalmente i maschi di questa specie sono separati dalla femmina e dai cuccioli perché si ritiene possano uccidere i piccoli (foto S. Gippoliti, 2014).

Per fortuna molti zoo (e anche qualche cosiddetto zoo-safari) hanno negli anni reindirizzato sia il proprio stile espositivo che la *mission* verso standard più in linea con quelli di un moderno giardino zoologico, in questo aiutati anche da associazioni di settore come la Unione Italiana Zoo e Acquari (UIZA) – fondata nel 1972 da Ermanno Bronzini – e la *European Association of Zoos and Aquaria* (EAZA).

È il caso di una istituzione che ha raggiunto i 50 anni di vita, il Giardino Zoologico di Pistoia, che è una delle più importanti nel suo genere in Italia e pienamente parte della comunità internazionale degli zoo. La direzione è stata in grado negli ultimi vent'anni di ridisegnare ed ampliare la vecchia struttura avvalendosi anche di esperti stranieri di *zoo-design*, e soprattutto di avviare *ex novo* un dialogo con le istituzioni scolastiche e la comunità locale affinché il Giardino Zoologico diventasse una risorsa culturale del territorio e punto di riferimento per le tematiche ambientali (Angelini, 2013; Cavicchio, 2020).



Fig. 8 – Scimpanzé occidentale (*Pan troglodytes verus*) nel moderno impianto del Safari Ravenna. Anche per i Primati si assiste ad una radicale modernizzazione delle strutture ostensive per venire incontro alle esigenze comportamentali e sociali delle diverse specie (foto S. Gippoliti, 2015).

3. Utilizzazione scientifica

Essenziale, alla luce dell'approccio di scienziati come de Beaux, Taibel e Bronzini appare la necessità di raccogliere quanti più dati scientifici possibili sulla biologia degli animali viventi negli zoo – ed anche su quelli che vi muoiono (Gippoliti & Kitchener, 2007). D'altronde, come abbiamo visto, il giardino zoologico si distingue sin dall'inizio dai serragli per la presenza di una direzione scientifica e la raccolta sistematica dei dati biologici. In questa ottica vanno inquadrati in anni oramai lontani la creazione di un centro di parassitologia presso il Giardino Zoologico di Roma (Bronzini, 1954) e di un centro di primatologia presso il Giardino Zoologico di Torino (Torchio, 1963). Sebbene non esista una sintesi ed una valutazione complessiva dell'attività di ricerca anche recente che gli zoo italiani sviluppano nel loro complesso, si può affermare che in alcuni campi, come quello primatologico/comportamentale si riscontri un'attività più che soddisfacente (Gamba & Giacoma, 2008; Norscia & Palagi, 2011; Schino & Martini, 2012; Regaioli *et al.*, 2018), almeno se comparata alla situazione di fine del secolo scorso fotografata da Visalberghi (1988) quando solo due specie (in tre zoo) erano oggetto di ricerca comportamentale. Questo tipo di ricerca risulta anche facilitata dalla continua evoluzione dei criteri espositivi e gestionali adottati per i primati (Gippoliti, 2000) (Fig. 8). Continuano ad essere poco frequenti invece ricerche su altri gruppi di mammiferi (Fig. 9) e di vertebrati (Visalberghi, 1988).

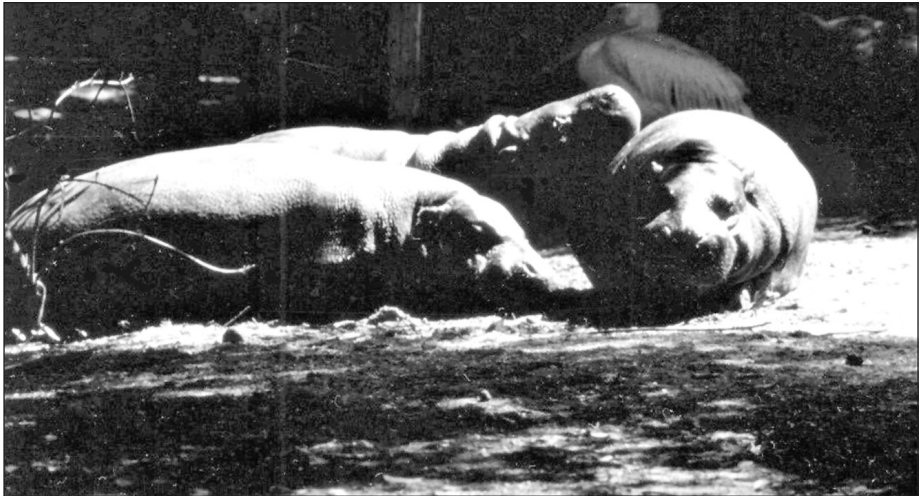


Fig. 9 – Gruppo familiare di ippopotami pigmei (*Choeropsis liberiensis*) presso il Giardino Zoologico di Roma. Preziose informazioni etologiche e fisiologiche possono derivare dallo studio nei giardini zoologici di specie minacciate difficilmente osservabili in natura (foto S. Gippoliti, 1991).

Ancora rari se non inesistenti sono i rapporti tecnici che descrivono la gestione e i risultati, compresi gli insuccessi, e gli aspetti biologici di base della tante specie ospitate o che sono state ospitate negli zoo italiani (cfr. Tamino, 1939; Cuneo, 1965; Taibel, 1969; Gippoliti & Leoni, 1999). Non bisogna sottovalutare il fatto che la conoscenza della biologia è spesso fattore essenziale per progettare delle efficaci strategie di conservazioni.

Nel famoso progetto di riproduzione in cattività del condor della California (*Gymnogyps californianus*) giocò un ruolo non secondario il fatto che la specie sembrasse deporre un secondo uovo alla scomparsa prematura del primo, aspetto che venne utilizzato per incrementare il tasso riproduttivo del piccolo nucleo in allevamento (Kuehler *et al.*, 1991). In una nota propedeutica alla cattura degli ultimi condor (Harrison & Kiff, 1980), nella scarna bibliografia citata figurava anche la prima nota sulla riproduzione di un altro catartide, l'avvoltoio papa (*Sarcoramphus papa*) riprodottosi per la prima volta a Napoli (Cuneo, 1968), ma il fenomeno della 'deposizione di sostituzione' era anche stato trattato in una nota specifica che citava varie specie ospitate a Roma, tra cui il condor delle Ande (*Vultur gryphus*) e l'urubù (*Coragyps atratus*) (Bronzini, 1947).

Quindi la scarsa documentazione circa le attività di allevamento è deprecabile anche alla luce della grande enfasi che oggi si pone nel definire linee guida per la valutazione del benessere animale, argomento che richiederebbe una conoscenza generale specie-specifica e un approccio storico alla gestione degli animali selvatici negli zoo che dovrebbe integrarsi con progetti di ricerca comportamentale spesso limitati a brevi periodi di tempo e a pochi individui (cfr. Gippoliti, 2006). Purtroppo la apparentemente lodevole attenzione al 'benessere animale' che si riscontra in questi ultimi anni, nasconde per lo più il tentativo di arrivare a facili soluzioni – 'liberazioni' di animali in autodefinitisi 'santuari' o peggio rilascio in natura – da parte di persone a volte onestamente motivate ma quasi sempre prive di conoscenze biologiche ed eto-ecologiche adeguate. Tutto ciò rischia non solo di indirizzare considerevoli risorse economiche nella direzione sbagliata (mentre ne avremmo estremamente bisogno per contrastare seriamente la perdita di biodiversità), ma porterà inevitabilmente sempre più la disciplina dell'*animal welfare* nella sfera dell'etica e dell'estetica, allontanando il raggiungimento di risultati concreti che si basino su valutazioni oggettive delle necessità etologiche e fisiologiche delle varie specie animali (Veasey, 2017; Browning, 2019).

La comunità degli zoo italiani non può limitarsi a scegliere nomi ammiccanti che evitino ogni riferimento alla zoologia, ma deve impegnarsi maggiormente affinché l'opinione pubblica capisca la funzione di uno zoo moderno, sia coinvolta nei suoi progetti e sappia distinguere gli zoo che lavorano bene da quelli che invece lavorano meno bene. Serve quindi una maggiore capacità di

comunicare le attività scientifiche, educative e conservazionistiche dell'intera comunità degli zoo, magari attraverso iniziative editoriali *ad hoc*.

L'Italia – in particolare il suo ambientalismo – ha bisogno di giardini dell'intelligenza e della biofilia², che parlino di scienze naturali e di evolucionismo, che siano multiculturali e democratici nell'affrontare questioni complesse come la gestione del lupo o la salvaguardia dell'Amazzonia (Gippoliti, 2020). Questi giardini dell'intelligenza devono avere la 'Licenza Zoo' istituita dalla direttiva europea 1999/22/CE – recepita in Italia con il DL 73/2005 – che rappresenta forse la legislazione specifica più avanzata esistente al mondo. Essi devono essere altresì considerati, come avrebbe detto un grande ambientalista recentemente scomparso, Fabio Cassola (1938-2016), sedi diplomatiche che perorano la causa della biodiversità a livello planetario.

4. Conclusioni

È necessario che i giardini zoologici e gli acquari intensifichino la loro azione di informazione e sensibilizzazione in campo ambientale, aprendosi a collaborazioni con il mondo esterno ma anche siano orgogliosi delle opportunità uniche che offrono alla società ed al mondo della ricerca. La valorizzazione di queste opportunità non può prescindere dalla presenza nello staff di personale estremamente competente in campo naturalistico, medico veterinario, biologico e della divulgazione scientifica. Se gli zoo vogliono sopravvivere in una società sempre più lontana dalla natura, essi devono al contempo prendere consapevolezza della loro storia e dei limiti del presente modello socioeconomico oggi predominante, così da poter intraprendere azioni coerenti con la missione culturale che hanno deciso di promuovere.

Ringraziamenti

Sono grato ad Elisabetta Visalberghi per avere rivisto una prima versione del manoscritto che ha contribuito a migliorare con le sue critiche. Carlo Violani, Simone Farina e Mauro Ferri hanno fornito preziosi suggerimenti. Sono anche grato a Giovanni Tosatti per gli utili consigli all'ultima versione del manoscritto.

² Biofilia letteralmente significa "amore per la vita"; tale termine fu coniato per la prima volta dallo psicologo tedesco Erich Fromm (1900-1980) per descrivere la tendenza psicologica ad essere attratti da tutto ciò che è vivo e vitale (Fromm, 1988). Il biologo americano Edward O. Wilson (1929-viv.) usa il termine con la stessa accezione nel suo libro *Biophilia* dove descrive i legami che gli esseri umani cercano con gli altri organismi viventi (Wilson, 1984).

Bibliografia

- ANGELINI E., 2013 – Il Giardino Zoologico di Pistoia oggi. *Nuova Museologia*, **28**, pp. 37-40.
- BARONGI R., FISKEN F.A., PARKER M. & GUSSET M. (eds.), 2015 – *Committing to Conservation: The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy*. WAZA Executive Office, Gland, 69 pp.
- BENEDETTI G., 1986 – *L'educazione ambientale attraverso lo zoo*. *Museologia Scientifica (Supplemento)*, **3**, pp. 37-40.
- BOWKETT A.E., 2009 – *Recent captive breeding proposals and the return of the ark concept to global species conservation*. *Conservation Biology*, **23**, pp. 773-776.
- BRONZINI E., 1947 – *Le deposizioni di sostituzione*. *Rivista Italiana di Ornitologia*, **17**(2), pp. 25-28.
- BRONZINI E., 1954 – *Il centro di parassitologia del Giardino Zoologico di Roma*. *Nuovi Annali d'Igiene e Microbiologia*, **5**, pp. 1-11.
- BRONZINI E., 1976 – *Il Giardino Zoologico del Comune di Roma: situazione ed ipotesi di sviluppo*. *Notiziario A.N.M.S.*, **2**, pp. 2-4.
- BROWNING H., 2019 – *The natural behavior debate: two conceptions of animal welfare*. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, **23**, pp. 325-337.
- CAVICCHIO P., 2020 – *Il giardino zoologico di Pistoia: breve storia di una piccola istituzione privata al servizio di visitatori e conservazione della biodiversità*. In: "I Musei del vivo e l'iniziativa privata: un caso di valorizzazione del patrimonio culturale italiano", *Atti dei Convegni Lincei*, **333** pp. 37-42.
- CUNEO F., 1965 – *Observations on the breeding of the klipspringer antelope Oreotragus oreotragus and the behaviour of their young born at Naples Zoo*. *International Zoo Yearbook*, **5**, pp. 45-47.
- CUNEO F., 1968 – *Notes on breeding the king vulture Sarcoramphus papa at Naples Zoo*. *International Zoo Yearbook*, **8**, pp. 156-157.
- DE BEAUX O., 1929 – *Società Internazionale per la Conservazione del Bisonte d'Europa*. Relazione generale 1927, Sezione Italiana, 1928, *Rivista di Biologia*, **2**, pp. 520-527.
- DE BEAUX O., 1930 – *Etica Biologica. Tentativo di risveglio di una coscienza naturalistica*. Temi, Trento.
- DEMIDOFF A.N., 1860a – *Sur la reproduction de l'autruche d'Afrique (Struthio camelus L.) obtenue pour la première fois en Europe*. *Bulletin de la Société Impériale zoologique d'acclimatation*, **7**, pp. 1-7.
- DEMIDOFF A.N., 1860b – *Note sur la reproduction du Kangourou au Jardin Zoologique de San Donato près Florence*. *Bulletin de la Société Impériale zoologique d'acclimatation*, **7**, pp. 573-575.
- DESMUERE G., 1868 – *Guida del Regio Giardino Zoologico Fiorentino*. G. Gaston, Firenze.
- DESMUERE G., 1870 – *Reproduction d'autruches à Florence*. *Bulletin de la Société Impériale zoologique d'acclimatation*, **7**(2), pp. 205-208.
- FINOTTELLO P.L., 2013 – *Breve storia dei giardini zoologici italiani*. *Nuova Museologia* **28**, pp. 6-13.
- FINOTTELLO P.L., 2019 – *Quando a Firenze ruggivano i leoni*. Press & Archeos, Firenze.
- FROMM E., 1988 – *Psicoanalisi dell'amore. Necrofilia e biofilia nell'uomo*. Newton Compton Ed., 160 pp.
- FURIA F., 1992 – *Animali venuti da lontano*. In: AA.VV. (eds.) "Un Elefante a Corte. Allevamenti, caccie ed esotismi alla Reggia di Caserta", Casa Editrice Fausto Fiorentino, Napoli, pp. 97-106.
- GAMBA M., GIACOMA C., 2008 – *Subspecific divergence in the Black Lemur's low-pitched vocalizations*. *The Open Acoustic Journal*, **1**, pp. 49-53.
- GHIGI A., 1954 – *Funzione, scopo ed organizzazione dei giardini zoologici*. *La Ricerca Scientifica*, **24**, pp. 263-272.
- GIPPOLITI S., 2000 – *Orangutans in zoos: husbandry, welfare and management in an atypical arboreal solitary mammal*. *International Zoo News*, **47**(6), pp. 356-368.
- GIPPOLITI S., 2006 – *Applied primatology in zoos: history and prospects in the field of wildlife conservation, public awareness and animal welfare*. *Primate Report*, **73**, pp. 57-71.
- GIPPOLITI S., 2011 – *Zoos and conservation in the XXI Century: overlooked meeting points between ecology and social sciences?* *Museologia Scientifica NS*, **5**, pp. 168-176.
- GIPPOLITI S., 2019a – *Conservation breeding programs and refined taxonomy as a political tool for biodiversity conservation: the de Beaux's and Durrell's legacies*. *Journal of Animal Diversity*, **1**, pp. 26-33.
- GIPPOLITI S., 2019b – *Alulah Taibel (1892-1984) a remarkable ornithologist, aviculturist and zoo-biologist*. *Rivista Italiana di Ornitologia*, **89**(2), pp. 21-26.
- GIPPOLITI S., 2020 – *Arca di Noè o Giardini dell'Intelligenza? Il ruolo dei Giardini Zoologici nella conservazione della biodiversità*. In: "I Musei del vivo e l'iniziativa privata: un caso di valorizzazione del patrimonio culturale italiano", *Atti dei Convegni Lincei*, **333**, pp. 23-29.

- GIPPOLITI S., AMORI G., 1998 – *Rodent conservation, zoos and the importance of “the common species”*. Zoo Biology, **17**, pp. 263-265.
- GIPPOLITI S., AMORI G., 2007 – *Beyond ‘threatened species’ and ‘reintroduction’: Establishing priorities for European rodents conservation and breeding programs in zoos*. International Zoo Yearbook **41**, pp. 194-202.
- GIPPOLITI S., CARPANETO G.M., 1997 – *Captive breeding, zoos, and good sense*. Conservation Biology, **11**, pp. 806-807.
- GIPPOLITI S., LEONI A., 1999 – *The pygmy hippopotamus at Rome Zoological Garden*. International Zoo News, **46**, pp. 335-339.
- GIPPOLITI S., KITCHENER A.C., 2007 – *The Italian zoological gardens and their role in mammal systematic studies, conservation biology and museum collections*, Hystrix Italian Journal of Mammalogy, **18**, pp. 173-184.
- GRIFFITHS R.A., PAVAJEAU L., 2008 – *Captive breeding, reintroduction, and the conservation of amphibians*. Conservation Biology, **22**, pp. 852-861.
- GROVES C.P., 2008 – *Extended family: long lost cousins. A personal look at the history of primatology*. Conservation International, Arlington, USA.
- HARRISON E.N., KIFF L.F., 1980 – *Apparent replacement clutch laid by wild California condor*. Condor, **82**, pp. 351-352.
- ISAAC, N.J.B., TURVEY, S.T., COLLEN, B., WATERMAN, C., BAILLIE, J.E.M., 2007 – *Mammals on the EDGE: conservation priorities based on threat and phylogeny*. PLoS ONE **1**, e296.
- KUEHLER C.M., STERNER D.J., JONES D.S., USNIK R.L., KASIELKE S., 1991 – *Report on Captive Hatches of California Condors (Gymnogyps californianus): 1983-1990*. Zoo Biology, **10**, pp. 65-68.
- LORD ZUCKERMAN S. (ed.), 1979 – *Great zoos of the world*. Weidenfeld & Nicholson, London.
- LOUV R., 2005 – *L’ultimo bambino dei boschi*. Rizzoli, Milano, 274 pp.
- MASCHIETTI G., MUTI M., PASSERIN D’ENTRÈVES P., 1988 – *Serragli e Menagerie in Piemonte nell’Ottocento sotto la Real Casa Savoia*. Umberto Allemandi, Torino.
- MOONEY A., CONDE D.A., HEALY K., BUCKLEY Y.M., 2020 – *A system wide approach to managing zoo collections for visitor attendance and in situ conservation*. Nature Communications, **11**, 584 pp. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14303-2>.
- NORSCIA I., PALAGI E., 2011 – *When play is a family business: adult play, hierarchy, and possible stress reduction in common marmosets*. Primates, **52**, pp. 101-104.
- OSBORNE M.A., 1996 – *Zoos in the family: the Geoffroy Saint-Hilaire clan and the three zoos in Paris*. In: R.F. Hoage & W.A. Deiss (eds.) “New World, New Animals. From menagerie to zoological park in the nineteenth century”, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 33-42.
- REDFORD K.H., JENSEN D.B., BREHENY J.J., 2012 – *Integrating the captive and the wild*. Science, **338**, pp. 1157-1158.
- REGAIOLLI B., SPIEZIO C., HOPKINS W.D., 2018 – *Asymmetries in mother-infant behavior in Barbary macaques (Macaca sylvanus)*. Peer Journal, doi: 10.7717/peerj.4736.
- RINČIĆ I., MUZUR A., 2011 – *Fritz Jahr: the invention of bioethics and beyond*. Perspect. Biol. Med., **54**(4), pp. 550-556, doi: 10.1353/pbm.2011.0045.
- ROBOVSKÝ J., MELIČAR L., GIPPOLITI S., 2020 – *Zoos and conservation in the Anthropocene: opportunities and problems*. In: F.A. Angelici & L. Rossi (eds.) “Problematic Wildlife II – new conservation and management challenge in the human-wildlife interactions”, Springer Chasm, pp. 451-484.
- SAVI P., 1824 – *Sulla così detta vescica che i Dromedari emettono dalla bocca*. Nistri, Pisa.
- SAVI P., 1828 – *Sopra tre antilopi viventi, una delle quali per anche non descritta (Antilope gibbosa Nob)*. Nistri, Pisa.
- SCHINO G., MARINI C., 2012 – *Self-Protective Function of Post-Conflict Bystander Affiliation in Mandrills*. PLoS ONE, **7**(6), e38936, doi:10.1371/journal.pone.0038936.
- TAIBEL A.M., 1955 – *Compiti e finalità di uno zoo moderno*. Zoo – Bollettino dei Giardini Zoologici di Milano e Torino, **1**, pp. 15-20.
- TAIBEL A.M., 1958 – *Protezione della natura e giardini zoologici*. Zoo – Bollettino dei Giardini Zoologici di Milano e Torino, Varallo, **4**, pp. 27-33.
- TAIBEL A.M., 1962 – *L’Acquario-Rettillario dello Zoo di Torino*. Natura e Montagna, **2**(2), pp. 133-138.
- TAIBEL A.M., 1969 – *Osservazioni sulla riproduzione e allevamento di Pipile jacutinga (Spix) (Cracidae - Galliformes) realizzata per la prima volta con esemplari in cattività*. Annali Museo Civico di Storia Naturale Giacomo Doria, **76-77**, Genova, pp. 33-52.

- TAMINO G., 1939 – *Sullo sviluppo di una otaria di California (Eumetopias californianus Lesson) nata al Giardino Zoologico di Roma (12 giugno 1939)*. *Natura*, **30**, pp. 178-183.
- TORCHIO M., 1963 – *Il Centro di Primatologia dell'Università di Torino: sua finalità ed attualità*. Atti Società Italiana Scienze Naturali Museo Civico di Storia Naturale, Milano, **103**, pp. 154-162.
- TORCHIO M., 1973 – *L'attività dell'Acquario Civico di Milano nei primi dieci anni della ricostruzione post-bellica (1963-1973)*. *Natura*, **64**, pp. 5-25.
- TORCHIO M., 1974 – *La bioetica: un ponte per la sopravvivenza*. *Natura*, **65**, pp. 97-116.
- VEASEY J.S., 2017 – *In pursuit of peak animal welfare; the need to prioritize the meaningful over the measurable*. *Zoo Biology*, **36**, pp. 413-425.
- VISALBERGHI E., 1988 – *Giardini zoologici e ricerche sul comportamento dei Primati*. Relazione presentata al Convegno "Zoo. Quale futuro?", Roma, Accademia dei Lincei, inedito.
- WILSON E.O., 1984 – *Biophilia*. Harvard University Press (1990 reprint), Cambridge MA, 176 pp.
- ZARADIC P.A., PERGAMS O.R.W., 2007 – *Videophilia: implications for childhood development and conservation*. *Journal of Developmental Processes*, **2**, pp. 130-144.



Riccardo Ianniciello*

Il ruolo dell'ereditarietà morbida in Darwin§

Riassunto

La teoria dell'ereditarietà dei caratteri acquisiti era diffusamente accettata dai naturalisti e filosofi predecessori di Lamarck, e Charles Darwin non fa eccezione. Il punto è capire quale ruolo e dunque quale importanza il naturalista vittoriano assegnerà, nella sua teoria dell'evoluzione per selezione naturale, agli effetti dell'uso e del disuso e all'influenza diretta e indiretta dell'ambiente nel produrre modificazioni ereditabili negli esseri viventi. Occorre dire che Darwin faticcherà ad ammettere i principi lamarckiani per diversi motivi: nel naturalista inglese inizialmente vi erano delle reali resistenze e dubbi sull'importanza dell'ereditarietà morbida nei processi evolutivi e si evince anche una sua precisa strategia nel non voler ammettere esplicitamente il reale debito che aveva nei confronti di alcuni autori, negando, per esempio, di aver ricevuto una qualche influenza dagli scritti di Lamarck e di suo nonno Erasmus Darwin, sapendo bene come erano state accolte le loro opere. Le iniziali incertezze e cautele che traspaiono in alcuni passi rispetto ai principi lamarckiani, gradualmente andranno affievolendosi e muteranno verso una più compiuta e matura idea della loro importanza, portando infine Darwin ad accettarli interamente e ad includerli nella sua teoria dell'evoluzione per selezione naturale.

Abstract

The role of soft heredity in Darwin. The theory of the inheritance of acquired characteristics was widely accepted by the naturalists and philosophers predecessors of Lamarck, and Charles Darwin was not an exception. The point is to understand what role and therefore what importance in his theory of evolution by natural selection Darwin assigned to the effects of the use and disuse and direct and indirect influence of the environment in producing inheritable modifications in living beings. It

* Naturalista, Piazza Prada 15, 38057 PERGINE (TN); e-mail: riccardo.ianniciello@yahoo.it.

§ Testo riassuntivo di un saggio dallo stesso titolo scritto dall'autore (Ianniciello, 2020). I saggi di Darwin consultati in questo studio sono: *La variazione degli animali e delle piante allo stato domestico*, Einaudi, 2011, d'ora in poi semplicemente *Variazione*, e *L'origine delle specie*, Newton Compton, 1995, d'ora in poi solo *Origine*. Il termine "ereditarietà morbida" o "neo-lamarckismo" esprime l'idea che un organismo possa trasmettere alla prole le caratteristiche fisiche acquisite dall'organismo genitore attraverso l'uso o il disuso durante la sua vita. L'idea prende il nome dallo zoologo francese Jean-Baptiste Lamarck, che incorporò la teoria dell'ereditarietà morbida nella sua teoria dell'evoluzione.

must be said that Darwin struggled to admit Lamarck's principles for various reasons. Indeed, he showed strong resistance and doubts at first regarding the importance of soft heredity in evolutionary processes. Furthermore, he showed a precise strategy not to admit the great debt he had towards some authors. For example, he denied any influence from the writings of Lamarck and from his grandfather Erasmus Darwin, although he knew that their works had been welcomed. His initial uncertainties about the role of Lamarck's principles, gradually decreased and turned into a more complete and mature idea of their importance, bringing Darwin to accept them entirely and include them in his theory of evolution by natural selection.

Parole chiave: Darwin, Lamarck, ereditarietà, caratteri acquisiti, evoluzione, selezione naturale

Keywords: Darwin, Lamarck, heredity, acquired characteristics, evolution, natural selection

1. La teoria dell'evoluzione di Darwin: un lungo e sofferto ragionamento che includerà l'ereditarietà morbida

Charles Darwin, insieme con Alfred Russel Wallace, fu il primo a sostenere una moderna teoria dell'evoluzione. In qualità di geologo e naturalista durante il suo viaggio sul *Beagle*, che rappresentò un formidabile laboratorio di idee, Darwin, oltre a superare ogni residuo di dogma creazionistico, iniziò ad avere le prime intuizioni che si riveleranno fondamentali per la nascita della teoria evoluzionistica: la comprensione delle relazioni che intercorrevano tra le dinamiche geologiche della crosta terrestre e la distribuzione geografica degli organismi viventi; l'evidenza che la variabilità che si riscontrava in natura era collegata all'estrema capacità di adattamento di questi ultimi ai più diversificati ambienti. Osservando, ad esempio, i fringuelli dell'arcipelago delle Galápagos (Fig. 1), e come differissero da un'isola all'altra, si andò convincendo che le specie lentamente si modificavano adattandosi all'ambiente. Intui inoltre che le barriere naturali che fungevano da isolamento, fiumi, montagne, bracci di mare, potevano rappresentare una straordinaria fucina dove avveniva la diversificazione di animali e piante. Ancora, il problema dell'origine delle specie viventi lo indusse a confrontare i fossili che ritrovava numerosi negli strati rocciosi e le forme corrispondenti attuali che evidenziavano i legami di parentela intercorrenti tra gli esseri viventi e dunque il graduale processo di transizione, processo che avveniva su base geografica e orizzontale (Mayr, 1994). Insomma si trovano in embrione le idee che porteranno Darwin a intuire i concetti fondamentali della teoria dell'evoluzione. Il viaggio sul *Beagle* consentirà a Darwin di arrivare a una concezione completamente nuova: la trasformazione degli esseri viventi e la straordinaria capacità di adattamento alle mutevoli condizioni ambientali.

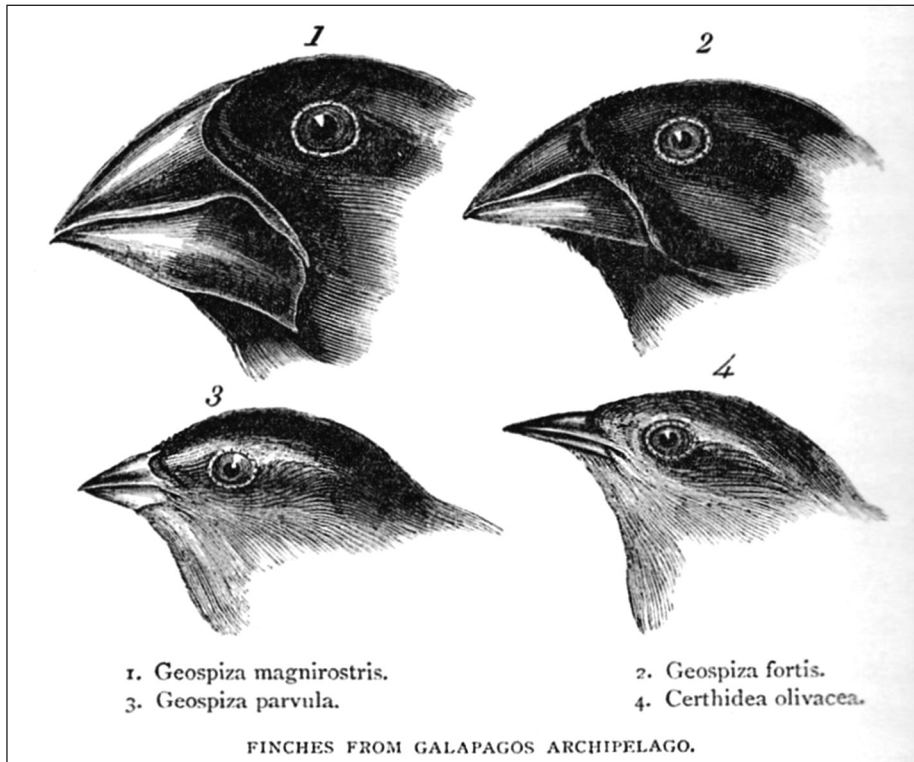


Fig. 1 – Quattro specie diverse di fringuelli osservati alle Galápagos. Darwin inserì questa illustrazione nella seconda edizione del suo Viaggio di un naturalista intorno al mondo (1845), quando aveva compreso meglio il significato delle loro variazioni morfologiche.

Darwin vide nella lotta per l'esistenza (ispirato dalle letture di T.R. Malthus) e la conseguente sopravvivenza del più adatto, il processo alla base dell'evoluzione dei viventi che chiamò *selezione naturale*. Con *L'origine delle specie* Darwin affronta la questione della variabilità, base dell'evoluzione e degli effetti dell'addomesticamento; esamina la variabilità in natura, sostenendo che la lotta per l'esistenza è il motore della selezione naturale, mentre le leggi alla base dei processi di variazioni verranno spiegate solo dalla genetica moderna. La scarsa conoscenza di questi meccanismi appare evidente nella "teoria della pangenesi", avanzata da Darwin per spiegare il fenomeno della trasmissione dei caratteri ereditari che non convinse nessuno e forse neanche lo stesso Darwin: i fattori ereditari trasmissibili da una generazione all'altra deriverebbero da parti infinitesime, presenti in tutte le regioni dell'organismo dei genitori e responsabili della formazione delle cellule germinali.

Darwin poneva la questione di come le specie evolvono e quali siano i fattori che innescano i cambiamenti alla base della variabilità che si riscontra in natura e prova a dare delle risposte, avvalendosi di un lungo ragionamento che richiederà diversi tomi e decenni di studi approfonditi. Egli riteneva che ogni modificazione, seppur minima, dipendente dalle variazioni naturalmente presenti negli esseri viventi (quella che oggi chiamiamo ricombinazione genetica e sessuale) o creata attraverso gli effetti dell'uso o il disuso e per le influenze delle condizioni di vita o per cause sconosciute fosse ereditabile. Inoltre l'origine della variabilità avviene attraverso l'interazione dell'ambiente esterno con quello interno all'organismo in quanto gli esseri viventi possiedono un'intrinseca tendenza a variare, un fattore interno costitutivo che riguarda la loro natura specifica e dunque non è sufficiente la sola influenza dei fattori esterni per innescare delle variazioni.

Darwin dunque ammetteva l'ereditarietà morbida (o debole) che si basa sull'influenza dell'ambiente (apparentemente in minima parte) e sugli effetti dell'uso e del disuso. Tuttavia Darwin faticherà ad accogliere tali principi, elaborati dal naturalista francese Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), nella sua teoria dell'evoluzione per selezione naturale e i motivi sono diversi. Occorre inoltre precisare che questi aspetti erano diffusamente accettati dai naturalisti predecessori di Darwin e dai suoi contemporanei, costituendo la regola, salvo rare eccezioni.

2. Le diverse ragioni che portano Darwin a prendere le distanze dai principi lamarckiani

Negli studi che precedono l'*Origine*, Darwin tratta dell'ereditabilità dei caratteri acquisiti in modo poco convinto, riferendosi soprattutto ai cambiamenti (lievi) degli organismi viventi generatesi per l'influenza delle mutate condizioni ambientali, cambiamenti ereditabili dalla discendenza, ma anche agli effetti dell'uso e del disuso. È significativo questo passo (abbozzo del 1842): «*Un singolo individuo, sottoposto a nuove condizioni, a volte varia in piccolo grado e in aspetti di ben poco conto, quali la statura, l'adiposità, a volte il colore, lo stato di salute e, negli animali le abitudini di vita, inducono lo sviluppo di certe parti. Il disuso porta all'atrofia. La maggior parte di queste leggere variazioni tende a diventare ereditaria*».

Ancora Darwin all'inizio dell'*Origine delle specie* scrive di Lamarck: «*[...] Quanto alle modalità delle mutazioni, egli le ha attribuite in parte all'azione diretta delle condizioni fisiche di vita, in parte all'incrocio con forme già esistenti e, in larga misura, all'uso ed al non uso, vale a dire alle conseguenze delle abitudini. Si direbbe che egli attribuisca proprio a quest'ultimo fattore tutti i mirabili adattamenti osservabili in natura, come, per esempio, il lungo collo della giraffa, che serve all'animale per brucare tra i rami degli alberi*» (Fig. 2).



Fig. 2 – In specie come il cammello o il lama, l'allungamento del collo è il risultato dell'aumento del numero delle vertebre cervicali. Nelle giraffe si tratta invece di un aumento della lunghezza delle vertebre già presenti (foto Wikimedia Commons).

In questo passo vengono elencati i concetti chiave che per Lamarck sono alla base della variabilità degli organismi viventi, espressi da Darwin in modo laconico come per prenderne le distanze: ebbene questi stessi principi Darwin li includerà nella sua teoria evuzionistica (e troveremo un passo dove Darwin ricorre proprio all'esempio lamarckiano della giraffa). Ma è un processo graduale, di lenta accettazione come se Darwin avesse voluto conservare tutti i passaggi, lasciandone traccia nelle sue opere, in particolare nell'*Origine*: un lungo sofferto ragionamento scientifico, un pensiero in evoluzione, un *work in progress* partito da decise prese di distanza dai principi lamarckiani, con un Darwin che appare inizialmente «*piuttosto scettico e sicuramente dubbioso in proposito*», per usare le parole di Volponi (2011), per giungere gradatamente

– percorso che richiese molti anni di elaborazione e di messa a punto – ad accettare pressoché compiutamente l’ereditarietà dei caratteri acquisiti. E quando Darwin scrive «*la variabilità è governata da diverse leggi complesse: di crescita correlata, di compensazione, dell’uso e disuso delle parti e dell’azione definita delle condizioni ambientali*», questo percorso è concluso là dove l’ereditarietà morbida si combina mirabilmente con il meccanismo della selezione naturale.

Ma quali sono le ragioni che portano Darwin a prendere le distanze da Lamarck e dalle sue idee sull’ereditarietà dei caratteri acquisiti come si evince in alcuni passi iniziali della *Variazione* e dell’*Origine*, come nei lavori preparatori e in alcune lettere? Come già accennato in Darwin vi sono inizialmente delle reali resistenze e dubbi circa il ruolo dell’eredità morbida nei processi evolutivi, in particolare dell’ambiente e se ne trovano i passaggi nelle sue opere: resistenze che gradualmente andranno affievolendosi ed evolveranno in una più precisa e matura consapevolezza della loro importanza. Inoltre vi è una precisa strategia messa in atto da Darwin per difendere la sua teoria – negando, per esempio, di aver ricevuto una qualche influenza dalle opere di Lamarck e da suo nonno Erasmus Darwin – sapendo bene come erano state accolte le loro opere. Infine emerge la volontà di Darwin di non voler ammettere esplicitamente il reale debito che aveva nei confronti di diversi autori, *in primis* di Lamarck e del nonno Erasmus, nella sua formazione di naturalista e nella genesi delle sue opere, in particolare *L’Origine delle specie*.

Una delle ragioni che indusse Darwin a prendere le distanze da Lamarck e dal nonno Erasmus è da ricercare in una precisa strategia messa in atto dal naturalista inglese per difendere la sua teoria che si apprestava a pubblicare: nel clima culturale dell’epoca, chiuso a idee innovatrici e non ortodosse, nel quale imperversavano pressoché incontrastate, la visione finalistica e creazionistica della natura e degli esseri viventi, Darwin era ben consapevole di cadere in un ginepraio, compromettendo la propria rispettabilità di gentiluomo e studioso e soprattutto le proprie idee. Anche per questo (ma non solo) attese ben 15 anni per pubblicare l’*Origine delle specie* e nonostante la sua prudenza e le strategie messe in atto, il saggio non fu risparmiato da critiche e reazioni poco razionali. A questo riguardo Darwin espresse secondo Omodeo (1960) «*giudizi molto duri ed ingiusti su Lamarck e sul proprio nonno Erasmus, negando di aver ricavato alcuna idea utile dalla lettura delle loro opere*».

Un passo di Darwin dove emergono dei cenni critici nei confronti delle teorie lamarckiane lo troviamo nell’*Origine*: «*[...] Stranamente mio nonno, dott. Erasmus Darwin, nella sua Zoonomia ha anticipato le opinioni di Lamarck con gli stessi errori di impostazione*». A tal proposito annota giustamente Pievani (2012): «*Fu attraverso il nonno Erasmus e Grant che il giovane naturalista inglese esplorò in particolare le idee di Lamarck, verso il quale per tutta la carriera esprimerà un freddo distacco nelle opere pubbliche (citandolo solo*

dove strettamente necessario) e in aperto scherno nelle lettere private, mascherando forse in questo modo il suo reale debito verso il francese». Qui Pievani ha colto bene, a mio avviso, la volontà di Darwin, di non dare la giusta importanza a Lamarck e alle sue idee che ebbero in realtà un'influenza rilevante per il naturalista inglese nella sua formazione e nell'elaborazione della sua teoria evolutivista, proprio per non ammettere quel debito. Omodeo (1960) ancora aggiunge, rispetto all'influenza che avrebbero avuto su Darwin, sia la teoria dei caratteri acquisiti ampiamente diffusa e accettata tra i suoi conterranei, sia il pensiero di Lamarck, nonché del nonno Erasmus: «Carlo Darwin formò la propria preparazione naturalistica e biologica in un'epoca che non aveva posto seriamente in dubbio l'ereditabilità dei caratteri acquisiti anche se si discuteva sulle modalità secondo la quale essa si verificava e che parte integrante della sua preparazione furono le opere del nonno e la grande Histoire Naturelle di Lamarck...».

3. Gli effetti dell'uso e del disuso e l'influenza dell'ambiente nel produrre modificazioni ereditabili negli organismi viventi

I due passi che seguono, scelti tra i molti esistenti sull'argomento, sono particolarmente significativi, in quanto si evince in modo chiaro come Darwin sembra indiscutibilmente ammettere l'eredità dei caratteri acquisiti attraverso il meccanismo dell'uso e del disuso e i suoi effetti nel produrre variabilità strutturali significative come modificazioni degli organi: «Molti animali possiedono strutture che possono essere spiegate con gli effetti del disuso o dell'uso protratti per molto tempo, in quanto non conosciamo le forme progenitrici; ma molti animali hanno strutture che possono spiegarsi con gli effetti del disuso».

«In natura, quando cominciava ad apparire la giraffa, gli individui capaci di brucare più in alto e di arrivare, durante la siccità, anche solo un paio di pollici più su degli altri, in molti casi saranno sopravvissuti, perché avranno potuto vagare per tutto il territorio in cerca di alimenti. [...] Grazie a questo processo, protratto per lunghi periodi di tempo, e sicuramente coadiuvato in modo preminente dagli effetti ereditari dell'incrementato impiego di determinati parti, un comune quadrupede unguolato può trasformarsi – a mio modo di vedere quasi certamente – in una giraffa».

Quest'ultimo pensiero riveste una particolare importanza ai fini della comprensione di quel percorso (partito in sordina, ricordiamolo) di maturazione del pensiero darwiniano rispetto all'accettazione piena del ruolo dei principi lamarckiani nei processi evolutivi, fino a includere quello che oggi definiamo speciazione, vale a dire la divergenza e la differenziazione di nuove specie (nello specifico, senza l'ausilio dell'isolamento, si badi bene, che Darwin aveva intuito essere una fucina generante nuove specie, fattore importante nel processo di selezione naturale). In questo caso un "comune quadrupede unguolato",

per effetto preminente dell'uso prolungato di determinate parti, e qui si parla in modo inequivocabile degli effetti dell'uso e del disuso (il collo, ma per la legge della variabilità correlata, anche di tutto il resto del corpo, ci ricorda Darwin) nel corso del tempo si sarebbe trasformato in giraffa e per Darwin, a suo modo di vedere, certamente.

Vi sono diversi altri passaggi dove Darwin sottolinea lo straordinario effetto, in questo caso del solo uso, nel produrre modificazioni strutturali. Egli ribadisce il ruolo fondamentale della selezione naturale nel rafforzare e fissare gli effetti ereditari degli organi accresciuti dall'uso, fino a parlarci di una struttura che deve origine esclusivamente a tali meccanismi. Si può leggere in Darwin questo passaggio progressivo, dai timidi, iniziali "altri effetti possono dipendere dall'uso e dal disuso", fino ad arrivare a citare casi di modificazioni strutturali importanti e addirittura di speciazione, come si è visto per la giraffa.

In un altro passo: *«Posso dare un altro esempio di una struttura che evidentemente deve la propria origine esclusivamente all'uso o abitudine. L'estremità della coda di alcune scimmie americane è stata trasformata in un organo prensile ammirevolmente perfetto che serve da quinta mano».*

Darwin riteneva che la fucina dell'evoluzione generante la variabilità delle specie viventi fosse la selezione naturale che opera principalmente sulle piccole variazioni naturali presenti alla nascita negli individui (quella che noi oggi chiamiamo ricombinazione genetica e sessuale) e sugli effetti dell'uso e del disuso e solo in minima parte sembra assegnare all'ambiente qualche influenza in questi processi; si tratta tuttavia di un'idea in evoluzione e gradatamente l'ambiente assumerà per Darwin un ruolo diverso:

«Quanto mai incerta è l'influenza sui viventi delle variazioni del clima, dell'alimentazione, ecc. Secondo la mia impressione tale effetto è molto piccolo nel caso di animali, ma forse alquanto maggiore nelle piante. In ogni modo possiamo concludere con sicurezza che certe influenze non possono aver prodotto i numerosi, notevoli e complessi adattamenti reciproci di struttura tra i vari esseri viventi che osserviamo ovunque in natura. Qualche modesta influenza può essere attribuita al clima, all'alimentazione, ecc.».

«Nel caso si verifichi una qualsiasi mutazione, è difficilissimo dire in che misura questa dipenda dall'azione diretta del calore, dell'alimentazione, ecc. Secondo la mia impressione, questi fattori esercitano una modestissima influenza diretta sugli animali, pur essendo chiaramente più efficaci nel caso dei vegetali. Sotto questo aspetto, le recenti esperienze sulle piante compiute dal sig. Buckman¹ sembrano avere grandissimo valore. Allorché tutti o quasi gli individui sottoposti a determinate condizioni rimangono colpiti alla stessa maniera, ad un primo esame il mutamento risulta provocato direttamente da

¹ James Buckman (1814-1884) fu un botanico, chimico e geologo britannico.

queste condizioni; tuttavia si può dimostrare che, in certi casi, analoghi mutamenti di struttura sono prodotti da condizioni assolutamente opposte. Ciononostante penso che una piccola parte dei mutamenti può essere attribuita all'azione diretta delle condizioni di vita: per esempio l'aumento delle dimensioni, che dipende in alcuni casi dalla quantità di cibo disponibile; il colore, prodotto da alimenti particolari o dalla luce e, forse, anche dalla foltezza del pelo legata al clima».

In questi scritti si nota come Darwin attribuisca poca o scarsa importanza ai fattori ambientali nel determinare la variabilità, ma allo stesso tempo si coglie anche un velo di dubbio come se in fondo il nostro naturalista si rendesse conto che l'ambiente può avere un'influenza importante sugli organismi viventi. Altrove quei dubbi diventano più evidenti al punto che l'influenza diretta e indiretta dell'ambiente può produrre significative modificazioni:

«Dato che il pelo e le corna sono così strettamente correlati fra loro che tendono a variare insieme, il clima potrebbe influenzare, attraverso la pelle, anche la forma e la misura delle corna. [...] Confrontando il bestiame di stalla, altamente migliorato, con le razze più selvatiche, o le razze di montagna con quelle di pianura, non si può dubitare del fatto che una vita attiva, la quale richiede il libero uso degli arti e dei polmoni, influenzi la forma e le proporzioni dell'intero corpo».

«È quasi certo che il cibo abbondante, fornito in maniera continuativa, per molte generazioni, influenza direttamente la statura di una razza. Altrettanto certo è che il clima influenza direttamente lo spessore della pelle e dei peli».

«Non possiamo nutrire dubbi su molti piccoli cambiamenti, come le dimensioni corporee in rapporto alla quantità di alimenti, il colore in rapporto alla natura dell'alimento, lo spessore della pelle e del pelo in rapporto al clima».

«Le pecore sono facilmente influenzate dall'azione diretta delle condizioni di vita cui sono esposte più di ogni altro animale domestico».

Darwin cita diversi casi di modificazioni subite da varie razze di pecore domestiche allorché cambiano le condizioni di vita. È il caso della razza *Karakool* caratterizzata da una lana nera fine e riccia, la quale perde il suo vello nel giro di pochi anni quando viene spostata dal proprio cantone nei pressi di Bokkara, in Persia, o in altri paesi dal clima caldo.

«L'alta temperatura sembra agire in maniera diretta sul vello: sono molti i resoconti pubblicati sui cambiamenti che subiscono nelle Indie Occidentali le pecore importate dall'Europa». E riporta il caso di una pecora europea che importata ad Antigua, dopo la terza generazione «la lana scompare da tutto il corpo a eccezione della regione lombare; e l'animale assume allora l'aspetto di una capra con uno zerbino sulla schiena».

Come emerge da questi passi la variabilità è prodotta in misura significativa anche dall'influenza diretta e indiretta delle condizioni di vita (alimentazione,

clima ecc.) e naturalmente dagli effetti dell'uso e disuso e dalla continua selezione operata dall'uomo. Per esempio i conigli domestici secondo Darwin hanno subito una serie di modificazioni che così riassume:

«Per il cibo abbondante e nutrimento, unito al poco esercizio, e alla continua selezione degli individui più pesanti, il peso delle razze più grandi si è più che raddoppiato. Le ossa degli arti sono aumentate di peso (seppure le zampe posteriori meno di quelle anteriori), nella proporzione richiesta dal peso accresciuto del corpo; [...] In seguito all'incremento delle dimensioni del corpo, la terza vertebra cervicale ha acquistato i caratteri propri della quarta vertebra cervicale, e l'ottava e la nona vertebra dorsale similmente hanno acquisito i caratteri propri della decima vertebra e delle successive. Nelle razze più grandi il cranio si è allungato, ma non in proporzione all'accresciuta lunghezza del corpo; le dimensioni del cervello non sono aumentate nel rapporto dovuto, o in realtà sono addirittura diminuite, e di conseguenza la scatola ossea del cervello è rimasta ristretta, il che ha modificato per correlazione le ossa della faccia e la lunghezza complessiva del cranio. In tal modo, il cranio ha acquisito la sua caratteristica strettezza. [...] nelle razze più grandi il foro occipitale è generalmente molto meno scavato in profondità dei conigli selvatici. Certe parti delle scapola e le ossa terminali dello sterno sono diventate altamente variabili nella forma. Le orecchie sono state enormemente accresciute in lunghezza e in larghezza attraverso una selezione continuativa; il loro peso, congiunto probabilmente al disuso dei relativi muscoli, le ha portate a divenire pendenti, il che ha influito sulla forma e sulla posizione del meato uditivo osseo; e questo, a sua volta, per correlazione, ha leggermente alterato la posizione di quasi ogni osso della parte superiore del cranio, e persino dei condili della mascella inferiore».

Ancora Darwin nella *Variazione* parla delle modificazioni che subiscono gli animali sotto l'influenza dell'ambiente prendendo in esame i conigli rinselvatichiti dell'isola di Porto Santo, nell'arcipelago portoghese di Madera. I discendenti da una coniglia² (che aveva generato dei piccoli) immessa sull'isola nel 1418, nel corso del tempo avevano subito delle modificazioni: la superficie superiore del mantello era diventata più rossiccia, la gola e le altre parti della superficie inferiore erano di un color grigio pallido o piombo anziché essere di un bianco puro e la parte superiore della coda era bruno-rossastra e le estremità delle orecchie non presentavano alcuna traccia del margine nero. Nel mese di giugno 1861 Darwin esaminò due conigli rinselvatichiti di Porto Santo che presentavano le caratteristiche descritte; quando nel mese di febbraio 1865 gli fu spedito dal Giardino Zoologico il cadavere di uno di questi due conigli, con suo grande stupore si accorse che le orecchie erano palesemente orlate e

² Darwin riporta che «i conigli inglesi domestici presentano la superficie superiore della coda e le estremità delle orecchie rivestiti di un pelo grigio nerastro».

la superficie superiore della coda era ricoperta di pelo color grigio nerastro e l'intero corpo era decisamente meno rossiccio. Darwin ne concluse che *«sotto l'influenza del clima inglese, in meno di quattro anni, questo individuo aveva recuperato il colore suo proprio»*. In altre parole il coniglio di Porto Santo aveva riacquisito in vita le caratteristiche del coniglio domestico dal quale discendeva. Qui si tratta di un caso inverso rispetto al processo di inselvaticamento che porta specie domestiche ad acquisire le caratteristiche del selvatico dal quale discende. Se l'ambiente è così potente nell'influenzare gli animali domestici rimessi in natura a tal punto da far comparire i caratteri ancestrali perduti, ergo l'ambiente allo stesso modo influenza potentemente gli animali selvatici. Questo il postulato a cui Darwin sembra giungere per analogia con delle precisazioni: rispetto alle razze domestiche, dove l'uomo ha prodotto per selezione delle modificazioni per suo utile, *«le specie naturali, al contrario, si sono modificate esclusivamente a loro proprio vantaggio, per adattarsi a condizioni di vita estremamente diversificate, per sottrarsi a nemici di ogni tipo e per lottare contro una grande quantità di competitori»*.

Darwin attribuisce l'estrema plasticità che si riscontra negli animali domestici al fatto che questi ultimi *«sono stati generalmente soggetti a cambiamenti più repentini e a condizioni non uniformi»*, rispetto agli animali allo stato naturale.

«Salvo eccezioni estremamente rare, tutti gli animali e le piante che sono stati domesticati da lungo tempo sono variati ampiamente. [...] Gli animali e le piante allo stato domestico sono variati in grado di gran lunga maggiore rispetto alle forme che in natura si classificano sotto la medesima specie».

A questi dati Darwin aggiunge il fatto che il cambiamento delle condizioni di vita (ambiente) produce un'influenza importante sul sistema riproduttivo, determinando quelle piccole differenze costituzionali tra gli individui che si riscontrano alla nascita ed è dunque portatore di variabilità:

«Gran parte delle specie naturali è stata abituata a cambiamenti di vita pressoché uniformi per un tempo incomparabilmente più lungo delle razze domestiche; e sappiamo per certo che il cambiamento delle condizioni di vita esercita un'influenza speciale e potente sul sistema riproduttivo».

Darwin inoltre riteneva che la variabilità non fosse legata necessariamente al sistema sessuale e molte *«deviazioni di struttura derivano da mutate condizioni che agiscono direttamente sull'organizzazione, indipendentemente dagli organi produttivi»* e qui subentra ancora l'influenza dell'ambiente che *«in alcuni casi possiamo essere sicuri di ciò, quando tutti o quasi tutti gli individui che sono esposti alle medesime condizioni risultano modificati in maniera simile e definita»*. Darwin cita diversi casi di cambiamenti dovuti proprio alle mutate condizioni ambientali: i cambiamenti che interessano il mais quando viene coltivato in Germania, dunque in un clima freddo o il cambiamento del vello delle pecore allevate ai tropici.

Nel passo a seguire Darwin si spinge oltre: i cambiamenti che subentrano degli esseri viventi, dovuti alle mutate condizioni di vita, non interessano soltanto la morfologia dell'organismo, ma anche il comportamento, caratteristiche che il naturalista ritiene ereditabili.

«È noto come la disposizione mentale, i gusti, le abitudini, i movimenti di consenso, il silenzio, il suono della voce siano ampiamente variati nei nostri animali domestici, e siano diventati ereditari. [...] Dei nuovi caratteri possono comparire e scomparire in ogni stadio della crescita, ed essere ereditati nel corrispondente periodo».

Per Darwin le condizioni ambientali (parliamo ancora di ereditarietà morbida, e dunque di uno dei principi lamarckiani) fanno scattare in un individuo i processi di reversione, riportando in vita caratteri perduti o allo stato latente:

[...] Il principio della reversione è il più singolare degli attributi dell'ereditarietà. [...] La reversione, seppur dipenda da qualche insolita e favorevole combinazione di circostanze, non è un evento raro, anzi; [...] Noi sappiamo che i cambiamenti nelle condizioni di vita hanno la capacità di evocare caratteri perduti da lungo tempo, come nel caso degli animali rinselvaticiti».

«Sappiamo che alcune volte [la reversione] agisce durante la crescita di uno stesso individuo, specialmente, sebbene non esclusivamente, quando esso abbia origine da un incrocio – come è accaduto nei casi descritti di polli, conigli, piccioni, mucche che, con l'avanzare dell'età, sono tornati per reversione ai colori di uno dei loro genitori, o dei loro antenati».

In questo caso vediamo come le condizioni ambientali (clima, alimentazione ecc., quello stesso ambiente che Darwin inizialmente riteneva di scarsa importanza nei processi evoluti) influiscano sugli organismi viventi al punto da innescare meccanismi di reversione dei caratteri ancestrali. In questo altro pensiero, Darwin elabora il concetto più compiutamente:

«La variazione, nel senso comune del termine, agisce così incessantemente, che costituisce di certo una parte essenziale della legge generale dell'ereditabilità. [...] La tendenza alla reversione è spesso indotta da un cambiamento nelle condizioni di vita, e in maniera più evidente è provocata dall'incrocio».

Dagli scritti di Darwin emerge dunque come egli attribuisca allo stesso ambiente un ruolo fondamentale nei processi di reversione. Un animale domestico immesso in natura assume, grazie all'influenza diretta dell'ambiente, i caratteri ancestrali dei suoi progenitori selvatici. Lo vediamo ancora in questo scritto:

«Possiamo esseri sicuri che in ogni creatura vivente giace una gran quantità di caratteri perduti, pronti a evolversi in condizioni opportune. Come possiamo rendere intellegibile, e mettere in connessione con altri fatti, questa magnifica capacità di reversione, cioè questo potere di riportare in vita caratteri da lungo tempo perduti?».

Darwin finisce per assegnare all'influenza diretta e indiretta dell'ambiente

una considerevole importanza nel produrre variabilità, ma come abbiamo visto in misura maggiore lo sono gli effetti dell'uso e del disuso, naturalmente il tutto deve passare sotto le forche caudine della selezione naturale, a cui spetta l'ultima parola.

4. Considerazioni conclusive

Si è visto come Darwin tenda a sminuire, per diversi motivi, l'importanza dei principi lamarckiani: le iniziali incertezze e cautele del naturalista inglese sugli effetti dell'uso e del disuso e soprattutto sull'influenza dell'ambiente nel produrre modificazioni negli esseri viventi, gradualmente andranno affievolendosi e muteranno verso una più compiuta e matura idea della loro importanza, fino ad accettarli interamente ed essere inclusi nella sua teoria dell'evoluzione.

Perché “leggiamo” questo graduale percorso di elaborazione del pensiero darwiniano? Darwin semplicemente ne ha voluto lasciare traccia, come se avesse voluto conservarne i passaggi per dimostrare *in primis* a sé stesso e poi agli altri, attraverso quel sofferto e documentato ragionamento che ha portato alla costruzione della rivoluzionaria teoria dell'evoluzione per selezione, come i principi lamarckiani entrassero a pieno titolo nei processi evolutivi alla base della variabilità che si riscontra negli esseri viventi.

Darwin, pertanto, non accetta freddamente i principi lamarckiani perché in qualche modo costretto, come qualcuno ha scritto, dovendo dare una spiegazione rispetto alle cause della variabilità, tant'è che trova nella teoria della pangenesi l'espedito di comodo per spiegarla. A quei principi dell'eredità dei caratteri acquisiti che non lo convincevano, che gli suscitavano perplessità e dubbi e che emergono in tanti passi, subentrava gradualmente una diversa interpretazione, arrendendosi all'idea della loro importanza nell'economia dei processi evolutivi. Si “legge” questa tormentata elaborazione del suo pensiero, come di un'arringa di un avvocato che non è convinto delle prove che vuole addurre a difesa della sua tesi (i principi lamarckiani) e che dunque indaga, è titubante, è cauto ma va convincendosi sempre di più della bontà di quelle prove che gli sembravano deboli fino a farle entrare a pieno titolo nel corpo principale della sua tesi difensiva e infine si uniranno alla prova madre: il meccanismo della selezione naturale. Abbiamo un passo dai toni accalorati, dove Darwin diventa l'avvocato del diavolo difendendo uno di quei principi che lo lasciavano assai perplesso, in questo caso l'influenza diretta dell'ambiente sugli organismi viventi e l'ereditabilità di tali caratteri acquisiti in vita:

«Qualche autore adopera il termine “variazione” in senso tecnico, applicandolo a modificazioni provocate direttamente dalle condizioni ambientali e ritiene che le variazioni così intese non siano ereditabili. Ma come è possibile escludere che le dimensioni ridottissime dei molluschi che abitano le

acque salmastre del Baltico, o delle piante che crescono sulle cime alpine o della folta pelliccia di un animale nordico non siano ereditabili almeno per qualche generazione?».

Infine è importante sottolineare come il ruolo che Darwin assegna all'ereditarietà morbida sia stato pressoché unanimemente accettato dalla critica straniera e nostrana pur marcando, i diversi autori, dei distinguo circa la misura in cui tali principi sono stati accolti; con qualche eccezione illustre.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Prof. Giovanni Tosatti per l'importante, meticoloso lavoro di lettura critica del testo e di impaginazione, nonché per la felice scelta delle due figure con le puntuali didascalie, e la Prof.ssa Andrea Mary Lord per la revisione dell'Abstract.

Bibliografia

- DARWIN C., 1839 – *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*. Giunti, Firenze (2002), 647 pp.
- DARWIN C., 1859 – *L'origine delle specie*. Introduzione di P. Omodeo, Newton Compton, Roma (1995), 444 pp.
- DARWIN C., 1868 – *La variazione degli animali e delle piante allo stato domestico*. In: A. Volponi (a cura di), prefazione di T. Pievani, Einaudi, Milano (2011), 916 pp.
- DARWIN C., 1836-1844 – *Taccuini (Taccuino Rosso, Taccuino B, Taccuino E)*. In: T. Pievani (a cura di), prefazione di N. Eldredge, traduzione di I.C. Blum, Laterza, Roma (2008), 372, pp.
- ELDRIDGE N., 2006 – *Darwin. Alla scoperta dell'albero della vita*. Codice Edizioni, Torino, 276 pp.
- GAYON J., 1998 – *Darwinism's struggle for survival*. University Press, Cambridge, 516 pp.
- GOULD S.J., 2003 – *La struttura della teoria dell'evoluzione*. A cura di T. Pievani, Codice Edizione, Torino, 1732 pp.
- HULL D.L., 1973 – *Darwin and his critics: the reception of Darwin's theory of evolution by the scientific community*. University Press, Harvard, 486 pp.
- IANNICIELLO R., 2020 – *Il ruolo dell'ereditarietà morbida in Darwin*. Prefazione di T. Sollai, Aracne Edizioni, Roma, 88 pp.
- LAMARCK J.B., 1793-1820 – *Opere*. In: P. Omodeo (a cura di), UTET, Milano (1969), 480 pp.
- LAMARCK J.B., 1809 – *Filosofia zoologica e altri naturalia*. In: G. Barsanti (a cura di), Mimesis, Milano (2020), 269 pp.
- MAYR E., 1994 – *Un lungo ragionamento. Genesi e sviluppo del pensiero darwiniano*. Bollati Boringhieri, Torino, 199 pp.
- MONTALENTI G., 1974 – *Darwin, introduzione all'evoluzionismo*. Newton Compton, Roma, 299 pp.
- OMODEO P., 1960 – *Darwin e l'ereditabilità dei caratteri acquisiti*. Scientia, **XCIV**, pp. 22-31, Milano.
- PARISI G., 2015 – *Le basi che promossero l'evoluzione del concetto di ereditarietà - da Aristotele ai post-darwinisti*. Aracne Edizioni, Roma, 527 pp.
- PIEVANI T., 2012 – *Introduzione a Darwin*. Laterza Editori, Roma-Bari, 194 pp.
- PIEVANI T., 2015 – *Leggere L'origine delle specie di Darwin*. Ibis, Como - Pavia, 232 pp.
- PIEVANI T., 2020 – *Anatomia di una rivoluzione - la scoperta scientifica di Darwin*. Mimesis, Milano, 196 pp.
- VOLPONI A., 2011 – *Splendori e miserie della più grande opera di Darwin*. In: C. Darwin "La variabilità degli animali e delle piante allo stato domestico", Einaudi, Torino.



Lorenzo Rossi*, Veronica Padovani**

The Science of Monster Hunting

Abstract

Cryptozoology is a controversial discipline – often listed among the so-called pseudo-sciences – dedicated to the study of animal species whose existence is not supported by solid empirical evidence. Despite being characterised by a general lack of method, this paper will examine some aspects of cryptozoology that were developed and successfully used in the context of biological science. In a time characterized by ever-increasing loss of biodiversity, complex social relationships, and human-wildlife conflict, an interdisciplinary approach is an essential tool for conservation and a scientific approach to cryptozoology would bring about a beneficial contribution to the process.

Riassunto

La Scienza della caccia ai mostri. *La criptozoologia è una controversa disciplina, spesso annoverata tra le cosiddette pseudoscienze, dedicata allo studio di specie animali la cui esistenza non è supportata da solide prove empiriche. Nonostante sia caratterizzata da una generale mancanza di metodo, prenderemo qui in esame alcuni suoi aspetti elaborati e utilizzati con successo nell'ambito delle scienze biologiche. In un'epoca caratterizzata da una sempre maggiore perdita di biodiversità, complessi rapporti sociali e conflitti tra uomo e fauna, in cui l'interdisciplinarietà è uno strumento ormai indispensabile per la conservazione, un approccio scientifico alla criptozoologia potrebbe essere incluso in questo processo arrecando benefici.*

Keywords: *Cryptozoology, ethnozoology, conservation, biodiversity, pseudo-sciences*

Parole chiave: *Criptozoologia, etnozoologia, conservazione, biodiversità, pseudoscienze*

* Museo dell'Ecologia di Cesena, Piazza P. Zangheri 6, 47521 CESENA (Italy), e-mail: info@associazioneorango.com.

** Informal science educator, Università di Modena e Reggio Emilia, MODENA (Italy); e-mail: vpadovan@unimore.it.

1. Introduction

In recent years, there has been a growing awareness that biodiversity conservation can no longer be pursued just from the perspective of biological sciences (cf. Alves & Albuquerque, 2018). Literature adopting this approach has not just considered the more “traditional” ethical, political and social aspects, but has also explored fields that could be considered “unconventional” (see Loxdale *et al.*, 2016; Watson & Davis, 2017; Holmes *et al.*, 2018) and proposed multidisciplinary strategies for the most particular cases, such as the conservation of species that have become so rare that they are considered extinct by some (Black, 2020).

The attempt by French-Belgian zoologist Bernard Heuvelmans (1916-2001) to establish a branch of zoology named cryptozoology, can perhaps be considered the most ambitious effort in this sense in the modern era.

Heuvelmans defined cryptozoology as:

«The scientific study of hidden animals, i.e., of still unknown animal forms about which only testimonial and circumstantial evidence is available, or material evidence is considered insufficient by some» (Heuvelmans, 1988).

Although generally regarded by critics as a pseudoscience, devoted to monsters and zoologically improbable creatures (e.g. Simpson, 1984; Loxton & Prothero, 2013), one of Heuvelmans’ ideas on the usefulness and necessity of cryptozoology was that it would help conservation of animal species and populations by “accelerating” the processes underlying their discovery and description, because only what is scientifically recognized can benefit from scientific research and study. An in-depth review of the discipline, its history, major criticism received in academia, and its current status was the subject of a previous paper (see Rossi, 2016). The aim of this work is to examine some aspects of cryptozoology and how Heuvelmans’ ideas “anticipated” concepts, independently elaborated and explored by other authors, and were subsequently addressed in science.

2. From “Lazarus species” to “unknown knowns”

One of the zoological categories that Heuvelmans indicated as the object of study of cryptozoology concerned taxa that were considered extinct and whose possible survival was unknown to science: *«For instance, it would include [...] animals which are well-known, but not known to live now»* (Greenwell, 1984).

At the time, Heuvelmans was inspired by the discovery of the West Indian Ocean coelacanth (*Latimeria chalumnae*), a present-day species of the order Coelacanthiformes (Fig. 1), previously considered extinct for 65 million years and discovered alive in 1938 (Smith, 1939), and of the Chacoan peccary (*Catagonus wagneri*), known by the natives of Gran Chaco as *curé-buro* and

discovered in 1972, but previously known only from fossil specimens and believed to have become extinct 20,000 years ago (Wetzel *et al.*, 1975).



Fig. 1 – Stuffed specimen of coelacanth *Latimeria chalumnae* Smith, 1939 (Natural History Museum, Vienna).

In an attempt to summarize Heuvelmans' ideas, that appeared disjointedly in the most disparate types of publications and in different languages (see Rossi, 2016), Greenwell identified categories of animals relevant to cryptozoology, including:

“Category IV: Known taxa which supposedly became extinct during historical times, but which may have survived far longer than originally believed, or may have survived to the present” (Greenwell, 1985).

“Category V: Representatives of fossil forms believed to have become extinct during geological times, but which may have survived into historical times, or even to the present” (Greenwell, 1985).

In the same years, the concept “Lazarus effect” was coined (Flessa & Jablonski, 1983; Jablonski, 1986) and subsequently explored in Palaeontology, as a term that indicated the reappearance of taxa after long periods of apparent absence from the fossil record. Later this concept was extended by referring to the discovery in life of taxa considered extinct as “very special cases of the Lazarus effect” (Dawson *et al.*, 2006).

The most emblematic case of this is the Laotian rock rat (*Laonastes aenigmamus*), a rodent of the family Diatomyidae (Fig. 2), previously considered extinct for 11 million years, found living in the Khammouan region in Laos (Jenkins *et al.*, 2005).

The term “Lazarus effect” is now commonly used in biology to indicate the survival of any taxon considered extinct but then “reappeared”, regardless of the lapse of time. The cases in literature are numerous: a review counted 351 in the last 122 years (Scheffers *et al.*, 2011) and new ones can be listed since that publication (e.g. Demaya *et al.*, 2019; Fisher & Fisher, 2021).



Fig. 2 – Laotian rock rat *Laonastes aenigmamus* Jenkins, Kilpatrick, Robinson & Timmins, 2005 (after Wikimedia Commons, public domain).

The importance of the study of “Lazarus species” for conservation was addressed by Collar (1998) when he coined the term “Romeo error”. This concept indicates that conservation biologists must not prematurely presume a species extinct, thus causing the termination of any attempt to safeguard it. The author drew inspiration from the case of the island of Cebu (Philippines), historically affected by the problem of deforestation and from which 2 species and 8 endemic subspecies of birds were thought to have almost completely disappeared as early as the beginning of 1900 (McGregor, 1907). At the end of the 1950s, there seemed to be no more original forest patches (Rabor, 1959) and so by the 1960s Cebu was ignored by biologists. Then, in 1992 birdwatcher and ornithologist R.J. Timmins went to the island and managed to locate the small patch of forest now known as “Tabunan”, in which he identified 4 of the 10 “lost taxa” (Dutson *et al.*, 1993). Paradoxically, this patch lies in an area that had been declared protected as early as 1936 (Cebu National Park), but that had remained a “paper park” and only recently is being effectively protected and valued, thanks to Timmins’ discovery.

This is not an isolated case, since determining the extinction of a species can be extraordinarily difficult (see Jarić & Roberts, 2014) even when it concerns large animals that should presumably be easier to identify. For example the Caspian tiger (*Panthera tigris virgata*), declared extinct in the early 1970s but probably present in Turkey until the 1990s (Can, 2004) and the Barbary lion

(*Panthera leo leo*), considered extinct since 1958, but probably still present in the early 1960s in Algeria and Morocco (Black *et al.*, 2013). In both cases, due to the assumption of extinction, it was not possible to do anything to protect what remained of the populations.

Usually, when a population reaches very low numbers – thus becoming rare and difficult to observe – information on their possible presence can be difficult to assess and is often considered unreliable by zoologists. The tendency to spot animals that presumably no longer exist has been defined “Thylacine effect” (MacPhee & Flemming, 1999), from the well-known species of marsupial carnivore (*Thylacinus cynocephalus*) considered extinct in recent times in Tasmania (Fig. 3). Now, not a year goes by without sightings being recorded both in Tasmania and in mainland Australia (Smith, 1981; Heberle, 2004), although objective evidence is totally lacking.

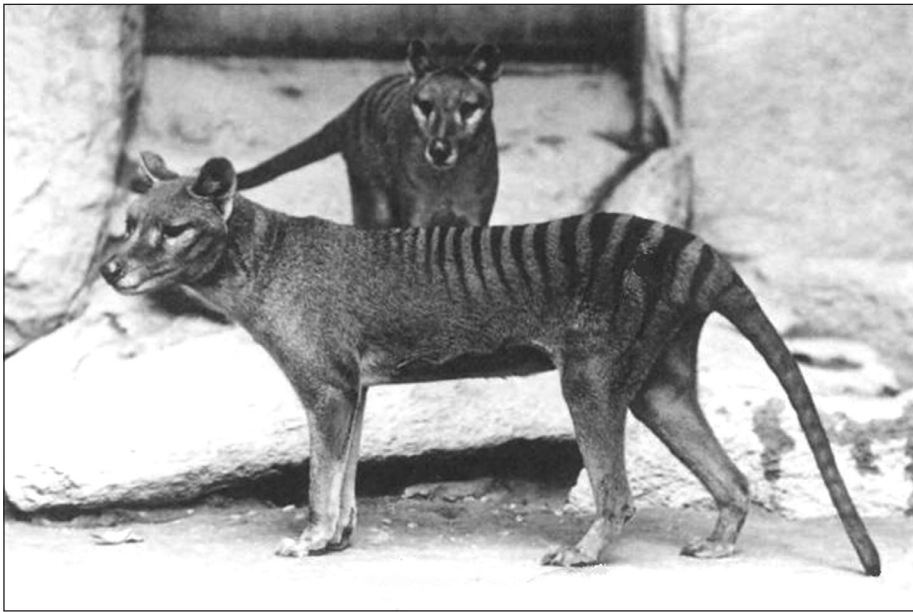


Fig. 3 – Couple of thylacines *Thylacinus cynocephalus* Harris, 1808 (Hobart Zoo, photo 1921). The last specimen – a male named Benjamin – died in captivity in 1936.

Watson & Davis (2017), however, stressed how too sceptical an attitude from academia means that often the news of expeditions in search of species considered extinct are treated with disdain, often damaging the reputation of those who lead them. As a result, it becomes very difficult to obtain funds for this type of research, which is often carried out by passionate naturalists in their

spare time. Yet, conservation can benefit from such research even when the species under investigation is not found. For example, the so-called umbrella protection can involve entire ecosystems associated with a “lost species”, as in the case of the Ivory-billed Woodpecker (*Campephilus principalis*) (Fig. 4).

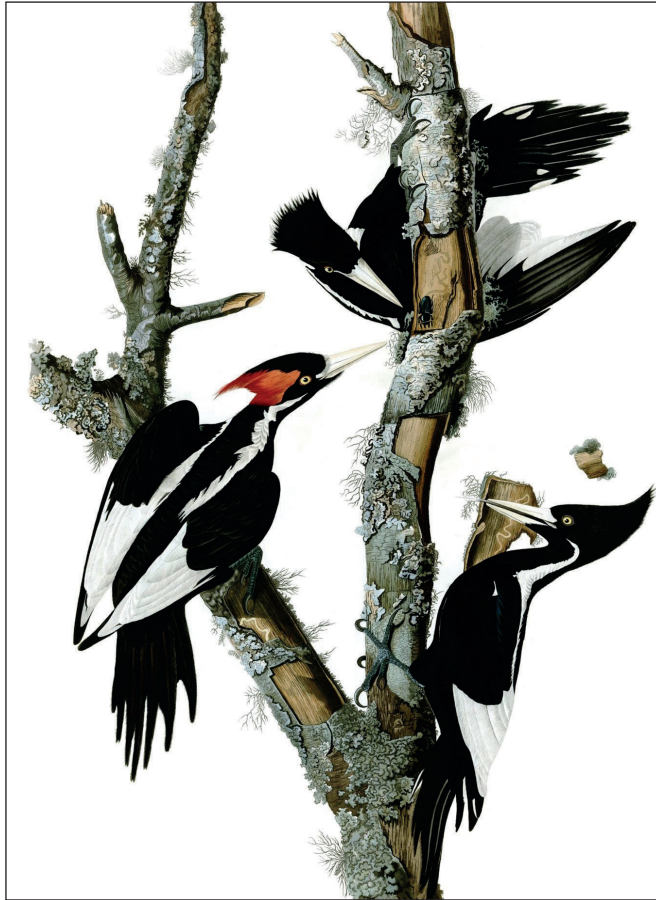


Fig. 4 – Male (left) and female of ivory-billed woodpecker *Campephilus principalis* (painting by John James Audubon, circa 1830).

Considered as potentially extinct throughout its range, since 2004 several reports seemed to indicate its survival (Fitzpatrick *et al.*, 2005; Hill *et al.*, 2006), which, despite the fact that it was never confirmed, allowed the establishment of a consortium for the management of the native forests of the northern Mississippi valley.

Finally, it is interesting to note how the concept of “category IV” inspired by Heuvelmans’ work matches in many respects that of “unknown knowns” that Loxdale *et al.* (2016) derived from a knowledge-data framework based on the political-military statement by former US Secretary of Defence Donald Rumsfeld (<https://archive.today/20180320091111/http://archive.defense.gov/Transcripts/Transcript.aspx?TranscriptID=2636>): «*The unknown knowns, those species which we know did once exist, and assume are now extinct for whatever reason, but because of poor data, including observational and poor sampling, cannot prove one way or the other*».

3. Cryptozoology and Ethnozoology

One aspect addressed by Heuvelmans in his elaboration of cryptozoology is the importance of the role of native populations in guiding the discovery or rediscovery of animal species:

«*The science of hidden animals... more generally referred to as “unknowns”, even though they are typically known to local populations – at least sufficiently so that we often indirectly know of their existence, and certain aspects of their appearance and behaviour*» (Heuvelmans, 1982).

«*They are, to put it briefly, native-known, or, if one wishes to use scientific jargon, ethnognostic. Therefore, more circumstantial evidence can be extracted by the cryptozoologist from ethnographical sources*» (Heuvelmans, 1988).

Although Heuvelmans cites ethnographic sources, he never mentions ethnozoology, a term coined in 1899 (Mason, 1899). Heuvelmans used the term cryptozoology for the first time in a publication in 1965, but its first appearance in literature is due to Blancou (1959) who dedicated one of his books to Heuvelmans calling him “the father of cryptozoology”. Actually, Heuvelmans used this term before then in his numerous private correspondences, but it still seems strange that he was not aware of the word “ethnozoology”. It is likely that its non-use was voluntary, perhaps because unlike ethnobotany, which developed with great success starting in 1895, ethnozoology was not taken into particular consideration for several years. Furthermore, Mason proposed it as a branch of zootechnology dedicated only to utilitarian aspects of animal species for local populations (Clément, 1998).

Henderson & Harrington (1914) later redefined it as “the study of existing cultures and their relationships with the animals in their surrounding environments”. This allowed further developments of the discipline, which began to consider folkloric aspects as well (Sturtevant, 2013). However, among the different fields in which ethnozoology has evolved as reported by Alves *et al.* (2018), the debate on the existence of possible new species, on the survival of Lazarus species, or on known species in undocumented areas is still rather

neglected by ethnozoologists if not in some rare instances (Forth, 2017; Walsh & Goldman, 2017).

Zoologists have debated the scientific reliability of traditional ecological knowledge, but although it may be able to lead to new scientific discoveries (Johannes, 1981) they are generally reluctant to investigate these issues (Johannes, 1989; Cozzuol *et al.*, 2014). The major obstacle seems to be the need to use social science tools and the reluctance of researchers to collaborate with native populations (Huntington, 2000). On the other hand, even on those rare occasions when ethnozoologists approached cryptozoological matters, they seemed to overlook zoological sciences, leaning towards social and folkloric aspects only (e.g. Hurn, 2017). This lack of permeability on both sides makes cryptozoology a kind of “bridge” that biologist and sociologist of science Benoit Grison has defined as “a particular form of ethnozoology” (Grison, 2017).

4. The unexpected usefulness of fantastic animals

The aspect that prevented cryptozoology the most from being accepted as a branch of zoology was certainly the fact that it gained popularity among the public thanks to the fascination exercised by animals whose existence is, from a biological point of view, unlikely.

Although Heuvelmans himself had indicated the problem by pointing out that the animals studied in cryptozoology must have a ‘certain implicit plausibility “and be “coherent with the most advanced scientific knowledge of our time “(Heuvelmans, 1987a), it is undeniable that most of his production is linked to unlikely animals such as presumed present-day African dinosaurs (Heuvelmans, 1978), Neanderthal men (Heuvelmans, 1974) and sabre-toothed cats (Heuvelmans, 2007).

It is also worth noting that the very concept of cryptozoology was inspired to him by his research on the fabulous “sea serpents”, of which he did not hesitate to “scientifically” describe nine different species (Heuvelmans, 1965).

Heuvelmans understood the importance of the myths behind the identification of animals that turned out to be real (Heuvelmans, 1987b), but he was criticized for his tendency to reduce each myth to the existence of an unknown animal without considering other explanations (Groves, 1984; Conway *et al.*, 2013). Ironically, the oversimplification approach has recently been criticized also in relation to the sceptical approach towards “magical animals” due to the lack of knowledge in the relevant disciplines (Holmes *et al.*, 2018).

According to the authors, this lack of multidisciplinary vision prevents us from assessing the positive impact that fantastic animals (or fantastic attributes of real animals) can have on conservation. For example, in 2013

the construction of a highway in Iceland was stopped because it would have crossed the habitat of a “valued (albeit non-existent) species”: the Huldufólk (The Guardian, 2013). Furthermore, in 2005 the Bhutanese government used a \$ 700,000 funding to improve the conservation of the Sakteng Wildlife Sanctuary, a wildlife sanctuary created specifically to protect the habitat of the *migoi* (the local yeti) (Gordon, 2005).

Since they are not often debated in academia, cryptozoological issues are instead usually tackled by so-called “sceptics” or “debunkers”, who often exasperate and misuse concepts such as Occam’s razor by oversimplifying the explanation of a phenomenon, especially when lacking specific knowledge that they mistakenly think can be replaced with “critical attitude”.

Despite the preference for simplicity being a legacy of 17th century theology and despite the scarceness of empirical evidence in favour of such an approach in science (Crick, 1988; Oreskes *et al.*, 1994), oversimplification has often been used to provide explanations in contrast to supposedly unscientific hypotheses, often with no effort to examine phenomena in their complexity.

This happened for example with the impressive amount of literature available about sea serpents in the period from 1800 to 1900 (Heuvelmans, 1965). Taking into consideration the famous case of the Gloucester sea snake, a large marine animal apparently endowed with numerous humps observed by hundreds of witnesses, Joe Nickell, using just the details extrapolated from a single sighting, ascribed the mysterious animal to a narwhal (*Monodon monoceros*) (Nickell, 2019). At the same time, an in-depth analysis by France (2019, 2020) showed how many of these sightings can be explained with marine animals trapped in nets, lines and rows of floating buoys, and thus allowed the pre-dating of the phenomenon of marine animals’ entanglement with debris of human origin to a time before the advent of plastics.

Another emblematic case that calls for increased attention in the field of cryptozoology as a potential tool for conservation is that of the Zanzibar leopard. Once considered an endemic subspecies of Unguja (*Panthera pardus adersi*), the largest island in the Zanzibar archipelago, it was never scientifically studied in nature despite being the largest predator on the island. Its decline began in the mid-1900s with the large-scale transformation of the island’s landscape (Walsh & Goldman, 2017). Despite the British protectorate declaring it a protected species, the natives continued to hunt it, both for its increasingly frequent habit of approaching human settlements (due to habitat destruction), and for a complex system of beliefs that identified “confidant” leopards with familiars instructed by witches to harm people (Walsh & Goldman, 2007). After the Zanzibar revolution in 1964, the new government launched an extermination campaign against the species which was declared extinct in the early 1970s.

Zoologists resumed their interest in the Zanzibar leopard only in the 1990s (Archer, 1994), reporting alleged sightings and reports that have never been confirmed to date (Walsh & Goldman, 2008). As an additional element typical of any self-respecting “mysterious animal” case, a video that allegedly portrays a specimen was obtained in 2018 by an Animal Planet crew during the making of a television programme, but the veracity of said footage remains very doubtful (see Rossi *et al.*, 2020).

It seems evident that more productive collaboration between all the parties involved, taking into account political aspects, conservation of the species, the role of local populations and their beliefs, the delay with which biologists studied the species in nature could have been reduced, the premature assumption of extinction could have been avoided and measures to prevent it could have been taken. By doing that, the history of this population of felids would have had a different ending.

5. Conclusions

For a long time “ghettoized” by the scientific community, “uncertain animals” have a relevance that only recently seems to have been acknowledged by those who are involved in conservation.

Because of a number of unresolved issues (see Rossi, 2016), cryptozoology may very well remain a discipline relegated between the indefinite borders that separate science and pseudoscience, but many of its concepts and methods have actually been successfully used on several occasions by zoologists (Adams & McCorristine, 2017).

With the current extinction rate, which also includes species not yet discovered and described (Giam *et al.*, 2012), the challenge for conservation has an absolute need for an increasingly “open” and interdisciplinary process that includes a scientific cryptozoological approach.

References

- ADAMS B., MCCORRISTINE S., 2017 – *How the search for mythical monsters can help conservation in the real world*. <https://theconversation.com/how-the-search-for-mythical-monsters-can-help-conservation-in-the-real-world-81769#> [accessed 4 July 2021].
- ALVES R.R.N., ALBUQUERQUE U.P., 2018 – *Ethnozology animals in our lives*. Elsevier, Amsterdam.
- ALVES R.R.N., SOUTO W.M.S., ALBUQUERQUE U.P., 2018 – *Ethnozology: Conceptual and Historical Aspects*. In: “Ethnozology Animals in our Lives”, Elsevier, pp. 9-24.
- ARCHER A.L., 1994 – *A survey of hunting techniques and the results thereof on two species of Duiker and the Suni Antelopes in Zanzibar*. Report to FINNIDA/Forestry Sector, Commission for Natural Resources, Zanzibar.
- BLACK S.A., 2020 – *Assessing Presence, Decline, and Extinction for the Conservation of Difficult-to-Observe Species*. In: “Problematic Wildlife II”, Springer, Cham, pp. 359-392.
- BLACK S.A., FELLOUS A., YAMAGUCHI N., ROBERTS D.L., 2013 – *Examining the Extinction of the Barbary Lion and its Implications for Felid Conservation*. PLoS One, doi: 10.1371/journal.pone.0060174.
- BLANCOU L., 1959 – *Géographie cynégétique du monde*. Presses Universitaires de France, Paris.
- CAN O.E., 2004 – *Status, Conservation and Management of Large Carnivores in Turkey*. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Standing Committee 24th Meeting, Strasbourg, 29 November-3 December 2004.
- CLÉMENT D., 1998 – *The historical foundations of ethnobiology (1960-1899)*. J. Ethnobiol., **18**, pp. 161-187.
- COLLAR N.J., 1998 – *Extinction by assumption; or, the Romeo Error on Cebu*. Oryx, **32**, pp. 239-244, doi: 10.1046/j.1365-3008.1998.d01-51.x.
- CONWAY J., KOSEMAN C.M., NAISH D., 2013 – *Cryptozoologicon*. Vol 1, Irregular Books.
- COZZUOL M.A., DE THOISY B., FERNANDES-FERREIRA H. ET AL., 2014 – *How much evidence is enough evidence for a new species?* J. Mammal, **95**, pp. 899-905, doi: 10.1644/14-MAMM-A-182.
- CRICK F., 1988 – *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*. Basic Books, New York.
- DAWSON M.R., MARIVAUX L., LI C.K. ET AL., 2006 – *Laonastes and the “Lazarus effect” in recent mammals*. Science, **311**, pp. 1456-1458, doi: 10.1126/science.1124187.
- DEMAYA G.S., BENANSIO J.S., LADO T.F. ET AL., 2019 – *Rediscovery of the Nubian Flapshell Turtle (Cyclanorbis elegans) in South Sudan*. Chelonian Conserv. Biol., **18**, pp. 62-67, doi: 10.2744/18.1.62.
- DUTSON G.C.L., MAGSALAY P.M., TIMMINS R.J., 1993 – *The rediscovery of the Cebu Flowerpecker (Dicaeum quadricolor), with notes on other forest birds on Cebu, Philippines*. Bird Conservation International, **3**, pp. 235-243.
- FISHER R.N., FISHER S.R., 2021 – *The Coyote Mountains’ Desert Snail (Sonorelix harperi carrizoensis), a Lazarus Species with the First Documentation of Live Individuals*. Bull. South Calif. Acad. Sci., **119**, pp. 49-54, doi: 10.3160/0038-3872-119.2.49.
- FITZPATRICK J.W., LAMMERTINK M., LUNEAU M.D. ET AL., 2005 – *Ecology: Ivory-billed woodpecker (Campephilus principalis) persists in continental North America*. Science, **308**, pp. 1460-1462, doi: 10.1126/science.1114103.
- FLESSA K.W., JABLONSKI D., 1983 – *Extinction is here to stay*. Paleobiology, **9**, pp. 315-321, doi: 10.1017/S0094837300007776.
- FRANCE R.L., 2019 – *Extreme Climatic Upheaval, Emergency Resource Adaptation, and the Emergence of Folkloric Belief: Geomythic Origin of Sea Serpents from Animals Becoming Entangled in Fishing Gear during New England’s nineteenth-century Social-Ecological Crisis*. Hum. Ecol., **47**, pp. 499-513, doi: 10.1007/s10745-019-00097-5.
- FRANCE R.L., 2020 – *Early entanglement of Nova Scotian marine animals in pre-plastic fishing gear or maritime debris: indirect evidence from historic ‘sea serpent’ sightings*. Proc. Nova Scotian Inst. Sci., **50**, p. 319, doi: 10.15273/pnsis.v50i2.10004.
- FORTH G., 2017 – *Cryptids, classification and categories of cats: An ethnozological study of unidentified felids from eastern Indonesia*. In: S. Hurn (ed.) “Anthropology and cryptozoology. Exploring encounters with mysterious creatures”, Routledge, London, New York.
- GIAM X., SCHEFFERS B.R., SODHI N.S. ET AL., 2012 – *Reservoirs of richness: least disturbed tropical forests are centres of undescribed species diversity*. Proc. Royal Soc. Biol. Sci., **279**, pp. 67-76. doi: 10.1098/rspb.2011.0433.
- GREENWELL R., 1984 – *The father of Cryptozoology gives his views on many matters*. ISSC, Newsletter, vol. **1**, no. 3.

- GREENWELL R., 1985 – *A classificatory system for cryptozoology*. *Cryptozoology*, **4**, pp.1-14.
- GRISON B., 2017 – *Bernard Heuvelmans et la Cryptozoologie: bilan et perspective in Bernard Heuvelmans un rebelle de la science*. Les Éditions de l'œil du sphinx, Paris.
- GROVES C.P., 1984 – *But how many large, terrestrial animal species remain to be discovered?* *Cryptozoology*, **3**, pp. 111-115.
- GORDON N., 2005 – *A most unusual sanctuary, where the Yeti roams free*. High Country News - Know the West, <https://www.hcn.org/issues/302/15666> [accessed 4 July 2021].
- HEBERLE G., 2004 – *Reports of alleged thylacine sightings in Western Australia*. *Conserv. Sci. West. Aust.*, **5**, pp. 1-5.
- HENDERSON J., HARRINGTON J.P., 1914 – *Ethnozoology of the Tewa Indians*. Bureau of American Ethnology Bulletin, **56**, pp. 1-76.
- HEUVELMANS B., 1965 – *Le grand serpent-de-mer*. Plon, Paris.
- HEUVELMANS B., 1974 – *L'Homme de Neandertal est toujours vivant*. Plon, Paris.
- HEUVELMANS B., 1978 – *Les derniers dragons d'Afrique*. Plon, Paris.
- HEUVELMANS B., 1982 – *What is cryptozoology?* *Cryptozoology*, **1**, pp. 1-12.
- HEUVELMANS B., 1987a – *La cryptozoologia: cosa è cosa non è*. *Abstracta*, **12**, pp. 68-75.
- HEUVELMANS B., 1987b – *La metamorfosi degli animali sconosciuti in bestie favolose*. *Abstracta*, **18**, pp. 68-75.
- HEUVELMANS B., 1988 – *The sources and method of cryptozoological research*. *Cryptozoology*, **7**, pp.1-21.
- HEUVELMANS B., 2007 – *Les félins encore inconnus d'Afrique*. Les Éditions de l'œil du sphinx, Paris.
- HILL G.E., MENNILL D.J., ROLEK B.W. ET AL., 2006 – *Evidence Suggesting that Ivory-billed Woodpeckers (Campephilus principalis) exist in Florida*. *Avian Conserv. Ecol.*, **1**, doi: 10.5751/ace-00078-010302.
- HOLMES G., SMITH T.A., WARD C., 2018 – *Fantastic beasts and why to conserve them: animals, magic and biodiversity conservation*. *Oryx*, doi: 10.1017/s003060531700059x.
- HUNTINGTON H.P., 2000 – *Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications*. *Ecological Applications*, **10**, pp. 1270-1274, doi: 10.1890/1051-0761(2000)010[1270:UTEKIS]2.0.CO;2.
- HURN S., 2017 – *Anthropology and cryptozoology: exploring encounters with mysterious creatures*. Routledge, London.
- JABLONSKI D., 1986 – *Causes and consequences of mass extinctions: a comparative approach*. In: D.K. Elliott (ed.) "Dynamics of Extinction", Wiley & Sons, New York, pp. 183-229.
- JARIĆ I., ROBERTS D.L., 2014 – *Accounting for observation reliability when inferring extinction based on sighting records*. *Biodivers. Conserv.*, **23**, pp. 2801-2815, doi: 10.1007/s10531-014-0749-8.
- JENKINS P.D., KILPATRICK W.C., ROBINSON M.F., TIMMINS R.J., 2005 – *Morphological and molecular investigations of a new family, genus and species of rodent (Mammalia: Rodentia: Hystricognatha) from Lao PDR*. *Syst. Biodivers.*, **2**, pp. 419-454, doi: 10.1017/S1477200004001549.
- JOHANNES R.E., 1981 – *Words of the Lagoon: fishing and marine lore in the Palau district of Micronesia*. University of California, Oakland.
- JOHANNES R.E., 1989 – *Traditional ecological knowledge: a collection of essays*. IUCN, Gland.
- LOXDALE H.D., DAVIS B.J., DAVIS R.A., 2016 – *Known knowns and unknowns in biology*. *Biol. J. Linn. Soc.*, **117**, pp. 386-398.
- LOXTON D., PROTHERO D.R., 2013 – *Abominable science! Origins of the Yeti, Nessie, and other famous cryptids*. Columbia University Press, New York.
- MCGREGOR R.C., 1907 – *Notes on birds collected in Cebu*. *Philippines Journal of Science*, **2**, pp. 298-309.
- MACPHEE R.D.E., FLEMMING C., 1999 – *Requiem Aeternam*. In: "Extinctions in Near Time", Springer US, pp. 333-371.
- MASON O.T., 1899 – *Aboriginal American Zoötechny*. *Am. Anthropol.*, **1**, pp. 45-81, doi: 10.1525/aa.1899.1.1.02a00040.
- NICKELL J., 2019 – *Gloucester Sea-Serpent Mystery: Solved after Two Centuries*. *Skeptical Inquirer*, <https://skepticalinquirer.org/2019/09/gloucester-sea-serpent-mystery-solved-after-two-centuries/> [accessed 4 July 2021].
- ORESQUES N., SHRADER-FRECHETTE K., BELITZ K., 1994 – *Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences*. *Science*, **263**, pp. 641-646.
- RABOR D.S., 1959 – *The Impact of Deforestation on Birds of Cebu, Philippines, with new Records for that Island*. *Auk*, **76**, pp. 37-43, doi: 10.2307/4081841.

- ROSSI L., 2016 – *A Review of Cryptozoology: Towards a Scientific Approach to the Study of 'Hidden Animals'*. In: F.M. Angelici (ed.) “Problematic Wildlife”, Springer, pp. 573-588.
- ROSSI L., SCUZZARELLA C.M., ANGELICI F.M., 2020 – *Extinct or perhaps surviving Relict Populations of Big Cats: their Controversial Stories and Implications for Conservation*. In: “Problematic Wildlife” II, Springer, pp. 393-417.
- SCHEFFERS B.R., YONG D.L., HARRIS J.B.C. ET AL., 2011 – *The world's rediscovered species: back from the brink?* PLoS One 6:e22531, doi: 10.1371/journal.pone.0022531.
- SIMPSON G., 1984 – *Mammals and cryptozoology*. Proc. Am. Philos. Soc., **128**, pp. 1-19.
- SMITH J.L.B., 1939 – *A living fish of Mesozoic type*. Nature, **143**, pp. 455-456. doi: 10.1038/143455A0.
- SMITH S., 1981 – *The Tasmanian Tiger*. National Parks and Wildlife Service, Tasmania, AUS.
- STURTEVANT W.C., 2013 – *Studies in ethnoscience*. In: “Theory in Anthropology: a Sourcebook”, Taylor & Francis, pp. 475-500.
- THE GUARDIAN, 2013 – *Elf lobby blocks Iceland road project*. <https://www.theguardian.com/world/2013/dec/22/elf-lobby-iceland-road-project> [accessed 30 June 2021].
- WALSH M.T., GOLDMAN H.V., 2007 – *Killing the king: the demonization and extermination of the Zanzibar leopard*. In: E. Dounais, E. Motte-Florac & M. Dunham (eds.) “Animal Symbolism. The ‘Keystone’ Animal in Oral Tradition and Interactions between Humans and Nature”, IRD, Paris.
- WALSH M.T., GOLDMAN H.V., 2008 – *Updating the Inventory of Zanzibar Leopard Specimens*. Cat News, **49**, pp. 4-6.
- WALSH M.T., GOLDMAN H.V., 2017 – *Cryptids and credulity. The Zanzibar leopard and other imaginary beings*. In: S. Hurn (ed.) “Anthropology and cryptozoology. Exploring encounters with mysterious creatures”, Routledge, London, New York.
- WATSON D.M., DAVIS R.A., 2017 – *Hopeful Monsters*. In: “Defense of Quests to Rediscover Long-Lost Species”, Conserv. Lett., **10**, pp. 381-382, doi: 10.1111/conl.12386.
- WETZEL R.M., DUBOS R.E., MARTIN R.L., MYERS P., 1975 – *Catagonus, an 'extinct' peccary, alive in Paraguay*. Science, **189**, pp. 379-381, doi: 10.1126/science.189.4200.379.



Ciro Tepedino*, Rita Maramaldo*

Attività inventariali della Collezione Franchini dal 1988 ad oggi

Riassunto

Giuseppe Franchini (1879-1938) insegnò Patologia tropicale presso l'Università di Bologna e perfezionò la sua brillante preparazione di medico tropicalista presso diverse rinomate istituzioni scientifiche in Italia e all'estero. Trasferitosi nel 1930 presso l'Ateneo modenese, con l'incarico di insegnamento di Patologia coloniale, portò con sé la sua collezione museale costituita soprattutto da reperti di interesse parassitologico e zoologico, raccolti da lui e dai suoi allievi in varie parti del mondo e utilizzati per ricerca e didattica. Dopo varie vicissitudini e trasferimenti, nel 1988 questa collezione entrò a far parte del Patrimonio museale del Dipartimento di Biologia animale dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Un primo lavoro di inventariazione su supporto informatico fu eseguito nel 1988; a questo seguirono altre due inventariazioni straordinarie nel 2012 e nel 2018.

Abstract

Inventories of the Franchini Collection from 1988 to date. Professor Giuseppe Franchini (1879-1938) taught Tropical Pathology at the University of Bologna and he perfected his expertise as tropicalist physician at some of the most renowned scientific institutions in Italy and abroad. He moved to Modena University in 1930, where he was appointed the chair of Colonial Pathology. He brought with him his personal museum collection consisting mainly of finds of parasitological and zoological interest, collected by his students and himself in various parts of the world and used for research and teaching. After various vicissitudes and transfers, this collection became part of the heritage of the Department of Animal Biology Museum of Modena and Reggio Emilia University in 1988. In the same year, a first computerized inventory was generated, followed by two other highly detailed inventories in 2012 and 2018.

Parole chiave: *Inventario, Collezione G. Franchini, zoologia, conservazione, museologia*

Keywords: *Inventory, G. Franchini Collection, zoology, conservation, museology, Italy*

* Polo Museale Unimore dell'Università di Modena e Reggio Emilia, via Università 4, 41121 MODENA;
e-mail: ciro.tepedino@unimore.it.

1. Introduzione

Per una corretta gestione e cura delle collezioni museali sono indispensabili la conoscenza quantitativa e qualitativa dei beni e tutte le attività sottese all'acquisizione e registrazione delle informazioni sui reperti conservati, prima tra tutte l'inventariazione. Essa rientra tra gli standard minimi che devono possedere i musei ed è uno strumento conoscitivo e anagrafico che registra l'entrata dei beni nel patrimonio museale, ne definisce l'identità ed il loro valore. L'inventariazione, dunque, è premessa essenziale per la successiva catalogazione informatizzata che prevede schede identificative corredate da documentazione fotografica secondo i livelli minimi uniformi di qualità regionali e nazionali¹.

In questo articolo si traccia la storia della Collezione Franchini e, in particolare modo, si descrivono le attività inventariali straordinarie dei beni della stessa a partire dalla sua presa in carico, negli anni ottanta del Novecento, da parte del Dipartimento di Biologia animale dell'Ateneo modenese fino alla più recente inventariazione eseguita dal Polo Museale Unimore che l'ha acquisita nel 2017. Gli autori del presente contributo hanno attivamente partecipato, in toto o in parte, alle suddette attività.

2. Origine e composizione della Collezione Franchini

Il professore Giuseppe Franchini (1879-1938), pioniere della Medicina tropicale in Italia, fondò nel 1923 la Scuola di Patologia coloniale presso l'Università di Bologna. In essa si svolgevano due tipi di corsi: uno destinato ai laureati della Facoltà di Medicina e Chirurgia e l'altro riservato a missionari, infermieri e ufficiali coloniali in partenza per i territori italiani d'oltremare (Franchini, 1930). A supporto della didattica e della ricerca vennero conservati, presso i locali della Scuola, vari esemplari di specie animali e vegetali collezionati e raccolti da Franchini, da colleghi e allievi operanti nelle colonie italiane. Questi reperti costituirono il primo nucleo del Museo coloniale che verrà ulteriormente sviluppato negli anni successivi.

Franchini, alcuni anni dopo l'istituzione della Scuola, lamentava la ristrettezza dei locali sia per lo svolgimento delle lezioni che per l'esposizione adeguata dei reperti del Museo. Inoltre, nel rapporto sul funzionamento della scuola di Patologia coloniale dell'anno scolastico 1926/27, scriveva espressamente che «... *l'Istituto nostro si basi su una cattedra stabile...*» e, soprattutto, che la Scuola venisse affiancata da una Clinica di malattie tropicali per

¹ Cfr. D.M. n. 113 del 21/02/2018 – *Adozione dei livelli minimi di qualità per i musei ed i luoghi della cultura di appartenenza pubblica e attivazione del Sistema Museale Nazionale*, Roma, 39 pp. Con questo decreto nasce il Sistema museale nazionale, una rete formata da musei e luoghi della cultura statali nonché dagli altri musei di appartenenza pubblica, dai musei privati e dagli altri luoghi della cultura pubblici o privati che chiederanno di essere accreditati (pubblicato su G.U. Serie Generale n. 78 del 04/04/2018).

ospitare «*malati interessanti e utilissimi, anche per l'insegnamento...*» (Franchini, 1928). Nel 1930 il professor Franchini colse l'occasione di trasferirsi a Modena, quando l'Ateneo modenese lo chiamò per conferirgli l'incarico dell'insegnamento di Patologia coloniale e adeguati spazi per il suo istituto. Grazie all'intervento delle autorità cittadine modenesi e in particolar modo di Guido Corni, allora governatore della Somalia, Franchini fondò e diresse, nei locali di via Camatta a Modena, l'Istituto di Patologia coloniale che andrà assumendo un indirizzo clinico tanto da prendere, nel 1935, la denominazione di Clinica delle Malattie tropicali e subtropicali (Testi, 1939). Egli portò con sé a Modena tutto il materiale tropicale che costituiva il museo, dedicandosi al suo incremento e alla sua gestione con l'aiuto dei suoi colleghi, tra i quali il generale medico Francesco Testi, appassionato erpetologo, ed ex-allievi come l'ufficiale medico Tommaso Sarnelli, cultore della medicina indigena. Molti di questi reperti furono raccolti dallo stesso Franchini durante i numerosi viaggi di studio in diversi paesi tropicali e subtropicali di Africa, Asia ed America, altri furono inviati da allievi che operavano in Africa orientale italiana, in Libia, in Egitto, altri ancora ricevuti in dono dalle istituzioni scientifiche da lui frequentate (Franchini, 1931). Il museo comprendeva specie animali e vegetali, nonché medicinali indigeni di rilevante valore scientifico tanto da essere presentati alla Mostra coloniale di Anversa nel 1930² e, nell'anno seguente, all'Esposizione Universale di Parigi³. Solo pochi anni dopo la sua istituzione, il Museo aveva raggiunto un rilevante sviluppo, soprattutto nella componente zoologica, tanto da essere definito dallo stesso Franchini un «... *fiorente Museo che occupava... oramai sei grandi sale*» dell'Istituto in via Camatta (Franchini, 1933).

La Collezione Franchini è stata purtroppo interessata da numerosi trasferimenti di sede nella città di Modena e da svariati cambi di afferenza a diverse realtà dell'Ateneo modenese. Nel 1940, dopo la morte di Franchini, essa venne trasferita insieme alla Clinica di Malattie infettive e tropicali presso la Villa Pentetorri⁴ e, nel 1943, presso l'edificio del Foro Boario. La collezione e la Clinica di Malattie infettive e tropicali subirono un ulteriore trasferimento nel 1963 presso il Policlinico di Modena appena inaugurato in via del Pozzo. Nel 1988, la Clinica cedette la collezione al Dipartimento di Biologia animale

² Cfr. Fondo G. Franchini, 1930 – *Lettera del 17 settembre 1930*. Biblioteca Estense Universitaria, Corrispondenza e Archivi. Appendice, Ministero delle Colonie, Ufficio Studi e Propaganda, Modena.

³ Cfr. Archivio italiano di Scienze mediche coloniali, in: *Notiziario*, 1933, Fasc. 3, p. 240.

⁴ Sulla riva sinistra del Naviglio poco fuori Modena sorse nel 1652, per volere del duca Francesco I d'Este, la Villa Pentetorri, progettata dall'architetto Gaspare Vigarani. Nel 1859, con l'Unità d'Italia, la nobile costruzione barocca, circondata da un grande parco, fu messa all'asta ed acquistata da Elia Rainusso, armatore ligure, che la abitò fino al 1906, anno della sua morte. Lasciata in gestione al Comune di Modena, nel 1940 diventò sede dell'Istituto per le Malattie tropicali. Il 13 maggio 1944 venne distrutta da un bombardamento aereo alleato.

dell'Ateneo modenese con il beneplacito degli eredi Franchini in quanto impossibilitata ad occuparsene e, con essa, vennero consegnati alcuni documenti relativi alla sua storia e alla sua composizione (Fratello & Maramaldo, 2010). Da quel momento la collezione acquisterà una connotazione prettamente ostensiva, sarà soggetta ad una serie di interventi di gestione e cure museali e oggetto di ricerche e pubblicazioni scientifiche. Venne adeguatamente collocata all'interno di una sala attigua all'ottocentesco Museo anatomico in via Berengario, presso la sede di Anatomia comparata del Dipartimento di Biologia animale ed esposta in armadi-vetrina d'epoca. Questi saranno anni di rinascita per la collezione in quanto verrà resa fruibile a un vasto pubblico anche grazie ad attività educative, didattiche ed occasioni espositive temporanee (Maramaldo *et al.*, 2008). A seguito dell'evento sismico che colpì anche Modena nel maggio 2012, la collezione fu trasferita, nello stesso anno, presso la sala Antonio Scarpa del Museo di Zoologia ed Anatomia comparata in via Università 4, dove si trova tuttora, ed afferisce giuridicamente dal 2017 al Polo Museale Unimore.

3. Ricognizioni straordinarie inventariali

Il primo lavoro di inventariazione della Collezione Franchini dopo la sua acquisizione da parte del Dipartimento di Biologia animale dell'Ateneo modenese risale al 1988. Fu svolta una complessa e lunga attività mediante la quale vennero registrati su supporto informatico digitale, per ogni reperto, il nome scientifico, la quantità degli esemplari presenti nei singoli contenitori di vetro o nelle scatole entomologiche e lo storico numero di inventario apposto sul contenitore ma mai menzionato su nessun documento a corredo della collezione. Nacque così il primo inventario informatizzato della Collezione Franchini. Parallelamente si procedette ad un'attenta analisi delle fonti documentaristiche, bibliografiche e fotografiche per risalire quanto più possibile alla composizione originaria della collezione. Dati utili al riguardo, furono ottenuti studiando i rapporti sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale che riportano, per anno accademico, l'elenco degli esemplari zoologici e dei medicinali indigeni presenti nel museo (Franchini, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936), il Catalogo sistematico illustrativo del Museo coloniale del professor Francesco Testi riguardante la componente zoologica (Testi, 1933) ed un lavoro pubblicato dal professor Sarnelli che aveva contribuito attivamente all'incremento della componente di medicina indigena della collezione mediante donazioni di raccolte private (Sarnelli, 1934). Il catalogo redatto da Testi, ufficiale medico con interesse per l'erpertologia e in particolare per l'ofidismo, è il frutto di un lavoro voluto da Franchini che aveva incaricato l'amico Testi di riordinare il Museo coloniale e di stilare «... *un catalogo di questo*

materiale zoologico redatto con criteri scientifici...» corredato di notizie sulla distribuzione delle specie e la pericolosità per l'uomo, allo scopo consultivo, di ricerca e di didattica (Testi, 1933). Esso è un elenco dei reperti suddivisi tassonomicamente, con indicata la descrizione di alcune caratteristiche peculiari degli stessi e a volte la loro provenienza. Nei rapporti dell'Istituto è presente anche un elenco di preparati utilizzati dalla medicina popolare dello Yemen, dell'Eritrea e della Somalia, soprattutto sostanze di origine vegetale e pochi estratti di origine animale.

Molti di questi preparati erano stati raccolti e studiati personalmente da Sarnelli, specializzatosi in Medicina tropicale presso la Scuola di Patologia tropicale dell'Università di Bologna diretta da Franchini. L'attento studio di Sarnelli sulle pratiche della medicina indigena, la sua conoscenza della lingua araba, l'attenzione e il rispetto per questa cultura sono evidenziati anche dal fatto che per alcuni reperti vegetali è riportato il nome italianizzato del termine in lingua araba dei più comuni medicinali utilizzati nella farmacopea delle popolazioni dello Yemen (Franchini, 1934, 1935). Sarnelli era molto esperto in questo campo, avendo soggiornato per parecchi anni nelle colonie italiane per missioni scientifiche e sanitarie (Sarnelli, 1934).

La prima ricognizione inventariale del 1988, permise di constatare che il numero di alcuni reperti, soprattutto i rettili era aumentato dal 1930 al 1935, così come confermato da una pubblicazione (Lombardo & Maramaldo, 1992), e il lavoro di riordino della collezione evidenziò la sua composizione in specifiche sezioni: una di zoologia, una di medicina indigena, una di patologia tropicale ed una etnografica. La sezione di zoologia è costituita prevalentemente da esemplari sia di invertebrati sia di vertebrati. Gli invertebrati sono principalmente insetti vettori di malattie infettive come mosche tse-tse, zanzare del genere *Anopheles* oltre a numerose zecche, alcuni scorpioni e plattelminti vettori di parassiti pericolosi per l'uomo. Il gruppo dei vertebrati più rappresentativo della collezione è quello dei rettili (Fratello & Bertogna, 1999), provenienti in gran parte da Libia, Eritrea e Somalia oltre ad alcuni anfibi, pochi pipistrelli e pesci di acqua dolce, animali dannosi per l'uomo perché velenosi o serbatoi di parassiti. La sezione di medicina indigena, curata personalmente da Sarnelli, comprende soprattutto sostanze vegetali, utilizzate dalla medicina popolare dell'Eritrea, dello Yemen e della Somalia, essiccate e contenute in piccole bottiglie di vetro. La sezione di patologia tropicale è rappresentata da alcuni pezzi anatomo-patologici oltre ad alcune riproduzioni in cera, tra cui delle maschere (*moulages*) e calchi in gesso entrambe rappresentanti manifestazioni di morbi tropicali su viso e corpo dei malati, usati da Franchini per le dimostrazioni didattiche. Infine la sezione etnografica composta da una serie di manufatti provenienti dalle nostre ex colonie in Africa, quali utensili di uso quotidiano intagliati nel legno, armi utilizzate per la caccia e/o per la difesa, cimeli esotici.

Purtroppo molti reperti tra cui oggetti artistici, antichi libri di interesse medico e farmacologico sono andati persi nel tempo, come la raccolta di amuleti utilizzati dagli indigeni per allontanare influssi negativi e malattie (Fratello & Maramaldo, 2010).

Negli anni novanta del secolo scorso la Collezione Franchini venne incorporata nel patrimonio del Museo Universitario di Storia Naturale e della Strumentazione Scientifica dell'Ateneo modenese e in quella occasione fu redatto, in maniera acritica, un catalogo della collezione riguardante solo la componente zoologica e il suo stato di conservazione (Maramaldo *et al.*, 1992). La collezione, nel 2002, pur entrando a far parte del patrimonio del neonato Dipartimento del Museo di Paleobiologia e dell'Orto Botanico, non fu oggetto di una nuova ricognizione inventariale.

Nel 2012 l'Ufficio Patrimonio dell'Università di Modena e Reggio Emilia promosse il Progetto Patrimonio Culturale di Ateneo, avente come obiettivo principale quello di avviare la ricognizione ed effettuare una nuova etichettatura di tutti i beni culturali, compresi quelli dei Musei universitari all'epoca in carico all'Amministrazione centrale e realizzare una banca dati unica in formato elettronico ad uso amministrativo interno. Secondo il regolamento dell'Ufficio Patrimonio dell'Ateneo il valore inventariale inserito nel programma di contabilità sarebbe dovuto corrispondere al costo di acquisto o al valore di stima, ma in mancanza di questi elementi i beni furono inventariati con il valore convenzionale di € 0,01 (<http://www.def.unimore.it>). Anche i beni della Collezione Franchini furono oggetto di questa ricognizione inventariale straordinaria. Il Dipartimento del Museo di Paleobiologia e dell'Orto Botanico, in collaborazione con l'Ufficio Patrimonio, partendo dagli inventari più recenti della Collezione realizzò, mediante l'inserimento dei dati in un *file Excel*, una banca dati in formato elettronico propedeutica alle operazioni di ricognizione ed inventariazione straordinaria. Si procedette alla verifica della corrispondenza di ogni singolo bene con la banca dati e all'accertamento dello stato di conservazione. Furono anche create delle schede con tutte le informazioni presenti nella banca dati complete di foto dei beni non ad alta definizione e che, purtroppo, in alcuni casi mostrano più reperti insieme. Fu creato un apposito identificativo inventariale denominato "I.Musei" con annesso nuovo numero di inventario per ciascun reperto della collezione. Le etichette riportanti la dicitura "Unimore I.Musei Inv." furono apposte su ogni singolo bene. Il monitoraggio evidenziò la presenza di molti reperti con uno stato di conservazione non ottimale e comportò un intervento di manutenzione straordinaria, che si concretizzò, per i campioni a secco, nell'inserire della canfora per contrastare l'azione di parassiti, mentre per quelli in alcool, nel rabbocco del liquido di dimora. Il totale dei beni inventariati della Collezione Franchini risultò essere di 896, tenendo conto che il criterio alla base dell'inventariazione

aveva considerato le scatole entomologiche come raccolte, ragion per cui fu attribuito un solo numero di inventario relativo alla scatola e non al singolo esemplare, così come fu attribuito un unico numero ai contenitori in vetro con più esemplari. La banca dati e annesse schede della Collezione Franchini, quali risultati del censimento dei Beni del Patrimonio, furono pubblicati nella rete intranet Unimore alla pagina Beni Storico-Museali ed ancora oggi consultabili ad uso interno.

Ultimo intervento, in senso cronologico, di inventariazione straordinaria della collezione è quello del 2018, dopo che la stessa era afferita al patrimonio del Polo Museale dell'Università di Modena e Reggio Emilia, istituito nel giugno del 2017. Un'apposita commissione, costituita dal direttore, dal comitato tecnico e dai tecnici del Polo, nominati in qualità di utilizzatori dei beni e incaricati della ricognizione, ha stabilito metodi e criteri dell'attività ricognitiva straordinaria. Il lavoro eseguito ha comportato il riscontro dell'esistenza dei beni risultanti dal registro inventariale, la ricognizione fisica di ogni singolo bene e la compilazione di un nuovo inventario informatico. Si è provveduto alla stampa e all'apposizione di etichette riportanti il nuovo numero di inventario, adottando diverse soluzioni in relazione alle caratteristiche dei beni stessi e sempre cercando di non pregiudicare l'esposizione e l'osservazione del reperto. Le etichette riportano, oltre al nuovo numero del Polo Museale preceduto dalla dicitura "I.POLOMUS", il numero inventariale di Ateneo. Nel nuovo inventario si è effettuato un aggiornamento della vecchia nomenclatura binomiale con quella attuale che ha riguardato 208 esemplari zoologici. Tale aggiornamento è stato possibile grazie a precedenti lavori scientifici di revisione tassonomica che avevano interessato, rispettivamente, 18 esemplari di colibrì (Fratello *et al.*, 1996), 84 esemplari di sauri (Fratello *et al.*, 1997), 46 esemplari di viperini (Fratello *et al.*, 1999), 59 esemplari di colubridi opistoglifi (Regnoli *et al.*, 2003) e l'esemplare di anfisbenide (Fratello & Maramaldo, 2010). Il lavoro di ricognizione ha evidenziato uno dei problemi più frequenti che riguardano il liquido di dimora dei reperti, cioè la sua parziale evaporazione in diversi contenitori e ciò ha spinto a programmare un intervento di ripristino delle condizioni ottimali di conservazione che è stato eseguito nel 2020. Per quanto riguarda inoltre gli esemplari di invertebrati, proprio per la loro delicata natura e nonostante la manutenzione ordinaria e la fumigazione della sala espositiva eseguite negli anni precedenti, si è constatato un importante deterioramento di alcuni reperti. È urgente, dunque, programmare un intervento di restauro delle scatole entomologiche e di recupero dei reperti, là dove è possibile. Per sette scatole entomologiche, essendo i preparati completamente deteriorati dai parassiti, si è effettuato il loro scarico inventariale. Quest'ultima inventariazione straordinaria ha permesso di effettuare una ricognizione aggiornata sullo stato di conservazione e

sulla consistenza numerica della Collezione Franchini ed ha preparato la strada ad un futuro lavoro di catalogazione multimediale. Il catalogo multimediale sarà indispensabile per la valorizzazione della collezione in quanto banca dati ricca di informazioni scientifiche e storiche, compresa un'adeguata documentazione fotografica dei singoli reperti. Esso avrà il vantaggio, essendo *on-line*, di poter essere messo in condivisione anche con altre realtà museali e scientifiche nazionali e internazionali a scopo di studio e di ricerca. In aggiunta a quest'ultimo lavoro di inventariazione si è ritenuto opportuno creare un valido strumento, sotto forma di tabella, che riporti informazioni riguardo allo stato dell'arte ad oggi della collezione, che sia un mezzo di facile fruizione da parte di studiosi o cultori della materia e, non ultimo, un utile supporto di gestione interna per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della stessa (Tab. 1). Nella tabella sono riportati i dati scientifici e/o storici della collezione accuratamente estrapolati dall'inventario quali: l'elenco dei beni con rispettivo numero inventariale, la loro denominazione scientifica storica, e in alcuni casi quella da revisione tassonomica, la loro provenienza dove riportata e il donatore, la modalità di conservazione, la natura del bene e il suo stato di conservazione. La tabella è consultabile sul sito dei Musei Anatomici dell'Università di Modena e Reggio Emilia: <http://www.museianatomici.unimore.it>.

Ringraziamenti

Si ringrazia il professor Giovanni Tosatti per il contributo dato e la lettura critica del testo.

Bibliografia

- FRANCHINI G., 1928 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Bologna, anno scolastico 1926-1927, Tipografia P. Neri, Bologna.
- FRANCHINI G., 1930 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Bologna, anno scolastico 1927-1928, Tipografia P. Neri, Bologna, 87 pp.
- FRANCHINI G., 1931 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Modena, anno scolastico 1930-31, Poligrafico Artioli, Modena, 60 pp.
- FRANCHINI G., 1933 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Modena, anno scolastico 1931-32, Poligrafico Artioli, Modena, 80 pp.
- FRANCHINI G., 1934 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Modena, anno scolastico 1932-33, Poligrafico Artioli, Modena, 110 pp.
- FRATELLO B., 1935 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Modena, anno scolastico 1933-34, Poligrafico Artioli, Modena, 119 pp.
- FRANCHINI G., 1936 – *Rapporto sul funzionamento dell'Istituto di Patologia coloniale*. Regia Università di Modena, anno scolastico 1934-35, Poligrafico Artioli, Modena, 68 pp.
- FRATELLO B., MARAMALDO R., DALLOLIO M., 1996 – *I Colibri (Aves, Trochilidae) della Collezione Franchini*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **127**, pp. 53-66.
- FRATELLO B., MARAMALDO R., MARFÈ A., 1997 – *I Sauri della Collezione Franchini*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **128**, pp. 127-148.
- FRATELLO B., BERTOGNA I., 1999 – *I rettili Viperini della Collezione Franchini*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **130**, pp. 143-179.
- FRATELLO B., MARAMALDO R., 2010 – *La Collezione Franchini e il Museo di Patologia Coloniale*. Atti Acc. Naz. Sci. Lett. Arti di Modena, Ser. VIII, **XII**, pp. 97-104.
- LOMBARDO F., MARAMALDO R., 1992 – *La Collezione Franchini*. *Museol. sci.* **X**, pp. 13-20.
- MARAMALDO R., LOMBARDO F., ANSALONI I., 1992 – *Catalogo della Collezione Franchini I - Zoologia e Parassitologia*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **122**, pp. 1-48.
- MARAMALDO R., MOLA L., FRATELLO B., 2008 – *Musei Anatomici. Una collezione settecentesca del Museo di Anatomia*. In: A. Russo & E. Corradini (a cura di) "Musei Universitari Modenesi", Editrice Moderna pp. 47-65, Bologna [contributo specifico in volume, capitolo di libro].
- REGNOLI L., MARAMALDO R., FRATELLO B., 2003 – *I "Colubridi" Opistoglifi della Collezione Franchini*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **134**, pp. 165-214.
- SARNELLI T., 1934 – *Notizie preliminari sui risultati della mia missione sanitaria nell'alto Yemen: con particolare riguardo alla medicina indigena*. *Arch. It. Sci. Med. Col.*, **1**, pp. 1-44.
- TESTI F., 1933 – *Catalogo sistematico e illustrativo del Museo Coloniale (Zoologia)*. Poligrafico Artioli, Modena, 60 pp.
- TESTI F., 1939 – *In memoria del prof. Giuseppe Franchini*. Atti e Mem. della R. Acc. Sci., Lett. ed Arti di Modena, S. 5, **IV**, XLIV-LII.

Sitografia

DIREZIONE ECONOMICA FINANZIARIA – <http://www.def.unimore.it/site/home.html>.

MUSEI ANATOMICI – <http://www.museianatomici.unimore.it>.

Tab. 1 – Beni della Collezione Franchini.

Legenda: N° inv. = numero inventario; Dati identificativi reperti = nome scientifico e/o nome comune; Località/donatore = località di raccolta e/o chi ha donato il reperto; Tipologia del reperto = modalità di conservazione e natura del reperto; Stato cons. = stato di conservazione del reperto aggiornato all'ultimo intervento di recupero conservativo del 2020: B = buono; M = mediocre; P = pessimo da scaricare; es. = esemplari; n.i. = non identificato; * = nome scientifico dopo revisione tassonomica; in grassetto = italianizzazione del nome comune in lingua araba del reperto.

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
1	Adeps camelinus - S'nema (grasso di cammello)		A secco in flacone di vetro	B
2	Adeps ovinum - Siahm (grasso di montone)		A secco in flacone di vetro	B
3	Adeps struthinus - Zit Zahn (grasso di struzzo)		A secco in flacone di vetro	B
4	<i>Adhianthum capillus veneris</i> (L.) Asciscia Bir	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
5	<i>Adhianthum capillus veneris</i> (L.)	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
6	<i>Ajuga iva</i> (Schreb.) - Sciandagura		A secco in flacone di vetro	M
7	Aloes - Sabhar	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
8	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
9	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
10	<i>Hibiscus ovalifolius</i> (Forski) Vahl.		A secco in flacone di vetro	M
11	Ammoniacum resina in massis - Usciag gomma ammoniacca in massa		A secco in flacone di vetro	M
12	<i>Anacyclus pyrethrum</i> DC. - Eld el ham (radice)		A secco in flacone di vetro	M
13	<i>Solanum unguiculatum</i> A. Rich. - Angullé	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
14	<i>Artemisia arborescens</i> - Seget el mariem		A secco in flacone di vetro	M
15	<i>Artemisia alba</i> - Sciah Herba		A secco in flacone di vetro	M
16	<i>Artemisia judaica</i> L.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
17	<i>Artemisia</i> sp. - Scih karassan (semi)		A secco in flacone di vetro	M
18	<i>Assa foetida</i> - Bu chebir (in masse)		A secco in flacone di vetro	M
19	<i>Asclepias fruticosa</i> L.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
20	<i>Trichodesma africanum</i> (L.) R. Br. - Bacohò	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
21	Balsamo Gurjun		A secco in flacone di vetro	M
22	<i>Beta cycla</i> L.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
23	Butyrum ovinum - Semen (burro di pecora)		A secco in flacone di vetro	M
24	<i>Calanus indica</i>	Tessenei Eritrea	A secco in flacone di vetro	M
25	<i>Calatropis procera</i> (Wild.)	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
26	<i>Capparis rupestris</i> Sibth. & Sm. - Cabbar (foglie)		A secco in flacone di vetro	M
27	<i>Capsicum abyssinicum</i>	Barentù Eritrea	A secco in flacone di vetro	M
28	<i>Capsicum</i> sp. - Felfel Ahmar (pepe di caienna in polvere)		A secco in flacone di vetro	M
29	<i>Cardamomum</i> sp. - Cacùla (frutti)		A secco in flacone di vetro	M
30	<i>Cassia acutifolia</i> Delile - <i>Cassia obovata</i> Senha el mehi - (foglie di Senna)		A secco in flacone di vetro	M
31	Cera flava - Scenà Mtà Asèl (cera vergine)		A secco in flacone di vetro	M
32	<i>Otostegia integrifolia</i> Benth - Ciendog	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
33	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Br. - Gherfa (cannella di Ceylon)		A secco in flacone di vetro	M
34	<i>Cyperus esculentus</i> L. - Hab aziz (babbagigi/dolcichini)		A secco in flacone di vetro	M
35	<i>Cleome schweinfurthii</i> Pilg.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
36	<i>Andrachne aspera</i> Spreng. - Cohali guazet	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
37	<i>Coriandrum sativum</i> L. - Cusbar (frutto)		A secco in flacone di vetro	M
38	<i>Charyophyllus aromaticus</i> - Grunful (chiodi di garofano)		A secco in flacone di vetro	M
39	Cotone americano		A secco in flacone di vetro	M
40	<i>Cuminum cyminum</i> L. - Cammun hud Achdar (semi di cumino)		A secco in flacone di vetro	M
41	<i>Curcuma longa</i> L. - Corcom (rizoma)		A secco in flacone di vetro	M
42	<i>Cuscuta planiflora</i> Ten. - Zaatar		A secco in flacone di vetro	M
43	<i>Coriandrum sativum</i> - Cussbur	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
44	<i>Cyperus rotundus</i> L. - Saad (tubero)		A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
45	<i>Sida ovata</i> (Forsk.) - Daduò Baità	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
46	<i>Datura sp.</i> - Zarna		A secco in flacone di vetro	M
47	<i>Echium ramwolfii</i> Del.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
48	<i>Arnebia lutea</i> (A. Rich.) - Erba del tomhtò	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
49	<i>Euforbia sp.</i> - Zeben		A secco in flacone di vetro	M
50	<i>Euforbia schioperiana</i> Hochst	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
51	<i>Boerhavia plumbaginea</i> Cav. - Ezni tauà	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
52	<i>Ferula marmarica</i> A. et T. - Fassuch (resina)		A secco in flacone di vetro	M
53	Lavandulae Flos - Czema (fiori)		A secco in flacone di vetro	M
54	Frutti di Icbek	Somalia	A secco in flacone di vetro	M
55	Gallae (noci)		A secco in flacone di vetro	M
56	<i>Globularia alypum</i> L. - Zrega		A secco in flacone di vetro	M
57	<i>Glycyrriza glabra</i> L. - Erg es sus (Liquerizia radice)		A secco in flacone di vetro	M
58	Gomma arabica	Tessenei Eritrea	A secco in flacone di vetro	M
59	<i>Hydnocarpus anthelmintica</i>	Bangkok Siam	Olii eteri in flacone di vetro	M
60	<i>Ricinus communis</i> L. - Guleih	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
61	<i>Cacumis pustulotus</i> Hook. F. - Hafaflo baità	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
62	<i>Haplophillum vermiculare</i> H.M. - Segeret el rhia		A secco in flacone di vetro	M
63	<i>Trygonella foenum graecum</i> - Helba		A secco in flacone di vetro	M
64	<i>Hydnocarpus anthelmintica</i> - Sceda		A secco in flacone di vetro	M
65	<i>Ibiscus sabdariffa</i> (Karkadè)		A secco in flacone di vetro	M
66	<i>Boswellia papyrifera</i> (grani di incenso)	Barentù Eritrea	A secco in flacone di vetro	M
67	<i>Iris germanica</i> - Chiabtib (rizoma)		A secco in flacone di vetro	M
68	<i>Juglans regia</i> - Suag (corteccia radicolare)		A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
69	<i>Juniperus phoenicea</i> L. - Sciara (frutti)		A secco in flacone di vetro	M
70	Kali bitartaricum crudum - Tartar (tartaro greggio)		A secco in flacone di vetro	M
71	<i>Laggera arabica</i> (Wild) Defl.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
72	<i>Lasiosiphon somalensis</i> (Franch.)	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
73	<i>Laurus nobilis</i> - Rand rhar		A secco in flacone di vetro	M
74	<i>Lavandula coronopifolia</i> Boiss.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
75	<i>Lavandula pubescens</i>	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
76	<i>Lawonia alba</i> Lam - Henna (foglie)		A secco in flacone di vetro	M
77	<i>Lepidium satirum</i> - Haber r'Sciad (semi)		A secco in flacone di vetro	M
78	<i>Lichenes sp.</i> - Sceica		A secco in flacone di vetro	M
79	<i>Linum usitatissimum</i> L. - Gattan (semi)		A secco in flacone di vetro	M
80	<i>Malva sp.</i> - Cobèza (fiori)		A secco in flacone di vetro	M
81	Manna medicinale - Mann.		A secco in flacone di vetro	M
82	<i>Marrubium sp.</i> - Rubia o Robbia		A secco in flacone di vetro	M
83	<i>Matricaria aurea</i> - Greisa o Fleia (camomilla)		A secco in flacone di vetro	M
84	<i>Menta sp.</i> - Nanà		A secco in flacone di vetro	M
85	<i>Menta viridis</i> L.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
86	Mirra	Migiurtina Somalia	A secco in flacone di vetro	M
87	<i>Nepeta rugosa</i> Benth.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
88	<i>Nerium oleander</i> - Defla (foglie)		A secco in flacone di vetro	M
89	<i>Nigella sativa</i> L. - Cammum eciral (semi di cuminella)		A secco in flacone di vetro	M
90	Oleum ricini - Zil cherua		Olio in flacone di vetro	M
91	<i>Juniperus phoenicea</i> L. (galbule)	El Merg Cirenaica	Olio essenziale in flacone di vetro	M
92	<i>Origanum majorana</i> L. - Mertguscia		A secco in flacone di vetro	M
93	<i>Origanum majorana</i> L.	Yemen	A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
94	Passuch bianco	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
95	Passuch nero	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
96	<i>Peganum harmala</i> L. - Harmal (semi)		A secco in flacone di vetro	M
97	<i>Pimpinella anisum</i> L. - Carmun r'ghigh (semi di anice)		A secco in flacone di vetro	B
98	<i>Pistacia lentiscus</i> L. fructus - Batum (lentisco)		A secco in flacone di vetro	M
99	<i>Pulicaria</i> sp.	Yemen	A secco in flacone di vetro	M
100	Pulpa tamarindi - Tamrhindi		A secco in flacone di vetro	M
101	<i>Punica granatum</i> L. - Rumman (pericarpo frutto di melograno)		A secco in flacone di vetro	M
102	Sostanze inorganiche usate dagli indigeni della Cirenaica nelle loro pratiche di medicina ed igiene	Cirenaica	Quadro con 14 piccoli contenitori di vetro	B
103	<i>Nepenthes</i> sp. (piante carnivore)		A secco in un quadro di vetro	M
104	Radice di melograno	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
105	<i>Retama raetam</i> - Rtemrtam		A secco in flacone di vetro	M
106	<i>Rhamnus prinoides</i>	Gescio (?)	A secco in flacone di vetro	M
107	<i>Rheum</i> sp. - Rauend (rabarbaro)		A secco in flacone di vetro	M
108	<i>Alpinia</i> sp. - Kulgiani (rhizoma di galanga)		A secco in flacone di vetro	M
109	<i>Ricinus communis</i> - Cherua (semi)		A secco in flacone di vetro	B
110	<i>Rosa</i> sp. - Scius el uord (boccioli)		A secco in flacone di vetro	M
111	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. - Cilil (foglie)		A secco in flacone di vetro	M
112	<i>Rubia tinctorum</i> L. - Fua		A secco in flacone di vetro	M
113	<i>Rumex nervosus</i> Vahl.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
114	<i>Ruta bracteosa</i> ; <i>Ruta graveolens</i> - Figel		A secco in flacone di vetro	M
115	<i>Ruta chalepensis</i> L. var. <i>bracteosa</i> (DC.) Boiss	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
116	<i>Ruta tuberculata</i> Forsk.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
117	<i>Sabadilla officinalis</i> Dr. Duà gamel o Roz gamel (semi)		A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
118	Saccharum candum - Saccar nebeti		A secco in flacone di vetro	M
119	<i>Salvia sp.</i> - Scei dernau		A secco in flacone di vetro	M
120	<i>Barberia iuduta</i> C.B. Clarcke - Scioc Zebi	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
121	<i>Dioscoridis pluchea</i> (L.) DC. - Scitenè	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
122	Semi di lino		A secco in flacone di vetro	B
123	Miaferula (semi)	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
124	<i>Cassia angustifolia</i> - Sana	Cheren Eritrea	A secco in flacone di vetro	M
125	<i>Verbena officinalis</i> L. - Sereftet	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
126	<i>Sesamum orientale</i> L. - Giulgiulan (semi)		A secco in flacone di vetro	B
127	<i>Sium erectum</i> Hudson	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
128	<i>Solanum sepicola</i> Dum.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
129	<i>Solanum villosum</i> LAM.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
130	<i>Stirax benzoides</i> - Giaui (Benzoina resina)		A secco in flacone di vetro	M
131	<i>Teucrium sp.</i> - Giada Herba		A secco in flacone di vetro	M
132	<i>Thymelaea irsuta</i> - Metnam (corfeccia radicale di spazzaforno)		A secco in flacone di vetro	M
133	<i>Plectranthus cylindricus</i> Hochst. - Tisc Baaliti	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
134	Trisolfuro d'antimonio	Sanaa Yemen	A secco in flacone di vetro	M
135	<i>Trygonella foenum graecum</i> - Helba		A secco in flacone di vetro	M
136	Uabaio veleno per frecce	Migiurtinia Somalia	A secco in flacone di vetro	M
137	<i>Withania somnifera</i> L. Dum.	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
138	<i>Verbascum ternacha</i> A. Rich. - Zenghi adghi	Yemen T. Sarnelli	A secco in flacone di vetro	M
139	<i>Zingiber officinalis</i> Rosc. - Schengibe o Zenzibil (zenzero)		A secco in flacone di vetro	M
140	Zretza	Derna Cirenaica	A secco in flacone di vetro	M
141	n.i. (cristalli chiari)		A secco in flacone di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
142	n.i. (frammenti vegetali)		A secco in flacone di vetro	M
143	n.i (5 pezzi di radice)		A secco in flacone di vetro	M
144	n.i. (frammenti vegetali)		A secco in flacone di vetro	M
145	n.i. (foglie e rami)		A secco in flacone di vetro	M
146	n.i. (semi di pianta)		A secco in flacone di vetro	M
147	n.i. (frammenti di rami)		A secco in flacone di vetro	M
148	n.i. (5 semi neri)		A secco in flacone di vetro	M
149	<i>Hydnocarpus anthelmintica</i>		A secco in flacone di vetro	M
150	n.i. (4 pezzi di vegetale silicizzato)		A secco in flacone di vetro	M
151	n.i. (grasso)		A secco in flacone di vetro	B
152	n.i. (frammento di radice)		A secco in flacone di vetro	M
153	n.i. (foglie e rami)		A secco in flacone di vetro	M
154	Calumet		Manufatto in legno	M
155	Corno cavo con tappo in pelle		Manufatto	M
156	Faretra con tracolla		Manufatto in pelle	M
157	Forchetta		Manufatto in legno	M
158	Freccia		Manufatto in legno con punta in ferro	M
159	Frusta con manico		Manufatto in cuoio e avorio	M
160	Mescolo		Manufatto in legno	M
161	Pettine		Manufatto in legno	M
162	Pugnale con custodia		Manufatto in ferro e legno con custodia in pelle	M
153	Pugnale		Manufatto in ferro con manico in avorio	M
164	Punta di freccia		Manufatto in ferro	B
165	Punta di lancia		Manufatto in ferro	B
166	Carapace di tartaruga con due legnetti interni come batacchio		Manufatto	M
167	Tazza		Manufatto in legno	M
168	Ventaglio a forma di bandierina		Manufatto in tessuto e legno	M
169	Avambraccio destro con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
170	Avambraccio sinistro con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
171	Faccia con lebbra nodulare di Comacchio		Moulage in cera su supporto in legno	M
172	Faccia con lebbra nodulare		Moulage in cera su supporto in legno	M
173	Faccia con lebbra nodulare		Moulage in cera su supporto in legno	M
174	Faccia con lebbra nodulare		Moulage in cera su supporto in legno	M
175	Faccia con vaiolo arabo		Moulage in cera su supporto in legno	M
176	Feto umano in liquido di conservazione		In alcool 70° in vaso di vetro	M
177	Ginocchio destro con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
178	Ginocchio sinistro con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
179	Mano destra e sinistra con lebbra nodulare		Manufatto in gesso	M
180	Mano destra con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
181	Mano sinistra con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
182	Mano destra di lebbroso		In alcool 70° in vaso di vetro	M
183	Medaglione con l'effigie di Alfonso Laveran		Bassorilievo in gesso in cornice di legno	M
184	Piede destro con lebbra nodulare		Manufatto in cera su supporto in legno	M
185	Piede sinistro di lebbroso		Manufatto in gesso	M
186	Tessuto di cane con cisti di parassiti		In alcool 70° in bolla vetro con cornice legno	M
187	<i>Taenia sp.</i>		In alcool 70° in bolla vetro con cornice legno	M
188	Pelle di lebbroso		In alcool 70° bolla vetro con cornice legno	M
189	Manoscritto con lezione sulle febbri palustri		Foglio incorniciato tra due vetri	M
190	Testa di lebbroso		Manufatto in gesso	M
191	<i>Acanthodactylus scutellatus</i> * <i>Acanthodactylus scutellatus</i> Audouin, 1829	Somalia	In alcool 70° in cilindro in vetro	B
192	<i>Aedes argenteus</i> (6 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
193	<i>Agama annectens</i> * <i>Stellio annectens</i> Blanford 1870	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
194	<i>Agama cyanogaster</i> * <i>Stellio cyanogaster</i> Boulanger 1895	Eil Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
195	<i>Agama cyanogaster</i> * <i>Stellio cyanogaster</i> Boulanger 1895	Eil Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
196	<i>Agama inermis</i> * <i>Agama mutabilis</i> Merrem 1820	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
197	<i>Agama inermis</i> * <i>Agama mutabilis</i> Merrem 1820		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
198	<i>Agama stellio</i> * <i>Stellio stellio</i> Linnaeus 1758	Rodi Grecia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
199	<i>Agama stellio</i> * <i>Stellio stellio</i> Linnaeus 1758	Giado Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
200	<i>Agamodon anguliceps</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
201	<i>Ahysida nuda</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
202	<i>Amblyomma cohaerens</i> (2 es.)	Niangara Congo Belga	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
203	<i>Amblyomma gemma</i> (4 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
204	<i>Amblyomma gemma</i> (15 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
205	<i>Amblyomma gemma</i> ; <i>Amblyomma lepidum</i> (9 es.)	Oltre Giuba	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
206	<i>Amblyomma gemma</i> ; <i>Rhipicephalus appendiculatus</i> ; <i>Rhipicephalus pulcher</i> (13 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
207	<i>Amblyomma lepidum</i> (12 es.)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
208	<i>Amblyomma variegatum</i> (4 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
209	<i>Ambystoma tigrinum</i> (4 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
210	<i>Amphisbaena coeca</i>	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
211	<i>Amphisbaena subocularis</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
212	<i>Amplorhinus nototaenia</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
213	<i>Amplorhinus nototaenia</i> * <i>Amplorhinus nototaenia</i> Gunter	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
214	<i>Ancylostoma caninum</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
215	<i>Ancylostoma duodenale</i> (7 es. femmina)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
216	<i>Ancylostoma duodenale</i> (8 es. maschio)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
217	<i>Ancylostoma monofiliformis</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
218	<i>Anguis fragilis</i> * <i>Anguis fragilis fragilis</i> Linnaeus 1758		In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
219	<i>Anisakis sp.</i>		In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
220	<i>Antomyia sp.</i> (5 larve)		In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
221	<i>Aparallactus concolor</i> * <i>Aparallactus concolor</i> Fisch.	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
222	<i>Apis mellifica</i> (13 es.) metamorfosi		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
223	<i>Aponomma sp.</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
224	<i>Aporophis taeniurus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
225	<i>Aporoscelis princeps</i> (3 es.) * <i>Hemidactylus turcicus</i> Linnaeus 1758	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
226	Aproctinae (nel falcone)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
227	<i>Archispirostreptus gigas</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
228	<i>Archispirostreptus gigas</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
229	<i>Argas persicus</i> (8 es.)	Cirenaica	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
230	<i>Ascaris columbae</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
231	<i>Ascaris gadi merlangi</i> (4 es.), nel piccione	Riccione Italia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
232	<i>Ascaris gadi merlangi</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
233	<i>Ascaris lumbricoides</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
234	<i>Ascaris lumbricoides</i> (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
235	<i>Ascaris vitulorum</i> , nel bue		in alcool 70° provetta su supporto di legno	B
236	<i>Aspidura scytale</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
237	<i>Atractaspis irregularis</i> * <i>Atractaspis irregularis</i> Reinhardt	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
238	<i>Atractaspis magretti</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
239	<i>Atractaspis magretti</i> * <i>Atractaspis magretti</i> Scortecci 1928	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
240	<i>Atractaspis microlepidotas</i> * <i>Atractaspis fallax</i> Peters 1866	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
241	<i>Atractaspis microlepidotas</i> * <i>Atractaspis fallax</i> Peters 1866	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
242	<i>Atractaspis microlepidotas</i> * <i>Atractaspis fallax</i> Peters 1866	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
243	<i>Atractaspis ruspolis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
244	<i>Auchemeromyia luteola</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
245	<i>Babycurus patrizii</i> ; <i>Parabuthus pallidus</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
246	<i>Barbus deserti</i> (2 es.)	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
247	<i>Bitis arietans</i> * <i>Bitis arietans arietans</i> Merrem 1820	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
248	<i>Bitis arietans</i> * <i>Bitis arietans arietans</i> Merrem 1820	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
249	<i>Bitis arietans</i> * <i>Bitis arietans arietans somalica</i> Parker 1949	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
250	<i>Bitis arietans</i> * <i>Bitis arietans arietans</i> Merrem 1820	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
251	<i>Blandfordia nosophora</i> (10 es.) ospite intermediario di <i>Schistosomum japonicum</i>		In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
252	<i>Boodon lemniscatus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
253	<i>Boodon lemniscatus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
254	<i>Boodon lineatus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
255	<i>Boodon lineatus</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
256	<i>Boodon lineatus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
257	<i>Boodon lineatus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
258	<i>Boophilus annulatus</i> (11 es.)	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
259	<i>Boophilus annulatus</i> (10 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
260	<i>Boophilus decoloratus</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
261	<i>Boophilus decoloratus</i> (3 es.)	Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
262	<i>Bothrops brachistoma</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
263	<i>Bothrops jararaca</i> (lachesis) (2 es.)	Brasile	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
264	<i>Brachyophis revoili</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
265	<i>Brachyophis revoili</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
266	<i>Brachyophis revoili</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
267	<i>Bufo regularis</i>	Asmara Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
268	<i>Bufo regularis</i> (3 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
269	<i>Bufo regularis</i> (2 es.)	Eil Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
270	<i>Bufo regularis</i> (2 es.)	Agordat Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
271	<i>Bullinus coptoetus</i> (5 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
272	<i>Bullinus sp.</i> Dybowsky (4 es.)	Senegal	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
273	<i>Bullinus sp.</i> ; <i>Planorbis marais</i> (44 es.)	Albertville Congo	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
274	<i>Buthus amoureux</i>	Misurata Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
275	<i>Buthus bicolor</i>	Agordat Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
276	<i>Buthus bicolor</i> (2 es.)	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
277	<i>Buthus bicolor</i> (2 es.)	Misurata Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
278	<i>Buthus australis</i> L.	Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
279	<i>Buthus australis</i> L.		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
280	<i>Buthus australis</i> L.	Gadames Tripolitania	In alcool 70° cilindro in vetro	B
281	<i>Buthus australis</i> L.		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
282	<i>Buthus australis v. libycus</i>	Cufra Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
283	<i>Buthus emini</i>	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
284	<i>Buthus minax</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
285	<i>Buthus quinquestriatus</i>	Yemen	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
286	<i>Calliphora erythrocephala</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
287	<i>Camponotus compressus thoracicus</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
288	<i>Camponotus maculatus ssp. aegypticus</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
289	<i>Cataglyphis bicolor</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
290	<i>Causus resimus</i> * <i>Causus resimus</i> Peters 1862	Somalia	In alcool 70° cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
291	<i>Causus resimus</i> * <i>Causus resimus</i> Peters 1862	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
292	<i>Causus resimus</i> * <i>Causus resimus</i> Peters 1862	Afmandù Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
293	<i>Causus rhombeatus</i> * <i>Causus rhombeatus</i> Lichtstein 1823	Gondar Etiopia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
294	<i>Cephalomma camelis</i> (5 es. larve)	Gadames Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
295	<i>Cerastes cornutus</i> * <i>Cerastes cerastes</i> Linnaeus 1758	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
296	<i>Cerastes cornutus</i> * <i>Cerastes cerastes</i> Linnaeus 1758	Giara Etiopia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
297	<i>Cerastes cornutus</i> * <i>Cerastes cerastes</i> Linnaeus 1758	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
298	<i>Cerastes cornutus</i> * <i>Tarentola annularis</i> Geoffroy De Saint Hilaré 1809	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
299	<i>Cerastes sp.</i> * <i>Cerastes vipera</i> Linnaeus 1758	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
300	<i>Chalcides ocellatus</i> * <i>Chalcides ocellatus ocellatus</i> Forskal 1775	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
301	<i>Chalcides ocellatus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
302	<i>Chalcides ocellatus</i> (2 es.) * <i>Chalcides ocellatus tiligugu</i> Gmalin 1789	Etna Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
303	<i>Chalcides ocellatus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
304	<i>Chalcides ocellatus</i> * <i>Chalcides ocellatus ocellatus</i> Forskal 1775	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
305	<i>Chalcides ocellatus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
306	<i>Chamaeleon basiliscus</i> * <i>Chamaeleo chamaeleon</i> Linneo 1758	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
307	<i>Chamaeleon dilepis</i>	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
308	<i>Chamaeleon dilepis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
309	<i>Chamaeleon dilepis roperi</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
310	<i>Chamaeleon dilepis roperi</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
311	<i>Chamaeleon gracilis</i> * <i>Chamaeleo gracilis</i> Hallowell 1842	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
312	<i>Chamaeleon gracilis</i> * <i>Chamaeleo gracilis</i> Hallowell 1842	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
313	<i>Chamaeleon vulgaris</i> * <i>Chamaeleo chamaeleon</i> Linnaeus 1758	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
314	<i>Chamaeleon vulgaris</i> * <i>Chamaeleo cfr. bitaeniatus</i> Fischer 1884	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
315	<i>Chamaeleon vulgaris</i> * <i>Chamaeleo camaeleon</i> Linnaeus 1758	Derna Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
316	<i>Chamaeleon vulgaris</i> * <i>Chamaeleo camaeleon</i> Linnaeus 1758	Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
317	<i>Chironius carinatus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
318	<i>Chlorosoma aestivalis</i>	Brasile	In alcool 70° in tubo di vetro	M
319	<i>Chlorosoma schottii</i>	Brasile	In alcool 70° in tubo di vetro	M
320	<i>Cochliomyia macellaria</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
321	<i>Coelopeltis moilensis</i> * <i>Coelopeltis moilensis</i> Bens 1834	Cufra Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
322	<i>Coelopeltis monspessulana</i>	Porto Bardia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
323	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
324	<i>Coelopeltis monspessulana</i> (2 es.) * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Zavia Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
325	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Tripoli Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
326	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
327	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Istria Jugoslavia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
328	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
329	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
330	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Zavia Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
331	<i>Coelopeltis monspessulana</i> * <i>Coelopeltis monspessulana</i> Herm.	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
332	<i>Coluber algirus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
333	<i>Coluber algirus</i>	Kussabat Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
334	<i>Coluber algirus</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
335	<i>Coluber diadema</i>	Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
336	<i>Coluber florulentus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
337	<i>Contraecaecum clavatum</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
338	<i>Cordylobia anthropophaga</i> (larva)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
339	<i>Coronella austriaca</i> (2 teste)	Istria Jugoslavia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
340	<i>Coronella austriaca</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
341	<i>Coronella doliata</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
342	<i>Coronella girondica</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
343	<i>Coronella micropholis</i>	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
344	<i>Lachesis lanceolatus</i>	America	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
345	<i>Coronella semiornata</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
346	<i>Coronella semiornata</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
347	<i>Coronella semiornata</i>	Somalia	In alcool 70° cilindro in vetro	B
348	<i>Crocodylus niloticus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
349	<i>Crocodylus niloticus</i>	Nilo Egitto	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
350	<i>Crocodylus sp</i> (embrione)	Nilo Egitto	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
351	<i>Crocota crocuta</i> (cranio iena maculata)		A secco	B
352	<i>Crotalus horridus</i> * <i>Crotalus (crotalus) durissus durissus</i> Linnaeus 1758	Messico	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
353	<i>Crotalus terrificus</i> * <i>Crotalus (crotalus) durissus terrificus</i> Laurenti 1768	Brasile	In alcool 70° in tubo di vetro	B
354	<i>Cyprinodon cilensis n.sp.</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
355	<i>Cyprinodon darrorensi</i> (8 es.)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	B
356	<i>Cyprinodon dispar</i> (3 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
357	<i>Cyprinodon fasciatus</i> (4 es.)	Oasi Tauorga Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
358	<i>Cyprinodon zaccarini</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
359	<i>Cyprinodon zaccarinii</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
360	<i>Dasypeltis scaber</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
361	<i>Dasypeltis scaber</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
362	<i>Dasypeltis scaber</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
363	<i>Dasypeltis scaber</i>	Tessenei Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
364	<i>Dasypeltis scaber</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
365	<i>Dendrobates sp.</i> (3 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
366	<i>Dermacenter andersoni</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
367	<i>Dermatobia cyaniventris</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
368	<i>Dermatobia hominis</i> (5 es.), stadi di sviluppo		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
369	<i>Dicrocoelium dendriticum</i> (4 es.) <i>Distoma lanceolato</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
370	<i>Diodon histrix</i> , pesce istrice		A secco	M
371	<i>Diplotriaena sp.</i> (2 es.), in gazza brasiliana		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
372	<i>Diplotriaena sp.</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
373	<i>Dipylidium caninum</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
374	<i>Dipylidium sp.</i>		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	M
375	<i>Dirophilaria</i> del cane (24 es.)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	B
376	<i>Dirophilaria</i> del cane (5 es.)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	M
377	<i>Dispholidus typus</i> * <i>Dispholidus typus</i> Smith 1829, testa e parti anatomiche	Asmara Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
378	<i>Drymobius rhombifer</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
379	<i>Echis carinatus</i> (12 uova)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	B
380	<i>Echis carinatus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
381	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis varia varia</i> Cherlin 1990	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
382	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis varia varia</i> Cherlin 1990	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
383	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis varia varia</i> Cherlin 1990	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
384	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis varia</i> (3 uova)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
385	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis varia varia</i> Cherlin 1990	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
386	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis hughesi</i> Cherlin 1990	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
387	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis hughesi</i> Cherlin 1990	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
388	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis hughesi</i> Cherlin 1990	Agodat Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
389	<i>Echis carinatus</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
390	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis hughesi</i> Cherlin 1990	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
391	<i>Echis carinatus</i> * <i>Echis hughesi</i> Cherlin 1990	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
392	<i>Eilichthys microphthalmus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
393	<i>Eilichthys microphthalmus</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
394	<i>Elaps corallinus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
395	<i>Elaps filiformis</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
396	<i>Elaps frontalis</i>		In alcool 70° in tubo di vetro	B
397	<i>Elaps lemniscatus</i>	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
398	<i>Embia sp.</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
399	<i>Embia sp.</i> (14 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
400	<i>Emichromis bimaculatus</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
401	<i>Epomophorus sp.</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
402	<i>Eremias striata</i> * <i>Pseudoeremias striata</i> Peters 1874	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
403	<i>Erpobdella octoculata</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
404	<i>Erythrolampus aesculapii</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
405	<i>Eryx jaculus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
406	<i>Eryx thebaicus</i> (2 es.)	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
407	<i>Eryx thebaicus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
408	<i>Eryx thebaicus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
409	<i>Eryx thebaicus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
410	<i>Eryx thebaicus</i> (3 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
411	Myasi intestinale		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
412	<i>Ethmostigmus trigonopodus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
413	<i>Ethmostigmus trigonopodus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
414	<i>Eumeces schneideri</i> * <i>Eumeces Schneiderii</i> Daudin 1802	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
415	<i>Euponera sennaarensis</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
416	<i>Eusparassus walckenaeri</i> (3 es.)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
417	<i>Fasciola hepatica</i> distoma lanceolato (7 es.) da fegato pecora		In alcool 70° in bottiglia di vetro	B
418	<i>Fasciola hepatica</i> , da pecora		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
419	<i>Fasciola hepatica</i> , da bue		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
420	<i>Fasciola hepatica</i> , (2 es.) da pecora		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
421	<i>Filaria sp.</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
422	<i>Filaria hirundo rustica</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
423	<i>Filaria dictyocaulus</i> da polmone pecora		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
424	Filaria di Medina (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
425	Filaria papillosa (4 es.) da mesentero bue		In alcool 70° in bottiglia di vetro	B
426	<i>Filaria sp.</i> (2 es.), da uccello		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
427	<i>Filaria sp.</i> (verme di Guinea)	Senegal	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
428	<i>Filaria loa loa</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
429	<i>Gabila boaes</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
430	<i>Galeodes arabs</i>	Tessenei Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
431	<i>Galeodes sericeus</i>	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
432	<i>Galeodes sp.</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
433	<i>Galeodes sp.</i>	Agedabia Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
434	<i>Galeodes sp.</i>	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
435	<i>Gambilus vullatus</i> ; <i>Eumeces sp.</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
436	<i>Gigantorhynchus gigas</i>	Argentina	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
437	<i>Glossina palpalis</i> (5 es. pupe)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
438	<i>Gongylonema ovis</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
439	<i>Gongylus ocellatus</i> * <i>Calcides ocellatus tiligugu</i> Gmelin 1789	Etna Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
440	<i>Haemophysalis leachi</i> (14 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
441	<i>Haemophysalis punctata</i> (6 es.)	Cireniaca	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
442	<i>Haemophysalis punctata</i> (6 es.)	Cirenaica	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
443	<i>Haemophysalis punctata</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
444	<i>Haemophysalis sulcata otophyla</i> (12 es.)	Giarabud Cirenaica	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
445	<i>Hemidactylus coctacei</i> * <i>Hemidactylus flaviridis</i> Ruppel 1835		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
446	<i>Hemidactylus mabouia</i> * <i>Hemidactylus mabouia</i> Moreau De Jonnes 1818 (3 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
447	<i>Hemidactylus mabouia</i> * <i>Uromastix sp.</i>	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
448	<i>Hemidactylus turcicus</i> * <i>Tarentola sp.</i> Gray 1825	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
449	<i>Hemidactylus turcicus</i> * <i>Hemidactylus turcicus</i> Linnaeus 1758 (2 es.)	Ragusa Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
450	<i>Hemidactylus turcicus</i> * <i>Hemidactylus turcicus</i> Linnaeus 1758 (3 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
451	<i>Heterocephalus glaber</i> (2 es.)	Assab Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
452	<i>Heterocephalus glaber</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
453	<i>Heterometrus maurus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
454	<i>Hyalomma aegyptium</i> (4 es.)	Tripoli Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
455	<i>Hyalomma aegyptium</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
456	<i>Hyalomma aegyptium</i> (5 es.)	Cirenaica	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
457	<i>Hyalomma aegyptium</i> (13 es.)	Giarabud Cirenaica	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
458	<i>Hyalomma dromedarii</i> (3 es.)	Tripoli Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
459	<i>Hydrus platurus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
460	<i>Hyla arborea</i> (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
461	<i>Hymenolepis diminuta</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
462	<i>Hymenolepis diminuta</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
463	<i>Hymenolepis sciurina</i> (3 es.) da scoiattolo		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
464	<i>Imantodes cenchoa</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
465	<i>Isometrus maculatus</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
466	<i>Isometrus maculatus</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
467	<i>Ixodes rarus</i> (16 es.)	Niagara Congo Belga	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
468	<i>Ixodes ricinus</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
469	<i>Julus terrestris</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
470	<i>Lacerta muralis</i> * <i>Podarcis sicula</i> Raffinesque 1810	Misurata Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
471	<i>Lachesis alternatus</i> * <i>Bothrops alternatus</i> (Dumeril, Bibron & Dumeril 1854)		In alcool 70° in tubo di vetro	B
472	<i>Lachesis atrox</i> * <i>Bothrops atrox</i> Linnaeus 1758	Perù	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
473	<i>Lachesis brachystoma</i> * <i>Bothrops atrox</i> Linnaeus 1758	Andagoya Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
474	<i>Lachesis lanceolatus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
475	<i>Lachesis lanceolatus</i> * <i>Bothrops schlegelii</i> Berthold 1846	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
476	<i>Lachesis lanceolatus</i>	Brasile	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
477	<i>Bothrops schlegelii</i> (già <i>Lachesis</i>)	Andagoya Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
478	<i>Lachesis sp.</i> (<i>Botrops</i>)	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
479	<i>Lammorux insularis</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
480	<i>Latastia longicaudata</i> * <i>Latastia longicaudata</i> Reuss 1834 (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
481	<i>Latrodectus mactans</i> vedova nera		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
482	<i>Leimadophis almadensis</i>	Brasile	In alcool 70° tubo in vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
483	<i>Cerastes cerastes</i> (già <i>Leptodeira annulata</i>) * <i>Cerastes cerastes</i> Linnaeus 1758	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
484	<i>Leptodeira hotamboeia</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
485	<i>Leptodeira hotamboeia</i> * <i>Leptodeira hotamboeia</i> Laur 1768	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
486	<i>Leptodeira hotamboeia</i> * <i>Leptodeira hotamboeia</i> Laur 1768		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
487	<i>Leptodeira hotamboeia</i> * <i>Leptodeira hotamboeia</i> Laur 1768	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
488	<i>Leptodeira hotamboeia</i>	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
489	<i>Leptodeira hotamboeia</i> (con rana in bocca) * <i>Leptodeira hotamboeia</i> Laur 1768	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
490	<i>Leptophis bilineatus</i>	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
491	<i>Leptophis bilineatus</i>	Andagoya Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
492	<i>Leptophis bilineatus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
493	<i>Ligula intestinalis</i> da pesce		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
494	<i>Limnatis nilotica</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
495	<i>Linguatula serrata</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
496	<i>Liophis poecilogyrus</i>	Sud America	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
497	<i>Lucilia argyrotarsis</i> (8 es. larve)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
498	<i>Lucilia sericata</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
499	<i>Lycophidium capense</i>	Eil Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
500	<i>Lycophidium capense</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
501	<i>Lycophidium capense</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
502	<i>Lycosa radiata</i> (2 es.)	Barce (El Marj) Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
503	<i>Lycosa radiata</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
504	<i>Lygodactylus capensis</i> * <i>Lygodactylus capensis</i> Smitt 1849		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
505	<i>Lygosoma sundevalli</i> * <i>Lygosoma sundevalli somalicum</i> Parker 1942	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
506	<i>Lymnaea ovata</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
507	<i>Lymnaea viatrix</i> (9 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
508	<i>Lythorinchus diadema</i>	Oasi Tauorga Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
509	<i>Lytta vesicatoria</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
510	<i>Mabuya planifrons</i> * <i>Mabuya planifrons</i> Peters 1878	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
511	<i>Mabuya quinquetaeniata</i> * <i>Mabuya quinquetaeniata quinquetaeniata</i> (Lichtenstein 1823)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
512	<i>Mabuya quinquetaeniata</i> * <i>Mabuya quinquetaeniata quinquetaeniata</i> (Lichtenstein 1823)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
513	<i>Mabuya varia</i> * <i>Mabuya varia</i> Peters 1867 (3 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
514	<i>Macroprotodon cucullatus</i> * <i>Macroprotodon cucullatus cucullatus</i> Geoffroy De ST-Hilaire 1827	Zavia Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
515	<i>Macroprotodon cucullatus</i> * <i>Macroprotodon cucullatus cucullatus</i> Geoffroy De ST-Hilaire 1827	Derna Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
516	<i>Macroprotodon cucullatus</i> * <i>Macroprotodon cucullatus</i> Geoffroy 1827	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
517	<i>Mecistocephalus insularis</i> (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
518	<i>Mehelya capensis</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
519	<i>Melania tuberculata</i> (5 es.)	Oasi Tauorga Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
520	<i>Metastrongylus sp.</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
521	<i>Muraena sp.</i>	Oceano Indiano	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
522	<i>Musca domestica</i> (8 es. larve)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
523	<i>Muscina sp.</i> (15 es. larve)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	M
524	<i>Muscina sp.</i> (10 es. uova)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	M
525	<i>Muscina stabulans</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
526	<i>Muscina stabulans</i> (6 es. larve)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
527	<i>Mygale avicularia</i>	Brasile	A secco in scatola entomologica	B
528	<i>Myrmeleon sp.</i> (14 es. larve)	Niangara Congo Belga	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
529	Porzioni di tessuto incistato (4)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
530	<i>Naja haie</i> (2 es.)	Zavia Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
531	<i>Naja haje</i>	Zavia Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
532	<i>Naja haje</i>	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
533	<i>Naja haje</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
534	<i>Naja haje</i>	Afamndù Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
535	<i>Naja haje</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
536	<i>Naja haje</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
537	<i>Naja haje</i>	Lugh-Dolo Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
538	<i>Naja nigricollis</i> , testa	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
539	<i>Naja nigricollis</i> (testa e parti anatomiche)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
540	<i>Naja nigricollis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
541	<i>Naja nigricollis</i> (1 es. e 1 testa)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
542	<i>Naja nigricollis</i>	India	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
543	<i>Naja nigricollis</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
544	<i>Naja nigricollis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
545	<i>Naja nigricollis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
546	<i>Naja nigricollis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
547	<i>Nebo flavipes</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
548	<i>Nebo hierichonticus</i> (2 es.)	Yemen	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
549	<i>Necator americanus</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
550	<i>Nerita grisea</i> (3 es.)	Hodeida Yemen	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
551	Scorpionidae n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
552	Scorpionidae n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
553	Galeodidae n.i.	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
554	Galeodidae n.i. (6 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
555	Galeodidae n.i. (2 es.)	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
556	Galeodidae n.i. (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
557	Ixodidae n.i. (16 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
558	Chrysomelidae n.i. (3 es.)	Asmara Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
559	Scolopendromorpha n.i.	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
560	Scolopendromorpha n.i. (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
561	Rajidae n.i. (coda)		A secco	B
562	Squaliformes n.i. (mandibole)		A secco	B
563	Cyprinodontidae n.i. Scusoitan		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
564	Tetraodontidae n.i. pesce palla		A secco	M
565	Varanidae n.i.		A secco	B
566	Varanidae n.i. (14 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
567	Varanidae n.i. (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
568	Viperidae n.i. (2 es.)		In alcool 70° in beuta di vetro	B
569	Viperidae n.i.		In alcool 70° in bottiglia di vetro	B
570	Viperidae n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
571	Kilele n.i. * <i>Dalophia gigantea</i> (Perraca 1903)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
572	Rettile n.i. testa e parti anat.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
573	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
574	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
575	<i>Herpetodryas carinatus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
576	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
577	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
578	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
579	<i>Anisachina sp.</i>	Cuba	In alcool 70° in cilindro di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
580	Viperidi n.i. (2 es)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
581	Trochilide n.i. * <i>Aglaiocercus coelestis</i> (Gould, 1861)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
582	Trochilide n.i. * <i>Aglaiocercus kingi</i> (Stephen, 1826)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
583	Trochilide n.i. * <i>Amazilia tobaci</i> (Gmelin, 1788)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
584	Trochilide n.i. * <i>Amazilia tobaci</i> (Gmelin, 1788)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
585	Trochilide n.i. * <i>Amazilia tobaci</i> (Gmelin, 1788)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
586	Trochilide n.i. * <i>Anthracothonax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
587	Trochilide n.i. * <i>Boissonneaua flavescens</i> (Loddiges, 1832)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
588	Trochilide n.i. * <i>Chlorostilbon alicae</i> (Bourcier & Mulsant, 1848)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
589	Trochilide n.i. * <i>Chlorostilbon poortmanni</i> (Bourcier & Mulsant, 1843)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
590	Trochilide n.i. * <i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linneo, 1758)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
591	Trochilide n.i. * <i>Coeligena helianthea</i> (Lesson, 1838)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
592	Trochilide n.i. * <i>Eriocnemis cupreovertris</i> (Fraser, 1848)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
593	Trochilide n.i. * <i>Eriocnemis cupreovertris</i> (Fraser, 1848)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
594	Trochilide n.i. * <i>Florisuga mellivora</i> (Linneo, 1758)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
595	Galbulide n.i. * <i>Galbula ruficauda</i> (Cuvier, 1817)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
596	Trochilide n.i. * <i>Lesbia victoriae</i> (Bourcier & Mulsant, 1846)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
597	Trochilide n.i. * <i>Lophornis delattrei</i> (Lesson, 1839)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
598	Trochilide n.i. * <i>Oxygogon guerini</i> (Boissoneau, 1840)		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
599	<i>Ninia atrata</i>	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
600	<i>Odontopyge sp.</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
601	<i>Oestrus cameli</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
602	<i>Oestrus equi</i> (5 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
603	<i>Oestrus ovis</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
604	<i>Oochorystica truncata</i> (9 es.) da geko		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
605	<i>Ornithodoros maroccanus</i> (5 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
606	<i>Ornithodoros moubata</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
607	<i>Ornithodoros savignyi</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
608	<i>Ornithodoros savignyi</i> (5 es.)		In alcool 70° provetta su supporto in legno	M
609	<i>Ornithodoros talaje</i> (9 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
610	<i>Ornithodoros turicata</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
611	<i>Otostigmus sp.</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
612	<i>Oxybelis acuminatus</i>	Perù	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
613	<i>Oxybelis argentatus</i> * <i>Oxybelis argentatus</i> Dum. e Bibr.	Perù	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
614	<i>Oxybelis fulgidus</i> * <i>Oxybelis acuminatus</i> Boulenger 1826	Columbia Britannica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
615	<i>Oxyrhopus trigeminus</i> * <i>Oxyrhopus trigeminus</i> Dum. e Bibr.	Perù	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
616	<i>Oxyuris equi</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
617	<i>Paltothyreus tarsatus</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
618	<i>Pandinus bellicosus</i>		In alcool 70° cilindro in vetro	B
619	<i>Pandinus exitialis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
620	<i>Pandinus gregoryi</i>	Barentù Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
621	<i>Pandinus gregoryi</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
622	<i>Pandinus pallidus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
623	<i>Boissonneaua flavescens</i>		Preparato tassidermico in scatola entomologica	B
624	<i>Panthera leo</i> (cranio)		A secco	B
625	<i>Papio sp.</i> (cranio)		A secco	B
626	<i>Parabuthus abyssinicus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
627	<i>Parabuthus abyssinicus</i>	Agordat Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
628	<i>Parabuthus gravimanus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
629	<i>Parabuthus heterurus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
630	<i>Parabuthus liosoma</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
631	<i>Parabuthus liosoma abyssinicus</i> (2 es.)	Merca Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
632	<i>Parabuthus pallidus</i>	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
633	<i>Paragordius tricuspidatus</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
634	Tessuto anatomico con cisti		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
635	<i>Philochortus intermedius</i> * <i>Philochortus intermedius</i> Boulenger 1917	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
636	<i>Philothamnus semivariiegatus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
637	<i>Philothamnus semivariiegatus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
638	<i>Philothamnus semivariiegatus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
639	<i>Phreatichthys andruzzii</i>		In alcool 70° provetta su supporto in legno	B
640	<i>Phrynonax fasciatus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
641	<i>Physaloptera</i> sp. (7 es.) da stomaco di airone		In alcool 70° provetta su supporto in legno	M
642	<i>Physida lithobioides</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
643	<i>Physio apra</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
644	<i>Physopsis africana</i> (7 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
645	<i>Planorbis boissyi</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
646	<i>Planorbis metjdiensis</i> (5 es.)	Oasi Tauorga Tripolitania	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
647	<i>Planorbis savignyi</i> (3 es.)	Yemen	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
648	<i>Pompilus vespiformis</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
649	<i>Porocephalus armillatus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
650	<i>Porocephalus armillatus</i> (2 es. larve) da coccodrillo		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
651	<i>Porocephalus</i> sp.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
652	Rostro di pesce sega n.i.		A secco	B
653	<i>Pristurus</i> sp. * <i>Pristurus phillipsii</i> Boulenger 1895	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
654	<i>Psammophis biseriatus</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
655	<i>Psammophis biseriatus</i> * <i>Psammophis biseriatus</i> Peters	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
656	<i>Psammophis biseriatus</i> * <i>Psammophis biseriatus</i> Peters	Hafun Dante Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
657	<i>Psammophis biseriatus</i> * <i>Psammophis biseriatus</i> Peters (2 es.)	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
658	<i>Psammophis biseriatus</i> * <i>Psammophis biseriatus</i> Peters	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
659	<i>Psammophis pulcher</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
660	<i>Psammophis punctulatus</i> (testa e parti anatomiche)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
661	<i>Psammophis punctulatus</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
662	<i>Psammophis punctulatus</i> * <i>Psammophis punctulatus</i> Dum. e Bibr. 1864	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
663	<i>Psammophis punctulatus</i> * <i>Psammophis punctulatus</i> Dum. e Bibr. 1864	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
664	<i>Psammophis schokari</i>	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
665	<i>Psammophis schokari</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
666	<i>Psammophis schokari</i> * <i>Psammophis schokari</i> Forsk	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
667	<i>Psammophis schokari</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
668	<i>Psammophis schokari</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
669	<i>Psammophis sibilans</i> * <i>Psammophis sibilans</i> Dum. e Bibr.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
670	<i>Psammophis sibilans</i> * <i>Psammophis sibilans</i> Linnaeus	Yemen	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
671	<i>Psammophis sibilans</i> * <i>Psammophis sibilans</i> Linnaeus	Egitto	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
672	<i>Pseudoboa petiola</i>	Andagoya Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
673	<i>Pseudophis apodus</i> * <i>Ophisaurus apodus</i> Pallas 1775	Dalmazia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
674	<i>Python sebae</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
675	<i>Python sebae</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
676	<i>Rana esculenta</i> e <i>Rana ridibunda</i> (3 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
677	<i>Rana mascareniensis</i> (2 es.)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
678	<i>Rana evertsi</i> (3 es.)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
679	<i>Rhagodes melanus</i>	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
680	<i>Rhamphiophis oxyrhynchus</i> * <i>Rhamphiophis oxyrhynchus</i> Reinh	Afmandù Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
681	<i>Rhamphiophis oxyrhynchus</i> * <i>Rhamphiophis oxyrhynchus</i> Reinh	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
682	<i>Rhamphiophis rostratus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
683	<i>Rhampholeon kerstenii</i> * <i>Brookesia rhampholeon kerstenii</i> Peters 1868	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
684	<i>Rhampholeon rebecchii</i> * <i>Brookesia rhampholeon kerstenii</i> Peters 1868	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
685	<i>Rhipicephalus bursa</i> (6 es.)	Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
686	<i>Rhipicephalus complanatus</i> (2 es.)	Niangara Congo Belga	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
687	<i>Rhipicephalus cravai</i> (10 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
688	<i>Rhipicephalus cuspidatus</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
689	<i>Rhipicephalus decoloratus</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
690	<i>Rhipicephalus falcatus</i> (5 es.)	Congo Belga	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
691	<i>Rhipicephalus maculatus</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
692	<i>Rhipicephalus oculatus</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
693	<i>Rhipicephalus pulchellus</i> (8 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
694	<i>Rhipicephalus pulchellus</i> (20 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
695	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> (3 es.)	Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
696	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> (4 es.)	Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
697	<i>Rhipicephalus simus</i> (4 es.)	Eritrea	In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
698	<i>Rhynchium cianopterum</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
699	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
700	<i>Sarcophaga magnifica</i> (8 es.) da moutons sinus		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
701	<i>Sarcophaga nuba</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
702	<i>Sarcophaga sp.</i> (4 es. pupe)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
703	<i>Sarcopsylla penetrans</i> (6 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B
704	<i>Pandinus sp.</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	B
705	n.i. (1 scorpione, 1 coleottero, 2 lepidotteri, 4 grilli, 2 vespe) settembre 1933	Eritrea Somalia	A secco in scatola entomologica	P
706	<i>Atteneum sp.</i> (3 es.); <i>Phaneroptera sp.</i> (1 es.); <i>Sphodromantis sp.</i> (1 larva.); insetto n.i. (1 es.); <i>Nepa cinerea</i> (2 es.); <i>Lucanus cervus</i> (1 es.); coleottero n.i. (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
707	<i>Cimici sp.</i> (8 es.); <i>Cimex rotundatus</i> (2 es.)		A secco in scatola entomologica	M
708	<i>Buthus bicolor</i> (7 es.); <i>Buthus occitanus</i> (2 es.); <i>Euscorpis italicus</i> (2 es.)		A secco in scatola entomologica	M
709	<i>Pandinus pallidus</i> (2 es.); <i>Pandinus</i> (Pullus) (1 es.); <i>Parabuthus abyssinicus</i> (2 es.); <i>Babycurus jacksoni</i> (1 es.); <i>Buthus occitanus</i> (3 es.); <i>Buthus australis</i> (1 es.); <i>Buthus bicolor</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
710	<i>Parabuthus abyssinicus</i> (2 es.); <i>Buthus australis var. libycus</i> (2 es.); <i>Buthus bicolor</i> (7 es.)		A secco in scatola entomologica	M
711	<i>Anopheles sp.</i> ; <i>Aedes sp.</i> ; <i>Stegomia sp.</i> ; <i>Culex sp.</i> (11 es.)		A secco in scatola entomologica	P
712	Insetti (12 es.) n.i.		A secco in scatola entomologica	P
713	<i>Scolopendra morsitans</i> L. (6 es.); <i>Ethmostigmus trigonopodus</i> (1 es.); <i>Scolopendra valida</i> (3 es.); <i>Physida sp.</i> (1 es.); <i>Trachycormocephalus mirabilis</i> Por. (2 es.)		A secco in scatola entomologica	M
714	<i>Lymnaea acroxa</i> Bourg. (1 es.); <i>Helix achilli</i> Bourg. (1 es.); <i>Subulina sp.</i> (1 es.); <i>Helix barbara</i> (5 es.); <i>Helix trocooides</i> Poirret (4 es.); <i>Helix pisana</i> Mill. (3 es.)		A secco in scatola entomologica	M
715	<i>Buthus australis</i> (1 es.); Scorpione n. i. (1 es.); <i>Parabuthus sp.</i> (2 es.); <i>Buthus australis</i> (7 es.); <i>Pandinus pallidus</i> (3 es.); <i>Parabuthus abyssinicus</i> (1 es.); <i>Pandinus gregoryi</i> (1 es.); <i>Scorpio maurus palmatus sp.</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
716	<i>Cetonia sp.</i> (5 es); Silphidae n.i. (1 es.); Coleotteri n.i. (6 es.); <i>Bubas sp.</i> (3 es.); <i>Betonia sp.</i> (1 es.); <i>Rhizotrogus solstitialis</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
717	<i>Anopheles sp.</i> (19 es.)		A secco in scatola entomologica	P
718	Coleotteri n.i. (10 es.); emittero n.i. (1 es.); <i>Copris hispanus</i> (1 es.); Girinidae n.i. (1 es.); <i>Gyrinus natator</i> (1es.); <i>Geotrupes sylvaticus</i> (1 es.); <i>Silpha laevigata</i> (1 es.); <i>Heterogamodes sp.</i> (1 es.); Silfide n.i. (1 es.); <i>Tharacodes aestuaris</i> (1es.); <i>Liogryllus bimaculatus</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
719	<i>Poederus colombinus</i> (2 es.); <i>Camponotus puberunculus</i> (2 es.); <i>Camponotus maculatus</i> (4 es.); <i>Camponotus sp.</i> (3 es.); <i>Mutilla sp.</i> (4 es.); <i>Camponotus brausi spp. Erythromelas</i> (7 es.)		A secco in scatola entomologica	M
720	<i>Ixodes ricinus</i> (2 es.); <i>Ixodes rous</i> (1 es.); Zecche sp. (3 es.); <i>Margaropus annulatus</i> (2 es.); <i>B. australy</i> (1 es.); <i>H. mauritanicum</i> (3 es.); <i>Rhipicephalus evertsi</i> (3 es.); <i>Trombidium tinctorium</i> (5 es.)		A secco in scatola entomologica	M
721	<i>Physopsis africana</i> (3 es.); <i>Bullinus dybowskyi</i> (1 es.); <i>Planorbis boissyi</i> (4 es.); <i>Planorbis guadelupensis</i> (2es); <i>Bullinus contortus</i> (11 es.); <i>Limnaea truncatula</i> (2es.)		A secco in scatola entomologica	M
722	<i>Reduvius sp.</i> (10 es.); <i>Reduvius nigricans</i> (6 es.); Bostrichidae (1 es.); Pachinamidae (1es.); <i>Platigarius biguttata</i> (2 es.); <i>Stenocephalus agilis</i> (3 es.); <i>Acanthaspis armata</i> (1es.)		A secco in scatola entomologica	M
723	<i>Melanoides tuberculata</i> (7 es.); <i>Planorbis metidysensis</i> (14 es.); <i>Lymnaea ovata</i> (3 es.)		A secco in scatola entomologica	M
724	<i>Glossina pallidipes</i> (11 adulti e 4 pupe); <i>Glossina longipennis</i> (4 es.); <i>Glossina palpalis</i> (1 es.); <i>Glossina brevipalpis</i> (1 es.); <i>Glossina fusca</i> (1 es.); <i>Glossina pallidipes</i> (1 es.); <i>Ephydra sp.</i> (1 es); Tachinoide (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
725	<i>Oestreus cameli</i> (12 es.); <i>Musca domestica</i> (12 es.); <i>Callyphora sp.</i> (3 larve)		A secco in scatola entomologica	M
726	<i>Hyalomma aegyptum</i> (4 es.); <i>Hyalomma dromedari</i> (8 es.); <i>Hyalomma osedalia</i> (11 es.); <i>Hyalomma husitanicum</i> (4 es.)		A secco in scatola entomologica	M
727	<i>Anopheles sp.</i> (28 es.)		A secco in scatola entomologica	P

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
728	Mosche tsè-tsè (27 es.)		A secco in scatola entomologica	M
729	<i>Triatoma flavida</i> (8 larve); <i>Triatoma infestans</i> (4 es.); <i>Triatoma megista</i> (11 es., 2 larve, 3 spoglie, 2 gruppi di uova)		A secco in scatola entomologica	M
730	<i>Planaxis savignyi</i> (7 es.); <i>Pythia myosotis</i> Drap. (3 es.); <i>Lymnaea natalensis</i> (7 es.); <i>Lymnaea limosa</i> (2 es.); <i>Lymnaea palustris</i> (2 es.); <i>Bulinus episomus</i> Bgt. (4 es.); <i>Linnaea viatrix</i> (5 es.)		A secco in scatola entomologica	M
731	<i>Glossina morsintans</i> (29 es.); <i>Glossina submorsintans</i> Newst. (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
732	<i>Dorcus parallelepipedus</i> (2 es.); <i>Anthophagus furcatus</i> (1 es.); <i>Anthophagus taurus</i> (1 es.); <i>Hister quadrimaculatus</i> (1 es.); <i>Stillicus fragilis</i> (3 es.); <i>Dermestes frischi</i> (2 es.); <i>Hister unicolor</i> (2 es.); <i>Agriotes linearis</i> (4es.); <i>Cetonia sp.</i> (1 es.); <i>Dermestes murinus</i> (2es.); <i>Rhizotrogus sp.</i> (4 es.); <i>Pimelia sp.</i> (3 es.); <i>Scarites sp.</i> (3 es.); <i>Atherurus sacer</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
733	<i>Tabanus bestii</i> (31 es.)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
734	<i>Hyalomma aegyptum</i> (31 es.)		A secco in scatola entomologica	M
735	<i>Hyalomma aegyptum</i> (31 es.)		A secco in scatola entomologica	M
736	<i>Glossina sp.</i> (31 es.)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
737	<i>Tabanus bestii</i> (26 es.); <i>Tabanus taeniola</i> (6 es.)		A secco in scatola entomologica	M
738	<i>Theobaldia sbatipalpis</i> (1es.); <i>Teobalda</i> (3 es.); <i>Telmatoscopus meridionalis</i> (2 es.); <i>Aedes albicosta</i> (2 es.); <i>Aedes caspius</i> (3 es.); <i>Myzomyia funesta</i> (1 es.); <i>Aedes detritus</i> (5 es.); <i>Aedes algeriensis</i> (4 es.); <i>Theobaldia longiareolata</i> (1 es.); <i>Tachyrrhina sp.</i> (2 es.); <i>Chironomus sp.</i> (2 es.)		A secco in scatola entomologica	P
739	<i>Ornithodoros savignyi</i> (4 es.); <i>Hornithodoros Franchini</i> (2 es.); <i>Ornithodoros erraticus</i> (5 es.); <i>Hornithodoros moubata</i> (5 es.); <i>Hornithodoros maroccanus</i> (3 es.); <i>Ornithodoros Talaye</i> (11 es.); <i>Ornithodoros lahorensis</i> (4 es.)		A secco in scatola entomologica	M
740	<i>Glossina palpalis</i> (37 es.)		A secco in scatola entomologica	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
741	<i>Glossina sp.</i> (38 es.)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
742	<i>Hyalomma impressum</i> (3 es.); <i>Hyalomma leporis palustri</i> (2 es.); <i>Hyalomma tunesiacum</i> (1 es.); <i>Amblyomma gemma</i> (10 es.); <i>Amblyomma lepidum</i> (7 es.); <i>Amblyomma variegatum</i> (12 es.); <i>Amblyomma cuneatum</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
743	<i>Glossina palpalis</i> (39 es.)		A secco in scatola entomologica	M
744	<i>Lispa cilitarsis</i> (21 es.); <i>Musca humilis</i> (3 es.); Erpide del cammello (1 es.); <i>T. nigra striatus</i> (2 es.); <i>Muscina sp.</i> (1 es.); <i>Cordylobia anthropophaga</i> (5 es.); <i>Lyperosia minuta</i> (1 es.); <i>Ophira carbonaria</i> (1 es.); <i>Chrisops coecutiens</i> (1 es.); <i>Chrisops dimidiatus</i> (1 es.); <i>Chrisops silacum</i> (1 es.); <i>Glossina taechinoides</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
745	Coleotteri n.i. (21 es.); <i>Hibosorus nigerii</i> (1 es.); Mantide sp. (1 es.); <i>Labidura sp.</i> (1 es.); <i>Gymnopleurus sericcibrans</i> (1 es.); Cerambicide sp. (1 es.); <i>Ocnera sp.</i> (1 es.); <i>Leptocornis trivittatus</i> (1 es.); <i>Stenocephalus agilis</i> (1 es.); <i>Coreus marginatus</i> (1 es.); <i>Aelia acuminata</i> (1 es.); <i>Graphosoma lineata</i> (2 es.); <i>Argus succinetus</i> (1 es.); <i>Corixa Geoffroy</i> (1 es.); <i>Gonocerus sp.</i> (1 es.); <i>Gerris paludum</i> (2 es.); <i>Nepa cinerea</i> (1 es.); <i>Notonecta glauca</i> (1 es.); <i>Pentatoma ornatum</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
746	<i>Blatta germanica</i> (42 es.)		A secco in scatola entomologica	P
747	<i>Calliphory erytiocefala</i> (11 es.); <i>Dermatobia hominis</i> (1 es.); <i>Atylotus franchini</i> (11 es.); <i>Atylotus aescandrinus</i> (2 es.); <i>Pangonia magretti</i> (3 es.); <i>Rhinomiza sp</i> (1 es.); Tabanide (2 es.); <i>Wohlfahrtia trina</i> (2 es.); <i>Auchmeromyia luteola</i> (1 es.); <i>Hypoderma bovis</i> (1 es.); <i>Gasterophilus equi</i> (1 es.); <i>Cephaluptis titillata</i> (1 es.); <i>Tabanus agricola</i> (3 es.)		A secco in scatola entomologica	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
748	<i>Hippobosca camelline</i> (8 es.); <i>Hippobosca sp.</i> (1 es.); <i>Hippobosca maculata</i> (2 es.); <i>Hippobosca capensis</i> (12 es.); <i>Hippobosca capuasi</i> (1 es.); <i>Hippobosca dahomey</i> (1 es.); <i>Hippobosca dromedarine</i> (5 es.); <i>Hippobosca melophagus</i> (4 es.); <i>Hippobosca canina</i> (1 es.); <i>Linchia maura</i> (9 es.)		A secco in scatola entomologica	M
749	<i>Chrysin sp.</i> (12 es.); <i>Lucilia bufonivora</i> (1 es.); <i>Lucilia sericata</i> (4 es.); <i>Lucilia sp.</i> (1 es.); <i>Paralucilia sp.</i> (1 es.); <i>Lucilia crisonina</i> (1 es.); <i>Chrysomya putorula</i> (1 es.); <i>Auchmeromyia luteola</i> (2 es.); <i>Chderomyia chaerophaga</i> (1 es.); <i>Chrysomya marginalis</i> (1 es.); <i>Chrysomya macellaria</i> (2 es.); <i>Ornithomya avicularia</i> (2 es.); <i>Sarcophaga hirtipes</i> (3 es.); <i>Sarcophaga haemorrhoea</i> (1 es.); <i>Sarcophaga sp.</i> (2 es.); <i>Sarcophaga nurus</i> (2 es.); <i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> (1 es.); <i>Ortottero cicadelliae</i> (1 es.); <i>Sarcophaga stercoraria</i> (1 es.); <i>Aschis sp.</i> (1 es.); <i>Stomayys calatram</i> (1 es.); <i>Ligus pratensis</i> (1 es.); <i>Oestrus ovis</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
750	<i>Rhipicephalus appendiculatum</i> (2 es.); <i>Rhipicephalus decoloratus</i> (4 es.); <i>Rhipicephalus tricuspis</i> (2 es.); <i>Haemofisalis leachi</i> (14 es. adulti, 1 gruppo uova); <i>Haemofisalis otofila</i> (13 es.); <i>Haemofisalis cinnabarina</i> (2 es.); <i>Haemofisalis variabilis</i> (3 es.); <i>Dermacentor andersoni</i> (2 es.)		A secco in scatola entomologica	M
751	<i>Dermacentor uiteus</i> (2 es.); <i>Dermacentor parumpertius</i> (3 es.); <i>Dermacentor occidentalis</i> (4 es.); <i>Argas persicus</i> (15 es.); <i>Boophilus anulatus</i> (20 es.); <i>Boophilus decoloratus</i> (2 es.)		A secco in scatola entomologica	M
752	<i>Glossina palpalis</i> (46 es.)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
753	<i>Amblyomma maculata</i> (3 es.); <i>Amblyomma americana</i> (4 es.); <i>Amblyomma clypeolatum</i> (2 es.); <i>Amblyomma ebracum</i> (2 es.); <i>Amblyomma cuneatum</i> (2 es.); <i>Amblyomma paulopunctata</i> (2 es.); <i>Rhipicephalus sanguineus</i> (18 es.); <i>Rhipicephalus pulchellus</i> (11 es.)		A secco in scatola entomologica	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
754	<i>Hornitorus savignyi</i> (47 es.)		A secco in scatola entomologica	M
755	<i>Rhodnius prolixus</i> (30 es. adulti, 14 larve, 3 gruppi uova); <i>Rhodnius pallescens</i> (3 es.)		A secco in scatola entomologica	M
756	<i>Dermestes sp.</i> della lana (n. 24 pupe, n. 24 adulti)		A secco in scatola entomologica	M
757	<i>Glossina palpalis</i> (47 es.)		A secco in scatola entomologica	M
758	<i>Rhipicephalus pulchellus</i> (9 es.); <i>Rhipicephalus sanguineus</i> (10 es.); <i>Rhipicephalus simus</i> (10 es.); <i>Rhipicephalus falcatus</i> (8 es.); <i>Rhipicephalus evertsi</i> (7 es.); <i>Rhipicephalus bursa</i> (5 es.)		A secco in scatola entomologica	M
759	<i>Megasoma actaeon</i> (5 es.)		A secco in scatola entomologica	M
760	<i>Hippobosca camellina</i> (50 es.)		A secco in scatola entomologica	M
761	Glossina Mosca tsè-tsè (44 es)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
762	<i>Hornitorus savignyi</i> (50 es.)	Mogadiscio Somalia	A secco in scatola entomologica	M
763	<i>Glossina palpalis</i> (57 es.)	Congo Belga	A secco in scatola entomologica	M
764	<i>Buthus minax</i> 1933 (59 es.); <i>Babicurus sp.</i> (1 es.)	Eritrea Somalia	A secco in scatola entomologica	M
765	<i>Buthus occitanus</i> (3 es.); <i>Buthus australis</i> (3 es.); <i>Buthus europeus</i> (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
766	<i>Buthus mauritanicus</i> (2 es.); <i>Buthus australis</i> (3 es.); <i>Buthus minax</i> (1 es.); <i>Scorpio exitialis</i> Poc. (1 es.)		A secco in scatola entomologica	M
767	<i>Parabuthus heterurus</i> Poc. (1 es.); <i>Buthus trilineatus</i> Ptrs. (1 es.); <i>Scorpio pallidus</i> (3 es.); <i>Parabuthus abyssinicus</i> (1 es.); <i>Pandinus pallidus</i> (2 es)		A secco in scatola entomologica	M
768	<i>Galeodes sp.</i> 3 ragni		A secco in scatola entomologica	P
769	<i>Schistosoma bovis</i> (10 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
770	<i>Schistosoma mansoni</i> (5 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
771	<i>Sclerostoma equina</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
772	<i>Scolopendra canidens</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
773	<i>Scolopendra forficata</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
774	<i>Scorpio europaeus</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
775	<i>Scorpio maurus palmatus</i> (2 es.)	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
776	<i>Scotophilus sp.</i>		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
777	<i>Scotophilus sp.</i> (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
778	Selenidi veget-glanis (3 es.) * <i>Hemidactylus sp.</i> Gray 1825	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
779	<i>Setaria homby</i> (in gazzella)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
780	<i>Setaria labiato-papillosa</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
781	<i>Setaria sp.</i>	Merca Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
782	<i>Sybynomorphus leucomela</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
783	<i>Sybynomorphus turgidus</i>	Brasile	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
784	<i>Spatha walhbergi</i> , <i>Leptospatha conchiglia</i>	Giuba Somalia	A secco	M
785	<i>Spathicera meruensis</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
786	<i>Spilotes pullatus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
787	<i>Spiroptera anthuris</i> (2 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
788	<i>Stenodactylus elegans</i> (2 es.)	Cireniaca	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
789	<i>Stenorhina degenhardtii</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
790	<i>Struthio sp.</i> uovo		A secco	M
791	<i>Subulura differens</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
792	<i>Taphozous sp.</i>	Oddur Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
793	<i>Tarbophis obtusus</i> * <i>Tarbophis obtusus</i> Reuss 1834	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
794	<i>Tarbophis obtusus</i> * <i>Tarbophis obtusus</i> Reuss 1834 (2 es.)	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
795	<i>Tarbophis obtusus</i> * <i>Tarbophis obtusus</i> Reuss 1834	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
796	<i>Tarbophis obtusus</i> * <i>Telscopus obtusus</i> Reuss 1834	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
797	<i>Tarbophis obtusus</i> * <i>Tarbophis obtusus</i> Reuss 1834	Agordat Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
798	<i>Tarentola annularis</i> * <i>Tarentola annularis</i> Geoffroy De Saint Hilaire 1809 (2 es.)	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
799	<i>Tarentola annularis</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
800	<i>Tarentola mauritanica</i> * <i>Tarentola mauritanica</i> Linnaeus 1758	Fiesole Puglia Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
801	<i>Tarentola mauritanica</i> * <i>Tarentola mauritanica</i> Linnaeus 1758	Freesda (?)	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
802	<i>Tarentola mauritanica</i> * <i>Tarentola mauritanica fascicularis</i> (2 es.)	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
803	<i>Tarentola mauritanica</i> * <i>Tarentola mauritanica</i> Linnaeus 1758	Calabria Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
804	<i>Tarentola sp.</i> * <i>Tarentola mauritanica</i> Linnaeus 1758	Pantelleria Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
805	<i>Termes somaliensis</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
806	Tessuto con cisti (Antonio Vallardi Milano)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
807	<i>Trichocephalus dispar</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
808	<i>Tricodrilus allobrogum</i> Gordioidei		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
809	<i>Trombidium tinctorium</i> (4 es.)	Eil Somalia	In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
810	<i>Tropidonotus natrix</i>	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
811	<i>Tropidonotus natrix</i>	Sant'Anna Pelago Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
812	<i>Tropidonotus olivaceus</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
813	<i>Tropidonotus olivaceus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
814	<i>Tropidonotus tessellatus</i>	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
815	<i>Typhlops blandfordii</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
816	<i>Uromastix acanthinurus</i> * <i>Uromastix acanthinurus</i> Bell 1825		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
817	<i>Uromastix acanthinurus</i> * <i>Uromastix acanthinurus</i> Bell 1825	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
818	<i>Varanus griseus</i> Gray (3 es.)	Agedabia Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
819	<i>Varanus griseus</i> * <i>Varanus griseus</i> Daudin 1803	Agedabia Cireniaca	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
820	<i>Varanus griseus</i> * <i>Varanus griseus</i> Daudin 1803	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
821	<i>Varanus niloticus</i> * <i>Varanus niloticus</i> Linnaeus 1766	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
822	<i>Varanus niloticus</i>	Egitto	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
823	<i>Varanus ocellatus</i> * <i>Varanus exanthematicus</i> Bosc 1792	Hafun Dante Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
824	<i>Vesperugo kuhlii</i> (2 es.)	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
825	<i>Vipera ammodytes</i> * <i>Vipera ammodytes meridionalis</i> Boulenger 1903	Asia Minore	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
826	<i>Vipera ammodytes</i> * <i>Vipera ammodytes ammodytes</i> Linnaeus 1758 (2 teste)	Istria Jugoslavia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
827	<i>Vipera aspis</i>	Modena Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
828	<i>Vipera aspis</i> * <i>Vipera aspis francisciredi</i> Laurenti 1768 (2 es.)	Toscana Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
829	<i>Vipera berus</i> * <i>Vipera berus berus</i> Linnaeus 1758	Friuli	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
830	<i>Vipera cornuta</i> * <i>Ceraste cerastes</i> Linnaeus 1758	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
831	<i>Xenodon colubrinus</i>	Andagoya Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
832	<i>Xenodon colubrinus</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
833	<i>Xilocopa aestuans</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
834	<i>Zamenis algirus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
835	<i>Zamenis algirus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
836	<i>Zamenis algirus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
837	<i>Zamenis algirus</i>	Porto Bardia Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
838	<i>Zamenis algirus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
839	<i>Zamenis algirus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
840	<i>Zamenis algirus</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
841	<i>Zamenis algirus</i>	Garian Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
842	<i>Zamenis citernii</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
843	<i>Zamenis diadema</i> (2 teste)	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
844	<i>Zamenis diadema</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
845	<i>Zamenis diadema</i>	Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
846	<i>Zamenis diadema</i>	Tarhuna Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
847	<i>Zamenis diadema</i>	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
848	<i>Zamenis diadema</i>	Gadames Tripolitania	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
849	<i>Zamenis florulentus</i>	Tessenei Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
850	<i>Zamenis florulentus</i>	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
851	<i>Zamenis odorachis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
852	<i>Zamenis odorachis</i>	Assab Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
853	<i>Zamenis odorachis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
854	<i>Zamenis odorachis</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
855	<i>Zamenis rogersii</i>	Tobruk Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
856	<i>Zamenis smithi</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
857	<i>Zamenis smithi</i>	Bardera Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	M
858	<i>Zamenis viridiflavus</i>	Toscana Italia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
859	<i>Ornithodoros megnini</i> (3 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
860	<i>Trichenis sp.</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
861	Frammenti di rami e foglie n.i.		A secco in flacone di vetro	M
862	Reperto vegetale n.i.		A secco	M
863	Frutti n.i. (5 es.)		A secco	M
864	<i>Mauritia flexuosa</i> ; <i>Mauritia vinifera</i> frutti (3 es.)		A secco	M
865	Reperto vegetale n.i.		A secco	B
866	<i>Citrillus colocynthis</i> (frutto)		A secco	B
867	Manoscritto in arabo		Foglio in flacone di vetro	B
868	Freccia avvelenata tribù Baluba-Katonga		Manufatto in ferro	B
869	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
870	Mosche tsè tsè (8 es.)	Congo Belga	Scatola entomologica	M
871	Mosche glossina (41 es.)	Congo Belga	Scatola entomologica	M
872	<i>Crotaphopeltis hotamboieia</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
873	<i>Psammophis punctulatus</i> * <i>Psammophis punctulatus</i> Dum. e Bibr. 1864	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
874	<i>Trachyboa boulengeri</i>	Colombia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
875	<i>Psammophis sibilans</i> * <i>Psammophis sibilans</i> Linnaeus	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
876	<i>Psammophis sibilans</i> * <i>Psammophis sibilans</i> Linnaeus	Eritrea	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
877	<i>Psammophis schokari</i> * <i>Bothrops schelegelii</i> Berthold 1846	Cirenaica	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
878	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
879	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
880	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
881	Rettile n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
882	Ascarididae n.i.		In alcool 70° in tubo di vetro	B
883	Diptera n.i. (3 es. larve incistate)		In alcool 70° in bottiglietta di vetro	M
884	Scolopendromorpha n.i.	Somalia	In alcool 70° cilindro in vetro	B
885	<i>Dryophylax pallidus</i>	Brasile	In Alcool 70° in tubo di vetro	M
886	Scorpionida n.i. (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
887	Arachnida n.i. (2 es.)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
888	<i>Parabuthus liosoma</i>	Somalia	In alcool 70° in cilindro di vetro	B
889	Scorpionida n.i.		In alcool 70° in cilindro di vetro	B
890	Granuli neri del piede di Madura (1928)		In alcool 70° in cilindro di vetro	M
891	<i>Lymnaea</i> sp. (conchiglie)		In alcool 70° in vasetto di vetro	B
892	<i>Melania</i> sp. (conchiglie)		In alcool 70° in vasetto di vetro	B
893	<i>Heterakis inflexa</i>		In alcool 70° provetta su supporto di legno	M
894	<i>Bullinus contortus</i> (4 es.)		In alcool 70° provetta su supporto di legno	B

N° inv.	Dati identificativi dei reperti	Località / donatore	Tipologia del reperto	Stato cons.
6764	<i>Tabanus combustus</i> (23 es.); <i>Tabanus canus</i> (1 es.); <i>Tabanus bovinus</i> (1 es.); <i>Tabanus sp.</i> (1 es.); <i>Tabanus africanus</i> (2 es.); <i>Tabanus pulchellus</i> (1 es.); <i>Tabanus agricola</i> (13 es.)		A secco in scatola entomologica	B
6765	<i>Triatoma geniculata</i> (7 es.); <i>Triatoma vitticeps</i> (1 es.); <i>Triatoma sordida</i> (2 es.); <i>Triatoma protracta</i> (1 es.); <i>Triatoma dimidiata</i> (1 es.); <i>Triatoma sp</i> (2 larve); <i>Conorhinus rubrofasciatus</i> (3 es.)		A secco in scatola entomologica	B



Ciro Tepedino*, Rita Maramaldo*

Collezione Franchini: tutela, conservazione e valorizzazione

Riassunto

Il Museo coloniale voluto dal professor Giuseppe Franchini è una raccolta di reperti soprattutto animali sia vertebrati che invertebrati di interesse zoologico e parassitologico, conservati in liquido o a secco oltre a comprendere numerosi vegetali utilizzati nella medicina indigena ed alcuni oggetti di interesse etnografico. I continui traslochi e le differenti gestioni hanno contribuito a un deterioramento negli anni delle condizioni conservative della collezione. Il seguente lavoro riassume tutti i maggiori interventi di ripristino e recupero conservativo, eseguiti anche dagli autori dello stesso, che sono stati effettuati dall'acquisizione della collezione al patrimonio museale del Dipartimento di Biologia animale ad oggi. Vengono riportate le numerose criticità rilevate in merito alla conservazione dei reperti, i risultati degli interventi di ripristino ed i progetti futuri di restauro conservativo indispensabili per far sì che la collezione possa svolgere anche in futuro la sua funzione di diffusione della conoscenza scientifica e il suo valore indiscusso di testimonianza storica della Medicina coloniale.

Abstract

Conservation and enhancement interventions on the Franchini Collection. The Colonial Museum founded by Professor Giuseppe Franchini in Modena is a collection of mainly vertebrate and invertebrate finds of zoological and parasitological interest. The museum exhibits are stored either dry or in liquid and include numerous plants used in indigenous medicine and some objects of ethnographic interest. Continuous removals and different managements have contributed to some deterioration in the preservation of this collection. This article summarizes all the major restoration and conservation interventions, which have been carried out since the acquisition of the collection by the Museum of the Department of Animal Biology. The numerous problems of conservation of the finds are described, as are the results of restorations. Future projects are outlined ensuring that the Collection can carry on disseminating scientific knowledge and continue to be a historical testimony of Colonial Medicine in the future.

Parole chiave: Conservazione, valorizzazione, recupero, liquido di dimora, Collezione Franchini, Modena

Keywords: Conservation, enhancement, liquid preparations, Franchini Collection, Modena, Italy

* Polo Museale Unimore dell'Università di Modena e Reggio Emilia, via Università 4, 41121 MODENA; e-mail: ciro.tepedino@unimore.it.

1. Introduzione

L'eminente medico tropicalista Giuseppe Franchini (1879-1938), docente di patologia coloniale presso l'Ateneo bolognese tra il 1924 e il 1930, collezionò, durante i suoi numerosi viaggi di studio e ricerca in varie parti del mondo, materiale zoologico di interesse parassitologico che andò a costituire il nucleo fondante di un Museo coloniale, unico in Italia nel suo genere (Testi, 1939). Tra il 1930 e il 1938 – anni in cui Franchini insegnò presso l'Ateneo modenese – il Museo si arricchì di numerosi reperti ricevuti in dono dalle istituzioni scientifiche da lui frequentate o inviati dai suoi allievi e/o colleghi operanti nelle colonie italiane, tanto da occupare, in via Camatta a Modena, ben sei sale dell'Istituto di Patologia coloniale con annessa Clinica delle Malattie tropicali e subtropicali da lui dirette (Fratello & Maramaldo, 2010) (Fig. 1). Purtroppo, dopo la morte del professor Franchini, avvenuta il 3 luglio 1938, il Museo subì numerosi cambiamenti di sede e di denominazione, nonché di afferenza amministrativa-gestionale.

Nel 1940 il Museo e la Clinica delle Malattie tropicali e subtropicali vennero trasferiti – grazie anche all'intervento di Guido Corni¹ – presso la seicentesca Villa Pentetorri, costruita per volere di Francesco I d'Este, ed ivi rimasero fino al 1943 (Fig. 2). In quell'anno clinica e museo, per contrasti tra l'Ateneo modenese e il “Pio Lascito Rainusso”² che gestiva Villa Pentetorri dal 1906, subirono un nuovo trasferimento presso l'edificio del Foro Boario in via Berengario a Modena (Corradini, 2011). Tale evento fortunato salvò i reperti museali dal bombardamento alleato che il 13 maggio 1944 distrusse Villa Pentetorri.

Nel 1963, con il trasferimento della Clinica di Malattie infettive e tropicali presso i locali del nuovo Policlinico in via del Pozzo, i reperti museali trovarono collocazione in dieci armadi in legno e vetro sistemati lungo i corridoi della clinica. L'ordine espositivo originale dei reperti andò irrimediabilmente perduto e non sarà più ricostruibile anche per lo smarrimento dei registri a causa dei ripetuti traslochi, ma anche il suo valore ostensivo e di studio perderà di importanza (Maramaldo *et al.*, 1992).

¹ Il dottor Guido Corni (1883-1946), figlio dell'imprenditore modenese Fermo Corni, fu deputato al Parlamento del Regno d'Italia e Governatore della Somalia dal 1928 al 1931. Fu un grande estimatore del professor Giuseppe Franchini e contribuì, anche economicamente, alla realizzazione del Museo di Medicina tropicale. Nel 1940, dopo la morte di Franchini, grazie a Corni nacque la Fondazione Franchini, per reperire fondi a sostegno dell'Istituto di Patologia coloniale e del Museo; inoltre si attivò per dare loro una più opportuna sistemazione presso la prestigiosa Villa Pentetorri a Modena, oggi distrutta.

² Il “Pio Lascito Rainusso”, voluto dall'armatore genovese Elia Rainusso, alla sua morte ereditò ed amministrò il suo patrimonio per la produzione di rendite destinate a favore delle sue opere di beneficenza. Tra i suoi beni c'era anche Villa Pentetorri, che l'armatore aveva acquistato nel 1866 e nella quale vi risiedette fino alla sua morte nel 1906.

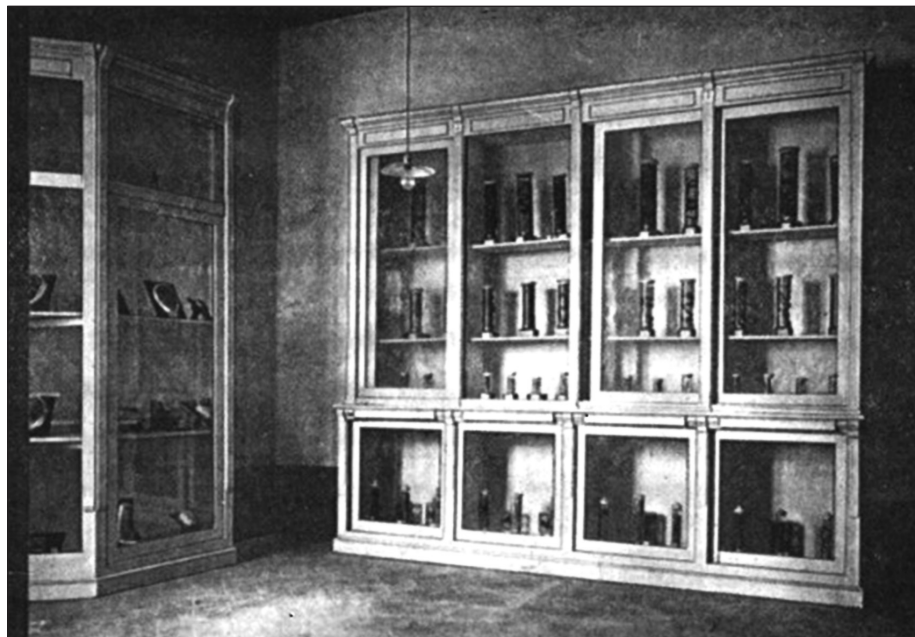


Fig. 1 – Il Museo coloniale in via Camatta a Modena presso l'Istituto di Patologia coloniale (1930).

Nel 1988 la collezione, verrà incorporata nel patrimonio museale del Dipartimento di Biologia animale e troverà sistemazione presso una sala dedicata di via Berengario attigua al Museo anatomico (Fig. 3).

Nel 2012, a seguito del terremoto che nel maggio dello stesso anno colpì gravemente Modena, danneggiando l'edificio che ospitava la collezione, essa venne trasferita in via Università 4, presso la Sala Scarpa del Museo di Zoologia ed Anatomia comparata dell'allora Dipartimento del Museo di Paleobiologia e dell'Orto Botanico, dove tuttora è presente.

Dal 2017 la collezione è entrata a far parte del patrimonio scientifico gestito dal Polo Museale Unimore di Ateneo, istituito nello stesso anno ed è esposta presso la Sala Scarpa del Museo di Zoologia ed Anatomia comparata di Modena (Fig. 4).

2. La Collezione

Il lavoro di ricognizione inventariale eseguito al momento dell'acquisizione della collezione nel patrimonio museale del Dipartimento di Biologia animale dell'Ateneo modenese nel 1988 ha portato a suddividere la collezione a scopo



Fig. 2 – Il Museo di Medicina tropicale nella Villa Pentetorri a Modena (1940), “Fotomuseo Giuseppe Panini”.



Fig. 3 – La Collezione Franchini esposta in una sala attigua al Museo di Anatomia umana in via Berengario a Modena (1988).



Fig. 4 – Vedute della Sala Scarpa del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata in cui è attualmente esposta la Collezione Franchini (2017).

puramente descrittivo in quattro sezioni, anche e soprattutto per la natura dei suoi reperti: una sezione zoologica, una di medicina indigena, una di patologia tropicale ed una etnografica (Fig. 5). La sezione zoologica comprende esemplari di invertebrati e vertebrati parassiti o vettori di parassiti ed animali velenosi o comunque pericolosi per la salute dell'uomo. La sezione di medicina indigena è costituita da preparati vegetali essiccati utilizzati dalle popolazioni dello Yemen, dell'Eritrea e della Somalia. La sezione di patologia tropicale comprendente alcuni calchi in gesso o in cera (*moulages*) di individui affetti da varie patologie tropicali, mentre la sezione etnografica è composta da alcuni manufatti provenienti dalle ex colonie dell'Africa Orientale Italiana (Lombardo & Maramaldo, 1993).

Attualmente la Collezione Franchini consta di 896 reperti, tenendo presente che, nel recente riscontro inventariale effettuato nel 2018, risulta che le scatole entomologiche sono state considerate come raccolte ed è stato attribuito un solo numero di inventario all'intera scatola e non al singolo esemplare; allo stesso modo è stato assegnato un unico numero ai contenitori in vetro con più esemplari (Tepedino & Maramaldo, in questo volume). Il 67% dei reperti sul totale sono conservati in liquido dentro a contenitori in vetro mentre il restante 33% è conservato a secco. La componente maggiore dei preparati in liquido è costituita da vertebrati, soprattutto, rettili di diversi ordini e in particolare serpenti di varie famiglie. In numero limitato sono presenti dei mammiferi, soprattutto pipistrelli, come pochi sono anche gli esemplari di anfibi e pesci. Tra gli invertebrati vi sono numerosi insetti e aracnidi, nonché vermi di diverse classi (Lombardo & Maramaldo, 1993). I contenitori in vetro nei quali sono immersi i preparati hanno forma diversa per lo più cilindrica e sono chiusi con dischi di vetro o con tappi a smeriglio. Altri contenitori in vetro si presentano con forma ovale schiacciata, pochi sono quelli di forma rettangolare o sotto forma di tubi di vetro sigillati per fusione, numerosi, invece, sono quelli a



Fig. 5 – Esempjari rappresentanti le quattro sezioni della Collezione Franchini: 1) sezione di Zoologia, 2) sezione di Medicina indigena, 3) sezione di Patologia tropicale, 4) sezione di Etnografia.

forma di provetta inseriti su piedistalli in legno. I reperti a secco sono per lo più preparati di medicina indigena quali piante officinali conservate dentro a bottigliette di vetro, una buona parte è costituita da scatole entomologiche, alcuni sono preparati tassidermici e pochi sono i manufatti polimerici. Tra questi vanno annoverati *moulages* in cera su supporti lignei e calchi in gesso rappresentanti individui affetti da vari morbi tropicali, utensili in legno e ferro di uso quotidiano, un ventaglio in tessuto e legno, un carapace di tartaruga con legnetti interni a mo' di battacchio usata come campanella per lebbrosi, un'effigie in gesso con cornice in legno raffigurante il premio Nobel per la medicina Ronald Ross³, un astuccio per veleno costituito da un corno di bue chiuso con coperchio di pelle, un pugnale di ferro con custodia in pelle, un pugnale di ferro con parte del manico in avorio, delle frecce di legno con punta in ferro, una frusta in cuoio con manico in avorio, un manoscritto incorniciato di una lezione sulla malaria di Alphonse Laveran⁴ e, infine, un manoscritto in arabo.

³ Ronald Ross (1857-1932) è stato un medico britannico, vincitore del premio Nobel per la medicina nel 1902. La sua scoperta del parassita della malaria nella zanzara *Anopheles* ha portato alla realizzazione che la malaria è trasmessa da questo insetto delle Culicidae e ha gettato le basi per la lotta contro la malattia.

⁴ Charles Louis Alphonse Laveran (1845-1922) è stato un medico francese, vincitore del premio Nobel per la medicina nel 1907. Approfondì gli studi sulla malaria e all'Istituto Pasteur di Parigi indagò i protozoi patogeni, scoprendo il ruolo dei plasmodi nel 1880.

3. Esperienze pregresse di recupero

Un primo grosso intervento straordinario di ripristino conservativo sui reperti, dopo il trasloco in via Berengario, fu eseguito dal Dipartimento di Biologia animale nel 1988 con il contributo di uno degli autori di questo articolo e sotto la direzione del professor Bernardo Fratello (Squadrini, 2010). Venne condotta anche un'attività di inventariazione e i reperti furono collocati negli stessi dieci armadi in legno e vetro in cui erano stati esposti presso Villa Pentetorri. La scarsa documentazione, consegnata dalla Clinica di Malattie infettive e tropicali a corredo della collezione, presentava varie foto storiche di alcuni reperti risalenti agli anni trenta del secolo scorso. Dal confronto dei campioni con le foto storiche, si evinse che molto probabilmente i reperti avevano già subito dei rimaneggiamenti sulla modalità di chiusura, cosa che fece presupporre interventi passati abbastanza invasivi anche sul liquido di conservazione. L'indagine, condotta su ogni singolo reperto evidenziò il precario stato di conservazione di buona parte di essi. Soprattutto i reperti conservati in liquido presentavano spesso una parziale evaporazione dello stesso, probabilmente anche a causa di un precedente periodo di scarsa cura. Pertanto, prima di effettuare l'intervento conservativo, per non danneggiare i reperti si procedette ad analizzare, di alcuni contenitori presi a campione, la natura chimico-fisica del liquido di dimora, anche perché nessun riferimento in merito era menzionato nei documenti acquisiti con la collezione. L'analisi attestò che si trattava di alcool e non di formalina, che sono di solito i liquidi di dimora più diffusi nella conservazione di reperti zoologici, e confermò ciò che era stato comunicato verbalmente da chi l'aveva avuta in custodia fino ad allora. Si stabilì di intervenire, quando necessario, alla sostituzione e/o rabbocco con alcool etilico in soluzione idroalcolica al 70%, come da prassi consolidata nella conservazione di materiale zoologico a scopo scientifico (Zangheri, 1981). Nei cilindri in cui era presente un foro sul disco di chiusura, il rabbocco fu effettuato tramite questo foro con l'uso di una siringa e si decise di chiuderlo con ceralacca rossa, sostituendo il tappino di gomma oramai galvanizzato ed irrecuperabile. Nei vasi in cui il disco di vetro non era provvisto di foro, ove possibile, il contenitore fu aperto, rabboccato e poi richiuso con del mastice. Anche per le provette inserite su piedistalli di legno, era chiaro un recente intervento sulla chiusura delle stesse. Esse presentavano dei tappi in plastica ad incastro, probabilmente apposti negli anni sessanta del XX secolo ed era ipotizzabile che avessero preso il posto di tappi verniciati con ceralacca nera (Fig. 6). Data la nuova chiusura, queste provette furono facilmente rabboccate e, là dove il tappo di plastica risultava galvanizzato, fu sostituito con uno nuovo identico per forma e dimensione. Il rabbocco interessò circa il 50% dei preparati.

Negli anni successivi gli interventi di rabbocco del liquido di dimora vennero fatti al bisogno, in base alla velocità di evaporazione dell'alcool. Per la



Fig. 6 – Foto a confronto che mostrano gli stessi reperti. La prima è una foto storica degli anni '30 e l'altra della fine degli anni '80 del secolo scorso.

conservazione dei reperti contenuti nelle scatole entomologiche si procedette utilizzando come antiparassitario la naftalina debitamente inserita in piccole scatoline traforate, ripristinandola annualmente fino alla fine degli anni novanta del secolo scorso, quando la stessa è stata considerata nociva per l'uomo. Da allora si è utilizzato come antiparassitario la canfora. Nessun intervento fu effettuato sui preparati di medicina indigena, in quanto conservati a secco in bottigliette di vetro sigillate. Su cere e gessi si operò rimuovendo la polvere superficiale con un pennello a setole estremamente morbide. Negli anni successivi a questo primo intervento straordinario di ripristino conservativo, purtroppo, si constaterà che nei cilindri chiusi con un disco di vetro, il cui foro era stato sigillato con la ceralacca rossa, il liquido di dimora si presentava colorato di rosso. La ceralacca ammorbidita dai vapori dell'alcool, deteriorandosi, aveva colorato il liquido di dimora nel tempo, compromettendo la visibilità del preparato.

Nel 2012 la collezione fu interessata dal Progetto Patrimonio Culturale di Ateneo, promosso dall'Ufficio Patrimonio ed avente quale obiettivo l'inventariazione straordinaria anche dei beni museali. In questo frangente si palesò la necessità di intervenire con un ripristino conservativo straordinario. Si valutò lo stato di

conservazione dei reperti presenti in collezione stabilendo le seguenti categorie arbitrarie: buoni quando i reperti erano integri e accettabili per l'ostensione; mediocri quando essi si presentavano compromessi e scarsamente idonei ai fini ostensivi; pessimi quando il loro stato di deterioramento pregiudicava lo studio e la loro validità ostensiva. L'indagine sui singoli reperti evidenziò che la stragrande maggioranza di quelli rientranti nella categoria mediocri era costituita dai preparati conservati in liquido, e quindi richiedevano un intervento straordinario a differenza degli altri che, presentando condizioni di conservazione accettabili, potevano essere oggetto di semplice manutenzione ordinaria. Si rabboccò il liquido di dimora là dove evaporato e si intervenne a decolorare l'alcool, dove necessario, lasciandolo in sospensione con carbone vegetale e successivo filtraggio con apposita carta da filtro come suggerito in letteratura (Dutto & Guidotti, 2010). Per la chiusura dei vasi furono effettuate delle prove sul miglior sigillante da utilizzare per sostituire il mastice e la scelta ricadde sul silicone trasparente-antimuffa perché la paraffina aveva fatto riscontrare una minore adesione al vetro. Anche per chiudere il foro sui dischi di vetro, lì dove presente, si pensò di utilizzare un vetrino copri-oggetti sigillandolo con silicone così da ovviare all'utilizzo della ceralacca. Il silicone, pur non essendo un collante ideale per la chiusura dei contenitori di vetro, anche perché i vapori dell'alcool creano dei microfori, ancora oggi è utilizzato in ambito museale (Restivo *et al.*, 2019). La nostra esperienza di gestione/conservazione, fino ad oggi maturata, ha evidenziato che il silicone è il collante che ha creato meno problemi perché non rilascia colore nel liquido di conservazione, consente, grazie a una migliore tenuta, una minore evaporazione dell'alcool nel tempo rispetto al mastice e, soprattutto, è facilmente asportabile quando è necessario riaprire i vasi.

A seguito del sisma che portò alla chiusura del comparto di via Berengario, alla fine del 2012 la collezione fu trasferita presso la Sala Scarpa del Museo di Zoologia ed Anatomia Comparata, in via Università, dove è esposta e conservata a tutt'oggi.

4. Criticità di conservazione

Data la differente natura dei reperti, le diverse modalità di preparazione e le non ottimali condizioni microclimatiche ambientali delle varie sedi espositive che hanno accolto la collezione, è facile dedurre che molteplici sono le criticità di conservazione che la stessa presenta ed ha presentato nel tempo.

Per i preparati conservati in soluzione idroalcolica i problemi ricorrenti riguardano la costante evaporazione del liquido di dimora nel tempo ed il suo ingiallimento dovuti, rispettivamente, ad una non perfetta tenuta del sigillante a chiusura del contenitore ed alla liberazione di sostanze organiche da parte degli esemplari zoologici i quali, molto probabilmente, non furono accuratamente

trattati nelle preliminari operazioni di fissaggio, indispensabili per una buona conservazione del preparato (Bardelli, 2008). Un altro problema è la difficoltà di apertura di alcuni cilindri in vetro, soprattutto, quelli con tappo a smeriglio in conseguenza dell'accumulo di polvere e di vecchie colle. In essi oltretutto il liquido di dimora tende ad evaporare nel tempo e, in alcuni casi, è talmente colorato da compromettere la visione dell'esemplare e la sua conservazione. Ciò fa sorgere il tanto discusso e controverso dilemma in campo museologico dell'opportunità o meno di rompere il contenitore storico e procedere alla sua sostituzione per poter ripristinare le adeguate condizioni di conservazione dell'esemplare.

I manufatti in cera e gesso, data la loro natura e l'essere da sempre stati conservati in armadi-vetrine non sigillati, sono stati tra i reperti più esposti al degrado. La loro superficie, soggetta ad accumuli di polvere e di altro particolato atmosferico, presenta la cromia originale alterata ed alcuni modelli in cera evidenziano delle microfratture dovute, probabilmente, ad urti meccanici avvenuti in passato durante i diversi traslochi.

Le scatole entomologiche, data la loro delicata natura, sono state quelle che negli anni hanno subito un costante ma ineluttabile deterioramento che, ancora oggi, continua nonostante gli interventi programmati con antiparassitari eseguiti con cadenza regolare su ogni singola scatola. Con rammarico, inoltre, si è constatato che dal 2012, periodo in cui le scatole sono state esposte in una delle vetrine della Sala Scarpa che ospitava la collezione nel Museo di Zoologia ed Anatomia Comparta, la situazione è precipitata, probabilmente, perché negli anni precedenti le sale del museo non erano state fumigate, come invece è avvenuto regolarmente dal 2017.

5. Ultimo intervento di recupero

Con la presa in carico della Collezione Franchini nel 2017 da parte del Polo Museale Unimore, si è effettuata una ricognizione inventariale di tutti i beni entrati a far parte del patrimonio del Polo, iniziata nel 2018 e terminata nel 2019. Tale lavoro ha permesso di stabilire lo stato di conservazione dei reperti e, per quanto concerne la collezione, di fotografare la condizione dei beni secondo categorie di *buoni*, *mediocri* e *pessimi* già utilizzate nell'intervento del 2012 (Fig. 7). Ciò ha indotto a eseguire nel 2020 un intervento straordinario di recupero sui beni che versavano in condizioni mediocri e, data l'impossibilità di intervenire sui reperti a secco, come le scatole entomologiche, le cere, i gessi e i manufatti, che avrebbero richiesto interventi di figure professionali specifiche, ci si è occupati soprattutto degli esemplari conservati in liquido che rappresentavano il 64% dei reperti mediocri. Data l'alta probabilità di rottura dei dischi di vetro a chiusura del vaso, durante le difficili operazioni di apertura,

sono stati preventivamente acquistati dei dischi in vetro smerigliato eseguiti a mano, rispettando le forme e dimensioni di quelli presenti sui contenitori in vetro della collezione.

Il lavoro di recupero straordinario è stato fondamentale per evitare un ulteriore deterioramento dei singoli beni ed è stato eseguito nel rispetto, il più possibile, delle condizioni originali e sempre giustificando ogni operazione in termini di costi/benefici. Si è stilato ed attuato un protocollo interno adatto alle nostre esigenze che prevedeva una documentazione fotografica dei reperti sul prima e dopo l'intervento di rabbocco o ripristino, un controllo dello stato di conservazione e del volume del liquido di dimora nel contenitore di vetro e, infine, la verifica dell'integrità dell'esemplare. Sono state rimosse eventuali muffe dal preparato, riposizionati gli esemplari più grandi fissandoli con un filo di cotone bianco sui loro supporti (cannucce di vetro e vetrini rettangolari), mentre gli esemplari più piccoli (per lo più zecche) sono stati incollati con gocce di silicone trasparente, lì dove il vecchio collante aveva perso la sua funzione. Ogni contenitore in vetro è stato ripulito all'interno e all'esterno con

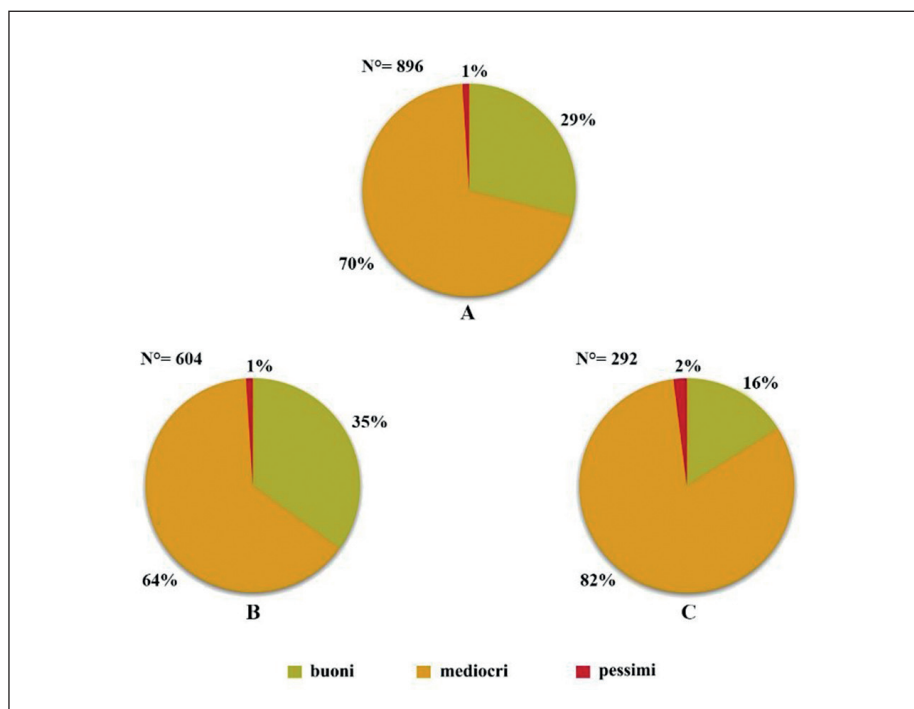


Fig. 7 – Condizione di conservazione nel 2018 del totale (N°) dei reperti della Collezione Franchini (A); dei reperti in liquido (B); e dei reperti a secco (C).



Fig. 8 – Insieme di reperti prima e dopo l'intervento di recupero straordinario.

prodotti idonei evitando, lì dove presenti, di rovinare le etichette originali, è stato rabboccato o sostituito il liquido di dimora ed è stata ripristinata la chiusura sigillando il tutto con silicone (Fig. 8).

Tale lavoro di recupero può essere inserito, a pieno titolo, in un intervento di rabbocco in quanto nella maggior parte dei reperti trattati il liquido evaporato non superava indicativamente il 20% (Fulcheri *et al.*, 2008). Nei pochi casi in cui il liquido di conservazione era eccessivamente torbido e colorato, si è optato per la sostituzione totale dell'alcool con soluzione idroalcolica fresca al 70% titolata con un alcolometro centesimale di Gay-Lussac.

Per i cilindri chiusi con dischi di vetro con foro, dopo il loro rabbocco con siringa, si è proceduto a chiudere il foro con un vetrino copri oggetti sigillato mediante mezzo montante acrilico per microscopia e non con silicone come in passato. La scelta è ricaduta sul prodotto EUKITT® perché asciuga velocemente, non forma bolle d'aria e risulta ialino come il vetro, ragion per cui è meno invasivo ed inoltre ha un forte potere sigillante.

Tutte le provette su piedistallo in legno sono state oggetto di rabbocco dell'alcool in quanto la chiusura non ermetica del tappo di plastica agevola l'evaporazione e ciò impone che il rabbocco venga fatto in archi temporali abbastanza ravvicinati. Purtroppo, pur constatando un costante deterioramento del liquido di dimora, non è stato possibile intervenire sui beni contenuti in quattro tubi di vetro, in quanto ermeticamente sigillati per fusione.

Le pessime condizioni in cui versavano otto esemplari, il cui liquido di dimora era talmente colorato e torbido da impedire la loro visibilità e l'impossibilità di aprire i cilindri in cui essi dimoravano, ci hanno costretto a risolvere tale problema con la rottura del contenitore per poter intervenire sulle loro condizioni di conservazione. Va inoltre sottolineato che tale criticità era già presente al momento della consegna della collezione ed anche in quest'ultimo intervento di ripristino come nei precedenti l'uso dell'acetone per sciogliere eventuali colle, il passaggio sotto getti alternati di acqua calda e fredda e/o alcune gocce di olio per lubrificare il tappo non avevano permesso l'apertura dei cilindri. Si è pensato pertanto, che l'unico sistema per salvare i reperti sarebbe potuto essere la rottura dei contenitori e la sua sostituzione con nuovi cilindri in vetro soffiato, eseguiti a mano su misura con le stesse caratteristiche, dimensioni e corredati con tappi a smeriglio. Così è stato per quattro vasi, mentre, per i restanti quattro si è riusciti a salvaguardare il vaso originale ma non il tappo che è stato sostituito da un disco in vetro. Estratti gli esemplari dai cilindri originali, si è proceduto alla verifica visiva delle loro condizioni, sottoponendoli a un'operazione preliminare di ricondizionamento che è consistita nell'immersione per alcune ore in alcool fresco al 70% prima della loro conservazione definitiva nel liquido di dimora (Micalizio, 2004) (Fig. 9).



Fig. 9 – Uno degli otto reperti le cui condizioni pessime e l'impossibilità di aprire il contenitore in vetro hanno comportato la sostituzione dello stesso e del liquido di dimora: prima e dopo l'intervento.

6. Considerazioni conclusive

L'ultimo intervento di recupero conservativo, che ha interessato soprattutto la componente della collezione in liquido, è stato condotto perseguendo quali obiettivi prioritari l'arresto del degrado dei beni e la corretta conservazione degli stessi nel pieno rispetto della loro preparazione originale. Le azioni messe in campo sono state efficaci e rigorosamente conservative così da valorizzare la collezione sia dal punto di vista storico che da quello museologico. Il risultato ottenuto è stato quello di migliorare la situazione dei reperti risultati mediocri nella ricognizione inventariale del 2018 restituendo loro discrete condizioni generali. Si è così incrementata la percentuale dei reperti considerati buoni sul totale dei beni e in particolar modo di quelli conservati in liquido (Fig. 10).

La gestione della collezione, in tutti questi anni, ha consolidato la convinzione che continui interventi di controllo e manutenzione ordinaria siano operazioni irrinunciabili per la tutela e conservazione di collezioni storiche, senza dimenticare l'importanza che riveste un'appropriata ed idonea sede espositiva. È per questo che sarebbe auspicabile attuare un controllo periodico dei parametri chimico-fisici ambientali della sala che ospita attualmente la collezione, nonché un monitoraggio degli agenti biologici parassitari, così da poter

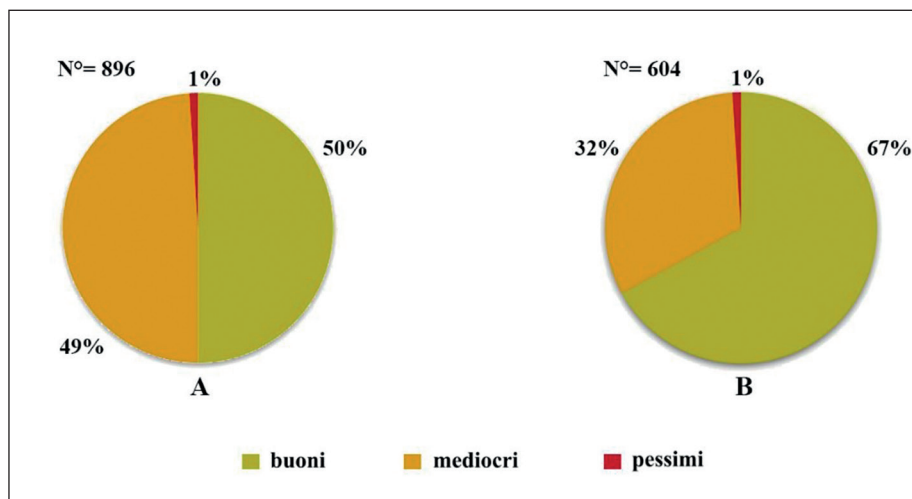


Fig. 10 – Rappresentazione percentuale dei reperti in base allo stato di conservazione riferita al totale (N°) della Collezione (A) ed a quello dei reperti in liquido (B), dopo l'ultimo intervento di recupero del 2020.

mettere in atto le migliori operazioni di salvaguardia di questo importante patrimonio museale.

Per migliorare ulteriormente lo stato di conservazione e valorizzare a pieno la Collezione Franchini in tutte le sue diverse componenti, si è in procinto di attuare ulteriori interventi straordinari ben più qualificati e mirati e che per questo esulano da una normale e programmata manutenzione e necessitano dell'intervento di personale specializzato ed esperto nelle appropriate tecniche di restauro. Tra gli interventi è urgente non solo il recupero degli esemplari contenuti nelle scatole entomologiche, ma anche il restauro delle scatole stesse che hanno subito un danneggiamento causato dall'umidità eccessiva degli ambienti e da danni meccanici dovuti ai molti spostamenti avvenuti nel tempo.

Altri restauri dovranno essere programmati per i preparati in cera e gesso e per i manufatti polimerici. Per i reperti di medicina indigena si potrebbe prevedere un recupero delle etichette storiche che nel tempo hanno subito un naturale deterioramento. Finora, i frequenti cambi amministrativo-gestionali e le scarse risorse economiche destinate alla collezione non hanno permesso la messa in atto di tali interventi che sono sempre stati rimandati e che si spera possano essere realizzati al più presto.

Ringraziamenti

Si ringrazia il professor Giovanni Tosatti per il contributo dato e la lettura critica del testo.

Bibliografia

- BARDELLI G.G., 2008 – *Un'esperienza di gestione della collezione in liquido presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano*. *Museol. Sci. Memorie*, **3**, pp. 124-126.
- CORRADINI E., 2011 – *Percorsi di valorizzazione per i Musei Anatomici di Modena: il Museo Ostetrico, il Museo Anatomico, il Museo Etnografico Antropologico e il Museo di Medicina Tropicale*. *Museol. Sci.*, **5**, pp. 97-108.
- DUTTO M., GUIDOTTI M., 2010 – *Considerazioni sul corretto impiego dell'alcool etilico nei laboratori di zoologia*. *Museol. Sci.*, Nuova serie, **4** (1-2), pp. 118-126.
- FRATELLO B., MARAMALDO R., 2010 – *La Collezione Franchini e il Museo di Patologia Coloniale*. *Atti Acc. Naz. Sci. Lett. ed Arti di Modena, Ser. VIII*, **XII**, pp. 97-104.
- FULCHERI E., MICALIZIO S., FERRARI L., 2008 – *Valore museale delle soluzioni di dimora nelle preparazioni anatomiche umane*. *Museol. Sci. Memorie*, **3**, pp. 88-92.
- LOMBARDO F., MARAMALDO R., 1992 – *La Collezione Franchini*. *Museol. Sci.*, **X**, pp. 13-20.
- MARAMALDO R., LOMBARDO F., ANSALONI I., 1992 – *Catalogo della Collezione Franchini I - Zoologia e Parassitologia*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **122**, pp. 1-48.
- MICALIZIO S., FULCHERI E., FERRARI L., GINEPRO M., BUSSOLATI G., 2004 – *Le soluzioni di dimora delle preparazioni anatomiche: ripristino e correzione nelle operazioni di restauro dei preparati museali*. *Museol. Sci.*, **19**(2), pp. 159-174.
- RESTIVO S., SACCHI O., GIACOBBE D., ZILIANI U., FALOMO BERNARDUZZI L., CANI V., GARBARINO M.V., 2019 – *Il restauro conservativo delle collezioni anatomiche del Museo per la Storia dell'Università di Pavia*. *Museol. Sci. Memorie*, **20**, pp. 80-85.
- SQUADRINI F., 2010 – *La figura di Giuseppe Franchini*. *Atti Acc. Naz. Sci. Lett. ed Arti di Modena, Ser. VIII*, **XII**, pp. 81-84.
- TEPEDINO C., MARAMALDO R., 2021 – *Attività inventariali della Collezione Franchini dal 1988 ad oggi*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **152** (in questo volume).
- TESTI F., 1939 – *In memoria del prof. Giuseppe Franchini*. *Atti e Mem. della R. Acc. Sci. Lett. ed Arti di Modena, S. 5, IV*, XLIV-LII.
- ZANGHERI P., 1981 – *Il Naturalista esploratore, raccogliitore, preparatore, imbalsamatore*. Sesta edizione, Hoepli, Milano, 503 pp.



Marco Bortolamasi* , Giovanni Tosatti**

Da Legorzanum a Ligorzano (Appennino modenese): caratteristiche ambientali e tracce storico-architettoniche

Riassunto

Partendo da una ricerca svolta sul campo e da uno studio del territorio e della sua architettura, basato sulle fonti storiche disponibili, sono state individuate l'ubicazione e le caratteristiche delle strutture edilizie risalenti al XV-XVI secolo tuttora esistenti nel borgo di 'Legorzano'. Attraverso uno studio tipologico dei modelli architettonici e delle informazioni che da queste fonti si possono trarre, è stato possibile tracciare un affresco della storia urbanistica e sociale di questo insediamento montano tra il Basso Medioevo e l'inizio dell'Era Moderna.

Abstract

From Legorzanum to Ligorzano (Modena Apennines): environmental features and historical-architectonic evidence. Starting from fieldwork and research on the territory and its architectural elements, it was possible to identify the location and features of the remaining structures of the ancient village of 'Legorzanum' dating from the 15th-16th century. By surveying architectural models and thanks to information acquired from historical sources, a picture of the urban and social history of this hamlet between the late Middle Ages and the Modern age was drawn.

Parole chiave: Ligorzano, Serramazzone, Basso Medioevo, storia insediativa

Keywords: Ligorzano, Serramazzone, Italy, Late Middle Ages, settlement history

* Ingegnere e matematico, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Modena, c/o Dipartimento di Ingegneria E. Ferrari, Università di Modena e Reggio Emilia, Via P. Vivarelli 10, 41125 MODENA; e-mail: bortolamasim@libero.it.

** Geologo, già docente di Geologia applicata, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Nervi 78, 41125 MODENA; e-mail: john.tosatti@gmail.com.

1. Finalità e modalità della ricerca

È opinione condivisa che il paesaggio architettonico sia espressione e in certo senso rappresentazione di una comunità: «*La creatività, la caratteristica formale, le scelte architettoniche che vengono messe in atto [...] non possono essere ricondotte all'azione del singolo individuo, al suo estro o alla manifestazione del genio. Sono piuttosto il frutto di un'azione collettiva, messa in atto dalle società intere, o quanto meno una loro rappresentazione*» (Zoni, 2018).

Lo studio è consistito innanzitutto nella ricerca di costruzioni e strutture risalenti al XVI secolo¹ nell'antico borgo di 'Legorzanum' (comune di Serramazzone) e nella elaborazione di un'ipotesi congruente con le fonti storiche e di studio e con le caratteristiche del territorio, quali le fonti di approvvigionamento idrico, le cave per le pietre impiegate nelle costruzioni e in generale con quanto necessitava a una comunità dell'epoca per lo svolgimento della vita quotidiana. Inoltre, sempre attraverso una ricerca sul campo, si è cercato di integrare e trarre conferme delle fonti documentali, tramite anche nuovi ritrovamenti.

In sostanza lo studio non si è limitato al classico approccio storico-documentale ma si è proposto di effettuare una sintesi tra le caratteristiche del territorio, l'analisi degli elevati e le fonti disponibili con lo scopo di individuare le peculiarità della vita sociale nel basso Appennino modenese.

Il comune di Serramazzone, il cui capoluogo è posto a un'altitudine di 791 m s.l.m. lungo la via Pietro Giardini, è un comune della montagna modenese di circa 8500 abitanti² (Fig. 1). Sul territorio comunale sono presenti diverse frazioni, fra le quali Ligorzano.

L'attuale abitato di Ligorzano, posto a circa 2 km a nord del capoluogo, ha avuto nel corso degli ultimi decenni un notevole sviluppo urbanistico sparso intorno alla chiesa in stile neogotico dedicata ai santi Ippolito e Cassiano, la cui edificazione, iniziata nel 1898, fu conclusa nel 1905. L'antico insediamento di *Legorzanum*, che è oggi solo un piccolo nucleo di case sulla vecchia via Cadi gnano, ha tuttavia una storia risalente all'alto Medioevo, anche se nulla ormai rimane di quell'epoca. L'edificio di maggior pregio architettonico della zona è la "Torre della Bastiglia" (Fig. 2) dell'XI secolo, mentre diverse abitazioni costruite nel XVI secolo conservano elementi di valore storico-artistico.

¹ Secolo convenzionalmente appartenente all'Era Moderna ma ancora ricco di modi e stilemi del basso Medioevo nelle zone rurali appenniniche.

² Dato ISTAT: popolazione residente al 30 settembre 2019.

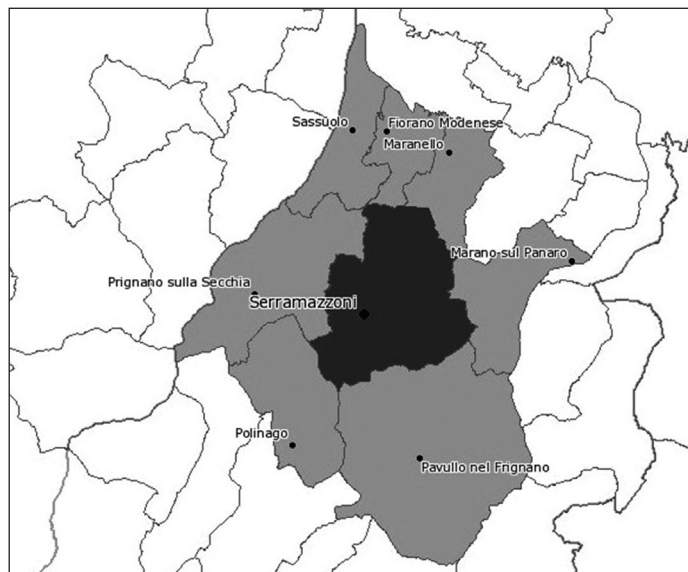


Fig. 1 – Ubicazione del comune di Serramazzone (in nero) e comuni limitrofi (in grigio).

2. Cenni sul contesto geologico e geosismico del territorio di Ligorzano

Ligorzano sorge su un'area geologicamente caratterizzata da affioramenti della formazione del Flysch di Monte Cassio (Papani & Zanzucchi, 1969), di età compresa fra il Campaniano superiore e il Maastrichtiano superiore (Cretaceo sup., da 70 a 65 Ma BP), appartenente alle Unità Liguri, che originariamente facevano parte della base stratigrafica di potenti formazioni calcareo-marnose o arenacee scomposte durante le fasi orogeniche plicative e di traslazione gravitativa che hanno accompagnato la genesi della catena appenninica. La formazione torbiditica di Monte Cassio corrisponde a un tipico flysch a elmintoidi³, costituito dalla ripetizione ritmica di strati calcareo-marnosi da medi a molto spessi. A questi strati si intercalano pacchi di strati da sottili a spessi di torbiditi arenaceo-pelitiche di colore grigiastro o giallastro se alterati. Il contatto inferiore sulle Argille varicolori di Cassio o sulle Arenarie di Scabiazza è costituito nel Modenese da un'ampia superficie tettonica. Nel territorio di Serramazzone la potenza della formazione, che affiora in placche discontinue fortemente tettonizzate, supera i 500 m. Altre zone sono ricoperte da depositi eluvio-colluviali e di versante di età pleistocenico-olocenica e da accumuli di

³ In paleontologia sono chiamate elmintoidi delle icnofacies date da piste fossili lasciate sul fondo marino da organismi epibentonici, presumibilmente limivori, viventi lungo l'interfaccia acqua/sedimento, e non meglio identificati.

frana essendo l'area soggetta a dissesto idrogeologico. A nord della Torre della Bastiglia sono presenti due piccoli corpi franosi quiescenti (AA.VV., 2005).



Fig. 2 – Veduta della Torre della Bastiglia di Ligorzano (XI sec.).

Per quanto riguarda gli aspetti di microzonazione sismica⁴ del territorio di Serramazzone, studi recenti hanno evidenziato che buona parte del territorio comunale denota fattori di amplificazione piuttosto bassi ma che il grado di addensamento degli accumuli di frana e dei depositi detritici in senso lato può influenzare in modo preponderante l'amplificazione sismica portandola a valori anche elevati (Del Maschio, 2015).

3. Cenni sulle caratteristiche vegetazionali

La fascia collinare-submontana del versante padano dell'Appennino settentrionale, nella quale ricade il territorio di Ligorzano, è caratterizzata dal *climax*

⁴ La microzonazione sismica è la suddivisione del territorio in zone omogenee rispetto alla risposta al terremoto in arrivo, tenendo conto delle interazioni geologiche, topografiche e geotecniche locali (pericolosità locale) che modificano la pericolosità di base (pericolosità su terreno compatto e pianeggiante di riferimento; cfr. Crespellani, 2012).

della foresta caducifoglia sub-montana. In essa prevalgono quercu-ostrieti misti, la cui variabilità dipende sostanzialmente dal tipo di suolo e dalla disponibilità idrica. Tra le querce sono diffusi la roverella (*Quercus pubescens*) e il cerro (*Quercus cerris*), quest'ultimo dove il terreno è marcatamente limo-argilloso, mentre più rara è la rovere (*Quercus petraea*). Frequenti sono le compagini di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) in associazione con orniello (*Fraxinus ornus*), favorite in passato dalla ceduzione delle querce (Bagnaresi *et al.*, 1987; Alessandrini *et al.*, 2010). Sono inoltre presenti diversi nuclei di castagno (*Castanea sativa*), pianta introdotta dall'uomo fin dai tempi più antichi nella fascia dei querceti mesofili per sfruttarne sia il frutto sia il legno. Non esistono in Italia boschi di castagno autoctoni e spontanei: tutti i castagneti, ormai parte integrante del nostro paesaggio, sono il risultato di trapianti operati dall'uomo in epoche remote (Ferioli, 1987). Si ritiene che buona parte delle superfici forestali a castagno siano derivate da una rinaturalizzazione di antiche coltivazioni abbandonate nel tempo⁵. Dal momento che il castagno predilige suoli marcatamente silicei, mentre rifugge quelli calcareo-argillosi, la sua presenza è limitata ai suoli derivati dal litotipo arenaceo-pelitico del Flysch di Monte Cassio. Diffusi sono anche l'acero campestre (*Acer campestre*) e il noce (*Juglans regia*). Analogamente al castagno, anche il noce, originario dell'Asia centro-occidentale, è stato introdotto in epoca antichissima in Europa. Fra le specie arbustive più frequenti vanno segnalati il nocciolo (*Corylus avellana*), il corniolo (*Cornus mas*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), il maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), la ginestra (*Spartium junceum*), il sorbo domestico (*Sorbus domestica*) e il ciavardello (*Sorbus torminalis*). I boschi occupano oggi porzioni residue del territorio, mentre ampie superfici di terreno sono state convertite a pascolo, coltivazioni o prati stabili.

4. Fonti cartografiche

La famosa "Carta Balugola" del 1571 – così chiamata dal nome del suo autore⁶ – è una carta topografica di 393x585 mm, priva di coordinate geografiche

⁵ Sul castagno c'è una sostanziale incertezza in merito al suo "indigenato", ossia alla sua origine, ai processi che ne hanno determinato la sua distribuzione e alla natura delle formazioni forestali in cui è presente. Secondo recenti teorie basate su studi palinologici, si ritiene che il castagno abbia trovato rifugio in alcune zone limitate durante l'ultima glaciazione (Würm), quando è avvenuta una generale contrazione delle superfici forestali in Europa. La più grande e riconosciuta zona rifugio si localizza nel Caucaso e nel nord dell'Anatolia. Altre zone rifugio si sono individuate in Italia nei versanti tirrenici dell'Appennino settentrionale centrale dalla Liguria al Lazio e nelle zone collinari nei pressi del Lago di Garda (Bernetti, 1995).

⁶ Alberto Balugola (Modena, 1510?-ivi, 1579) fu dottore in legge e partecipò attivamente alla vita e all'amministrazione di Modena, dove nel 1547 fu eletto fra i delegati alla riforma degli statuti; la carica gli consentì probabilmente di approfondire le sue conoscenze sul territorio, poiché gli statuti delle città contengono norme collegate alla situazione ambientale dell'area di loro competenza. La sua notorietà è legata soprattutto alla pubblicazione di una carta topografica del Modenese – la prima che si conservi per questo territorio – apparsa in xilografia nel 1571 e dedicata al duca Alfonso d'Este (Soli, 1908). Lo storico Girolamo Tiraboschi

e orientata con il sud in alto (Fig. 3). È la più antica carta dello Stato Modenese (Soli, 1908). Su questo documento cartografico si osserva in corrispondenza di Ligorzano (scritto LEGORSÀ) la raffigurazione di una struttura turrita corrispondente alla Torre della Bastiglia; si riconoscono inoltre alcune frazioni tuttora esistenti: Varana, Montagnana, Rocca Santa Maria, Pompeano ecc.



Fig. 3 – La “Carta Balugola” (particolare, dal sito del Comune di Montese).

Opere successive nella storia cartografica del Modenese sono quella del matematico e astronomo Giovanni Antonio Magini all’inizio del Seicento, quella dell’abate Domenico Vandelli intorno alla metà del Settecento e infine quelle dell’ufficiale del Genio austro-estense Giuseppe Carandini⁷ nella prima metà dell’Ottocento (Cintori, 2016). Sono inoltre disponibili elaborati cartografici moderni realizzati sulla base di ricerche storiche condotte dal Centro di Documentazione della Fondazione di Vignola (Confortini, 2010).

(1731-1794) ricorda che: «in un secolo, in cui le carte geografiche non erano ancor molto in uso, disegnò e fece incidere in legno nel 1571 una carta cosmografica dello Stato Modenese, che è la più antica fra tutte».

⁷ Giuseppe Carandini (Modena, 1779-Trieste, 1855) fu ufficiale nel corpo del Genio dell’armata d’Italia nella piazza di Milano. Nel 1805, per ordine di Napoleone, fu inviato a Parigi a perfezionarsi nello studio delle fortificazioni. Nel 1813 venne promosso capitano e, per l’abilità nei lavori di fortificazione a Mantova, fu insignito dell’Ordine della Corona ferrea. Al ritorno degli Estensi a Modena Carandini offrì i propri servizi al duca Francesco IV, che nel 1814 lo nominò comandante della piazza di Mirandola, e l’anno dopo gli affidò l’incarico di istituire un Ufficio topografico a Modena, nel quale applicò i moderni sistemi dell’Istituto geografico di Milano. Completata la mappa di Modena, nel 1821 fu intrapresa quella dell’intero ducato su più grande scala. Questa carta, eseguita dal Genio militare estense, a capo del quale Carandini era stato posto nel 1816 col grado di maggiore, richiese otto anni di lavoro e, divisa in 44 sezioni, riuscì, per il territorio modenese, la migliore fra quante erano state fatte sino allora.

Tuttavia anche questi documenti non sono in grado di sciogliere in modo esaustivo il dubbio sull'esatta ubicazione di *Legorzano*.

5. Da *Legorzano* a *Serramazzone*: cenni di storia politica

Legorzano ha una datazione antica: compare per la prima volta in una carta dell'Archivio capitolare di Parma del 1039 col nome di *Castrum Legorzanum* (Pini & Toni, 2005), che indicava probabilmente l'antico fortilizio costruito con funzioni di avvistamento e di appoggio al castello di Monfestino e del quale rimane la merlata Torre della Bastiglia (che ancora oggi figura nello stemma del Comune di Serramazzone). La torre segnò per molto tempo il valore strategico di Ligorzano, soprattutto dall'XI al XIII secolo.

Il borgo di Serramazzone compare invece per la prima volta negli Statuti di Modena del 1327 dove viene nominato come *Serra de Legorzano*⁸ indicando in tal modo che nel XIV secolo il feudo, di proprietà della Chiesa di Modena e comprendente diverse frazioni⁹ del territorio, riconosceva un ruolo di preminenza a *Legorzano* rispetto a *Serra* a causa della sua posizione strategica.

A partire dal XIII secolo tutto il territorio del feudo fu oggetto di lotte e dispute che portarono alla scomparsa della potente famiglia dei Balugola¹⁰, sostituita dalla nobile famiglia bolognese dei Savignano, i quali si insediarono nella fortificazione di Monfestino (Bortolamasi *et al.*, 2021), governando la Podesteria¹¹ che comprendeva anche *Legorzano* fino all'inizio del XV secolo.

Alla famiglia dei Savignano subentrò poi la potente famiglia dei Contrari¹² e alla caduta di questa, verso la fine del XVI secolo, la Podesteria di Monfestino, facente parte del feudo di Vignola, fu incamerata dal duca di Ferrara e venduta alla famiglia Boncompagni che la tenne fino al 1796, quando con l'arrivo dell'armata napoleonica furono definitivamente soppressi i feudi.

In epoca più recente, verso la metà dell'Ottocento, l'importanza di Monfestino fu messa in secondo piano rispetto a quella di Serramazzone in seguito alla realizzazione della via Vandelli¹³ (1751) e della via Giardini¹⁴ (1781). È

⁸ Girolamo Tiraboschi scrive: “*Nominasi anche talvolta Serra de Legorzano, con quale nome tuttora s'indica e dicesi anche la Serra dei Mazzoni, ove è una posta nella strada di comunicazione colla Toscana, e sopra un poggio poco discosto vedesi un'antica torre merlata che dicesi Bastia [Bastiglia]*” (Pini & Toni, 2005).

⁹ Podesteria comprendente le frazioni di Riccò, Pazzano, Valle, Rocca Santa Maria, Montagnana, Selva, San Dalmazio, Ligorzano, Fogliano, San Venanzio, Santo Stefano, Festà, Ospitaletto e Coscogno.

¹⁰ Nota anche come “Famiglia degli Avvocati” essendo avvocati della Chiesa di Modena fin dall'XI sec.

¹¹ Territorio sottoposto alla giurisdizione di un podestà, titolare della più alta carica civile nel governo della città o del territorio.

¹² Sostenuta dai signori di Ferrara (Casa d'Este).

¹³ Progettata dal cartografo e matematico della corte estense Domenico Vandelli (1691-1754) collegava Modena a Massa (Gambi *et al.*, 1987).

¹⁴ Progettata dall'ingegnere ducale Pietro Giardini (1718-1786) collegava Modena al Passo dell'Abetone e proseguiva nel Granducato di Toscana con il nome di via Ximenes.

infine nel 1860 che, nell'ambito della nuova suddivisione dei territori modenesi, la sede comunale venne definitivamente trasferita da Monfestino a Serramazzone (Badiali, 2010).

6. Legorzano: testimonianze storiche

I documenti ecclesiastici iniziano a nominare *Legorzano* all'inizio del XII secolo; risale infatti al 1126 la notizia di un *Ubertus presbiter de Legorzano* a cui il vescovo aveva concesso alcune terre del luogo e al 1187 la concessione di un castagneto, *quod est apud Sanctum Hippolytum*¹⁵ (Pini & Toni, 2005).

Successivamente, attorno ai secoli XII e XIII, la comunità di *Legorzano* divenne parrocchia con possibilità di amministrare i sacramenti in modo autonomo rispetto alla pieve di Rocca Santa Maria, a cui fino a quel momento era stata subordinata¹⁶.

È un fatto storicamente provato che intorno al XV secolo la parrocchia di *Legorzano* comprendesse un territorio piuttosto ampio e che in qualche modo traesse origine da strutture sociali e religiose già presenti da un paio di secoli. La prima chiesa¹⁷ di *Legorzano* in base al nome indicato nella toponomastica, viene comunemente individuata in località detta *Chiesa Vecchia*¹⁸.

7. Le fonti archeologiche in elevato

7.1 Dalla Chiesa vecchia alla Chiesa nuova

Le scarse e incerte fonti storiche non permettono una precisa ubicazione del borgo di *Legorzano* prima del XV secolo, tanto più che l'ipotesi descritta sulla posizione della prima chiesa di *Legorzano* (*Capella Sancti Hippolyti*), toponomastica a parte, non è sorretta da ulteriori evidenze, se si eccettua la tradizione tramandata da don Tomaso Garetti (rettore della chiesa nel 1786) secondo cui l'antica chiesa sarebbe stata travolta da una frana (Pini & Toni, 2005).

Resta dunque imprecisata l'esatta posizione geografica della prima chiesa di *Legorzano*, mentre la seconda chiesa (Figg. 4 e 5) eretta nella prima metà del XVI secolo e testimoniata da due atti di battesimo (1° febbraio 1568 e 3

¹⁵ Cappella (chiesa non battesimale) presente negli antichi elenchi (dal 1291 al 1464) delle pievi modenesi.

¹⁶ La pieve di Rocca Santa Maria (risalente al VIII-IX sec. e rifatta in forme romaniche nel XII sec.) era infatti l'unica ad avere il diritto di amministrare i sacramenti: un tempo infatti le pievi erano al centro di una giurisdizione civile e religiosa e da esse dipendevano altre chiese e cappelle dette *filiane*.

¹⁷ Un atto notarile tramanda che nel 1530 «...*esisteva una terra chiamata Chiesa di Sant'Ippolito*» (Pini & Toni, 2005).

¹⁸ Serramazzone all'epoca consisteva solo di poche case disposte sul crinale e la popolazione era soggetta alla parrocchia di Legorzano alla quale si recava presumibilmente procedendo per la carreggiata detta *Serra antica*, oggi via Fenocchi. Questa situazione permarrà per molti anni, almeno fino alla metà del XIX sec. cioè fin quando nel 1860 Serramazzone verrà nominata capoluogo e fino alla costruzione di un piccolo oratorio che fu inaugurato il 7 maggio 1899 ed elevato a parrocchia autonoma solo il 31 maggio 1942 (Toni, 2020).

luglio 1586) è certamente riferibile alla zona indicata come *Villa Bassa* (lungo l'attuale via Cadignano) in cui è presente la casa-torre di proprietà all'epoca della famiglia Bazzani¹⁹ (Fig. 6). Alcuni resti e fregi dell'antico edificio romano sono tuttora visibili (Fig. 7).



Fig. 4 – Chiesa Nuova ricostruita in località Villa Bassa (ora abitazione privata).



Fig. 5 – Villa Bassa, stele religiosa nell'area antistante la chiesa. Si deve alla sensibilità degli abitanti del borgo il recupero della stele che ha rischiato l'abbandono e la conseguente distruzione nei primi anni '70 del secolo scorso.

¹⁹ Famiglia gentilezza che annoverò uomini che ricoprono importanti cariche nell'ambito dello Stato Estense (stemma in Fig. 8).



Fig. 6 – Esempi di case-torri a Legorzano: a) in località Chiesa Vecchia; b) in località Villa Bassa (appartenuta alla famiglia Bazzani).



Fig. 7 – Villa Bassa, tre archetti ciechi in stile romanico lungo il muro della Chiesa Vecchia; uno dei pochissimi reperti del XIII sec. giunti fino ad oggi.

7.2. Case-torri

In una casa-torre²⁰ in località Chiesa Vecchia si osserva la presenza dello stemma della famiglia Bazzani (Fig. 8) come d'uso nel periodo. Non sono rilevabili invece, a causa dei rimaneggiamenti avvenuti nel corso dei secoli, altre strutture tipiche. L'ubicazione non è casuale: si trova infatti in prossimità della chiesa, fulcro sociale del borgo.



Fig. 8 – Villa Bassa, portale di casa-torre con tre melograni sulla chiave di volta, stemma gentilizio della famiglia Bazzani.

7.3. Edifici rurali

Il portale rappresentato in Fig. 9 è di incerta datazione causa la mancanza di data sul concio della chiave di volta, tuttavia un reperto rinvenuto poco

²⁰ La casa-torre è, come noto, una struttura architettonica tipica del periodo medievale e rinascimentale, con funzione difensiva (avvistamento e difesa dall'alto) e di abitazione padronale. La casa-torre aveva anche un significato simbolico, perché possederne una significava affermarsi come famiglia di prestigio; infatti spesso il piano terra era usato come luogo di commercio e i piani alti come abitazione. Inoltre molte case-torri dell'Appennino modenese avevano nel paramento esterno diversi fori, spesso ricavati dalle buche pontai, per richiamare piccioni e rondoni a nidificare, i cui piccoli costituivano un'ulteriore risorsa alimentare (Ferri, 2018).

distante (Fig. 12) ne indica un'origine certamente riferibile alla fine del XV-inizio del XVI secolo. Si osservano i piedritti di lunghezza differente e forse non coevi. L'arco a tutto sesto è un elemento caratterizzante dell'architettura romanica che fu largamente impiegato in epoca medievale in funzione estetica oltre che strutturale. La presenza di un elemento di questo genere suggerisce l'identificazione di un edificio padronale o con funzione pubblica.

Si può restare stupiti dalla presenza di codici figurativi apparentemente estranei alla tradizione cristiana (Fig. 10); tuttavia la coesistenza di elementi sacri e profani è una caratteristica della cultura medievale, come ad esempio creature fantastiche dall'aspetto sinistro prese dai Bestiari. Gli esempi sono numerosi anche in edifici religiosi: nel Duomo di Modena e nel portale dell'Abbazia di Nonantola, ad esempio, si alternano protomi con teste umane, zoomorfe e mostruose (Caselgrandi, 2019), motivi decorativi molto comuni all'epoca in tutta Europa.



Fig. 9 – “Ligorzanino”, portale in pietra del XVI sec.

7.4. I forni

Poco è rimasto dei forni dell'epoca: *“I forni erano la tipologia di punto fuoco realizzata generalmente a scopi comunitari (...) per lo più per la cottura del pane che era l'alimento base”* (Pizzinato, 2014). Invero erano strutture esistenti fino ai primi anni '60 del XX secolo, sebbene già largamente rimaneggiati e spesso adibiti ad un uso diverso (pollaio, deposito attrezzi ecc.). Si trattava di elementi piuttosto comuni della vita quotidiana del borgo nel XVI secolo; testimonianze odierne concordano nel ricordarne circa una decina.

La struttura era tipicamente a base quadrata o rettangolare anche se *«la forma non determina né l'appartenenza ad un'epoca né un particolare livello sociale (...) ma è piuttosto vincolata allo spazio utilizzabile o alle esigenze del costruttore»* (Pizzinato, 2014). Non deve stupire il fatto che, sebbene in forma rimaneggiata, si siano conservati fino agli anni del boom edilizio, se si pensa a una cultura contadina condizionata dalla penuria di materiali costruttivi diversi dalla pietra e dal legname.



Fig. 10 – Villa Bassa, figura antropomorfa in pietra arenaria a guardia di area cortiliva.

7.5. Datazioni di strutture rurali

Sono disponibili datazioni di alcune strutture rurali, in tutti i casi riferibili al XVI secolo (Figg. 11 e 12).



Fig. 11 – Villa Bassa, architrave datato al 1533.



Fig. 12 – Bocca di forno datata al 1578.

La datazione riportata nell'immagine sottostante (Fig. 12) è particolarmente importante in quanto rinvenuta recentemente all'interno di un forno durante il restauro, in posizione tale da escludere qualunque apposizione non coeva.

8. I materiali da costruzione

Una fase della ricerca è servita per individuare le fonti dei materiali da costruzione. Se da un lato è impossibile definire un modello standard di casa medievale, perché gli edifici avevano caratteristiche murarie e architettoniche diverse le une dalle altre, ci sono tuttavia elementi comuni se riferiti alla stessa località e tipologia: uno di questi è l'impiego di materiali provenienti dalla stessa zona (pietra, legno).

Se la reperibilità del legname è agevole, quella della pietra pone un problema diverso: esiste, è vero, una cava di pietra arenaria nei pressi di Varana tuttora

sfruttata, ma la qualità del materiale estratto (arenaria grigia) è diversa da quella impiegata nelle costruzioni di Ligorzano (arenaria gialla). Inoltre la distanza appare per i mezzi dell'epoca notevole.

Tramite un'indagine sul campo si sono individuate alcune fonti possibili da cui estrarre il materiale lapideo. La prima è il dissodamento del terreno: è infatti relativamente agevole reperire pietre dal terreno anche con gli strumenti a disposizione nel XVI secolo. Sono state poi individuate nel corso della ricerca due piccole cave: l'una ricavata da un affioramento in località Valle e l'altra in località Granarolo²¹.

Più in generale si osserva la disponibilità in zona di diversi punti in cui è possibile reperire pietra arenaria gialla (ossia alterata in superficie) impiegata nelle costruzioni rurali; ciò porta a giustificare la fattibilità tecnica dello sviluppo del borgo di *Legorzano* nel corso del XVI secolo anche se uno degli aspetti che si coglie immediatamente dall'osservazione delle strutture è l'elevato grado di rimaneggiamento avvenuto in seguito.

Pur considerando la naturale evoluzione del borgo nel corso dei secoli, è logico congetturare una specifica ragione dovuta alle caratteristiche del territorio, alle tecniche e ai materiali lapidei da costruzione disponibili *in situ* (arenaria e calcare), impiegati a partire dal XIII secolo fino ai primi anni del Novecento.

L'impiego di murature a secco nelle strutture rurali o la presenza di malte terrose e fragili, associate ad un territorio localmente caratterizzato da sismicità non trascurabile e da frequenti movimenti franosi comportava infatti la necessità di riparare e rimettere mano alle strutture esistenti²².

9. Le fonti di approvvigionamento idrico

Uno dei fattori necessari alla vita di un borgo è certamente la disponibilità di acqua, sia per uso domestico che agricolo: la ricerca sul campo ha cercato di individuare la presenza di pozzi, in particolare presso la casa-torre di Villa Bassa come d'uso al tempo. In effetti la zona è relativamente ricca d'acqua ma non sono stati reperiti pozzi se non in prossimità della Chiesa nuova.

È stata invece rinvenuta una piccola sorgente naturale in località *Pentisa* a meno di 100 m dalla chiesa e dall'attigua casa-torre. Testimonianze del posto (famiglie Erranti e Ispani) sono concordi nell'affermare che fino ai primi anni del secolo scorso si trattava dell'unica fonte a cui attingeva tutto il borgo, costituito da una comunità di circa 80-100 persone.

²¹ È inoltre documentabile la memoria storica degli abitanti del luogo che testimoniano di un'altra piccola cava in località via Cadignano nelle vicinanze di Casa Mesini ancora in funzione all'inizio del XX sec.

²² È noto d'altronde che nel Medioevo non di rado una struttura rurale presentava fin da subito lesioni di assestamento.

10. Il posizionamento di *Legorzano* nel XV-XVI secolo

Da quanto emerso dalla ricerca sul campo è possibile trarre un primo risultato: individuare il centro rurale abitato detto *Legorzano* nel XV-XVI secolo (Fig. 13) in posizione differente rispetto alla configurazione geografica attuale (presso la via Giardini) e cioè nella zona rurale agricola di via Cadignano (località *Villa Bassa – Ligorzanino*). Numerosi e concordi sono infatti i reperti e le corrispondenze con i modelli propri del epoca e ascrivibili sotto il profilo architettonico e stilistico al basso Medioevo.



Fig. 13 – Ubicazione del borgo di *Legorzano* nel XV sec. lungo via Cadignano (indicata dal riquadro). Il toponimo attuale è “*Villa Bassa – Ligorzanino*”.

11. Un possibile affresco di vita sociale del borgo di *Legorzano* (XVI secolo)

L’antica chiesa di Sant’Ippolito (*Capella Sancti Hippolyti*) fu la prima chiesa di *Legorzano*, edificata precedentemente all’anno 1100 in stile romanico; era una struttura di modeste dimensioni, come del resto le altre 19 cappelle facenti parte della pieve di Rocca Santa Maria. Il territorio era infatti scarsamente popolato e senza un borgo vero e proprio; *Legorzano* era piuttosto un gruppo di case di proprietà dei signori del luogo.

Nel 1501 il terremoto di magnitudo Richter 5,9, con epicentro presso Maranello²³, risultò distruttivo in località Chiesa Vecchia e dell'edificio religioso, già in disuso, non ne rimane più traccia.

Nel frattempo il borgo in località Villa Bassa, iniziò a svilupparsi e a fiorire su di un terreno sub-pianeggiante vicino alla sorgente d'acqua potabile. Le abitazioni erano per lo più a due piani collegati da scale di legno; la camera da letto occupava i piani superiori. Tipicamente le dimensioni erano modeste (meno di 10 m²). A pianterreno si trovava la cucina mentre il forno per il pane era esterno alla casa.

La Chiesa nuova già in fase di costruzione all'inizio XVI secolo, edificata anche con elementi in stile romanico provenienti dalla distrutta Chiesa vecchia, diventò pienamente il centro della comunità: il borgo di Ligorzano come ogni altra piccola frazione²⁴ ebbe finalmente una sua chiesa che scandiva i ritmi della vita quotidiana.

«La giornata inizia con la Messa; la religione è parte integrante della vita medievale; (...) nel Medioevo il mondo sensibile è popolato da presenze sovrannaturali che intervengono continuamente. Guerre, carestie e pestilenze sono punizioni divine o opera dei demoni» (Orsi, 2008).

L'acqua era faticosa da ottenere: la sorgente Pentisa si trova infatti a una ventina di metri sotto il livello della strada e il pozzo era di proprietà del signore locale.

La Chiesa nuova, sia per cause naturali (altri eventi sismici storicamente documentati) che per scelta, è stata rimaneggiata più volte, così come le strutture rurali, assumendo definitivamente la forma attuale all'inizio del XVIII secolo.

In epoca recente poi, attorno alla metà del XIX secolo, cambia anche il toponimo: da *Serra de Legorzano* diventa *Serra dei Mazzoni*, dal nome di una famiglia del luogo, proprietaria di terreni e della casa in località Villa Bassa adiacente alla Chiesa nuova²⁵.

12. Considerazioni conclusive

Tramite un approccio integrato multidisciplinare, questo studio ha delineato la posizione del borgo di *Legorzano* nel XV-XVI secolo e ha consentito di

²³ Il 5 giugno 1501 un violento terremoto scosse l'Appennino modenese: dalle testimonianze si può stabilire che l'epicentro si verificò a sud-ovest di Maranello. Il sisma produsse gravi danni a Modena dove crollarono parzialmente le chiese e le mura della città; la torre del Palazzo comunale, pericolante, venne parzialmente abbattuta e da quel momento è nota come "Torre Mozza". L'evento sismico provocò la morte di circa 50 persone. Tra le località più colpite figurano Castelvetro, Maranello, Sassuolo e Montegibbio.

²⁴ Come anche la frazione di Cadignano, a poco più di 300 m di distanza.

²⁵ In un architrave di una finestra è scritto *Tota refecta domus Mazoni sumptibus extat de quo Josephi. Qui legis adde preces* ('tutta la casa è stata restaurata a spese di Giuseppe Mazzoni, per cui tu che leggi, prega'; cfr. Parmeggiani, 1986).

definire meglio la ricchezza e complessità dello sviluppo sociale delle piccole comunità rurali del basso Appennino modenese.

La lettura del territorio e le scelte costruttive e architettoniche tracciano un affresco della vita sociale: essa appare in ultima istanza nella sua veste di costante adattamento del singolo e della comunità alle caratteristiche ambientali nonché alle vicende del tempo e della storia.

La storia di *Legorzano* è certamente marginale rispetto ai grandi eventi che caratterizzarono il XV e il XVI secolo (Rinascimento, esplorazioni geografiche, Riforma protestante, guerre di religione ecc.); essa appare tuttavia come un percorso accidentato e affascinante che in un certo senso ci coinvolge anche nella sua dimensione umana e antropologica.

Bibliografia

- AA.VV., 2005 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 219 "Sassuolo"*. Regione Emilia-Romagna, Bologna, Ed. S.EL.C.A., Firenze.
- ALESSANDRINI A., DELFINI L., FERRARI P., FIANDRI F., GUALMINI M., LODESANI U., SANTINI C., 2010 – *Flora del Modenese. Censimento, analisi, tutela*. Regione Emilia-Romagna, Provincia di Modena e Università di Modena e Reggio Emilia, Artestampa, Modena, 416 pp.
- BADIALI F., 2010 – *Il confine e la sua rappresentazione nei documenti cartografici antichi relativi all'Appennino tra Modena e Bologna*. Boll. A.I.C., **139-140**, pp. 39-58.
- BAGNARESI U., BOLDREGHINI P., FERRARI C., VIANELLI A., 1987 – *I boschi dell'Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, Grafiche Zanini, Bologna, 268 pp.
- BALUGOLA A., 1571 – *Carta dell'Appennino modenese*. In: <http://www.comune.montese.mo.it/files/Carta-Balugola.jpg>
- BERNETTI G., 1995 – *Il Castagno*. In: "Selvicoltura speciale", UTET, Torino, pp. 234-249.
- BORTOLAMASI M., TONI M., TOSATTI G., 2021 – *Il Castello di Monfestino e le cascate del Bucamante tra storia medievale e leggende dell'Appennino modenese*. "Memorie", **21**, Centro Studi Storici Nonantolani (in stampa).
- CASELGRANDI G., 2019 – *Il Bestiario divino. Il significato degli animali nel Duomo di Modena e nell'Abbazia di Nonantola*. "Figuræ", Ed. Artestampa, Modena, 64 pp.
- CINTORI P., 2016 – *Il disegno del territorio del Ducato Estense attraverso la cartografia storica*. Ed. Colombini, Modena, 120 pp.
- CONFORTINI L., 2010 – *Carta storica del castello e della podesteria di Monfestino*. Fondazione di Vignola.
- CRESPELLANI T., 2012 – *Microzonazione sismica: obiettivi e principi fondamentali*. Dipart. Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze. <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/gallery/video/i-video-della-geologia/microzonazione/microzonazione-sismica-obiettivi-e-principi-fondamentali-teresa-crespellani-universita-di-firenze>.
- DEL MASCHIO L., 2015 – *Studio di microzonazione sismica del Comune di Serramazzone*. Relazione tecnica inedita, 67 pp.
- FERIOLI E., 1987 – *Atlante degli alberi d'Italia*. Ed. Giorgio Mondadori, Milano, 232 pp.
- FERRI M., 2018 – *Le "rondonare": come attrarre i rondoni negli edifici, dal Medioevo ai nostri giorni*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **149**, pp. 181-223.
- GAMBI L., MINGHELLI F., PELLEGRINI M., POZZI F.M., SANTINI G., SPAGGIARI A., 1987 – *La via Vandelli strada ducale del '700 da Modena a Massa – i percorsi del versante emiliano*. Artioli Editore, Modena, 128 pp.
- ORSI M., 2008 – *La vita quotidiana nel Medioevo*. A.S.D. SeptemCustodie, <http://www.septemcustodie.it/>.
- PAPANI G., ZANZUCCHI G., 1969 – *Nuove unità litostratigrafiche dell'Appennino emiliano: il Flysch di Monte Cassio*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, **5**(1), pp. 1-16.
- PARMEGGIANI L., 1986 – *Campanili, campane e campanari del Modenese (Bassa e Frignano)*. Ed. TEIC, Modena, p. 572.

- PINI A., TONI M., 2005 – *Ligorzano una comunità e la sua chiesa*. Ed. Parrocchia di Ligorzano.
- PIZZINATO C., 2014 – *Focolari domestici, forni e piani di cottura dell'Italia medievale. Un primo bilancio*. *Archeologia Medievale*, **XLI**, pp. 335-347.
- SOLI G., 1908 – *La più antica carta geografica del Modenese e la Secchia Rapita*. *Miscellanea Tassoniana di Studi storici e letterari*, Bologna, pp. 209-213.
- TIRABOSCHI G., 1824-25 – *Dizionario topografico degli Stati estensi*. Ristampa anastatica del 1963, tomi **I-II**, Ed. Forni, Bologna.
- TONI M. (a cura di), 2020 – *Chiesa del Santissimo Crocefisso*. “In Appennino Modenese”, sito web consultato il 27.12.2020: <https://www.inappenninomodenese.it/chiesa-del-santissimo-crocefisso/>.
- ZONI F., 2018 – *Edilizia residenziale medievale dell'Appennino reggiano (secoli XI-XIV)*. All'Insegna del Giglio, Firenze, 190 pp.



Fulvio Baraldi*

Parametri idrodinamici degli acquiferi della provincia di Mantova ricavati da prove di pompaggio

Riassunto

Le prove di pompaggio sui pozzi e, in particolare, le prove con dispositivi pozzi di emungimento-piezometri di controllo, permettono di ricavare utili parametri idrodinamici delle falde acquifere, quali trasmissività, coefficiente di immagazzinamento, coefficiente di permeabilità. Utilizzando un centinaio di prove di pompaggio eseguite nel territorio provinciale di Mantova, per conto di privati ed enti pubblici, è stato possibile ricostruire le caratteristiche idrodinamiche degli acquiferi presenti nelle diverse zone.

Abstract

Hydrodynamic parameters of the aquifers in the province of Mantua (Italy) obtained from pumping tests. Pumping tests on wells and, in particular, tests with pumping well-control piezometers, allow useful hydrodynamic parameters of the aquifers to be obtained, such as transmissivity, storage coefficient and permeability coefficient. About a hundred pumping tests were carried out in the province of Mantua on behalf of private individuals and public bodies. Thanks to the results obtained by these tests, it was possible to reconstruct the hydrodynamic characteristics of the aquifers present in various areas of the territory.

Parole chiave: *prove di pompaggio, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento, coefficiente di permeabilità, Mantova*

Keywords: *pumping test, transmissivity, storativity, permeability coefficient, Mantua, Italy*

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

1. Le prove di pompaggio, cenni teorici

Per effettuare valutazioni quantitative nel caso delle acque sotterranee è fondamentale ricavare alcuni parametri idrodinamici, quali la trasmissività T (*transmissivity*) e l'immagazzinamento S (*storativity*); tali parametri possono essere ricavati da prove di pompaggio (*pumping test*), a grandi linee suddivisibili in "prove in pozzo" e "prove sull'acquifero"; queste ultime sono le più accurate, in quanto coinvolgono un ampio volume di terreno, anche se sono in genere più lunghe e costose e necessitano di piezometri di controllo posti a varie distanze dal pozzo di emungimento.

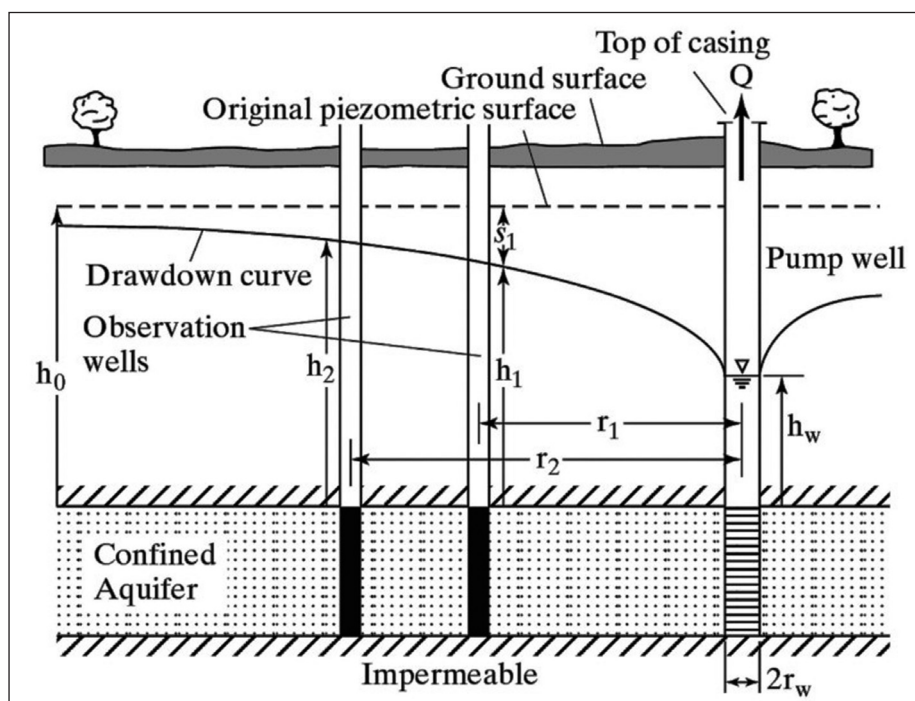


Fig. 1 – Grandezze che caratterizzano un pozzo durante una prova di portata (da Sikdar, 2019, modificato).

Come è noto, l'emungimento di acqua sotterranea dai pozzi determina la variazione del livello statico dell'acquifero sia nel pozzo che nelle aree circostanti, ottenendosi un livello dinamico la cui estensione verticale e areale determina la formazione di un cono di depressione (Fig. 1). La misura di questi abbassamenti dentro il pozzo e negli eventuali piezometri di controllo, infissi a determinate distanze, permette di determinare alcuni parametri idrodinamici

utilizzando diverse metodologie, da tempo fissate da parte di vari studiosi, tra i quali, senza pretesa di completezza, possono essere almeno indicati: Thiem (1906), Theis (1935), Jacob (1946, 1950), Cooper & Jacob (1946), Castany (1982), Bear (1972, 1979), Cassan (1980), Fletcher (1986), Beretta (1992), Cerbini (1992), Hamill & Bell (1992), Chiesa (1994), Todd & Mays (2005), Custodio & Llamas (2005-2007), Fileccia (2009), Sikdar (2019).

Gli abbassamenti misurati dentro il pozzo (livello dinamico) sono dovuti a una serie di fenomeni, distinti in perdite di carico lineari (*formation losses*) e perdite di carico non lineari (*well losses*); le prime sono principalmente causate dalle modificazioni dell'acquifero a seguito della perforazione e completamento del pozzo, mentre le seconde dal funzionamento delle attrezzature di pompaggio (Fig. 2).

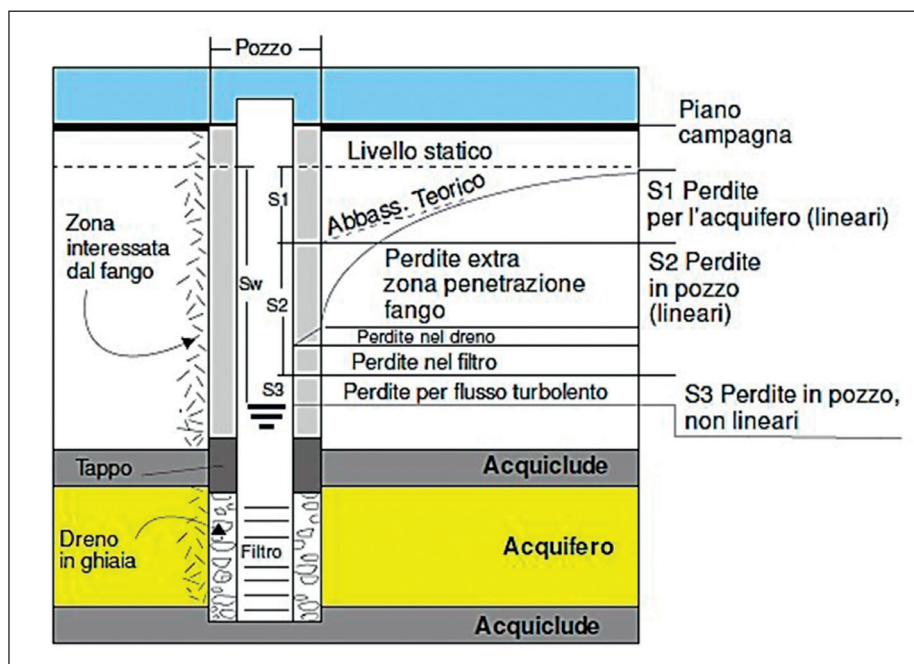


Fig. 2 – Principali perdite di carico nei pozzi in emungimento (da Fileccia, 2009, modificato).

Il flusso idrico verso il pozzo in emungimento può essere descritto in due modi: flusso in regime permanente o di equilibrio (*steady state flow*) oppure flusso in regime transitorio o di non equilibrio (*unsteady state flow*).

Le prove in pozzo, in particolare a gradini crescenti di portata (*drawdown test*), permettono di calcolare la portata specifica Q_s (*specific capacity*), la portata

critica Q_c (*critical discharge*), l'efficienza WE (*well efficiency*); eventualmente si può calcolare, in via orientativa, la trasmissività T con il metodo di Cassan (1980), che prevede l'interpretazione delle prove di portata eseguite nel solo pozzo di emungimento, ed è del tipo a portata costante e regime stazionario; esso si può utilizzare quando si dispone solamente delle prove di collaudo dei pozzi, che non prevedono l'utilizzo di dispositivi pozzo-piezometri. Utili in questo caso sono le precisazioni di Francani & Rampolla (s.d.).

Si opera tramite l'utilizzo di un diagramma semilogaritmico $\sigma - \theta$ (Fig. 3).

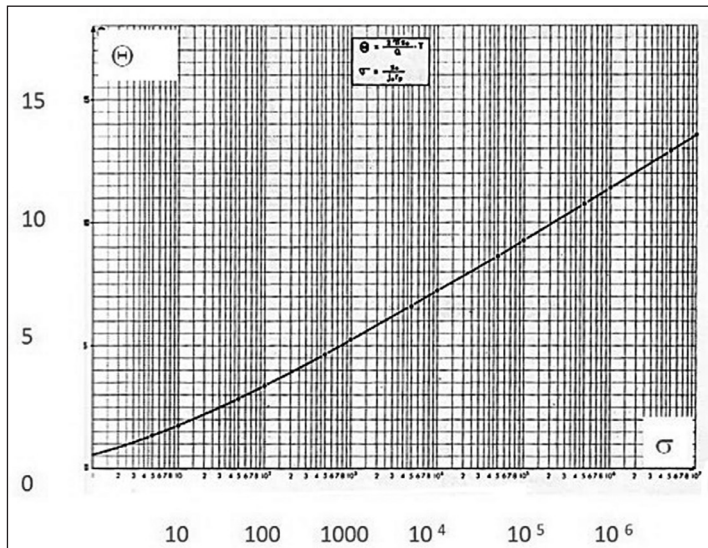


Fig. 3 – Diagramma θ - σ di Cassan (da Cassan, 1980, modificato).

Tale diagramma riporta:

in ordinata il parametro θ

$$\theta = \frac{2 \cdot \pi \cdot s_0}{Q} T$$

e in ascissa il parametro σ

$$\sigma = \frac{s_0}{i_0 \cdot r_p}$$

dove:

Q = portata emunta

s_o = abbassamento nel pozzo

T = trasmissività

i_o = gradiente naturale della falda

r_p = raggio del pozzo

Si osserva che calcolando σ si può trovare il valore di θ utilizzando il diagramma semilogaritmico, e quindi calcolare il valore della trasmissività T .

Le prove su acquifero, con uno o più piezometri, se interpretate con le relazioni previste per il regime di non equilibrio, permettono di calcolare la trasmissività T , il coefficiente di immagazzinamento S , la porta specifica Q_s , il raggio dell'area di influenza R (*radius of influence*). In particolare sono utilizzati i metodi di Theis (1935) e di Cooper & Jacob (1946).

Il metodo di Theis si basa sull'equazione valida per pozzi captanti da falde confinate, che permette di prevedere il valore dell'abbassamento del livello piezometrico in ciascun istante a partire dall'inizio del pompaggio e in ogni punto distante r (m) dal pozzo in funzione.

L'equazione è la seguente:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

dove:

s (m) = abbassamento del livello piezometrico

Q (m³/s) = portata

T (m²/s) = trasmissività

$W(u)$ = "funzione caratteristica" adimensionale del pozzo di tipo esponenziale integrale decrescente che equivale a

$$W(u) = \int_u^{\infty} (e^{-u}/u) du$$

il cui argomento u vale:

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

dove:

S = coefficiente d'immagazzinamento
 r (m) = distanza dal pozzo in pompaggio
 t (s) = tempo trascorso dall'inizio del pompaggio.

Non essendo permessa un'elaborazione matematica diretta di tale equazione si ricorre al "metodo della sovrapposizione" mediante la ricostruzione della curva della funzione caratteristica (curva standard) in un grafico a scala bilogarithmica ottenuta riportando i valori di $W(u)$ in ordinata, desunti a partire da apposite tavole, ed i corrispondenti valori di $1/u$ in ascissa.

I dati sperimentali vengono riportati anch'essi su un diagramma in scala bilogarithmica con gli abbassamenti misurati in ordinata e i tempi in ascissa; si ottiene in tal modo una curva che risulta essere un segmento di quella che riproduce la funzione caratteristica di Theis.

Sovrapponendo la curva di campagna alla curva standard di Theis e mantenendo gli assi di riferimento paralleli, si ricavano per un punto arbitrario i valori assunti da $W(u)$, u , s e t , che consentono di ricavare T e S dalle seguenti espressioni derivate dall'equazione di Theis:

$$T = \frac{Q}{4\pi S} w(u) \quad S = \frac{4Tt}{r^2} u$$

Il diagramma che ne risulta è riportato in Fig. 4.

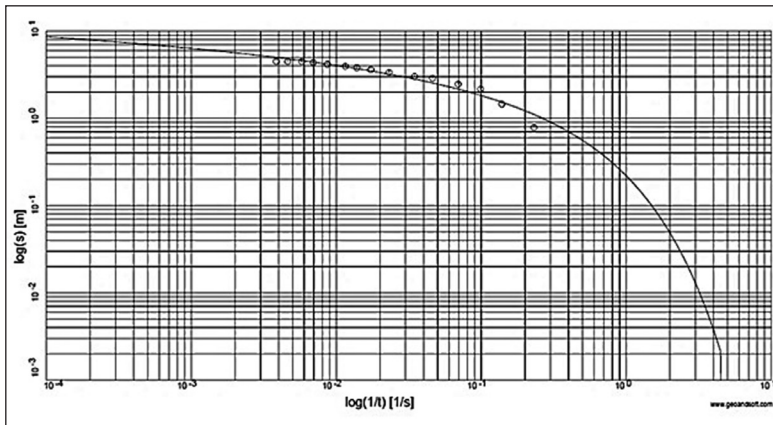


Fig. 4 – Diagramma di Theis (F. Baraldi, archivio personale).

Il campo di applicabilità del metodo di Cooper & Jacob è uguale al precedente (falda confinata e regime transitorio), nel caso in cui il valore assunto dal parametro u risulti inferiore a 0,02; infatti, se si verifica questa condizione,

L'equazione di Theis può essere ricondotta alla seguente forma semplificata:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \lg \frac{2,25Tt}{r^2 S} = \frac{0,183Q}{T} \lg \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

L'utilizzo di questo metodo prevede di riportare su di un diagramma semilogaritmico i valori di log tempo (ascisse) e i corrispondenti valori dell'abbassamento (ordinate), tracciando in seguito la retta che meglio interpola i punti così individuati (Fig. 5); di tale retta si ricava in seguito l'inclinazione, o meglio il valore di Δs (m) per ogni ciclo logaritmico del tempo. Prolungando la suddetta retta fino a incontrare l'asse delle ascisse ($s = 0$) si trova il punto t_0 che, unitamente ai valori di Δs , Q e r , viene inserito nelle seguenti espressioni ottenute a partire dall'equazione di Jacob, consentendo il calcolo della trasmissività e del coefficiente di immagazzinamento:

$$T = 0,183 Q / \Delta s \quad S = 2,25 T t_0 / r^2$$

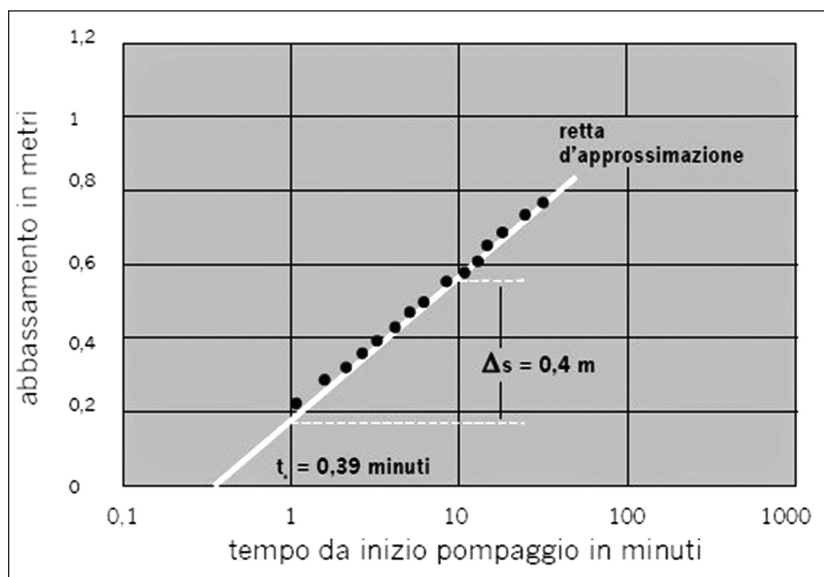


Fig. 5 – Diagramma di Cooper-Jacob (da Fileccia, 2009, modificato).

Alla fine di queste operazioni si deve verificare che il valore di u sia effettivamente minore di 0,02, inserendo i valori di T e S ottenuti nelle espressioni relative al metodo di Theis.

I metodi di Jacob e Theis sono applicabili anche per prove in risalita sostituendo a s il valore di s' o $(s-s')$ e riportando in ascisse i valori di $\log(t/t')$ o $\log t'$; s' indica l'abbassamento residuo, $(s-s')$ il recupero, mentre t' il tempo dall'arresto del pompaggio.

Il valore della trasmissività di un acquifero è direttamente proporzionale al valore della permeabilità (K) dello stesso (legata a sua volta alla granulometria del deposito) e al suo spessore (b), secondo la relazione:

$T = K \times b$ dalla quale può quindi essere calcolato, per una prima valutazione, il valore del coefficiente di permeabilità.

2. Caratteristiche idrogeologiche del territorio mantovano

Il territorio della provincia di Mantova è interessato, nella porzione più settentrionale, dalla presenza delle colline moreniche del Garda che sfumano direttamente a sud nella piana proglaciale della fascia pedecollinare (*sandur*¹); scendendo ancora verso sud si apre la pianura solcata dai fiumi Chiese, Oglio, Mincio, Po e Secchia.

Il sistema acquifero mantovano è caratterizzato da condizioni al contorno assai variabili: a N si estende fino all'Anfiteatro morenico frontale del Garda e in corrispondenza del lago esistono condizioni di flusso non secondarie; a NW e a W l'acquifero non presenta limiti ben definiti, ma sfuma negli acquiferi della pianura bresciano-cremonese con i quali esistono notevoli scambi idrici; a N e a E sfuma nell'acquifero dell'Adige (pianura veronese) col quale sono pure possibili scambi idrici; a S è caratterizzato dall'acquifero del sistema Po, le cui dispersioni di subalveo influenzano la circolazione idrica sotterranea, e che si continua a meridione nella pianura emiliana.

Gli apporti all'acquifero mantovano (ricarica) sono rappresentati dalle dispersioni del lago di Garda, dalle infiltrazioni dell'area di *sandur*, dalle dispersioni di subalveo dei principali corsi d'acqua, dagli apporti provenienti dagli acquiferi al contorno, nonché dalle infiltrazioni meteoriche e irrigue in generale.

In base ai dati litostratigrafici profondi, piezometrici, idraulici e idrochimici, sono individuabili nel territorio mantovano cinque unità idrogeologiche (Fig. 6), dai confini non ben definiti, che devono quindi essere intese come "aree di dominio prevalente", prive di limiti netti caratterizzati da flussi nulli o univoci nel tempo e nello spazio. All'interno di queste aree le variazioni stagionali della piezometria, dei rapporti fiumi-falde e precipitazioni-falde appaiono comunque del tutto peculiari.

¹ Il *sandur* è una piana proglaciale di spandimento formata da sedimenti depositati da corsi d'acqua di fusione glaciale alla fronte di un ghiacciaio.

Per notizie più ampie, relative a quanto sopra detto, si rimanda ai lavori di Baraldi & Pellegrini (1976) e Baraldi & Zavatti (1994).

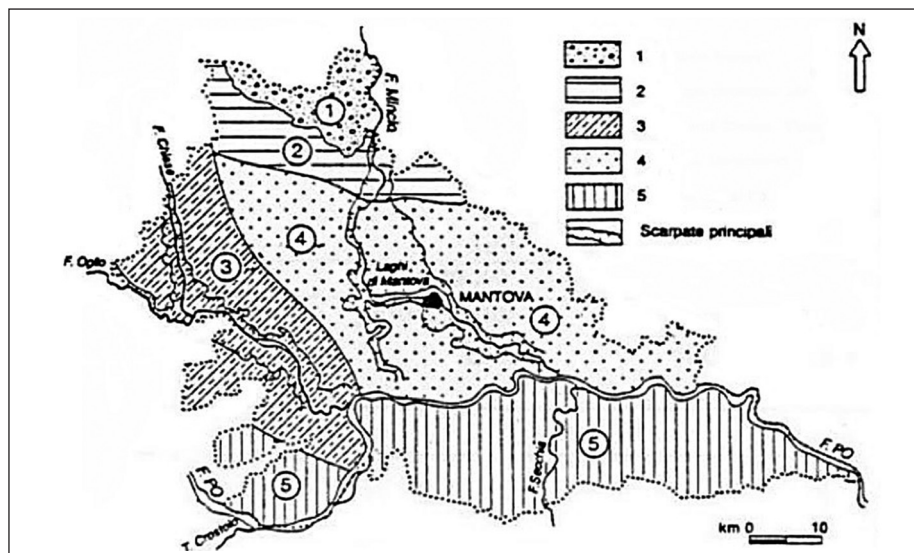


Fig. 6 – Unità idrogeologiche del Mantovano. Legenda: 1) Colline moreniche; 2) Fascia pedecollinare; 3) Sistema Chiese Oglio; 4) Medio Mantovano; 5) Sistema del Po; scarpate principali (da Baraldi & Zavatti, 1994, modificato).

Per ciascuna delle unità idrogeologiche sopra indicate, si riportano i valori medi dei parametri idrodinamici disponibili (complessivamente un centinaio), ricavati da prove in pozzo o da prove di falda, in pozzi superficiali in genere irrigui, e in pozzi profondi infissi a uso acquedottistico o industriale. La distribuzione dei dati non è omogenea nel territorio provinciale, tuttavia interessa tutte le cinque unità idrogeologiche. Il sottosuolo è stato suddiviso in strati: fino a 50 m, da 50 a 100 m e oltre 100 m di profondità, suddivisione che corrisponde anche, di massima, all'andamento delle piezometrie degli acquiferi contenuti in detti strati (Baraldi & Zavatti, 1994).

2.1 Unità delle colline moreniche

Interessa l'area più settentrionale del territorio mantovano, occupata dai cordoni morenici e dalle vallecole inframoreniche, e costituisce il lembo meridionale del più vasto sistema morenico frontale del lago di Garda, con cui sono stati accertati scambi con gli acquiferi più profondi.

In questa unità idrogeologica gli acquiferi più superficiali non sono arealmente estesi, trattandosi per lo più di falde sospese. In profondità si ritrovano

invece acquiferi arealmente più continui, per i quali talora è possibile una ricostruzione della piezometria.

I valori medi di T , S e K sono i seguenti (Tab. 1):

Acquiferi	acquiferi fino a 50 m di profondità	acquiferi tra 50 e 100 m di profondità	acquiferi oltre 100 m di profondità
Trammissività $T = m^2/s$	–	$1,33 \times 10^{-2}$	$3,43 \times 10^{-3}$
Immagazzinamento S (adimensionale)	–	–	$5,37 \times 10^{-3}$
Coefficiente di permeabilità $K = m/s$	–	$8,86 \times 10^{-4}$	$8,07 \times 10^{-4}$

Tab. 1 – Valori medi di T , S , K nelle colline moreniche.

Quale esempio della situazione litostratigrafica profonda si riporta la stratigrafia di un pozzo in comune di Monzambano (Tab. 2).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	1,50	argilla gialla	135,50	159,50
1,50	13,00	argilla grigia		
13,00	20,00	sassi intercalati a lenti di argilla		
20,00	32,00	argilla compatta		
32,00	34,00	ghiaia con tracce di argilla		
34,00	36,50	ghiaia con argilla gialla		
36,50	47,00	argilla molto compatta con sassi		
47,00	60,00	argilla con ciottoli		
60,00	68,00	sassi con argilla		
68,00	75,00	argilla rossiccia compatta		
75,00	79,00	argilla con sassi		
79,00	88,50	argilla compatta		
88,50	91,00	argilla gialla con sassi		
91,00	96,00	argilla molto plastica		
96,00	103,00	argilla gialla con sassi		
103,00	105,50	argilla nocciola con sassi		
105,50	106,00	argilla grigia con ghiaia		
106,00	112,00	argilla torbosa		
112,00	128,00	argilla chiara molto dura		
128,00	132,00	ghiaia e limo		
132,00	135,00	argilla grigia		
135,00	135,50	argilla gialla		
135,50	138,00	ghiaia, sabbia e tracce di argilla		
138,00	159,50	ghiaia e sabbia grossa		
159,50	160,00	argilla gialla		

Tab. 2 – Stratigrafia di un pozzo in comune di Monzambano.

2.2 Unità della fascia pedecollinare

È posta direttamente a sud della precedente e occupa la vasta pianura di *sandur* costituita, già in superficie, da depositi molto permeabili; il suo confine meridionale è in molti settori coincidente con la fascia di emergenza dei fontanili. Costituisce una tipica area di ricarica dell'acquifero locale e degli acquiferi presenti nella zona del medio mantovano fino alla sponda sinistra del Po.

L'acquifero più superficiale è di tipo libero e caratterizzato da un forte gradiente idraulico (2,5-5‰). Un importante asse di drenaggio sotterraneo è rilevabile in corrispondenza della valle incisa dal fiume Mincio. Gli acquiferi più profondi mostrano un gradiente idraulico minore (1,5-2,5‰) e sono in pressione. La direzione del flusso sotterraneo è generalmente da N a S e da NNW a SSE.

I valori medi di T, S e K sono i seguenti (Tab. 3):

Acquiferi	acquiferi fino a 50 m di profondità	acquiferi tra 50 e 100 m di profondità	acquiferi oltre 100 m di profondità
Trammissività T = m ² /s	6,22 x 10 ⁻³	1,03 x 10 ⁻²	1,34 x 10 ⁻³
Immagazzinamento S (adimensionale)	–	–	1,36 x 10 ⁻⁴
Coefficiente di permeabilità K = m/s	4,14 x 10 ⁻⁴	6,86 x 10 ⁻⁴	8,71 x 10 ⁻⁵

Tab. 3 – Valori medi di T, S, K nella fascia pedecollinare.

Quale esempio della situazione litostratigrafica profonda si riporta la stratigrafia di un pozzo in comune di Medole (Tab. 4).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	0,80	terreno vegetale		
0,80	1,50	argilla gialla e grigia		
1,50	4,40	ghiaietto e sabbia grigia		
4,40	17,00	argilla grigio cenere		
17,00	22,00	sabbia grigia e ghiaietto		
22,00	51,30	ghiaia, ghiaietto e ciottoli		
51,30	53,10	argilla scura e grigia		
53,10	71,40	ghiaia, ghiaietto e ciottoli		
71,40	75,90	sabbia media grigia e rossastra		
75,90	100,00	argilla scura e grigia con torba		
100,00	105,00	sabbia media grigia		
105,00	111,40	argilla verdastra e scura con torba		

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
111,40	115,30	sabbia fine e media grigia con ghiaietto		
115,30	141,20	argilla di vari colori		
141,20	143,80	sabbia media grigio scura	141,20	143,80
143,80	144,70	argilla gialla		
144,70	147,00	sabbia media e grossa grigio chiara	144,70	147,00
147,00	148,20	argilla gialla e grigia con torba		
148,20	151,10	sabbia fine grigia con ghiaietto	148,20	151,10
151,10	156,20	argilla biancastra e cenere sabbiosa		
156,20	165,40	argilla gialla sabbiosa compatta		
165,40	169,50	sabbia molto fine rossastra		
169,50	176,30	argilla gialla e blu con torba		
176,30	178,40	sabbia medio fine grigia		
178,40	184,20	argilla blu con torba e lignite		
184,20	186,40	sabbia medio fine grigia	184,20	186,40
186,40	201,30	argilla blu e grigia con torba		
201,30	203,50	sabbia limosa grigio scura		
203,50	210,80	argilla scura a tratti sabbiosa		
210,80	213,60	sabbia media grigia con ghiaietto		
213,60	220,00	argilla grigia compatta		

Tab. 4 – Stratigrafia di un pozzo in comune di Medole.

2.3 Unità del Sistema Chiese-Oglio

Interessa l'area più occidentale del territorio mantovano ed è suddivisibile in due settori, a nord e a sud del fiume Oglio, dove gli acquiferi più superficiali presentano gradienti diversi: 2‰ nel primo e 1‰ nel secondo settore. Gli acquiferi più profondi presentano gradienti idraulici variabili da 0,2‰ a 1,2‰ passando dall'area posta a nord dell'Oglio a quella posta a sud dello stesso.

Uno spartiacque importante, rilevato in molte campagne piezometriche, delimita questa unità idrogeologica da quella del Medio Mantovano posta a oriente. Il limite con l'unità idrogeologica del Po, a sud e sud-est dell'Oglio, appare più sfumato e variabile a seconda dei vari periodi dell'anno. Il flusso sotterraneo è prevalentemente N-S nel settore settentrionale, NW-SE in quello meridionale al passaggio con l'unità del Po.

I valori medi di T, S e K sono i seguenti (Tab. 5):

Acquiferi	acquiferi fino a 50 m di profondità	acquiferi tra 50 e 100 m di profondità	acquiferi oltre 100 m di profondità
Trammissività $T = m^2/s$	$6,75 \times 10^{-3}$	$4,71 \times 10^{-2}$	$5,49 \times 10^{-3}$
Immagazzinamento S (adimensionale)	–	–	$2,31 \times 10^{-3}$
Coefficiente di permeabilità $K = m/s$	$3,37 \times 10^{-4}$	$2,36 \times 10^{-3}$	$2,74 \times 10^{-4}$

Tab. 5 – Valori medi di T , S , K nel Sistema Chiese-Oglio.

Quale esempio della situazione litostratigrafica profonda si riporta la stratigrafia di un pozzo in comune di Canneto sull'Oglio (Tab. 6).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	0,40	terreno vegetale	129,00	133,40
0,40	7,30	sabbia fine grigia		
7,30	9,80	sabbia media rossiccia		
9,80	11,00	argilla giallastra		
11,00	27,50	argilla grigio scura con strati sabbiosi e torba		
27,50	49,00	argilla grigia		
49,00	54,00	sabbia fine, media e grossa		
54,00	60,00	argilla grigia e lenti di torba		
60,00	62,70	sabbia fine, media e grossa		
62,70	67,50	sabbia finissima e limo		
67,50	74,00	argilla grigia		
74,00	81,00	sabbia finissima e fine		
81,00	91,40	sabbia fine e media		
91,40	98,60	argilla		
98,60	107,00	sabbia finissima, fine e limo		
107,00	113,30	argilla grigia		
113,30	114,80	sabbia finissima e fine		
114,80	121,00	argilla grigia e torba		
121,00	129,00	sabbia finissima, fine e media		
129,00	133,40	sabbia medio grossa		
133,40	134,20	argilla grigia		
134,20	137,00	argilla cenere		
137,00	142,00	argilla grigia sabbiosa con qualche conchiglia		

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
142,00	145,40	sabbia finissima e limo con lenti di argilla		
145,40	149,50	argilla grigio scura con lenti di torba	186,00	192,60
149,50	151,50	sabbia finissima e limo		
151,50	160,40	sabbia finissima e limo con lenti di argilla		
160,40	173,00	argilla verdastra con torba		
173,00	186,00	sabbia finissima, fine e limo		
186,00	192,60	sabbia fine e media		
192,60	199,70	argilla grigia sabbiosa con lenti di torba		

Tab. 6 – Stratigrafia di un pozzo in comune di Canneto sull’Oglio.

2.4 Unità del Medio Mantovano

Interessa il territorio compreso tra la fascia pedecollinare a N e il Po a S; sfuma a W nell’unità del sistema Chiese-Oglio e a E nell’unità dell’Adige in territorio veronese.

Nell’acquifero superficiale è rilevabile un importante asse di drenaggio in corrispondenza dell’ampia valle del Mincio, fino all’altezza dei laghi di Mantova (Baraldi, 2020); in questa stessa zona il gradiente idraulico dell’acquifero è dell’ordine del 2‰, mentre nelle rimanenti zone è di circa l’1‰.

Il flusso sotterraneo è diretto in senso N-S e NNW-SSE fino all’altezza dei laghi di Mantova, mentre tra questi e il Po passa gradualmente da NNW-SSE a NW-SE per gli effetti di richiamo esercitati dal Po e dal basso corso del Mincio.

I valori medi di T, S e K sono i seguenti (Tab. 7):

Acquiferi	acquiferi fino a 50 m di profondità	acquiferi tra 50 e 100 m di profondità	acquiferi oltre 100 m di profondità
Trammissività $T = m^2/s$	$9,51 \times 10^{-3}$	$1,62 \times 10^{-2}$	$6,10 \times 10^{-3}$
Immagazzinamento S (adimensionale)	–	–	$2,48 \times 10^{-4}$
Coefficiente di permeabilità $K = m/s$	$3,17 \times 10^{-4}$	$5,39 \times 10^{-4}$	$2,03 \times 10^{-4}$

Tab. 7 – Valori medi di T, S, K nel Medio Mantovano.

Quale esempio della situazione litostratigrafica profonda si riporta la stratigrafia di un pozzo a San Giorgio di Mantova (Tab. 8).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	3,00	terreno vegetale	95,00	107,00
3,00	8,00	argilla cenere scagliosa		
8,00	15,50	sabbia media		
15,50	23,00	argilla cenere compatta		
23,00	42,50	sabbia medio fine argillosa		
42,50	45,00	argilla con torba		
45,00	52,00	argilla cenere compatta		
52,00	68,50	sabbia media e ghiaietto		
68,50	70,50	argilla cenere		
70,50	88,00	sabbia media		
88,00	93,00	argilla con torba		
93,00	111,00	sabbia media		
111,00	126,00	sabbia media e ghiaietto		
126,00	127,00	lignite e sabbia		
127,00	162,00	argilla compatta		
162,00	163,00	limo argilloso		
163,00	166,00	argilla compatta		
166,00	168,00	sabbia e ghiaietto		
168,00	180,00	sabbia media	180,00	186,00
180,00	186,00	sabbia granulosa		
186,00	192,00	argilla compatta		

Tab. 8 – Stratigrafia di un pozzo a San Giorgio di Mantova.

2.5 Sistema del Po

Interessa la parte più meridionale del territorio mantovano. In sinistra Po, nel settore più occidentale di questa unità, interagisce con quella del sistema Chiese-Oglio, mentre nella porzione centrale con l'unità del Medio Mantovano. In destra Po ha come limite settentrionale il fiume stesso che costituisce una linea equipotenziale. Il limite meridionale sfuma nelle unità della pianura emiliana.

Gli acquiferi posseggono gradienti idraulici molto bassi: 0,5‰ in quello più superficiale e 0,2-0,3‰ in quelli più profondi.

Il flusso sotterraneo è generalmente diretto da W verso E, salvo situazioni locali legate alla presenza di falde sospese.

I valori medi di T, S e K sono i seguenti (Tab. 9):

Acquiferi	acquiferi fino a 50 m di profondità	acquiferi tra 50 e 100 m di profondità	acquiferi oltre 100 m di profondità
Trammissività $T = m^2/s$	$1,39 \times 10^{-2}$	$3,86 \times 10^{-2}$	$5,32 \times 10^{-3}$
Immagazzinamento S (adimensionale)	–	–	$2,47 \times 10^{-3}$
Coefficiente di permeabilità $K = m/s$	$4,63 \times 10^{-4}$	$1,29 \times 10^{-3}$	$3,14 \times 10^{-4}$

Tab. 9 – Valori medi di T , S , K nel Sistema del Po.

Quale esempio della situazione litostratigrafica profonda si riporta le stratigrafie di pozzi nei comuni di Viadana e Schivenoglia (Tabb. 10 e 11).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	1,50	terreno di riporto	150,00	170,00
1,50	3,00	sabbia argillosa		
3,00	25,00	sabbia grossa e ghiaietto		
25,00	48,50	sabbia grossa e ghiaia		
48,50	67,00	argilla a strati torbosa		
67,00	84,60	argilla		
84,60	85,00	sabbia media		
85,00	96,00	sabbia grossa con poco ghiaietto		
96,00	101,00	sabbia media		
101,00	105,50	sabbia grossa e ghiaietto		
105,50	106,00	argilla torbosa		
106,00	110,30	sabbia grossa e ghiaietto		
110,30	133,70	argilla grigio chiara		
133,70	136,30	sabbia fine		
136,30	148,30	argilla scura		
148,30	163,00	sabbia media		
163,00	166,00	sabbia grossa con qualche ciottolo		
166,00	170,50	sabbia mista con ghiaietto		
170,50	180	argilla scura torbosa		

Tab. 10 – Stratigrafia di un pozzo a Viadana (sinistra Po).

Profondità		Litostratigrafia	Filtri	
da metri	a metri		da metri	a metri
0,00	0,50	terreno vegetale		
0,50	4,20	argilla molto sabbiosa		
4,20	10,50	sabbia media giallastra		
10,50	23,50	sabbia medio grossa con poco ghiaietto		
23,50	24,00	argilla grigia		
24,00	38,00	sabbia media grigia		
38,00	39,00	argilla grigio scura con torba		
39,00	52,50	sabbia medio fine grigia		
52,50	53,50	argilla grigia		
53,50	58,50	sabbia medio grossa con poco ghiaietto		
58,50	62,50	argilla grigia		
62,50	66,50	sabbia media grigia		
66,50	73,00	sabbia medio grossa con poco ghiaietto		
73,00	81,00	argilla grigia con venature di torba		
81,00	83,00	sabbia fine grigia		
83,00	89,50	argilla grigia con torba		
89,50	94,50	sabbia medio fine grigia		
94,50	100,00	sabbia media grigia		
100,00	104,00	argilla grigia con tracce di torba		
104,00	119,00	argilla grigia compatta		
119,00	125,50	sabbia medio fine grigia		
125,50	132,00	sabbia media grigia	120,00	138,00
132,00	138,50	sabbia medio grossa grigia con poco ghiaietto		
138,50	141,50	argilla grigia	142,00	162,00
141,50	166,00	sabbia media con poco ghiaietto		
166,00	192,00	argilla		

Tab. 11 – Stratigrafia di un pozzo a Schivenoglia (destra Po).

In Allegato sono riportati, per le diverse unità idrogeologiche del Mantovano, diagrammi-tipo rilevati in fase di prove di pompaggio.

3. Conclusioni

Negli acquiferi mantovani indagati i valori di trasmissività possono variare da 10^{-2} a 10^{-3} m²/s e sono generalmente associati ad acquiferi sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi; si tratta di valori misurati con portate dell'ordine di 15-30 l/s e indicano la presenza di acquiferi con buone caratteristiche idrauliche. Tali valori confermano la disponibilità della risorsa idrica sotterranea presente nel sottosuolo del territorio mantovano.

Una diversa trasmissività tra due acquiferi sovrapposti nella stessa località può essere assunta, in linea di massima, come indicatore di un diverso ambiente deposizionale e idrodinamico. Dai dati disponibili sull'intero territorio mantovano, appare di un certo significato la differenza di trasmissività tra gli intervalli di profondità 50-100 m e maggiore di 100 m: nella maggior parte dei casi esaminati, esistono delle differenze pari a un ordine di grandezza. Fa eccezione la zona delle colline moreniche, dove tale differenza non sempre è stata rilevata.

Sembra quindi, orientativamente, che a profondità maggiori di 100 m si abbia una differenziazione tra acquiferi sovrapposti (Fig. 7), considerazione questa che trova riscontro anche (se pur di massima) nel confronto tra livelli piezometrici degli stessi intervalli di profondità (Baraldi, 2008), oltre che dall'analisi delle litostratigrafie rilevate in fase di esecuzione dei pozzi.

La necessità di preservare dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione, in particolare a uso acquedottistico, impone di definire aree di salvaguardia nelle quali sono applicati vincoli d'uso del territorio, concepiti con la finalità di garantire l'approvvigionamento idrico potabile in compatibilità con gli standard sanitari vigenti; attualmente il riferimento normativo in materia di delimitazione delle aree di salvaguardia è rappresentato dal Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche.

Il criterio "temporale" – recepito dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. 15137 del 27 giugno 1996 e successive modifiche, in particolare la D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003 – dimensiona le zone di rispetto in funzione del tempo impiegato da una teorica particella d'acqua per compiere un determinato percorso ("tempo di sicurezza").

Vista l'importanza che riveste la captazione di acqua sotterranea per l'approvvigionamento idrico, sono stati implementati svariati modelli che simulano il flusso idrico sotterraneo, per i quali gli *input* necessari sono, oltre ai parametri geometrici dei pozzi da salvaguardare, anche i valori di trasmissività, immagazzinamento, permeabilità ricavati sperimentalmente da prove di pompaggio.

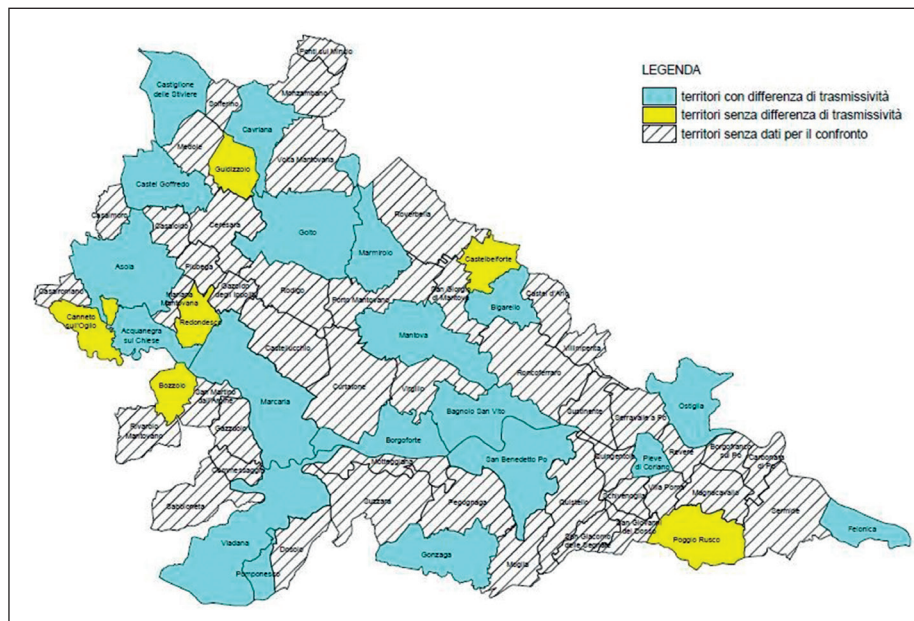


Fig. 7 – Confronto tra i valori di trasmissività negli intervalli di profondità 50-100 m e >100 m dal p.c. (da Baraldi, 2008).

I passaggi necessari sono generalmente:

- creazione della griglia per la piezometria statica;
- ricalcolo delle condizioni di equilibrio tramite procedimenti alle differenze finite;
- sovrapposizione degli effetti per il calcolo della piezometria dinamica;
- calcolo degli iso-abbassamenti;
- calcolo delle isocrone, generalmente a 60-180-360 giorni.

Le zone di rispetto vengono delimitate in corrispondenza degli estremi delle linee isocrone così tracciate; un esempio è riportato in Fig. 8.

La perimetrazione delle aree di salvaguardia dei pozzi e l'applicazione di una vincolistica che regoli l'uso del territorio, non sono sufficienti a garantire la conservazione nel tempo dello stato qualitativo delle acque, poiché la propagazione di un inquinamento può provenire da zone a monte non vincolate. Per tali motivi risulta necessario predisporre, attorno alle zone di rispetto, una rete di sorveglianza che garantisca il controllo delle acque nel tempo; tali interventi, attuabili attraverso la realizzazione di una rete di piezometri di monitoraggio,

vengono definiti “protezione dinamica”. Le isocrone ottenute dai programmi di elaborazione rappresentano i limiti all'esterno dei quali individuare l'area di protezione dinamica; essa consente di individuare, mediante controlli, le possibili situazioni di allarme. I limiti del settore protetto dinamicamente coincidono in genere con un intervallo di tempo superiore a 180 giorni; sei mesi infatti rappresentano un periodo congruo per affrontare la situazione di allarme individuata e poter intraprendere le azioni ritenute più opportune.



Fig. 8 – Isocrone, a sinistra, e zone di rispetto, a destra, in due diversi campi acquiferi (F. Baraldi, archivio personale).

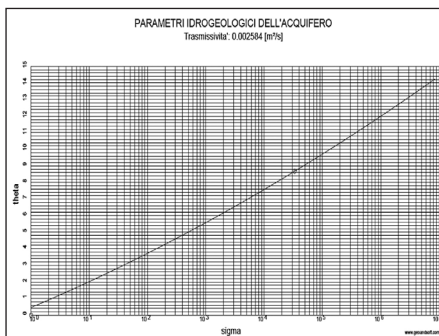
Ringraziamenti

Ringrazio il Prof. Giovanni Tosatti per la lettura critica, le correzioni, le integrazioni del testo e gli utili consigli.

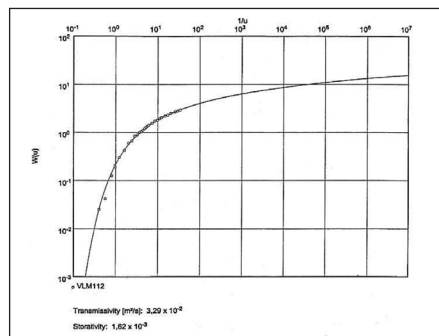
Bibliografia

- BARALDI F., 2008 – *Studio degli acquiferi della provincia di Mantova per l'individuazione delle risorse qualificate*. Provincia di Mantova, Servizio Acque, Suolo e Protezione Civile, Ufficio Demanio Idrico (inedito), 91 pp.
- BARALDI F., 2020 – *Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche delle falde acquifere presenti nel sottosuolo di Mantova e zone limitrofe*. Amazon Publisher, Wrocław, Poland, 160 pp.
- BARALDI F., PELLEGRINI M., 1976 – *Falde acquifere della provincia di Mantova*. CNR, IRSA, **28**(6), Roma, pp. 186-209.
- BARALDI F., ZAVATTI A., 1994 – *Idrogeologia e idrochimica degli acquiferi della provincia di Mantova*. In: "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi", vol. **5**, Pitagora Ed., Bologna, pp. 1-32.
- BEAR J., 1972 – *Dynamics of Fluid in Porous Media*. American Elsevier Publishing Company, New York, 764 pp.
- BEAR J., 1979 – *Hydraulics of Groundwater*. McGraw-Hill, New York, 569 pp.
- BERETTA G.P., 1992 – *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*. Pitagora Ed., Bologna, 814 pp.
- CASSAN M., 1980 – *Les essais d'eau pour la reconnaissance des sols*. Ed. Eyrolles, Paris, 275 pp.
- CASTANY G., 1982 – *Idrogeologia. Principi e metodi*. Flaccovio Ed., Palermo, 243 pp.
- CERBINI G., 1992 – *Il manuale delle acque sotterranee*. Geo-Graph, Milano, 463 pp.
- CHIESA G., 1994 – *Idraulica delle acque di falda*. Flaccovio Ed., Palermo, 440 pp.
- COOPER H.H., JACOB C.E., 1946 – *A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history*. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, **27**(4), pp. 526-534.
- CUSTODIO E., LLAMAS M.R., 2005-2007 – *Idrologia sotterranea*. Flaccovio Ed., Palermo, vol. **1** XXII-1099 pp., vol. **2** XXIII-2200 pp.
- FILECCIA A., 2009 – *Le prove di portata*. Dipart. Scienze Geologiche Ambientali e Marine, (DISGAM), Trieste, 42 pp.
- FLETCHER G.D., 1986 – *Groundwater and wells*. Johnson Division Publisher, Signal Environmental Systems, St. Paul, Minnesota, 1089 pp.
- FRANCANI V., RAMPOLLA C., s.d. – *Un contributo al miglioramento del metodo di Cassan per la determinazione della trasmissività degli acquiferi in pressione*. <http://engeology.eu/article/un-contributo-al-miglioramento-del-metodo-di-cassan-la-determinazione-della-trasmissivita%E2%80%9999>, 5 pp.
- HAMILL L., BELL F.G., 1992 – *Acque sotterranee. Ricerca e sfruttamento*. Flaccovio Ed., Palermo, 400 pp.
- JACOB C.E., 1946 – *Radial flow in a leaky artesian aquifer*. *Transactions, American Geophysical Union*, **27**(2), pp. 198-205.
- JACOB C.E., 1950 – *Flow of groundwater*. In: Rouse & Hunter (eds.), *Engineering Hydraulics*. John Wiley & Sons, New York, pp. 321-386.
- SIKDAR P.K., 2019 – *Pumping Test for Aquifers. Analysis and Evaluation*. In: P.K. Sikdar (ed.) "Groundwater Development and Management", Springer, pp. 267-277.
- THEIS C.V., 1935 – *The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage*. *Transactions, American Geophysical Union*, **16**, pp. 519-524.
- THIEM G., 1906 – *Hydrologische Methoden*. Leipzig, J.M. Gebhardt, 56 pp.
- TODD D.K., MAYS L.W., 2005 – *Groundwater Hydrology*. 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 656 pp.

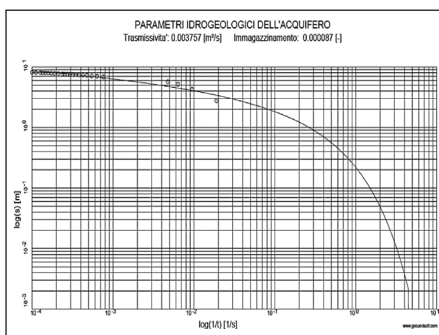
Allegato



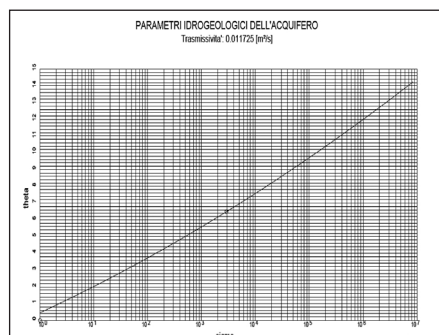
Colline moreniche (diagramma di Cassan)



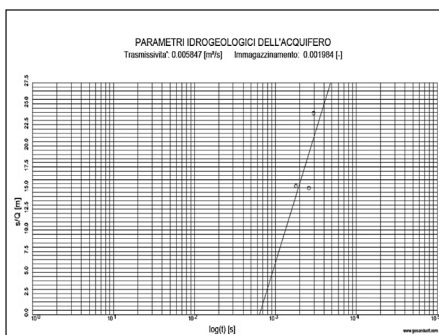
Medio Mantovano (diagramma di Theis)



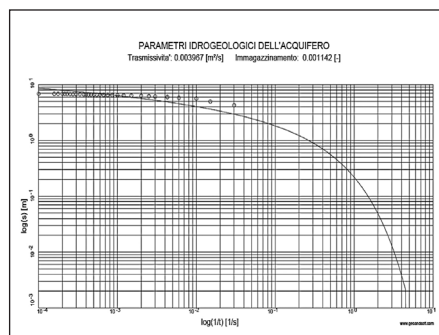
Fascia pedecollinare (diagramma di Theis)



Sistema del Po (sx) (diagramma di Cassan)



Sistema Chiese-Oglio (diagramma di Cooper-Jacob)



Sistema del Po (dx) (diagramma di Theis)

Diagrammi di prove di pompaggio nelle varie unità idrogeologiche della provincia di Mantova (F. Baraldi, archivio personale).



Andrea Pirondini*, **Fabrizio Buldrini****,
Elisabetta Sgarbi***

Il Gi@rdino Digit@le: un'esperienza didattica innovativa dell'Istituto di Istruzione Superiore “Francesco Selmi” di Modena

Riassunto

Nel corso dell'anno scolastico 2019/20, l'IIS F. Selmi di Modena ha promosso il progetto Gi@rdino Digit@le rivolto a studenti e studentesse frequentanti il secondo/terzo anno dell'indirizzo tecnico. Il progetto ha permesso di riqualificare una parte dell'area verde scolastica realizzando un percorso botanico dedicato alla conoscenza e alla valorizzazione della flora autoctona. Nel Gi@rdino Digit@le, smartphone e tablet sono strumenti per relazionarsi con l'ambiente naturale e con le piante: lungo il percorso botanico sono stati posizionati dei QR code che permettono di accedere ad una piattaforma on-line, realizzata dagli alunni, contenente materiali multimediali di approfondimento. Oltre che dalla comunità scolastica dell'IIS F. Selmi, il percorso didattico può essere visitabile da studenti di altre scuole ed è a disposizione dei cittadini.

Abstract

The Digital Garden: an innovative teaching experience at the Higher Education Institute “Francesco Selmi” (Modena, Italy). During the school year 2019/20, the Institute F. Selmi promoted the Gi@rdino Digit@le (Digital Garden) Project, aimed at students attending the second/third years. The project allowed part of the school's green area to be restored, thus creating a botanical itinerary dedicated to the knowledge and enhancement of local flora. In this digital garden, smartphones and tablets are means to establish relationships with the natural environment and plants. In fact, QR codes are positioned along the botanical itinerary, allowing access to an online platform created by the students containing multimedia material. Apart from the school community of the Institute F. Selmi, the botanical itinerary can be visited by students from other schools and by all citizens.

* IIS “Francesco Selmi”, viale Leonardo da Vinci 300, 41126 MODENA; e-mail: andrea.pirondini@posta.istruzione.it.

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

*** Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via G. Amendola 2, Padiglione Besta, 42122 REGGIO EMILIA, e-mail: elisabetta.sgarbi@unimore.it.

Parole chiave: Giardino botanico, tecnologie digitali, innovazione didattica, Modena

Keywords: Botanical garden, digital technologies, educational innovation, Modena, Italy

1. Introduzione

Il variegato universo delle ICT (*Information and Communications Technology*), in costante sviluppo, sta interessando sempre di più anche il mondo della scuola. In linea col contesto generale europeo e col Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD), il documento d'indirizzo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca per una strategia complessiva di innovazione della scuola italiana e un nuovo posizionamento del suo sistema educativo nell'era digitale (www.istruzione.it/scuola.digitale/index.shtml), sono moltissime le istituzioni scolastiche che da diversi anni sperimentano percorsi digitali a supporto dell'attività didattica (Vivanet, 2013).

Anche l'IIS “Francesco Selmi” di Modena, in osservanza al proprio Piano triennale dell'offerta formativo (PTOF), ha attivato diversi percorsi e azioni di formazione sul digitale rivolte ad alunni e docenti. L'introduzione di nuovi modelli per lo studio e l'apprendimento consente ai cosiddetti “nativi digitali” di utilizzare codici e linguaggi noti e in piena sintonia col loro modo di comunicare e di acquisire informazioni. Questo approccio innovativo si traduce inoltre nella possibilità di formare o rafforzare negli alunni le competenze informatiche, facilmente spendibili, oltre che nella pratica scolastica, anche in un futuro contesto lavorativo.

Le nuove tecnologie digitali impongono alla scuola di guidare gli studenti nel passaggio dall'informazione alla conoscenza, a discernere tra le informazioni disponibili sul *web* e sviluppare la capacità di comunicare quanto appreso. Il varo della didattica a distanza, imposta dai *lockdown* a seguito dell'emergenza sanitaria causata dal COVID-19, ha poi obbligato a un cambio di passo e alimentato nella scuola italiana un ampio dibattito sui punti di forza e debolezza dell'intera azione didattica in chiave digitale (Fantozzi, 2020; Fiorentino & Salvatori, 2020; Grandi, 2020; Piras, 2020).

Lo stesso utilizzo delle ICT applicate alla botanica e più in generale alle Scienze naturali è ormai una prassi consolidata per ampliare le comunicazioni e migliorare la presentazione dei contenuti. Si va dall'utilizzo dei *social media* per implementare le ricerche scientifiche (*citizen science*, *sensu* Silvertown, 2009), alle visite virtuali negli orti botanici (es. <http://www.ortobotanicopd.it/it/visita-virtuale-dellorto-botanico/>); dai siti *web* e applicazioni per il riconoscimento delle specie botaniche (www.actaplantarum.org/; <http://dryades.units.it/cercapiante/index.php>) ai cataloghi internazionali *on-line* (ad es., www.theplantlist.org/). Basterebbe anche solo ricordare come, per la seconda edizione

della Flora d'Italia, gli autori abbiano sentito la necessità di allegare ai quattro volumi cartacei una Flora d'Italia Digitale (Pignatti *et al.*, 2017-2019).

L'esperienza didattica innovativa del Gi@rdino Digit@le è dunque maturata in un contesto favorevole e si pone in linea con le *best practices* del settore.

2. Il progetto didattico Gi@rdino Digit@le

Nel corso dell'anno scolastico 2019/20, l'IIS F. Selmi ha promosso il progetto Gi@rdino Digit@le, rivolto a studenti e studentesse frequentanti il secondo e terzo anno dell'indirizzo tecnico "Chimica, materiali e biotecnologie: articolazione biotecnologie sanitarie".

Il progetto, realizzato col contributo dei fondi strutturali europei (PON FSE 2014-2020; 10.2.2A-FdRPOC-EM-2018-117; CUP B97I19000150007), ha permesso di riqualificare una parte dell'area verde che cinge la scuola a sud-ovest, realizzando un percorso botanico dedicato alla conoscenza e valorizzazione della flora autoctona.

Il Gi@rdino Digit@le si configura come luogo di esperienze visive, tattili, olfattive e uditive, dove la natura si integra con le tecnologie digitali. Di più, rappresenta un laboratorio verde, un'aula a cielo aperto dove gli studenti/studentesse possono apprendere e misurarsi con la complessità della biodiversità.

Ogni postazione del percorso botanico è stata munita di un cartellino per il riconoscimento della specie e di un *QR code* che rimanda a contenuti multimediali di approfondimento, accessibili tramite *smartphone* o *tablet*.

2.1 Articolazione del progetto

Il progetto ha coinvolto due gruppi, per classi aperte, formati da una ventina di studenti: il primo gruppo ha visto la partecipazione di studenti delle classi seconde mentre il secondo ha interessato le classi terze. La selezione dei partecipanti è stata fatta sulla base dell'autocandidatura, valorizzando così gli aspetti motivazionali oltre che attitudinali degli alunni.

Ciascuno dei due gruppi ha eseguito due moduli didattici: uno dedicato alla botanica ed uno allo sviluppo delle tecnologie digitali.

Complessivamente, dunque, il progetto si è articolato su quattro moduli, condotti in parallelo (Tab. 1).

Classi seconde	Modulo 1	Il giardino digitale – prima parte
	Modulo 2	L'informatizzazione del giardino digitale
Classi terze	Modulo 3	Il giardino digitale – autori multimediali
	Modulo 4	L'informatizzazione del giardino digitale – seconda parte

Tab. 1 – *Articolazione dei moduli del progetto.*

Hanno organizzato e supervisionato il lavoro scolastico degli studenti due *tutor* e un esperto informatico, docenti interni alla scuola, e due esperti botanici esterni grazie alla *partnership* con l'Orto Botanico dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

Nei giorni di svolgimento del progetto gli studenti hanno goduto di un buono pasto offerto dalla scuola poiché sono stati impegnati oltre l'orario scolastico, nei pomeriggi dedicati.

2.2 Obiettivi formativi

In linea col *curriculum* scolastico degli alunni, il progetto ha perseguito i seguenti obiettivi formativi:

- acquisizione di conoscenze e competenze interdisciplinari in vari ambiti: botanica, storia, chimica, tecnologie digitali e tecniche di rappresentazione grafica;
- educazione alle potenzialità dell'interazione tra fisico e digitale (la flora e l'accesso tramite *QR code* ai contenuti digitali preparati dagli studenti);
- educazione all'uso creativo delle ICT, dei nuovi linguaggi del digitale e di nuovi modelli di lavoro e produzione;
- educazione alla valutazione della qualità e dell'integrità delle informazioni (attendibilità delle fonti), alla lettura, alla scrittura e alla collaborazione in ambienti digitali.

2.3 Metodologia didattica

Il progetto ha utilizzato una metodologia didattica classica: lezioni di introduzione ed approfondimento allo studio della botanica in un contesto più ampio d'innovazione didattica (*learning by doing and creating e peer education*). Le ICT sono state utilizzate nelle fasi di *brainstorming*, per la ricerca attiva e consapevole di documenti, per la produzione degli elaborati e la condivisione dei materiali.

La realizzazione, per piccoli gruppi, dei materiali multimediali ha favorito sia lo sviluppo di *soft skills* (competenze relazionali, organizzative, di lavoro tra pari, capacità di ascolto), sia lo sviluppo di competenze linguistiche orali e scritte, di analisi e sintesi.

Particolare attenzione è stata rivolta alla ricerca delle fonti e all'analisi e all'esame critico dell'attendibilità del materiale reperito in rete.

Per la realizzazione del progetto ci si è avvalsi di *free software* e la piattaforma di riferimento è stata GAFE, essendo attiva nella scuola la *Google Apps for Education*.

A seguito del primo *lockdown*, durante i mesi di marzo, aprile, maggio e giugno 2020 una parte del progetto è stata realizzata con modalità didattica a distanza. In questa fase, gran parte del lavoro è stata svolta in videoconferenza tramite *Google Meet*.

3. Caratterizzazione botanica dell'area verde

L'idea di realizzare un laboratorio didattico all'aperto per lo studio della botanica e della biodiversità parte da lontano. Grazie a una collaborazione con l'Istituto agrario Spallanzani di Castelfranco Emilia, nel 2002 viene realizzato un primo impianto con la messa a dimora di una trentina di specie arboree. Si sono poi succeduti nel tempo altri lavori, prima per rendere l'area verde scolastica agibile e dal 2006 il giardino è stato lasciato alla rinaturalizzazione, con sporadici interventi di sfalcio tardivo, sempre dopo le fioriture primaverili. Oggi il giardino ospita circa 300 piante, tra alberi e arbusti, tipici della nostra fascia di pianura.

L'area interessata dal progetto offre una rappresentazione di alcuni degli ambienti principali della Pianura Padana: il prato, la siepe e la zona umida.

Il prato, al momento, è caratterizzato essenzialmente da specie ad ampio spettro ecologico (*Avena fatua* L., *Cichorium intybus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Daucus carota* L., *Galium verum* L., *Helminthotheca echioides* (L.) Holub, *Lolium perenne* L., *Lotus corniculatus* L., *Plantago lanceolata* L., *Potentilla reptans* L., *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F.H. Wigg., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L.), ma in fasi successive dell'evoluzione potrebbero presentarsi anche specie di un certo pregio, magari negli angoli in cui le opere di manutenzione sono meno frequenti e incisive: in tal caso, il prato assumerebbe rilievo anche in termini di educazione alla conservazione biologica.

La siepe consta per lo più di *Prunus spinosa* L., *Ligustrum vulgare* L. e *Cornus sanguinea* L. (sporadica la presenza di *Acer campestre* L.): in pianura, *P. spinosa* e *C. sanguinea* in particolare sono elementi tipici di queste formazioni (Manzini, 1989; Fohmann-Ritter, 1991) e svolgono un discreto ruolo di attrazione per l'avifauna (Rabacchi, 1999), con positive ricadute sulla diversità biologica del giardino. Da segnalare che esiste anche una seconda siepe ai piedi del terrapieno, composta di una dozzina di specie arbustive e arboree, alcune delle quali inserite nel percorso di visita. La presenza di queste due formazioni vegetali, benché di lunghezza contenuta in poche decine di metri, è nondimeno interessante, anche perché, a livello provinciale, l'unica area in cui si mantengono sistemi di siepi di apprezzabile estensione è il SIC IT4040016 – Siepi e canali di Resega-Foresta (comune di Novi di Modena), nel quale alberga una non trascurabile diversità biologica (Santini & Buldrini, 2012), tanto più preziosa se consideriamo che il paesaggio della pianura emiliana è quasi ovunque dominato da aree agricole e industriali.

La zona umida, estesa per pochi metri quadrati, vede la presenza di specie igrofile, in primo luogo carici (*Carex* spp.) e *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., qui giunte per propagazione spontanea, probabilmente dalle campagne circostanti la città. Quantunque allagata non molti giorni all'anno,

in corrispondenza dei periodi più piovosi, la zona umida richiama alla memoria gli ambienti palustri e vallivi un tempo estesissimi in Pianura Padana, ma anche gli ambienti, non meno comuni oggi, dei canali di bonifica e dei fossi interpoderali, che, a dispetto dell'origine artificiale, molte volte sono l'unico sito di rifugio per specie altrove scomparse in pianura (Pedullà & Garbari, 2001; Bonafede *et al.*, 2003; Dorotovičová, 2013; Sgarbi, 2016; Bolpagni *et al.*, 2018).

4. Risultati

Gli studenti coinvolti sono stati i veri protagonisti del progetto; l'unico elemento curato da una disegnatrice professionista esterna alla scuola è stato il logo (Fig. 1).

Il Gi@rdino Digit@le è stato organizzato in un percorso botanico di 27 tappe (Tab. 2).

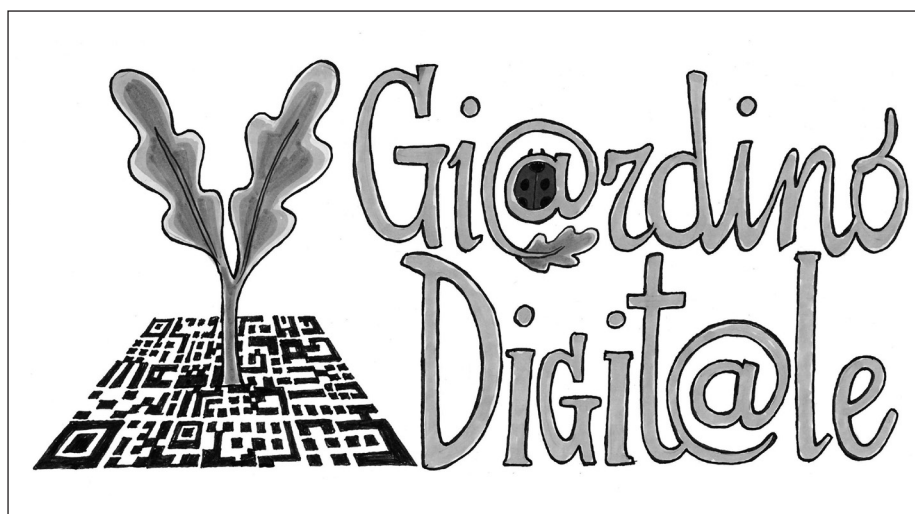


Fig. 1 – Il logo del progetto Gi@rdino Digit@le.

Percorso botanico	
0	Inizio percorso (voi siete qui)
1	Ligustro (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)
2	Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i> L.)
3	Siepe
4	Tiglio (<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.)
5	Salice bianco (<i>Salix alba</i> L.)
6	Carici (zona umida)
7	Alloro (<i>Laurus nobilis</i> L.)
8	Lentaggine (<i>Viburnum tinus</i> L.)
9	Rosa selvatica (<i>Rosa canina</i> L.)
10	Pioppo nero (<i>Populus nigra</i> L.)
11	Pioppo bianco (<i>Populus alba</i> L.)
12	Frassino (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)
13	Farnia (<i>Quercus robur</i> L.)
14	Corniolo sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i> L.)
15	Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i> L.)
16	Licheni
17	Prato (piante erbacee)
18	Melograno (<i>Punica granatum</i> L.)
19	Biodiversità legno morto
20	Acer campestre (<i>Acer campestre</i> L.)
21	Gelso (<i>Morus alba</i> L.)
22	Nocciolo (<i>Corylus avellana</i> L.)
23	Ontano nero (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.)
24	Sambuco (<i>Sambucus nigra</i> L.)
25	Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)
26	Sorbo (<i>Sorbus domestica</i> L.)
27	Fine percorso

Tab. 2 – Il percorso botanico del Gi@rdino Digit@le.

Il percorso, ad anello, abbraccia un'area di circa 3000 m². L'ingresso e l'uscita sono dalla stessa parte, facilitando in questo modo l'orientamento del visitatore. Inoltre, all'ingresso è stato posizionato un pannello informativo con la mappa del Gi@rdino Digit@le (Fig. 2).

Ad ogni postazione corrisponde una specie, identificata con un cartellino di riconoscimento recante anche un *QR code* che consente, tramite l'utilizzo di *smartphone* o *tablet*, di accedere ad un portale *web* contenente i materiali multimediali di approfondimento (<https://sites.google.com/selmi.istruzioneer.it/giardinodigitale/home>) e *podcast* realizzati dagli studenti: schede botaniche, curiosità, approfondimenti storici, schede sull'utilizzo delle piante, video, “interviste impossibili”, *timeline* ecc. (Fig. 3).

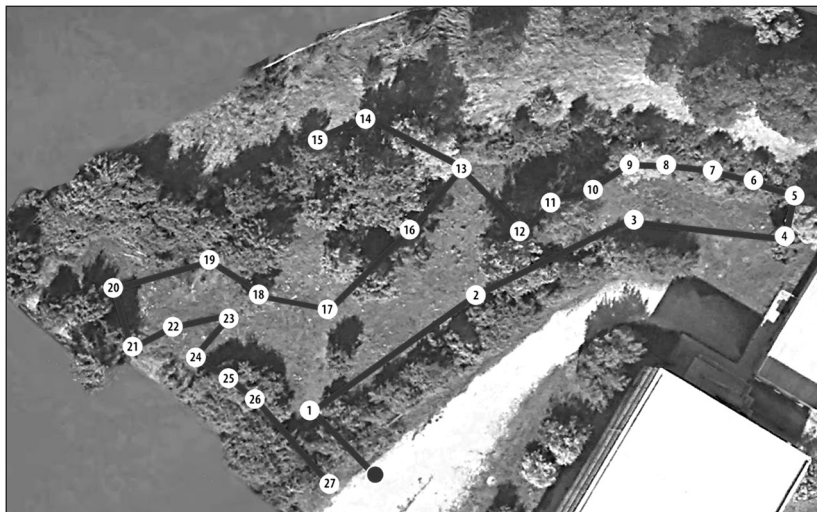


Fig. 2 – Mappa del Gi@rdino Digit@le.



Fig. 3 – Veduta di parte del Gi@rdino Digit@le. In primo piano la postazione 17 (piante erbacee), dietro cui si distingue, nel prato, una fioritura di *Lotus corniculatus* L.; a destra la siepe (postazione 2), in fondo al centro la postazione 11 (*Populus alba* L.) e, appena a sinistra, la 12 (*Fraxinus excelsior* L.).

Tali contenuti multimediali permettono di coinvolgere visitatori caratterizzati da differenti livelli di conoscenza e interesse, pur mantenendo il necessario rigore scientifico. Inoltre per favorire l'inclusione di studenti/cittadini anglofoni, alcune schede di approfondimento sono state tradotte in lingua inglese.

Al termine del percorso il visitatore, sempre tramite *QR code*, se vuole può compilare un veloce questionario di gradimento: si tratta di un importante *feedback* per migliorare il progetto in futuro.

Un sondaggio, al termine del lavoro, è stato proposto anche agli studenti coinvolti nel progetto. Nel *test* di autovalutazione per i moduli 1 e 3, gli alunni delle classi seconde hanno giudicato per il 90% buona la loro esperienza e partecipazione e per il 10% accettabile, mentre gli alunni delle classi terze hanno giudicato il progetto ottimo per il 19%, buono per il 63%, e accettabile per il 19%.

5. Conclusioni

Le tecnologie digitali possono giocare un ruolo fondamentale nei processi di apprendimento, in quanto permettono di ampliare la possibilità di accedere alle informazioni e di comunicare. È quanto hanno sperimentato gli studenti/studentesse nella realizzazione del progetto Gi@rdino Digit@le. Pur essendo venuta a mancare una parte esperienziale importante di attività in campo, resa impossibile dal primo *lockdown* seguito all'emergenza Coronavirus, l'impegno e la dedizione mostrata degli studenti sono stati ammirevoli. Basta solo ricordare come la didattica a distanza si sia protratta fino alla fine del mese di giugno, quindi ben oltre la normale conclusione dell'anno scolastico.

Il Gi@rdino Digit@le, oltre ad essere fruibile dall'intera comunità scolastica dell'Istituto F. Selmi, si presta a divenire anche una risorsa per il territorio, perché costituisce un modello di laboratorio attivo e viene aperto, su appuntamento, anche a classi di altre scuole che vogliano visitarlo.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Dirigente scolastica dell'IIS "Francesco Selmi", Prof.ssa Margherita Zanasi, per aver creduto e sostenuto anche economicamente il progetto; le Prof.sse Enoe Drusiani e Daniela Ascari per aver contribuito fattivamente alla progettazione e realizzazione del Gi@rdino Digit@le. Il ringraziamento più importante va però agli alunni/e, delle classi: 2^a A, 2^a B, 2^a C, 2^a E, 2^a T, 3^a A, 3^a B, 3^a C, 3^a D, che hanno partecipato al progetto.

Bibliografia

- BOLPAGNI R., LAINI A., STANZANI C., CHIARUCCI A., 2018 – *Aquatic plant diversity in Italy: distribution, drivers and strategic conservation actions*. Front. Plant Sci., **9**, p. 116.
- BONAFEDE F., DALLAI D., DEL PRETE C., MAFFETTONE L., 2003 – *Marsilea quadrifolia L. in Emilia-Romagna: distribuzione, ecologia e problematiche di conservazione integrata in situ/ex situ*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **133**, pp. 184-213.
- DOROTOVIČOVÁ C., 2013 – *Man-made canals as a hotspot of aquatic macrophyte biodiversity in Slovakia*. Limnologica, **43**, pp. 277-287.
- FANTOZZI D., 2020 – *Interdisciplinarietà e bisogni educativi speciali in tempi di lockdown sanitario obbligatorio: una connessione reale anche in ambiente virtuale*. Italian Journal of Special Education for Inclusion, **8**(1), pp. 138-148.
- FIorentino G., SALVATORI E., 2020 – *La didattica a distanza, dall'emergenza alle buone pratiche*. Umanistica Digitale, **4**(8), pp. 165-182.
- FOHMANN-RITTER A., 1991 – *La siepe, compagna della campagna*. Macro Edizioni, Sarsina (FC).
- GRANDI N., 2020 – *Splendori e miserie della didattica a distanza*. MicroMega, **4**, p. 14.
- MANZINI M.L., 1989 – *Flora e vegetazione in siepi della Pianura Padana nel Modenese (Italia settentrionale)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **120**, pp. 59-72.
- PEDULLÀ M.L., GARBARÌ F., 2001 – *Piante d'interesse biogeografico-ecologico nei canali di bonifica della pianura pisana*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Ser. B, **108**, pp. 113-117.
- PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M., 2017-2019 – *Flora d'Italia*. II ediz. Edagricole, Milano.
- PIRAS M., 2020 – *La scuola italiana nell'emergenza: le incertezze della didattica a distanza*. Il Mulino, **69**(2), pp. 250-257.
- RABACCHI R. (a cura di), 1999 – *Siepi, nidi artificiali e mangiatoie*. Cierre Edizioni, 248 pp.
- SANTINI C., BULDRINI F., 2012 – *Le siepi del sistema Resega-Bellaria-Foresto*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **142**, pp. 153-174.
- SGARBI E. (a cura di), 2016 – *Il fontanile Ariolo*. Ediz. Comune di Reggio Emilia, ISBN: 978-88-941727-0-6.
- SILVERTOWN J., 2009 – *A new dawn for citizen science*. Trends Ecol. Evol., **24**(9), pp. 467-471.
- VIVANET G., 2013 – *Le ICT nella scuola italiana. Sintesi dei dati in un quadro comparativo europeo*. Form@re - Open Journal per la formazione in rete, **13**(4), pp. 47-56.



Alessandro A. Rucco*

I mulini ad acqua e le comunità dell'Appennino modenese: prime analisi GIS sui rapporti tra insediamenti e infrastrutture nei bacini dei fiumi Panaro e Secchia

Riassunto

Si propone uno studio topografico preliminare dei rapporti tra insediamenti e mulini nei tratti appenninici dei fiumi Panaro e Secchia. Lo studio è stato condotto in ambiente GIS, ricorrendo a una serie di algoritmi che hanno consentito di tematizzare diversi aspetti del problema e di fornire alcuni spunti di riflessione potenzialmente utili alla progettazione di future ricerche. In sede conclusiva ci si sofferma sui problemi non ancora affrontati e si cerca di inserirli nel più ampio contesto degli studi già esistenti in materia.

Abstract

Watermills and communities in the Modena Apennines: first GIS analyses on the connections between settlements and structures in the basins of the rivers Panaro and Secchia. This paper presents a preliminary topographical study of the links between settlements and watermills along the Apennine stretches of the rivers Panaro and Secchia. The study was carried out by means of different GIS platforms, using a series of algorithms that made it possible to thematise various aspects of the problem and provide some hints for the design of future research. Finally, the problems not yet addressed are focused trying to place them in the broader context of existing literature on the subject.

Parole chiave: *Topografia, GIS, insediamenti, mulini ad acqua, Appennino modenese*

Keywords: *Topography, GIS, settlements, watermills, Modena Apennines, Italy*

* Assegnista di ricerca, Dipartimento di Studi Umanistici – Università Ca' Foscari, Dorsoduro 3246, 30123 VENEZIA; e-mail: alessandro.rucco@unive.it.

1. Introduzione

La bibliografia scientifica è ricca di lavori, più o meno ampi, dedicati ai mulini dell'Emilia-Romagna. Tra questi, un ruolo fondamentale è svolto dai lavori di Paola Galetti, che si è soffermata sul tema in più occasioni, anche curando volumi di ampio respiro cronologico (Galetti & Racine, 2003; Galetti & Andreolli, 2009; Galetti, 2014). Tuttavia, gli studi in questione si soffermano perlopiù sui comparti di pianura, mantenendo sullo sfondo, invece, i settori appenninici e montani.

L'idea di proporre un contributo, seppur breve e del tutto preliminare, circa il rapporto tra le comunità dell'Appennino modenese e i mulini ad acqua che costellano il territorio è nata dalla lettura del volume di G.M. Sperandini (2014). Pur dichiarando fin dall'apertura il carattere introduttivo della sua ricerca, l'Autore propone in questo scritto una presentazione tutt'altro che generica delle strutture superstiti dell'Appennino, fornendo una cospicua documentazione fotografica e ricchi riferimenti di carattere storico-documentario che consentono di inquadrare il singolo opificio nel più antico contesto storico a cui risale la sua fondazione e il suo successivo utilizzo. Si tratta, quindi, di un lavoro di grande importanza, soprattutto perché dedicato a evidenze materiali che versano, perlopiù, in uno stato di avanzato degrado e che, inoltre, anche quando ben conservate, risultano ormai fagocitate dalla vegetazione.

Un primo aspetto, quindi, per il quale ci sembra che valga la pena riportare l'attenzione su queste strutture è il loro grado di conservazione. Per i mulini dell'Appennino modenese manca, ad oggi, uno studio archeologico, anche parziale, che possa consentire di portare il tema alla ribalta della ricerca e incoraggiare iniziative di ampio respiro.

Entrando poi nel merito delle strutture in esame, occorre sottolineare come solo in pochi casi, tutti documentati da Sperandini (2014), si disponga di informazioni puntuali che possano consentire di datare le strutture in linea di massima; in nessun caso, invece, pare possibile, al momento, proporre analisi di dettaglio, che prendano le mosse da analisi stratigrafiche e/o da studi che integrino il dato materiale con quello geomorfologico e idrologico.

In questo breve contributo si propongono i risultati di alcune analisi topografiche eseguite in ambiente informatico sui mulini censiti. L'approccio qui seguito è tipico soprattutto delle ricerche dedicate alla viabilità o, in generale, alla valutazione della "trafficità" di un territorio. Il tema trattato – quello dei rapporti tra insediamenti e mulini – è in buona parte giocato, come si può ben immaginare, sulla possibilità di raggiungere con facilità i mulini sia a piedi che con mezzi a traino. Tanto più il discorso vale in ambiente montano, dove le pendenze determinano direttamente la percorribilità degli spazi. A tali questioni, che riguardano, in ultima analisi, il rapporto tra comunità, risorse e sfruttamento, si è provato a rispondere attraverso processi di modellizzazione, che naturalmente andranno messi alla prova tramite approcci archeologici più "tradizionali". Ciò nonostan-

te, tali processi hanno consentito senza dubbio di sollevare, o circostanziare più attentamente, una serie di questioni, e di indirizzare quindi più puntualmente la ricerca. Non viene proposto, quindi, un punto di arrivo ma un punto di partenza.

2. Materiali e metodi

Lo studio è partito dalla localizzazione delle singole strutture. Sebbene, infatti, Sperandini fornisca una carta di posizionamento dei mulini considerati, le analisi qui proposte hanno richiesto una revisione di tutte le informazioni topografiche, al fine di ottenere delle localizzazioni di maggiore precisione. Il primo passaggio della ricerca è consistito pertanto nel riposizionamento di tutte le evidenze schedate da Sperandini e dall'arricchimento del *database* di partenza attraverso uno studio toponomastico finalizzato all'identificazione di infrastrutture non considerate nello studio del 2004. Si è dunque ricorso alla consultazione della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000, reperita fra gli strumenti topografici resi disponibili dal geoportale della Regione Emilia-Romagna.

Lo studio cartografico ha portato all'identificazione di 41 strutture in più rispetto a quelle schedate da Sperandini, portando così il numero totale dei siti in analisi a 134 (Fig. 1).

Successivamente, sempre tramite il geoportale della Regione Emilia-Romagna, si è avuto accesso allo strumento informatico fondamentale per la realizzazione della base di lavoro. Ci si riferisce, nello specifico, al Modello Digitale del Terreno (DTM d'ora in avanti) realizzato secondo una maglia di 5x5 m (Fig. 2).

Acquisito quest'ultimo elemento, si è proceduto alle seguenti analisi, effettuate in ambiente SAGA GIS:

- 1) *Convergence Index* – il *tool* rappresenta il primo passaggio verso la costruzione di un modello di rete idrografica del territorio in esame: sulla base del DTM si calcolano le aree di convergenza dei flussi (valli) e di divergenza (crinali);
- 2) *Flow Accumulation* – il *tool* consente di costruire un modello delle direttrici di accumulo dei flussi idrici;
- 3) *Channel Network* – diretta conseguenza delle operazioni appena svolte, il *tool* crea uno *shapefile* lineare contenente la modellizzazione del reticolo idrografico compatibile con la morfologia del territorio (Fig. 3).

Effettuati i passaggi descritti, si è passati all'analisi di fattori legati alla materialità delle strutture e degli insediamenti, con particolare riferimento alla localizzazione dei loro elementi principali. Con questi elementi e sfruttando ancora il DTM come superficie *raster* di partenza, si sono effettuate le seguenti analisi in ambiente ArcMap e Quantum GIS:

- 1) *Path Distance con funzione di Tobler* (Verhagen *et al.*, 2012; Tremari, 2015; Lugo & Alatríste-Contreras, 2020) come nel caso della semplice *Path Distance*, il *tool* consente di categorizzare le distanze verso tutte le

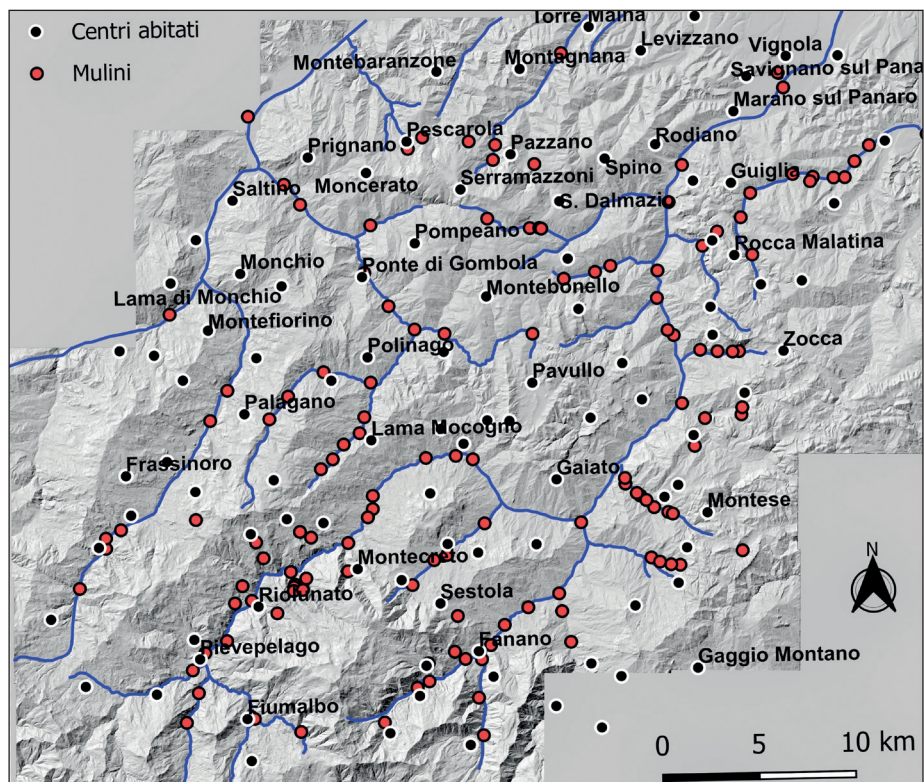


Fig. 1 – Siti analizzati nell'Appennino modenese.

- direzioni a partire da un punto prestabilito; tuttavia, introduce nel calcolo la variante della marcia a piedi, impostata sul valore medio di 5 km/h (Fig. 4);
- 2) *Kernel density* – si tratta di un algoritmo che consente di rappresentare la densità di un dato parametro espresso tramite valori puntuali (Fig. 5);
 - 3) *Distanza dal nodo più vicino* – questo algoritmo calcola la distanza fra gli elementi di un vettore di partenza e gli elementi più vicini nel vettore di arrivo (Fig. 6);
 - 4) *Categorizzazione della percorribilità delle aree montane sulla base della pendenza (slope)* secondo le indicazioni di G. Marinelli, peraltro seguite anche in ambito militare fino alla Prima Guerra Mondiale (Vergara *et al.*, 2017) (Fig. 7 e Tab. 1).

Sul *dataset* è stata infine operata una categorizzazione dei siti sulla base del contesto morfologico in cui sono localizzate le strutture (Grafico 1 e Fig. 8) e della quota cui si attestano (Grafico 2).

Pendenza	Gradi
Lieve	< 10°
Moderata	10° – 25°
Ripida	25° – 45°
Da molto ripida a parete	> 45°

Tab. 1 – *Categorizzazione della percorribilità delle aree montane sulla base della pendenza.*

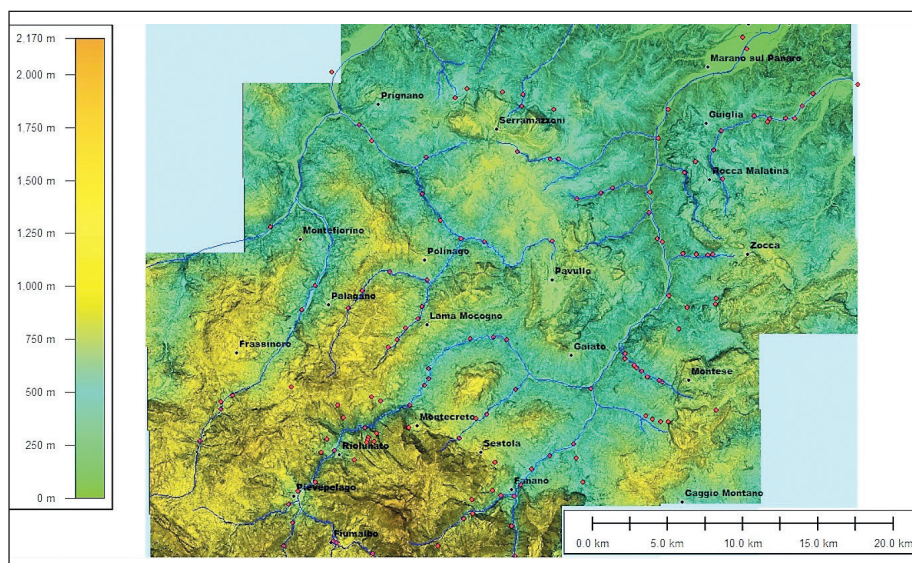


Fig. 2 – *Modello Digitale del Terreno (maglia di 5x5 m).*

3. Risultati delle prime analisi

La prima elaborazione, il cui risultato è proposto in Fig. 3, riguarda la ricostruzione dell'idrografia del territorio in esame sulla base del modello digitale del terreno, cioè sulla base della sua morfologia. Tale operazione, apparentemente superflua, ha rivelato, in realtà, la connessione di diversi mulini con vie d'acqua molto esigue che non figurano, generalmente, nella cartografia disponibile. In altri termini, senza questa elaborazione non si sarebbe stati in grado di "motivare" la presenza di mulini ad acqua in zone apparentemente prive di idrovie.

Rimanendo sul tema della localizzazione puntuale delle singole strutture, poi, un risultato interessante ci pare che sia emerso dalla loro categorizzazione rispetto agli ambienti specifici in cui insistono. Considerando i contesti in cui

può essere suddiviso un bacino montano – valle, versante, crinale, *plateau*, cima – osserviamo come esista un certo bilanciamento quantitativo tra i mulini costruiti in valle e quelli costruiti lungo i versanti; pochissimi sono stati individuati in contesto di altopiano; nessuno in ambito di crinale o cima (Grafico 1).

L'osservazione della mappa di distribuzione proposta in Fig. 8 consente però di notare una differenza tra i bacini del Panaro e del Secchia: nel primo sembrano prevalere i contesti di versante, mentre nel secondo quelli di valle paiono maggioritari (soprattutto lungo il corso del Rossenna). Quanto alle quote alle quali si attestano, la maggior parte degli opifici idraulici in esame si colloca tra i 285 e i 625 m s.l.m., con un picco attorno ai 450 m s.l.m. (Grafico 2).

Anche l'analisi dell'elaborazione proposta in Fig. 5 (*Kernel density*) permette di cogliere una differenza tra i bacini dei due fiumi maggiori. La carta in questione tematizza gli elementi in esame – la localizzazione dei mulini ad acqua – sulla base della densità di strutture in unità di spazio. Ebbene, un

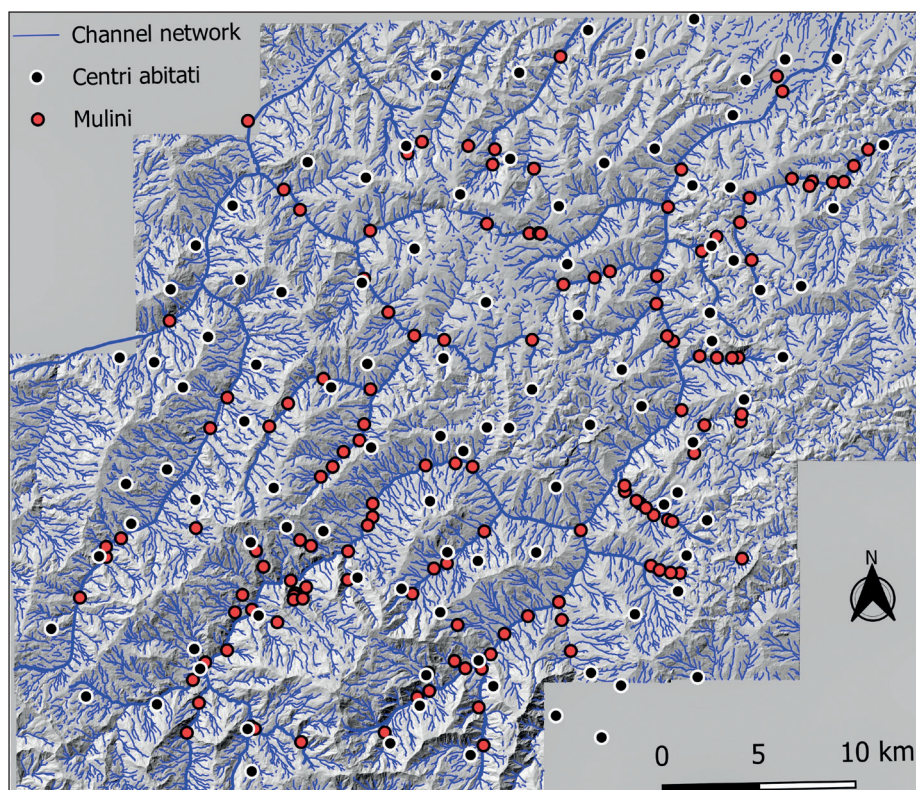


Fig. 3 – Modellizzazione del reticolo idrografico.

dato piuttosto evidente riguarda la maggiore frequenza di mulini ad acqua lungo il bacino del Panaro rispetto a quello del Secchia. *Clusters* molto evidenti riguardano il territorio compreso tra Pievepelago e Lama Mocogno, lungo il corso dello Scoltenna, così come il comprensorio di Fanano, lungo il Leo. Decisamente interessante, poi, è il quadro visibile immediatamente più a nord, a valle dunque della confluenza tra Leo e Scoltenna. Lungo l'asse immaginario tra Rocchetta Sandri e Guiglia, infatti, numerosi mulini costellano il versante orientale della valle del Panaro, mentre pochissimi se ne incontrano in sinistra idrografica. Il territorio di Niviano, Verica, Gaiato e Castagneto, ad esempio, ne sembra praticamente sprovvisto.

L'assetto dell'Appennino modenese in relazione alla localizzazione dei mulini

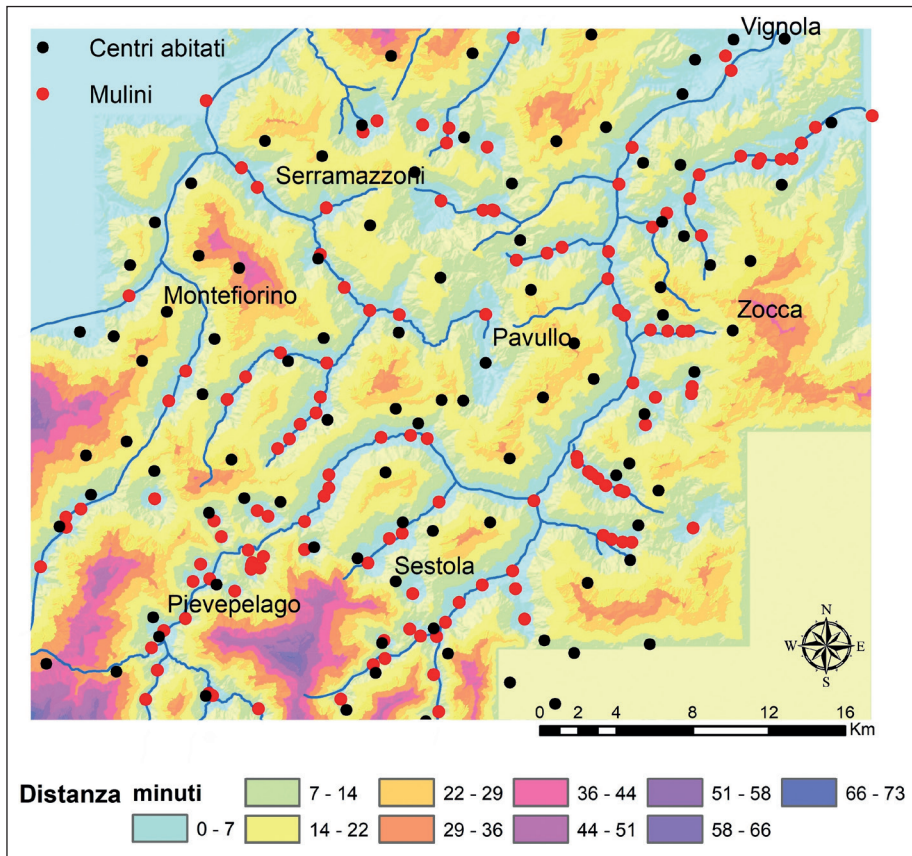


Fig. 4 – Distanze (in minuti percorsi a piedi) dei mulini dai centri abitati più vicini in base all'orografia.

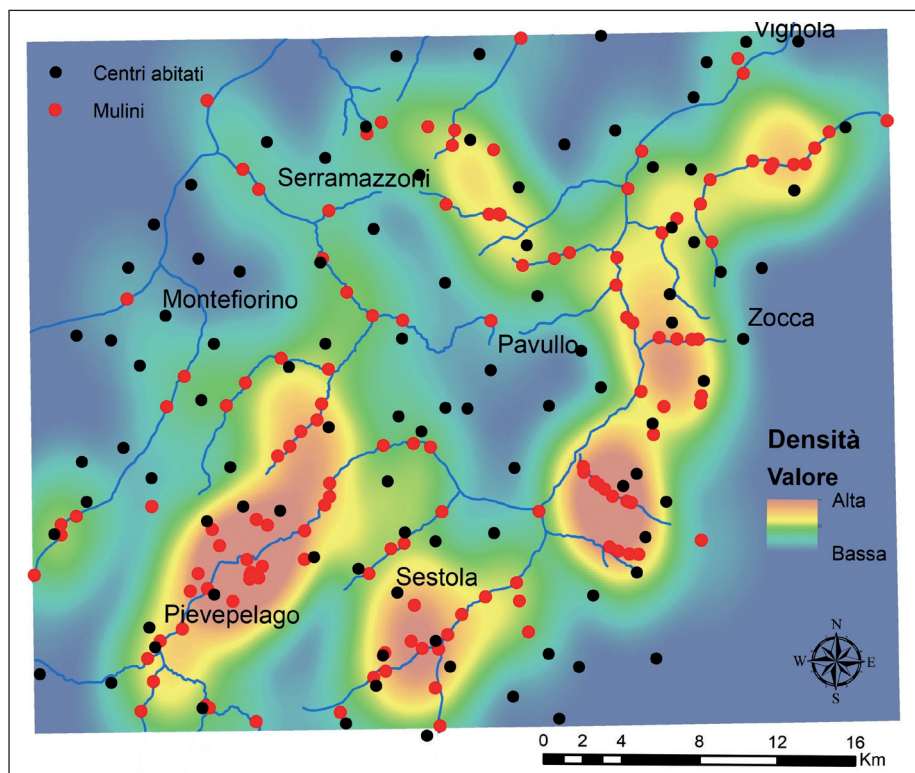


Fig. 5 – Kernel density: densità dei mulini sul territorio.

è stato poi ulteriormente dettagliato attraverso l'analisi proposta in Fig. 6, che assomma i calcoli eseguiti con il tool della *Path distance* con funzione di Tobler e della *Distanza dal nodo più vicino*. Ne emerge un quadro di grande interesse, a nostro avviso, per leggere morfologicamente il rapporto topografico tra insediamenti e mulini. In generale, la distanza dal mulino più vicino non supera mai, per nessun insediamento, i 40 minuti circa di marcia (Tabb. 2-3 e Grafici 3-4); anzi, la stragrande maggioranza degli opifici, in entrambi i bacini, si colloca a distanze comprese entro 1,5 km dagli abitati che se ne servivano prioritariamente.

Nel bacino del Panaro si danno casi di centri collocati nella vicinanza di numerosi mulini; nel bacino del Secchia, invece, si incontrano abitati posti a distanze relativamente maggiori da un singolo mulino. Risulta particolarmente interessante, in questo senso, il gran numero di strutture individuate lungo l'asse dei corsi d'acqua tributari del Panaro (ad es. il Rio Missana), i quali disegnano una topografia del tutto sconosciuta nel bacino del Secchia.

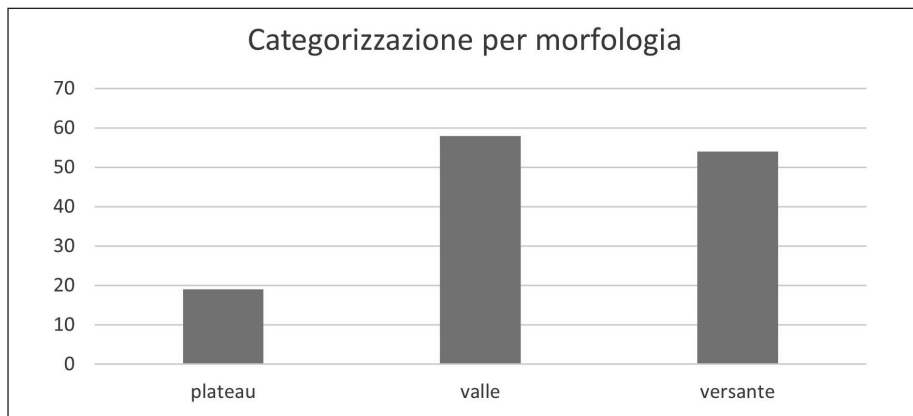


Grafico 1 – *Categorizzazione dei mulini in base alla morfologia.*

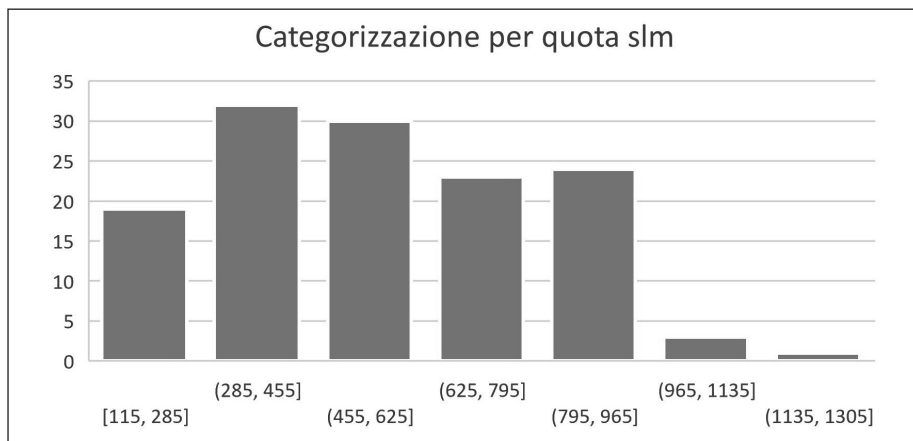


Grafico 2 – *Categorizzazione dei mulini in base alla quota (m s.l.m.).*

Infine, l'analisi della percorribilità degli spazi condotta attraverso una categorizzazione delle pendenze secondo la tabella di Marinelli (Tab. 1) consente di osservare come i percorsi più brevi tra insediamenti e mulini siano anche quelli caratterizzati da pendenze comprese tra le categorie "gentile" e "moderata", dunque entro i 25°; in questo caso non si evidenziano differenze tra i bacini del Panaro e del Secchia (Fig. 7).

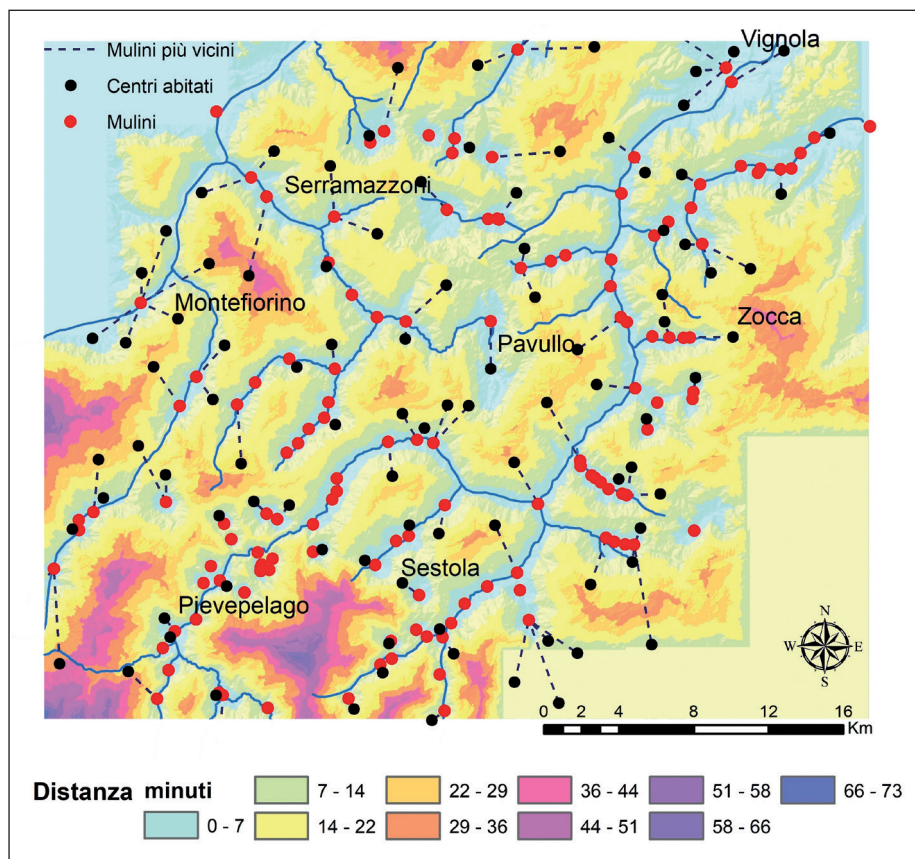


Fig. 6 – Distanza dal nodo più vicino: distanza (in minuti) fra gli elementi di un vettore di partenza e gli elementi più vicini nel vettore di arrivo.

Abitato	Mulino	Distanza (m)
Acquaria	Mulino di Ca' Mazzieri	1851
Alabarelli	Mulino delle Coveraie	937
Barigazzo	Mulino d'Ottavio	509
Benedello	Mulino Rubaltino	1737
Bertocchi	Mulino dei Malunti	564
Cadagnolo	Mulino delle Tagliole	2129
Campiglio	Mulino di Vignola	1621
Canevare	Mulino di Canevare	169
Castagneto	Mulino nuovo di Samone	2900

Abitato	Mulino	Distanza (m)
Castellaro	Mulino dello Zoppo	568
Castelluccio	Mulino della Riva	2627
Castelvetro	Mulino di Vignola	5173
Ciano	Mulino Carlino	1337
Coste	Mulino Rubaltino	1058
Fanano	Mulino dei Ponti	449
Fellicarolo	Mulino	447
Gaianello	Mulino del Laghetto	2150
Gaiato	Mulino del Leo	2561
Guiglia	Mulino Giovanna	1125
La Santona	Mulino Castelli	946
Marano sul Panaro	Mulino di Vignola	3027
Martino	Mulino di Mamino	808
Missano	Mulino della Creta	891
Monte Ombraro	Mulino di Fanano	2885
Montecenere	Mulino del Ponte Vecchio	1598
Montecorone	Mulino di Fanano	1603
Montecreto	Mulino di Nicletto	515
Montecuccolo	Mulino del Laghetto	2739
Montese	Mulino di Mannino di sopra	1797
Niviano	Molinetto	3593
Olina	Mulino del Ponte Vecchio	744
Piano della Farnia	Mulino dei Ponti	1081
Pieve Trebbio	Mulinello	528
Pievepelago	Mulino di Domma	420
Riolunato	Mulinaccio	465
Rocca Malatina	Mulino di Fanano	926
Rocchetta	Mulino di Rocchetta	997
Rocchetta Sandri	Mulino La Sega	2801
Rodiano	Mulino di Rocchetta	1739
Rosola	Mulino di Rosola	763
Sant'Andrea Pelago	Mulino di Domma	892
San Dalmazio	Mulino dei Vivi	1697
Samone	Mulino della Creta	2332
Sassostorno	Mulino della Borra	986
Serramazzone	Mulinetto	2043
Verica	Mulino della Casaccia	2076
Vesale	Mulino del Frate	1552
Vignola	Mulino di Vignola	959
Zocca	Mulino Dradino	2296

Tab. 2 – *Bacino del Panaro.*

Abitato	Mulino	Distanza (m)
Boccassuolo	Il Mulino	1453
Cargedolo	Mulino di Silvestro	917
Castelletto	Mulinetto	847
Cerredolo	Mulino di Massa	4089
Chiesina	Mulino di Trignano	3418
Faidello	Mulino di Martino	2193
Farneta	Mulino di Massa	3200
Fiumalbo	Mulino Biondi	213
Frassineti	Mulino Battistoni	942
Frassinoro	Mulino di Silvestro	2807
Gaggio Montano	Mulino delle Coveraie	5421
Gusciola	Mulino di Massa	2269
I Taburri	Mulino	630
La Verna	Mulino di Toggiano	2524
Lama di Monchio	Mulino del Sasso	4330
Lama Mocogno	Mulino della Masina	707
Levizzano	Mulino dei Chierici	4109
Maserno	Mulino delle Coveraie	966
Massa	Mulino di Massa	1615
Moncerato	Mulino Pace	2717
Monchio	Mulino di Massa	4211
Montagnana	Mulino dei Chierici	2277
Montebaranzone	Mulino del Berto	3477
Montebonello	Mulino Battistoni	2889
Montecerreto	Mulino del Ponte	594
Montefiorino	Mulino di Massa	2148
Ospitale	Ospitale (varie strutture)	840
Palagano	Mulino Macampori	1504
Pavullo	Mulino Galeotto	2542
Pazzano	Mulino Caselle	932
Pescarola	Mulino del Dottore	384
Piandelagotti	Mulino del Fante	2183
Piane di Mocogno	Mulino di Pradella	3162
Polinago	Mulino Cucco Rosso	1314

Abitato	Mulino	Distanza (m)
Pompeano	Mulino Pace	2471
Ponte di Gombola	Mulino di Gombola	245
Prignano	Mulino di Prignano	1865
Querciola	Mulino di Trignano	3152
Riccovolto	Mulino Giovannetti	368
Rocca Corneta	Mulino di Trignano	1536
Roncoscaglia	Mulino dei Pagliai	617
Sant'Anna Pelago	Mulino del Fante	5096
Saltino	Mulino di Prignano	2771
Salto	Mulino di Mannino di sopra	1516
Sassatella	Il Mulino	3357
Savignano s/P.	Mulinetto	3258
Savoniero	Mulino Macampori	2253
Sestola	Mulino della Bettana	1107
Spino	Mulini	3635
Torre Maina	Mulino dei Chierici	1970
Vidiciatico	Mulino di Trignano	4725

Tab. 3 – *Bacino del Secchia.*

4. Prospettive di studio e riflessioni conclusive

Le analisi proposte in questo breve contributo costituiscono, come detto, uno dei possibili punti di partenza per avviare una ricerca su un tema estremamente sfaccettato, che coinvolge non solo aspetti materiali – le strutture – o topografici – il rapporto tra opifici e abitati – ma anche storici, tecnologici, geomorfologici e botanici.

Il contributo offre, infatti, un'immagine prospetticamente "piatta", in quanto indaga dalla superficie un palinsesto di informazioni di cui non si conosce ancora la profondità. Prima di tutto, la profondità cronologica: al di là di alcuni sparuti casi, peraltro da verificare, non conosciamo infatti le cronologie a cui le strutture in esame vadano fatte risalire. Né, di conseguenza, si può proporre un'analisi sincronica, che fotografi cioè il singolo frangente storico. Si tratta, in effetti, di una carenza sostanziale perché da una precisa collocazione cronologica potrebbe derivare una più accurata contestualizzazione sociale, e quindi politica, dei mulini dell'Appennino, aspetto qui semplicemente lambito

per le vie traverse della modellizzazione informatica. Si potrebbero enucleare, ad esempio, i rapporti tra strutture e potere: chi fondava i mulini, chi poteva sostenere le spese della loro manutenzione, chi deteneva il controllo delle vie d'acqua, essenziale per il loro funzionamento?

Un secondo ordine di problemi riguarda il motivo per cui ciascun mulino fu fondato. Si trattava, cioè, solo di mulini da macina o si possono documentare casi di opifici che utilizzavano la forza dell'acqua per altre lavorazioni, di metalli per esempio, o legate all'attività tessile (gualchiere)? Domanda a cui si potrebbe rispondere, oltre che analizzando direttamente i resti materiali, conoscendo le caratteristiche dei luoghi. Viene infatti spontaneo pensare che, data la quantità di strutture censite e la loro capillarità sul territorio, le materie prime da lavorare non venissero da molto lontano. Occorrerebbe, quindi, approfondire i connotati delle risorse boschive, valutare la presenza di giacimenti minerali nonché, nel caso si documentassero resti di gualchiere, dettagliare i modi dell'allevamento, soprattutto ovino, e/o individuare coltivazioni specifiche (ad es. della canapa).



Fig. 7 – Categorizzazione della percorribilità delle aree montane sulla base della pendenza.

Elemento legato a doppio filo alle possibilità di lavorazione è poi quello morfologico, con particolare riferimento alle caratteristiche dei corsi d'acqua utilizzati per la derivazione dei canali di adduzione. Studi condotti in ambiente appenninico in Basilicata (Grano & Lazzari, 2016), ad esempio, hanno dimostrato come ad alvei *bedrock* e *braided* corrispondano potenzialità diverse oltre che gradi di logoramento delle strutture diversificati a seconda del carico sedimentario dei canali in questione.

Da ultimo, va sicuramente fatto un cenno alla materialità effettiva delle strutture in esame. Trasformati in edifici abitativi, ripristinati a scopo didattico/turistico, o ancora immersi nella boscaglia e in stato di più o meno avanzato degrado strutturale, i mulini dell'Appennino restano praticamente ignoti sul piano delle infrastrutture connesse alle lavorazioni che vi avevano sede. Accanto ai corpi di fabbrica principali, infatti, meriterebbero attenzione elementi come dighe, contenimenti spondali, canali di adduzione e scarico, gore, condotte forzate e,

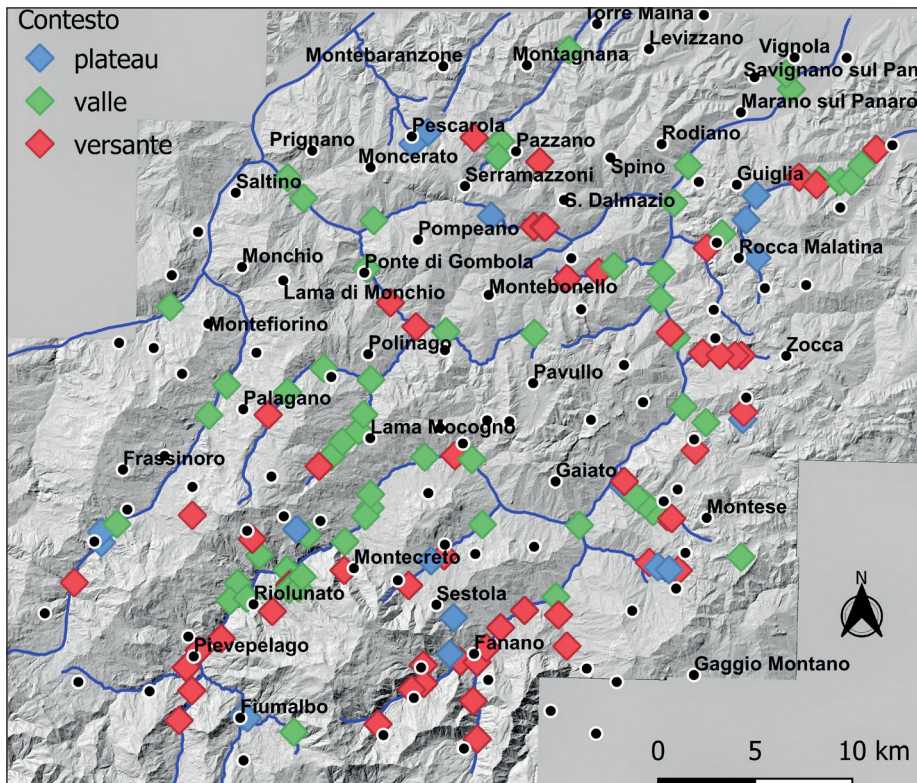


Fig. 8 – Categorizzazione dei siti sulla base del contesto morfologico in cui sono localizzati i mulini e della quota a cui si attestano.

ovviamente, le ruote. Indicatori, questi, tendenzialmente labili sul piano materiale ma fondamentali per la comprensione effettiva dei singoli opifici.

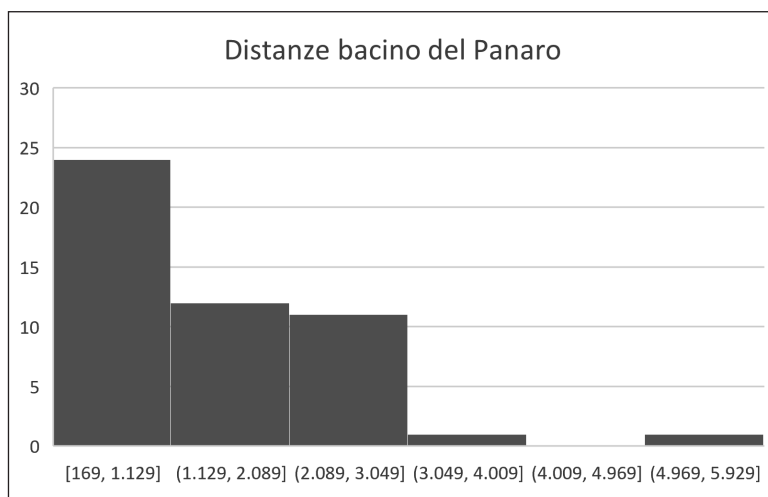


Grafico 3 – Distribuzione delle distanze (in minuti di marcia) per raggiungere i mulini del bacino del Panaro.

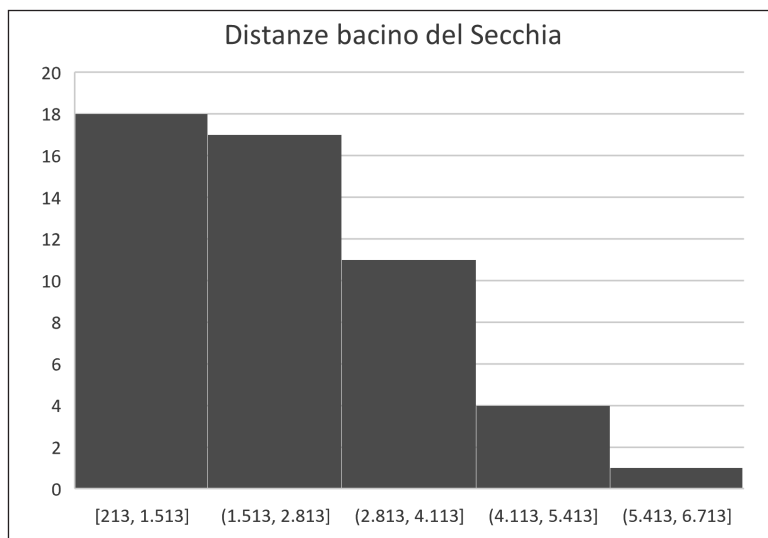


Grafico 4 – Distribuzione delle distanze (in minuti di marcia) per raggiungere i mulini del bacino del Secchia.

Bibliografia

- GALETTI P., 2014 – *La forza delle acque: i mulini nell'Italia medievale*. Riparia, **0**, pp. 99-123.
- GALETTI P., RACINE P., 2003 – *I mulini nell'Europa medievale*. CLUEB, Bologna, 384 pp.
- GALETTI P., ANDREOLLI B., 2009 – *Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e Ottocento*. CLUEB, Bologna, 500 pp.
- GRANO M.C., LAZZARI M., 2016 – *Fonti cartografiche per l'analisi del paesaggio fluviale e dei mulini ad acqua in Basilicata: criticità e vantaggi della Carta Idrografica del Regno d'Italia*. Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia, **157**, pp. 4-18.
- LUGO I., ALATRISTE-CONTRERAS M.G., 2020 – *Horseback riding pathways and harbors at the beginning of the colonial era in Mexico*. Scientific Reports, **10**, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67523-3>.
- SPERANDINI G.M., 2014 – *Mulini ad acqua dell'Appennino modenese. I bacini di Panaro e Secchia*. Edizioni Artestampa, Modena, 112 pp.
- TREMARI M., 2015 – *Least Cost Path Analysis (LCPA) sulla viabilità centro-alpina in età imperiale*. In: V. Mariotti (a cura di) "La Valtellina nei secoli: studi e ricerche archeologiche", SAP Società Archeologica, Mantova, pp. 223-259.
- VERGARA M.N., BONDESAN A., FERRARESE F., 2017 – *GIS analysis of the trafficability determined by slope in the eastern Tyrol front (WWI, Eastern Alps): a military history reading*. Cartography and Geographic Information Science.
- VERHAGEN P., BRUGHMANS T., NUNINGER L., BERTONCELLO F., 2012 – *The Long and Winding Road: Combining Least Cost Paths and Network Analysis Techniques for Settlement Location Analysis and Predictive Modelling*. In: E. Graeme, T. Sly, A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska, D. Wheatley (eds.) "Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)", Southampton, 26-29 March 2012, Amsterdam University Press, pp. 357-366.



Marco Bortolamasi*, Mario Toni, Giovanni Tosatti*****

Da Rocca Santa Maria al Sasso delle Streghe: un itinerario tra beni storico-artistici e ambientali dell'Appennino modenese

Riassunto

La ricerca ha preso in considerazione un'interessante località dell'Appennino modenese, caratterizzata da importanti testimonianze storico-artistiche e particolarità ambientali. Fra le prime spicca la pieve romanica di Rocca Santa Maria e altri elementi di valenza storica quali l'antica campana e l'organo. Fra le seconde viene descritto un insolito pinnacolo calcareo detto "Sasso delle Streghe", grande chemioerma fossile che rappresenta un geosito di rilevanza mondiale e legato a leggende e tradizioni locali.

Abstract

From Rocca Santa Maria to Sasso delle Streghe: an itinerary between historical-artistic and environmental assets of the Modena Apennines. Research has been carried out on an interesting site of the Modena Apennines (Italy), characterised by important historical-artistic elements and interesting environmental features. Among the former, there is the Romanesque parish church of Rocca Santa Maria and other items of great historical value, such as the ancient bell and the pipe organ. Among the latter, a peculiar calcareous pinnacle, known as "Sasso delle Streghe" (Witches' Rock) is described; this is a large fossil chemoherm and is a geosite of worldwide relevance, which is linked to local legends and traditions.

Parole chiave: Rocca Santa Maria, Sasso delle Streghe, Appennino modenese, beni culturali

Keywords: Rocca Santa Maria, Sasso delle Streghe, Modena Apennines, cultural assets, Italy

* Ingegnere e matematico, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Modena, c/o Dipartimento di Ingegneria E. Ferrari, Università di Modena e Reggio Emilia, Via P. Vivarelli 10, 41125 MODENA; e-mail: bortolamasim@libero.it.

** Storico, Via Trento 90, 41028 SERRAMAZZONI (MO); e-mail: matoni@alice.it.

*** Geologo, già docente di Geologia applicata, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Nervi 78, 41125 MODENA; e-mail: john.tosatti@gmail.com.

1. Introduzione

Nel campo delle forme costruttive l'architettura romanica è profondamente innovatrice e ricca di esempi illustri nel territorio modenese¹. Essa riflette le trasformazioni che avvengono nella cultura e nella vita sociale a partire dall'XI secolo; il grande sviluppo economico che segue l'anno Mille porta infatti a una rinnovata concezione estetica e ad una nuova definizione dello spazio urbano e del rapporto con le campagne.

L'indagine sulla distribuzione dello spazio antropico di Rocca Santa Maria si è svolta innanzitutto partendo dalla ricerca di dati testimoniali delle strutture costruttive di questo periodo storico².

Non resta molto tuttavia a Rocca Santa Maria delle strutture originarie dell'XI-XIII secolo se si eccettua la sua famosa pieve, peraltro largamente rimaneggiata. Non sono rilevabili invece altre fonti archeologiche in elevato, sia a causa di quanto avvenuto nel corso dei secoli, sia perché gli edifici rurali dell'epoca erano facilmente deperibili a causa delle scadenti tecniche costruttive e dei materiali poveri impiegati.

Quello che si può osservare è, quasi in controtuce, una serie di frammenti che solo un'attenta lettura del territorio e delle evidenze documentali consente di porre in una prospettiva intellegibile.

Lo studio si propone pertanto di effettuare un possibile affresco dell'abitato e della pieve di Rocca Santa Maria attorno all'XI-XIII secolo e allo stesso tempo illustrare alcune peculiarità del borgo e del territorio circostante meno note, ma che lo rendono interessante sotto il profilo storico e ambientale.

2. Rocca Santa Maria

2.1 Cenni geografici e geologici

Il piccolo insediamento di Rocca Santa Maria, sito nel comune di Serramazzoni e ubicato sulla sommità di una collina distante 6,5 km a nord del capoluogo, sorge a 437 m s.l.m. ed ha una popolazione di soli 22 abitanti, residente complessivamente in 13 edifici in pietra o laterizi³. Questa frazione è tuttavia importante per la presenza di una pieve romanica che costituisce una delle più significative testimonianze architettoniche medievali della provincia di Modena. Il borgo di Rocca Santa Maria è raggiungibile seguendo la carrozzabile

¹ Oltre al Duomo di Modena e all'Abbazia benedettina di Nonantola si pensi, ad esempio, alle chiese romaniche della montagna modenese, quali le pievi di Renno, di Trebbio, di Rubbiano e, appunto, di Rocca Santa Maria.

² Si tratta di una fase storica designata "Rinascita dell'anno Mille", caratterizzata da una rinnovata religiosità ma soprattutto da uno sviluppo socio-economico che comportò una maggiore integrazione fra società urbana e società rurale, anche allo scopo di fronteggiare le prepotenze dei feudatari che dall'alto dei loro castelli imperversavano sulle campagne (Le Goff, 1967).

³ Dati tratti dal sito web: www.italia.indettaglio.it, consultato il 31/01/2021.

che risale la valle del torrente Fossa di Spezzano proseguendo oltre l'abitato di Torre delle Oche, oppure deviando dalla via Giardini in località Montardone.

La prima fascia collinare modenese, nella quale ricade l'area di studio, è caratterizzata da un microclima mite di tipo sub-mediterraneo, come testimoniato dalla presenza di essenze termofile e xerofile quali, ad esempio, il cipresso comune (*Cupressus sempervirens*), l'orniello (*Fraxinus ornus*) il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e il ginepro comune (*Juniperus communis*). Ai margini del rilievo sono rilevabili profonde incisioni fluviali del Torrente Fossa e del Rio Castella, calanchi argillosi e depositi di versante; sono inoltre riconoscibili corpi quiescenti di frane per scivolamento e colata.

Dal punto di vista geologico, il rilievo di Rocca Santa Maria è caratterizzato dalla presenza di arenarie risedimentate grigie, o marroni se alterate in superficie, in strati da sottili a molto spessi, alternate a marne sabbiose grigio-chiare, appartenenti al membro di Montebaranzone della Formazione del Termina, che a sud viene a contatto per faglia con il membro di Montardone della stessa formazione, costituito quest'ultimo da brecce poligeniche a matrice argillosa (AA.VV., 2005). L'età è compresa fra il Tortoniano e il Messiniano inferiore (Miocene medio-sup., ca 8-10 Ma BP). Queste arenarie hanno fornito il materiale da costruzione primario per l'antica pieve e per alcuni degli edifici originari.

2.2 La pieve di Rocca Santa Maria fra storia ed arte

La datazione della Pieve è controversa: secondo alcuni studiosi⁴ risalirebbe al periodo carolingio fra VIII-IX secolo. Va osservato che essa presenta sorprendenti tratti comuni con l'architettura delle basiliche paleocristiane⁵ caratterizzate da una spazialità prospettica e rettilinea. Questo schema volumetrico lineare che precede la croce latina costituisce uno dei punti a favore della tesi di una datazione più antica dell'XI secolo.

La struttura edilizia esistente avrebbe dunque un nucleo originario risalente all'VIII-IX secolo in corrispondenza della parte anteriore della pieve, mentre la zona absidale attuale risalirebbe all'XI secolo.

La pieve è stata certamente rimaneggiata nel corso dei secoli. Allo stato attuale si possono individuare i seguenti interventi principali:

⁴ Fra i quali il romano Giovanni Battista De Rossi (1822-1894) il quale, laureatosi in giurisprudenza, fu appassionato fin da giovanissimo di archeologia. Nel 1850 scoprì le catacombe di San Callisto, presso la via Appia Antica e fu responsabile della costituzione del "Museo cristiano lateranense", oggi parte dei Musei Vaticani.

⁵ Planimetria rettangolare, suddivisione in tre navate, accesso sul lato corto: «In uno dei lati corti è l'ingresso; nel lato opposto v'è una vasta cavità semicircolare (abside), coperta da una mezza cupola (catino). La copertura è in legno, spesso con le travature del tetto (capriate) in vista» (Argan, 1977).

1.	Edificazione della prima pieve: pianta longitudinale a tre navate con tetto a due falde; le parti sono distribuite con simmetria bilaterale rispetto all'asse maggiore del rettangolo	VIII-IX sec.
2.	Modificazione della zona absidale	XI sec.
3.	Edificazione del campanile	tardo Medioevo
4.	Sopraelevazione della navata centrale e tamponamento delle due piccole absidi laterali	Metà del XVIII sec.
5.	Restauro della pieve con rifacimento della facciata in pietra e della copertura con capriate lignee	1913-15 e 1937-42
6.	Restauro della facciata	2017-2018

L'antico insediamento di Rocca Santa Maria fu sede di un importante feudo dei vescovi di Modena, cinto dalle mura di un castello a protezione dell'abitato e della pieve che aveva giurisdizione su 17 chiese e 5 cappelle. Mentre del castello non rimane più traccia, la pieve è giunta fino ai nostri giorni in buone condizioni di conservazione, grazie anche ai restauri del secolo scorso.

Nel 1038 il feudo fu concesso in enfiteusi al marchese Bonifacio III di Canossa, padre della contessa Matilde; nel 1108 Matilde lo restituì a Dodone, vescovo di Modena. Nel 1126 i vescovi lo affidarono alla famiglia Balugola, che ne tenne la signoria fino al 1310. Venne in seguito ceduto a due nobili famiglie di Vignola: i Contrari fino al 1575, poi i Boncompagni (Richeldi, 1971).

La chiesa plebana – che si ritiene comunemente costruita in epoca matildica, sebbene manchino i documenti comprovanti – fu probabilmente edificata tra l'VIII e il IX secolo secondo un impianto basilicale, adattato nell'XI secolo allo stile romanico. Verso la metà del Settecento subì pesanti trasformazioni barocche ma venne poi restituita alle sue linee romaniche dai restauri voluti dall'arcivescovo di Modena Natale Bruni⁶ nel 1913-15; restauri che furono ripresi negli anni '30 del secolo scorso e ultimati nel 1942. Recentemente (2017-18) è stato intrapreso un nuovo restauro conservativo della facciata nell'ambito delle attività della Fondazione di Modena destinate alla tutela e valorizzazione del patrimonio architettonico locale.

La chiesa di Rocca Santa Maria, dedicata a Maria Assunta, è interamente costruita in pietra arenaria del luogo e provvista di una muratura con conci ben squadri. La facciata, rivolta verso occidente secondo la tradizione liturgica, ha un solo portale al centro, sormontato da una piccola bifora nella parte cuspidale (Fig. 1). All'estremità opposta sono presenti un'abside centrale e due absidole laterali. L'interno della pieve, che appare semplice e maestoso allo stesso tempo, si articola in tre navate coperte da capriate in legno, divise da

⁶ Natale Bruni (1856-1926) è stato arcivescovo della diocesi di Modena dal 1900 fino alla sua morte. È ricordato per essere stato il promotore dei restauri e del recupero stilistico originale del Duomo di Modena, dell'Abbazia di Nonantola e delle principali pievi romaniche del Modenese. Nel 1923 pose la prima pietra del Tempio monumentale di Modena – in onore dei caduti della prima guerra mondiale – nel quale è posta la sua tomba.

imponenti e ampi archi a tutto sesto poggianti su quattro basse e tozze colonne monolitiche (Fig. 2), che fanno apparire più alta la navata e più ampi gli archi. Le colonne sono sormontate da splendidi capitelli scolpiti (Fig. 3), diversi fra loro per forma e per composizione ornamentale. Si contano in tutto otto capitelli, i quali rappresentano un insieme scultoreo omogeneo di particolare pregio per la notevole accuratezza con cui sono stati eseguiti (Stocchi, 1984), tanto che lo studioso americano Arthur K. Porter⁷, che li ascrive al 1140 circa, ne parla in termini entusiasti: «... *these are among the most beautiful capitals in all Northern Italy*» (Porter, 1917). Le decorazioni sono caratterizzate da intrecci vegetali, foglie di palma, nastri, volute, rosette e altri motivi di gusto arcaico. Di particolare interesse risultano anche le basi delle colonne che mostrano dei paraspigoli scolpiti: nella prima colonna a destra si distinguono motivi vegetali, mentre nella seconda sono raffigurate teste di animali che rappresentano figure demoniache simbolicamente schiacciate dal peso della chiesa.

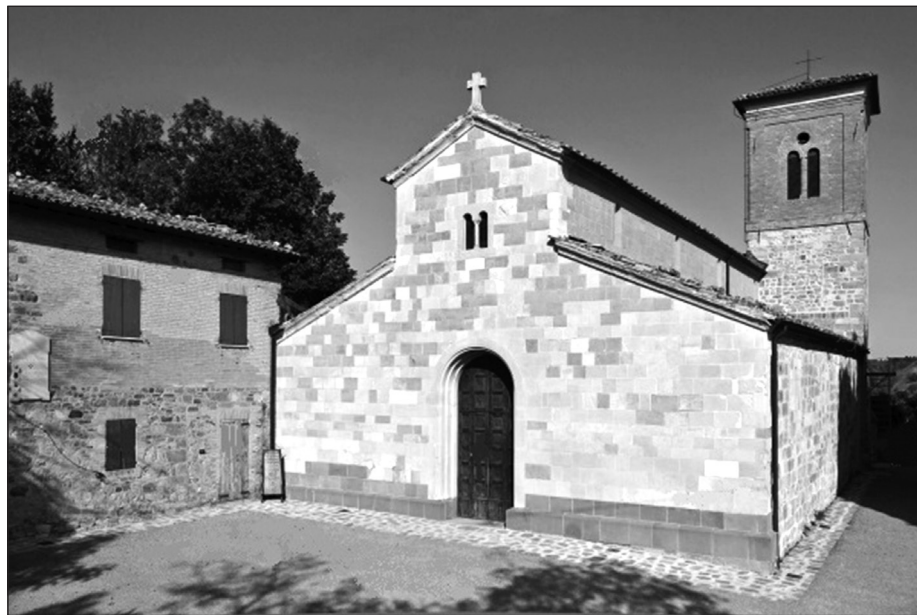


Fig. 1 – La facciata e il campanile della pieve di Rocca Santa Maria.

⁷ Arthur Kingsley Porter (1883-1933) è stato uno storico dell'arte e grande medievista statunitense. Visse a lungo in Europa e il suo contributo più significativo è rappresentato dalle sue approfondite ricerche sullo sviluppo e la diffusione dell'architettura e della scultura romanica in area mediopadana. In particolare, i suoi testi fondamentali hanno contribuito significativamente alla riscoperta, al restauro e alla valorizzazione di questo importantissimo patrimonio storico-artistico del territorio emiliano-lombardo.



Fig. 2 – La navata principale della pieve dedicata a Santa Maria Assunta.



Fig. 3 – Capitello con motivi astratti e vegetali.

2.3 La campana di Rocca Santa Maria (anno 1370)

A metà costa tra la pieve di Rocca Santa Maria e la cima del rilievo ove sorgeva il castello, un tempo chiamato *Castrum Catonianum*, si trova, in ordine di tempo, la terza campana più antica della provincia di Modena.

La campana – che ha un peso di 200 kg, un'altezza di 80 cm e un diametro di 50 cm (Fig. 4) – è posta su un supporto di ferro all'interno di un modesto fabbricato costituito da quattro colonne in mattoni che sorreggono una copertura in coppi. Su di essa è inciso:

MARTINUS ME FECIT A. D. MCCCLXX – JOANIS DE TINTORIBUS DE MUTINA

(Martino mi fece nell'anno del Signore 1370 – Giovanni dei Tintori di Modena)

Il manufatto in bronzo, opera del fonditore modenese Martino, fu oggetto di un singolare atto di generosità da parte dell'arcivescovo di Modena Giuseppe Maria Guidelli (1872-1889) il quale, durante una sua visita pastorale a Rocca Santa Maria: «*appreso che i parrocchiani volevano fondere quel cimelio, tosto lo comprò e donatolo alla Chiesa ingiunse che in perpetuo fosse custodito a decoro dell'antico plebanato*» (Spinelli, 1902).

Al centro della campana è visibile lo stemma dei signori da Savignano: uno scudo sormontato da un elmo da torneo ornato da svolazzi o lambrecchini alla cui sommità si erge un levriero con denti aguzzi. Sui due lati dello stemma, due V (U) ricordano il committente della campana, il nobile Ugolino da Savignano (Fig. 5).

Dallo stemma e dalla data di fusione della campana si può affermare che fu donata alla comunità ed alla pieve di Rocca Santa Maria dalla potente famiglia di Ugolino da Savignano dopo che questi, da alcuni anni, era divenuto ufficialmente signore di Monfestino e Rocca Santa Maria. Infatti, solo a partire dall'ottobre del 1364 fu concessa ai da Savignano la custodia di Monfestino e di Rocca Santa Maria da parte del marchese Nicolò I d'Este; fu così legalizzata una situazione di fatto che durava da parecchi anni. In realtà, dopo l'atterramento nel 1239 per mano dei da Savignano e degli alleati bolognesi del castello di Balugola, che era posto nell'attuale Riccò, il vasto territorio del feudo, anche per la mancata difesa dei signori di Balugola, divenne negli anni che seguirono luogo di violenze e saccheggi da parte degli arroganti da Savignano che, all'inizio del Trecento, benché privi d'investitura, risultavano già occupare il turrito castello di Monfestino. Rocca Santa Maria, privata della protezione dei Balugola, venne occupata da un'altra potente famiglia guelfa: i da Saxolo che poi nel 1311 la consegnarono agli alleati da Savignano.



Fig. 4 – La campana del 1370.



Fig. 5 – Lo stemma inciso sulla campana.

2.4 L'organo della pieve

La pieve di Rocca Santa Maria custodisce un organo a canne di scuola emiliana, costruito nel XIX secolo dal sacerdote don Francesco Battaglini, originario di Faeto (l'iscrizione a stampa sopra la tastiera recita: *D. Francesco Battaglini/ fece in Modena/ 18[*]5*). Collocato sul pavimento della navata laterale sinistra, è racchiuso in una cassa lignea dalla semplice fattura. Si tratta di un piccolo strumento, con una tastiera di 50 tasti, una pedaliera a leggio e una decina di registri: ottimo per l'esecuzione del repertorio antico di scuola italiana, offre all'esecutore le sonorità tipiche dell'organaria emiliana, che ebbe nella produzione degli organari Traeri⁸ il modello indiscusso di riferimento. Restaurato nel 2010 dal maestro d'organi Paolo Tollari, che ha contestualmente curato lo studio delle fonti archivistiche (dalle quali si evince che l'organo fu acquistato nel 1898 dall'allora parroco don Giacomo Giacomelli), viene utilizzato sia per le funzioni religiose che in occasione di rassegne concertistiche di rilievo.

⁸ I Traeri furono una famiglia di organari originaria di Brescia, attiva principalmente in Emilia fra il XVII e il XVIII secolo.



Fig. 6 – L'organo ottocentesco della pieve di Rocca Santa Maria.

3. Il Sasso delle Streghe

3.1 Caratteristiche geologiche

Il cosiddetto “Sasso delle Streghe” è una guglia calcarea alta circa 30 m che costituisce un geosito di grande importanza geologica e paleontologica nei pressi di Rocca Santa Maria (Fig. 7). Si tratta di un affioramento di “calcare a *Lucina pomum*” (Conti *et al.*, 1996), dell'estensione di circa 400-500 m, all'interno della Formazione del Termina, che rappresenta uno dei migliori esempi a livello mondiale di chemioerme⁹ fossili e, in quanto tale, degno della massima tutela.

⁹ Le chemioerme sono formazioni rocciose carbonatiche che si accrescono intorno a sorgenti fredde (*cold seeps*) di metano sui fondali oceanici. La migrazione verso l'alto di fluidi lungo discontinuità tettoniche,

L'affioramento, che raggiunge la quota altimetrica di 402,40 m s.l.m., è visibile nella sua interezza sia dalla località Volpogno, raggiungibile dalla strada provinciale n° 20 (svoltando a destra poco prima di giungere a Montebaranzone), sia dalla località Le Prade.

Il Sasso delle Streghe consiste di blocchi e pinnacoli rocciosi emergenti da un fitto bosco di roverella (*Quercus pubescens*), in un paesaggio a morfologia dolce. In particolare, l'area di questo geosito è costituita da diverse litologie e membri appartenenti alla Formazione del Termina (Successione epiligure). Dal basso verso l'alto è possibile distinguere un livello calcareo-marnoso ricco in bivalvi (Fig. 8) sovrastato da peliti marnose con rari macrofossili, seguite da alternanze risedimentate arenaceo-pelitiche e da breccie argillose poligeniche (Conti, 1999).

Il livello calcareo-marnoso, smembrato in alcuni punti in lenti metriche e decametriche, ha uno spessore medio di circa 10-15 m, con valore massimo di circa 30 m in corrispondenza del pinnacolo del Sasso delle Streghe. L'estensione orizzontale del livello calcareo raggiunge circa 400 m, ma la litologia non è omogenea, variando sia lateralmente sia verticalmente. Nella sezione del Sasso delle Streghe la successione inizia con 2,5 m di calcare marnoso grigio chiaro con piccoli clasti spigolosi e ricco di impronte di lucinidi¹⁰. Seguono 6-7 m di calcari marnosi e calcareniti stratificate ricchi di gusci (spesso di notevole spessore) di lucinidi di varie dimensioni e con le valve generalmente articolate. L'affioramento termina con 9 m, sempre degli stessi calcari marnosi, ricchi di modelli interni di lucinidi anche di grandi dimensioni, a valve sempre riunite e disposte in livelli subparalleli alla stratificazione. I lucinidi sono generalmente disposti in posizione di vita, con le valve verticali e la linea di cerniera rivolta verso l'alto (Conti, 1999).

I lucinidi appartengono a una comunità oligotipica (notevole abbondanza d'individui associata a scarsa diversità specifica). Questa caratteristica, unitamente al fatto che i carbonati del sedimento sono impoveriti nell'isotopo ¹³C, porta ad interpretare tali comunità come chemiosintetiche e il carbonato di origine metanogenica (Conti, 1999). Questa località è stata nel passato considerata tipica della descrizione dell'unità informale chiamata "calcare a *Lucina pomum*" (Coppi, 1877).

generati in parte dalla dissociazione di gas idrati, porta alla nascita di fiorenti comunità chemiosintetiche e alla precipitazione di carbonati autigeni. La costruzione di queste formazioni avviene tramite accumulo di gusci di organismi marini che vivono in prossimità di queste emissioni, nutrendosi direttamente o indirettamente di metano e altre sostanze ad esso associate o di altri organismi che a loro volta consumano idrogeno. Le chemioerme sono strutture geologiche significative dei fondali oceanici e vengono studiate per individuare gli organismi che vivono intorno alle emissioni di metano e che determinano la loro formazione.

¹⁰ I lucinidi sono una famiglia di molluschi bivalvi marini ampiamente diffusi con numerose specie viventi in fondali sabbiosi e fangosi.

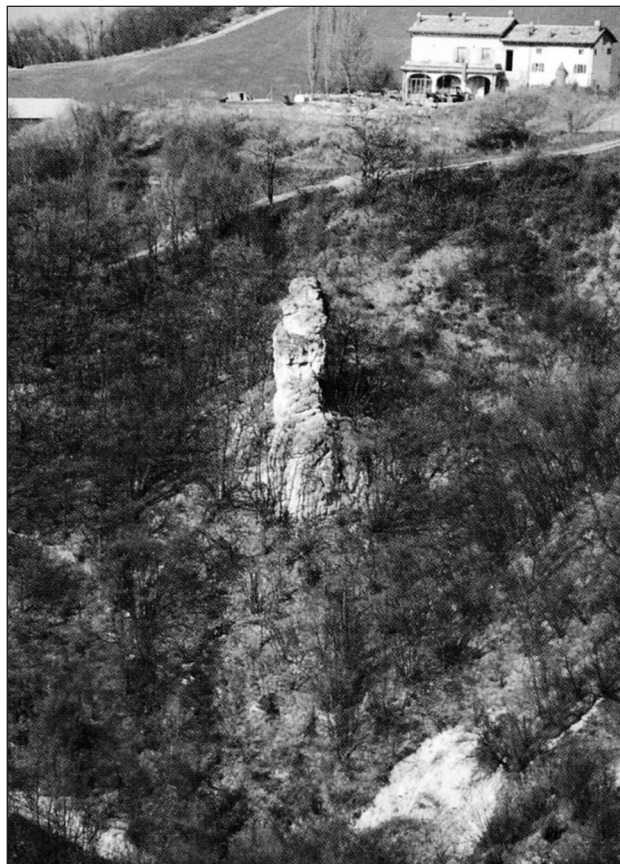


Fig. 7 – Il pinnacolo del Sasso delle Streghe, importante esempio di chemioerma fossile entro le marne della Formazione del Termina (da AA.VV., 1999).

3.2 Le streghe nella tradizione locale e nella storia dell'Appennino (XV-XVI sec.)

Nel folklore popolare occidentale la figura della strega ha sempre avuto un'accezione negativa: si riteneva infatti che le streghe usassero i loro poteri per nuocere alla comunità, soprattutto a quella agricola, e che prendessero parte a dei raduni periodici chiamati sabba dove adoravano il demonio. L'insieme dei fenomeni persecutori contro le presunte sette di adoratori del maligno è noto come "caccia alle streghe" e raggiunse il suo apice nel XV-XVI secolo in tutta Europa (Arnould, 2011). L'analisi storica, complessa nei suoi aspetti sociologici, la pone in relazione a tradizioni rurali spesso connesse a rituali pagani. Le donne

coinvolte erano spesso *forestiere* o con un passato difficile, comunque non integrate nel tessuto sociale: tutto ciò che esulava dalla norma era sospettato come stregoneria e sottoposto al vaglio dell'Inquisizione con l'uso frequente, se non costante, della tortura come strumento di estorsione di confessioni.

Le storie delle donne accusate di stregoneria nel Modenese sono note solo attraverso gli interrogatori e i verbali dei processi a cui sono state sottoposte. Esempiare la vicenda di Benvenuta Benincasa, inquisita a Modena nel 1370, che inizialmente dichiarò di essere una guaritrice capace di annullare i sortilegi, grazie all'invocazione di spiriti benevoli, ma nel giro di un solo giorno cambiò completamente versione, finendo per confessare il suo legame con i demoni e la magia nera (Mazzi, 2017). È inoltre noto il caso di Ursolina 'la rossa' di Gaiato, inquisita di stregoneria nel 1539, accusata di infanticidio, di avere partecipato al sabba e di avere adorato il demone. Fu condannata al carcere perpetuo dopo avere abiurato pubblicamente nella chiesa di San Domenico in Modena.



Fig. 8 – Sasso delle Streghe: concrezioni calcaree con numerosi gusci fossili di lucinidi (archivio M. Toni).

È interessante osservare che non solo il territorio del Frignano presenta testimonianza di questo fenomeno: un “Sasso della Strega” si trova ad esempio a Caldes (Trento) e un altro presso Tolfà (Roma). Più in generale sono numerosi i toponimi che ricalcano questo nome ma di cui non è possibile risalire a

un'origine storica, al di là di leggende tramandate oralmente che vogliono che attorno a un masso di forma insolita si ritrovassero le streghe per partecipare a sabba con orge diaboliche e riti blasfemi.

4. Considerazioni conclusive

L'Appennino modenese vanta una lunga storia di insediamenti umani le cui testimonianze e peculiarità sono strettamente connesse alle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio. In questo senso la pieve di Rocca Santa Maria, il suo antico borgo e il vicino geosito del Sasso delle Streghe costituiscono beni culturali e naturali di primaria importanza, pienamente meritevoli di essere adeguatamente apprezzati e conservati, dal momento che essi sono testimoni delle particolarità ambientali e dello sviluppo socio-culturale del territorio (Poli, 1999). L'articolo ha voluto essere un contributo a diffondere la conoscenza di un piccolo sito della nostra montagna che però racchiude in sé millenni di storia geologica e umana. Il nostro approccio è stato pertanto sia di tipo culturale che scientifico (Panizza & Piacente, 1999), in quanto i caratteri naturali e, in particolare, geologici del paesaggio descritto (la pietra arenaria e la chemioerma) si legano intimamente ad avvenimenti artistici (la costruzione della pieve) e a tradizioni culturali e folkloristiche (la conservazione dell'antica campana, le leggende sulle streghe ecc.) che perdurano fino al giorno d'oggi. L'unicità paleoambientale e morfologica del Sasso delle Streghe costituisce infine un bene geologico di rilevanza mondiale e di notevole esemplarità didattica e che, in quanto tale, meriterebbe una migliore valorizzazione e tutela.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il M.o Stefano Pellini, organista e storico della musica, per le informazioni relative all'organo della pieve.

Bibliografia

- AA.VV., 1999 – *I Beni geologici della Provincia di Modena*. Artioli Ed., Modena, p. XVIII.
- AA.VV., 2005 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 219 "Sassuolo"*. Regione Emilia-Romagna, Bologna, Ed. S.EL.C.A., Firenze.
- ARGAN G.C., 1977 – *Storia dell'arte italiana*. Vol. 1, Sansoni, Firenze.
- ARNOULD C., 2011 – *La stregoneria. Storia di una follia profondamente umana*. Cap. VI, Ed. Dedalo, Bari.
- CONTI S., 1999 – *La chemioerma fossile nelle marne della Formazione del Termina. Il pinnacolo calcareo del Sasso delle Streghe*. In: AA.VV. "I Beni Geologici della Provincia di Modena", Artioli Ed., Modena, pp. 69-70.
- CONTI S., GELMINI R., PONZANA L., SIGHINOLFI G.P., 1996 – *Il Calcare a Lucina pomum della Successione epiligure dell'Appennino modenese: stratigrafia, sedimentologia e dati geochimici*. Accad. Naz. Sci. Lett. Arti di Modena, Collana di Studi, 15, Miscellanea Geologica, pp. 105-139.
- COPPI F., 1877 – *Note sul calcare a Lucina pomum Dod*. Boll. R. Comit. Geol. It., 8, pp. 69-71.
- LE GOFF J., 1967 – *Il basso Medioevo*. Feltrinelli, Milano, 382 pp.
- MAZZI M.S., 2017 – *Donne in fuga: vite ribelli nel Medioevo*. Il Mulino, Bologna, 180 pp.
- PANIZZA M., PIACENTE S., 1999 – *Il concetto di "Bene" nel paesaggio fisico*. In: AA.VV. "I Beni geologici della Provincia di Modena", Artioli Ed., Modena, p. 8.
- POLI G., 1999 – *Geositi testimoni del tempo*. Collana naturalistica del Servizio Paesaggi, Parchi e Patrimonio naturale, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 260 pp.
- PORTER A.K., 1917 – *Lombard Architecture*. 4 voll., III, New Haven-London-Oxford.
- RICHELDI F., 1971 – *Rocca Santa Maria. Storia, personaggi, leggende*. Ed. Teic, Modena, 126 pp.
- SPINELLI A.G., 1902 – *Le campane nel Modenese: abbozzo storico*. Società Tipografica, Modena, p. 223.
- STOCCHI S., 1984 – *Rocca Santa Maria presso Serramazzoni*. In: "L'Emilia-Romagna", collana Italia Romana, Vol. 6, Jaca Book, Milano, pp. 438-439.



Franca Cattelani Degani*

Antiche ragioni risolte con la falsa posizione semplice o doppia

Riassunto

Si trascrivono e si esaminano tre “ragioni” (ossia problemi) tratti da un anonimo libro d’abaco, databile al 1421 circa. È rilegato con altri due libri d’abaco e insieme costituiscono un codice della Biblioteca Estense di Modena, che è il più antico testo di matematica in italiano conservato in questa città. Le tre ragioni sono gli esempi forniti dall’anonimo Maestro d’abaco, autore del manoscritto, per le applicazioni di un antico metodo per risolvere equazioni di primo grado: la falsa posizione, semplice per le prime due ragioni, doppia per la terza.

Abstract

Ancient reasons solved by means of either the simple or the double false position. Three “reasons” (or problems) resulting from an anonymous abacus book, approximately dating from 1421, are transcribed and discussed. This book is bound together with another two abacuses, forming a codex of the Biblioteca Estense of Modena and is the most ancient mathematics book in Italian preserved in this city. The three reasons are examples given by the anonymous abacus Master – the manuscript’s author – for the applications of an ancient method for solving first-degree equations: the simple false position for the two first reasons, the double false position for the third.

Parole chiave: Libri e maestri d’abaco, ragioni, falsa posizione semplice, falsa posizione doppia

Keywords: Abacus books, abacus teachers, reasons, simple false position, double false position

1. Introduzione

Nel 1202, a Pisa, uscì la prima edizione del *Liber abaci* di Leonardo Pisano Fibonacci (~1170-1241), a cui ne seguì una seconda nel 1228. Il titolo fa subito pensare all’*abaco*, una tavoletta in uso anche presso i romani per eseguire le operazioni aritmetiche. Era costituito da un rettangolo d’argilla o di legno o anche da un riquadro disegnato sulla sabbia, diviso in tante colonne, una colonna per ognuno dei simboli del sistema di numerazione latina. Dato un numero, esso veniva rappresentato ponendo sull’abaco un sassolino (sasso = *calculus* in

* Già Docente di Matematica, Università di Modena e Reggio Emilia; e-mail: franca.cattelani@gmail.com.

latino), per ognuno dei suoi simboli e nella colonna corrispondente al valore del simbolo.

Fibonacci si riferisce al suo manoscritto chiamandolo *Liber de numero* oppure *Liber maior de numero*, e non cita mai l'abaco (Franci, 2002). Ma, novità importantissima e, a dir poco, rivoluzionaria, con esso introduce in Italia le cifre dall'1 al 9 più lo zero, ovvero i simboli del sistema di numerazione indo-araba, con i quali insegna a scrivere numeri comunque grandi, ad eseguire le quattro operazioni fondamentali, a risolvere numerosissimi problemi aritmetici e a fare uso dell'algebra. Fu il servizio reso da quell'imponente manoscritto che indusse a chiamarlo volgarmente *Liber abaci* ovvero "Libro dei calcoli", così com'è oggi comunemente noto (Giusti, 2002).

Nonostante gli indiscutibili vantaggi apportati dal sistema di numerazione indo-araba, la sua adozione faticò, e non poco, ad imporsi: basti pensare che ancora nel 1299 lo Statuto dell'Arte del Cambio di Firenze ne proibiva l'uso ai banchieri per le scritture contabili. Ciò nonostante, sulla fine del '200 e la prima metà del '300 nacquero in diverse regioni d'Italia, soprattutto in Toscana ed in particolare a Firenze, diverse *scuole d'abaco*, ovvero istituzioni spesso comunali, ma anche private, rette da un *Maestro d'abaco* che, in lingua volgare, istruiva ragazzi che volevano imparare in fretta a far di conto per immergersi nel mondo del commercio o per intraprendere un'attività artigianale (Ulivi, 2002). Ogni maestro impartiva le lezioni seguendo un suo *libro d'abaco*, ossia un testo scritto di proprio pugno che raccoglieva la risoluzione di svariati problemi, dette *ragioni*, spesso tratte dallo stesso *Liber abaci* o che si ispiravano a quelle. L'apprendimento dell'allievo avveniva attraverso esempi. Usualmente non gli venivano date regole generali e quasi sempre una *ragione* si concludeva con l'avvertimento: *In tutti i casi simili fai lo stesso*.

Anche nella nostra città si ebbero maestri e scuole d'abaco. È noto un elenco di maestri d'abaco stipendiati dalla Comunità di Modena nei secoli XV e XVI. Nei registri conservati presso l'Archivio Storico Comunale si ha traccia della loro nomina: Bonifacius De Ferro (18 dicembre 1421), Thadeus Zandorius (11 aprile 1448 e ancora 8 aprile 1449), Altovita de Florentia (12 febbraio 1456), Johannes de Verona (4 maggio 1471), Caesar de Montali (16 novembre 1512), Antonio Ruccuzoli detto "Mischinino" e il suo sostituto Bastiano da Pisa detto "Il Bevilacqua" (27 novembre 1517), ancora Bastiano da Pisa (1 dicembre 1517) e Antonio Mischinino (26 marzo 1518) (Barbieri & Fiori, 1992-93). Inoltre presso la Biblioteca Estense di Modena sono conservati tre codici con libri d'abaco datati o databili dal 1420 al 1517. Sono stati trascritti e pubblicati (Van Egmond, 1986; Barbieri & Lancellotti, 1986; Barbieri & Lancellotti, 1986; Cattelani Degani & Mantovani, 2000) e, in questo elaborato, ci soffermiamo su tre ragioni tratte dall'ultimo dei libri rilegati insieme e pubblicati come "*Una raccolta di tre libri d'abbaco. Dal codice della Busta 129 (1)*" =

Camp. App. 1537^o (Fig. 1) (Cattelani Degani & Mantovani, 2000). Il primo di questi tre libri d'abaco è del 1420 e scritto dal maestro *Francisco di Cortisi*; il secondo, di *Altovita da Firenze*, è datato 1446; il terzo, di autore non noto, è databile al 1421 circa. Dalle date dei tre manoscritti si evince la preziosa importanza del codice della Busta 129 (1) = Camp. App. 1537: è il più antico trattato di matematica in lingua italiana, oggi noto, che sia conservato a Modena.

Come sopra detto, ci accingiamo ad analizzare tre ragioni tratte dall'ultimo dei tre libri del codice, ragioni risolte col *metodo di falsa posizione, semplice* per le prime due, *doppia* nel caso della terza.

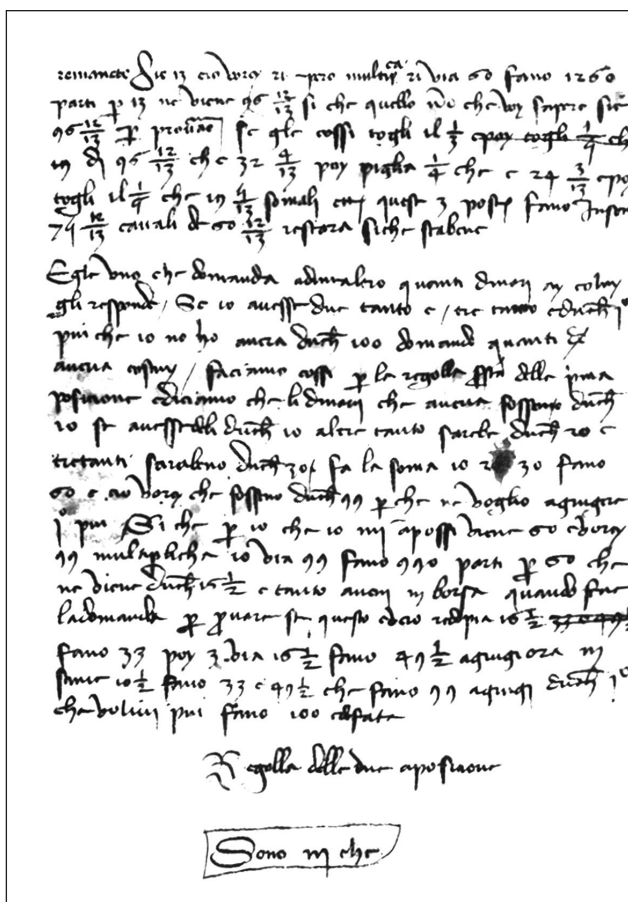


Fig. 1 – La carta 55 verso del codice della Busta 129 (1) = Camp. App. 1537; (sec. XV), Biblioteca Estense di Modena. Del terzo libro d'abaco, vi si leggono le ultime righe della ragione da noi numerata XLVIII, la successiva ed il titolo del gruppo di ragioni sulla falsa posizione doppia.

2. Regola di falsa posizione semplice o di prima posizione

È un procedimento per risolvere equazioni di primo grado e di antichissimo uso. Se ne trova già l'applicazione in un problema del papiro egizio di Ahmes (~ 1650 a.C.).

Servendoci dell'algebra noi scriviamo ogni equazione di primo grado nella forma:

$$ax = b \quad \text{con } a \neq 0$$

e, dividendo ambo i membri per a , otteniamo:

$$x = b/a.$$

Con la falsa posizione semplice, si attribuisce ad x un valore ipotetico x_1 ; sostituito alla x nel primo membro dell'equazione, si ottiene un valore che si può chiamare b_1 e quindi:

$$ax_1 = b_1.$$

Dividendo membro a membro l'equazione data con questa relazione, otteniamo:

$$\frac{ax}{ax_1} = \frac{b}{b_1}$$

da cui, semplificando la a :

$$\frac{x}{x_1} = \frac{b}{b_1}$$

ovvero:

$$x : x_1 = b : b_1$$

e, per le regole sulle proporzioni:

$$x = \frac{x_1 b}{b_1}.$$

Possiamo chiederci: il procedimento che noi usiamo per risolvere un'equazione di primo grado, ci sembra assai semplice; e allora, perché ricorrere alla falsa posizione? Partendo dai dati e dalla richiesta del problema, per giungere a scrivere l'equazione nella forma $ax = b$, in genere noi ci serviamo del calcolo algebrico letterale, ovvero dell'*algebra simbolica*, che però ebbe inizio solo nel XVI secolo. Come vedremo nei successivi esempi, il

ricorrere ad un opportuno valore ipotetico x_1 facilita i calcoli e permette di giungere ad $ax_1 = b_1$ senza far uso del calcolo letterale o di calcoli con le frazioni.

Inoltre, fin dall'epoca di Euclide (~ 300 a.C.) le proporzioni rappresentavano quasi l'unico strumento matematico e quindi quello maggiormente usato.

Il Maestro d'abaco, di cui stiamo trattando, non spiega e non enuncia mai una regola, ma semplicemente la usa, facendola così comprendere. Non è così in tutti i libri d'abaco. Alla Biblioteca Palatina di Parma è conservato un manoscritto, presumibilmente del XV secolo (Gregori & Grugnetti, 1998), in cui l'anonimo Maestro d'abaco premette alle ragioni risolte con la falsa posizione (qui detta *prima potitione*) il seguente avvertimento:

Dicho cosy che quando fai ragione alcuna per la prima potitione, che sempre debbi multiplicare quello in che t'apponi [cioè x_1] gontra quello che domando [cioè b] e quello che fa parti in quello che ti viene [cioè b_1] e quallo che ne verrà si è l'effetto di quallo che dimandi [cioè x].

3. Trascrizione e analisi della *Ragione XLVIII*

Premettiamo alla trascrizione alcune considerazioni.

Nell'antichità, una frazione con numeratore maggiore del denominatore veniva sempre trasformata nel numero intero ottenuto come quoziente tra numeratore e denominatore, a cui era semplicemente accostata la frazione avente per numeratore il resto della divisione e per denominatore lo stesso. Per esempio:

$$\frac{7}{5} = 1 \frac{2}{5} \qquad \frac{10}{3} = 3 \frac{1}{3}$$

Per facilitare la comprensione, preferiamo adeguarci agli odierni modi di scrittura, e pertanto le espressioni del tipo $1 \frac{2}{5}$ oppure $3 \frac{1}{3}$ le scriveremo inserendo sempre il simbolo + tra il numero intero e la frazione, ovvero $1 + \frac{2}{5}$ e $3 + \frac{1}{3}$.

Come abbiamo detto, il sistema di numerazione decimale fu introdotto nel 1202, ma per molto tempo i numeri inferiori all'unità continuarono ad

essere scritti solo come frazione con numeratore inferiore al denominatore e non come numeri con la virgola. Tale notazione fu adottata solo attorno alla prima metà del Seicento.

Infine è curioso notare come il nostro Maestro d'abaco di tanto in tanto ritorni a numeri scritti con notazione latina e come premetta al testo della ragione il titolo sotto trascritto, senza alcuna parola di spiegazione.

Regola de apossicione prima

Ragione XLVIII

Trovami uno numero che tratone il $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, che lo rimanente sia XXI. Prima è da sapere in che numero se trova $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, che si trova in 60 e la rachione de trovarllo è scritta da qui indreto. Piglia $\frac{1}{3}$ [e] $\frac{1}{4}$ [e] $\frac{1}{5}$ de 60, ch'è 47 e il remanete sie 13, e io vorey 21; però multiplichia 21 via 60, fano 1260; parti per 13, ne viene $96 + \frac{12}{13}$, sì che quello numero che voy sapere sie $96 + \frac{12}{13}$. Per provare se gl'è cossì, toglì il $\frac{1}{3}$ in di $96 + \frac{12}{13}$, ch'è $32 + \frac{4}{13}$; poy piglia $\frac{1}{4}$, che è $24 + \frac{3}{13}$, e poy toglì il $\frac{1}{5}$, ch'è $19 + \frac{5}{13}$. Somali queste 3 poste, fano in soma $75 + \frac{12}{13}$; cavali de $96 + \frac{12}{13}$, restarà sì che sta bene.

Vediamo come procede il Maestro d'abaco: cerca il minimo comune multiplo tra 3, 4, e 5, che è 60 (il loro prodotto), e con questo numero esegue i seguenti calcoli:

$$60 - \left(\frac{1}{3}60 + \frac{1}{4}60 + \frac{1}{5}60 \right) = 60 - (20 + 15 + 12) = 60 - 47 = 13 .$$

Poi si pone la seguente domanda, in parte sottintesa e che scriviamo utilizzando i simboli già da noi introdotti: *supposto $x_1 = 60$ ho trovato $b_1 = 13$; e io vorey 21; cosa devo prendere per ottenere $b = 21$?*

E cioè: $60 : 13 = x : 21$,

da cui:
$$x = \frac{21 \cdot 60}{13} = \frac{1260}{13} = 96 + \frac{12}{13}$$

e, per maggior garanzia, fa la verifica della correttezza della soluzione.

Secondo il nostro modo di operare, indicato con x il numero da trovare, il quesito del problema si trasforma nell'equazione:

$$x - \left(\frac{1}{3}x + \frac{1}{4}x + \frac{1}{5}x \right) = 21.$$

Ed ecco i nostri usuali passaggi per giungere alla soluzione:

$$x - \frac{20+15+12}{60}x = 21 \qquad x - \frac{47}{60}x = 21 \qquad \frac{60-47}{60}x = 21$$

$$\frac{13}{60}x = 21 \qquad x = \frac{21 \cdot 60}{13} = \frac{1260}{13} = 96 + \frac{12}{13}$$

Se mettiamo a confronto i due procedimenti, notiamo che il Maestro d'abaco non ha bisogno di sommare frazioni e l'opportuna scelta del numero 60 gli permette di eseguire i calcoli molto facilmente. A parte l'operazione finale di 1260 diviso 13, tutto il resto potrebbe essere eseguito a mente senza bisogno di scrivere, cosa non sempre semplice per quei tempi.

4. Trascrizione e analisi della *Ragione XLIX*

Terminata la *Ragione XLVIII*, il testo passa immediatamente alla successiva:

Ragione XLIX

E gl'è uno che domanda ad un altro: quanti dinari à? Coluy gli risponde: se io avesse due tanto e tre tanto e duchati uno più che io ne ho, averà duchati 100. Domando quanti denari aveva costuy. Faciamo cossi: per la regolla suprascritta della prima posicione e diciamo che li denarij che aveva fosseno duchati 10; se avesse de li duchati 10 altrettanto, sarebe duchati 20 e tre tanti sarebeno duchati 30. Fa la soma 10, 20, 30, fano 60 e io vorey che fosseno duchati 99, perché ne voglio aggiungere uno più. Sì che per 10, che io mi apossa, viene 60 e vorey 99. Multiplicha 10 via 99, fano 990; parti per 60, che ne viene duchati 16

$+\frac{1}{2}$ e tanto avevi in borsa quando fene la domanda. Per provare se questo è vero, radopia $16 + \frac{1}{2}$, fano 33; poy 3 via $16 + \frac{1}{2}$, fano $49 + \frac{1}{2}$; aggiungi ora insieme $16 + \frac{1}{2}$, (fano) 33 e $49 + \frac{1}{2}$, che fano 99; aggiugi du-chati uno, che volivi più. Fano 100 ed è fata.

Nel nostro modo di procedere, indicando con x il numero dei ducati da trovare, il quesito si trasforma nell'equazione:

$$x + 2x + 3x + 1 = 100.$$

Il Maestro d'abaco sa che è comodo che i termini noti siano raccolti tutti insieme e ragiona come se fosse di fronte all'equazione:

$$x + 2x + 3x = 99.$$

Infatti, scelto l'ipotetico valore 10, calcola:

$$10 + 20 + 30 = 60.$$

e commenta: *Si che per 10, che io mi apossa, viene 60 e vorey 99.*

Pensa quindi alla proporzione

$$10 : 60 = x : 99,$$

da cui il termine incognito vale:

$$\frac{10 \cdot 99}{60} = \frac{990}{60} = 16 + \frac{1}{2}.$$

Come per la precedente ragione, conclude con la verifica sulla correttezza del risultato trovato.

Mettendo poi a confronto col nostro modo di procedere, possiamo notare che, questa volta, il Maestro d'abaco ha il seguente vantaggio: invece di ricorrere al calcolo letterale per trovare il totale del primo membro dell'equazione, gli basta sommare i tre numeri 10, 20 e 30. Infatti, a partire dall'equazione sopra scritta, noi otterremmo:

$$6x = 99,$$

da cui: $x = \frac{99}{6}$, frazione equivalente a $\frac{990}{60}$

5. Regola di falsa posizione doppia

È ancora un procedimento per risolvere equazioni di primo grado, che differisce dalla “falsa posizione semplice” perché, come dice lo stesso titolo, si fa una “falsa posizione doppia”, ovvero si procede supponendo di attribuire all’incognita due diversi valori.

Data l’equazione

$$ax = b \quad \text{con } a \neq 0,$$

come per la regola di falsa posizione semplice, si attribuisce ad x un valore ipotetico x_1 , che sostituito alla x nel primo membro dell’equazione, dà

$$ax_1 = b_1,$$

da cui, come già mostrato, si giunge alla proporzione

$$x : x_1 = b : b_1$$

e, per le proprietà sulle proporzioni:

$$x_1 : x = b_1 : b$$

$$(x_1 - x) : x = (b_1 - b) : b$$

$$(x_1 - x) : (b_1 - b) = x : b.$$

In modo analogo, attribuendo ad x un secondo valore ipotetico x_2 ed indicando b_2 il valore di ax_2 , giungiamo alla proporzione:

$$(x_2 - x) : (b_2 - b) = x : b.$$

In questa proporzione ed in quella sopra scritta i due secondi membri sono uguali; pertanto saranno uguali tra loro anche i due primi membri:

$$(x_1 - x) : (b_1 - b) = (x_2 - x) : (b_2 - b)$$

ovvero:

$$(b_1 - b)(x_2 - x) = (b_2 - b)(x_1 - x),$$

da cui, eseguendo un po’ di calcoli:

$$x(b_1 - b) + x(b - b_2) = x_2(b_1 - b) + x_1(b - b_2)$$

e quindi:

$$x = \frac{x_2(b_1 - b) + x_1(b - b_2)}{(b_1 - b) + (b - b_2)}.$$

A prima vista, la formula ottenuta ci può apparire macchinosa, ma ci dice che:

il valore dell'incognita x è la media tra x_2 ed x_1 , pesata coi due rispettivi pesi $(b_1 - b)$ e $(b - b_2)$.

Nel caso in cui le due quantità $(b_1 - b)$ e $(b - b_2)$ siano uguali, si ha:

$$x = \frac{x_2 + x_1}{2},$$

ovvero la media aritmetica tra x_2 ed x_1 .

La *regola per la falsa posizione doppia* si trova illustrata nei più antichi e più famosi trattati di matematica: nel *Liber abaci* (1202) di Leonardo Pisano Fibonacci, nella *Summa* (1494) di Luca Pacioli, nel *General Trattato* (1560) di Niccolò Tartaglia, ... mentre il gallese Robert Recorde, nella sua opera *The Grounde of Artes* (1542), ne dà un'esposizione in versi. Nel 1884 nei ginnasi austriaci ne era ancora raccomandato l'insegnamento (Franci & Toti Rigatelli, 1979). Infatti, in molti casi pratici, l'utilità della formula non è di poco conto.

Come abbiamo visto nella *Ragione XLVIII*, se si sceglie opportunamente il falso valore x_1 da attribuire alla x , spesso si può trovare b_1 eseguendo calcoli molto semplici. Lo stesso potrebbe essere per x_2 e b_2 .

Se avviene che $b_1 < b < b_2$, allora il valore di x che si cerca starà tra x_1 ed x_2 e sarà tanto più prossimo a x_1 oppure x_2 quanto minore è la distanza di b da b_1 oppure b_2 .

Se, invece, con $x_1 < x_2$, si ha $b < b_1 < b_2$, allora il valore di x che si cerca sarà minore di x_1 , con una diminuzione da x_1 che stia alla variazione $x_2 - x_1$ nello stesso rapporto di $b_1 - b$ rispetto a $b_2 - b_1$.

Infine, se sempre con $x_1 < x_2$ si ha $b_1 < b_2 < b$, allora il valore di x che si cerca sarà maggiore di x_2 , con un aumento da x_2 che stia alla variazione $x_2 - x_1$ nello stesso rapporto di $b - b_2$ rispetto a $b_2 - b_1$.

Il Maestro d'abaco del codice parmense, già citato per la falsa posizione semplice, premette alle ragioni, che risolve con la falsa posizione doppia, il seguente avvertimento:

Nota: quando fai ragione alcuna per le 2 potitioni, quando ài fatto aminduro le dicte potitioni, dico che aminduro vegnano più e più [cioè: $b_1 - b > 0$ e $b_2 - b > 0$], dico che di cavare l'uno più dell'altro

[cioè: $b_1 - b_2 = (b_1 - b) + (b - b_2)$] e quello che rimane si è il partitore. E poi moltiplicare le due potitioni in croce e quello che fa chavare l'una multiplicatione dell'altra [cioè: $x_2(b_1 - b) - x_1(b_2 - b) = x_2(b_1 - b) + x_1(b - b_2)$]. E quello che resta partire per quello che remase cavato l'uno più dell'altro [cioè: dividere per $b_1 - b_2$]. E quello che ne viene sarà l'effetto di quello domanderay. E se aminduro le dicte potitiony venissero meno e meno, dei tenere quelli medesmi modi che faciesty quando ti viene più e più. E se l'una potitione ti venisse più e l'altra meno [cioè: $b_1 - b > 0$ e $b_2 - b < 0$], dichò che debbi raggiungere quel più e quel meno [cioè: $b_1 - b_2 = (b_1 - b) + (b - b_2)$] e quello che fa è il partitore. Poi moltiplicare le dicte potitioni in crocie e quello che fa raggiungi insieme le dicte multiplicactioni [cioè: $x_2(b_1 - b) + x_1(b - b_2)$]. e quello che fanno partiscie per quello che fa ragionto insieme il più el meno [cioè: dividi per $b_1 - b_2$]. E quello che ne viene sarà l'effecto di quello domanderaj.

6. Trascrizione e analisi della *Ragione LI*

Come nel caso della falsa posizione semplice, il nostro Maestro d'abaco presenta le ragioni da risolvere con la falsa posizione doppia senza alcun accenno alla regola, premettendo solo il titolo. Purtroppo nel manoscritto manca una carta, per cui della *Ragione L* restano solo le ultime righe da cui è impossibile capire quale sia la richiesta del problema. Presentiamo allora la ragione successiva.

Regolla delle due aposicione

Ragione LI

Sono II homini che ànno dinarij adosso e non su ssà quanti, ma dice lo primo al secondo: se tu me day la $\frac{1}{2}$ di tuuoi dinari, co' li mey averò duchati 6 più che ti. E lo secondo dice al primo: se tu me day la $\frac{1}{5}$ de touy dinarij, averò duchati 3 più de ti. Adomando quanti dinari quanti dinari ànno ciaschaduno di costoro. Per la sopra dicta regolla fa cossì:

che 'l primo ponessi ducati 6 e llo secondo ducati 12. La parte del primo seria concordata, mo' resta a concordare del secondo. S'el secondo avesse ducati 12, el primo ducati 6 e il $\frac{1}{5}$ del primo, che à ducati $1 + \frac{1}{5}$ e ducati 12 sono i suuy, sì che in tuto sarebeno qualli del secondo ducati $13 + \frac{1}{5}$ e al primo restarebe ducati $4 + \frac{4}{5}$, sì che il secondo verebe avere più ducati $8 + \frac{2}{5}$ e tu voresti che n'avesse più sono ducati 3. Adonque per 12, che m'apuosi, averebe più che non vorey ducati $5 + \frac{2}{5}$. Ora poniamo un'altra posizione e poni che 'l primo abia ducati 6, come prima, el secondo 4 secondo la possicione del primo si concorda. Mo' è da videre se poy concordare lo sesto. S'el primo gli à il $\frac{1}{5}$, averia ad avere il secondo ducati $5 + \frac{1}{5}$ e al primo restaria ducati $4 + \frac{4}{5}$, adonque il secondo verebe avere più $\frac{2}{5}$ de ducato e (e) io vorey che avesse più ducati 3, adonque li manca ducati $2 + \frac{3}{5}$. Per la seconda aposicione che io mi puossi, aveva meno ducati $2 + \frac{3}{5}$, sì che tu componeray in questo modo li due aposicione: per 12, ch'io mi apossi, viene più ducati $5 + \frac{2}{5}$, e per 4, ch'io m'apussi, viene meno ducati $2 + \frac{3}{5}$. Tu debi recogliere insieme el più el meno, cioè 5 e $\frac{2}{5}$ e $2 + \frac{3}{5}$, che fano 8 e questo è tuo partitore. Poy multiplica in croce li dite apposicioni, cioè: 4 via 5 e $\frac{2}{5}$, fanno $21 + \frac{3}{5}$; fa e 12 via $2 + \frac{3}{5}$, fano $31 + \frac{1}{5}$. Somale insieme, fano $52 + \frac{4}{5}$; parti per 8, ne viene $6 + \frac{3}{5}$ e tanto viene al secondo. Proviomolla cossì: toglì (togli) del secondo, che l'è ducati $3 + \frac{3}{10}$ e 6, ch'io apuossi che avesse, sonno ducati $9 + \frac{3}{10}$, sì che el primo viene avere ducati $9 + \frac{3}{10}$ e al secondo resta ducati $3 + \frac{3}{10}$. Adonque è vero che 'l primo averebe ducati 6 più che 'l secondo. Proviamo el secondo, che à ducati $6 + \frac{3}{5}$, el qualle domanda a lo primo

el $\frac{1}{5}$; toglì il $\frac{1}{5}$ di 6, che sono quelli che veniano a romanire al primo senza la parte del secondo, che sono duchati $1 + \frac{1}{5}$; agiugelli insieme, fano $7 + \frac{4}{5}$ e al primo resta duchati $4 + \frac{4}{5}$. Cava ora $4 + \frac{4}{5}$ de $7 + \frac{4}{5}$; resta duchati 3, sì che vedi che la rachione sta bene.

Indicata con x la somma del primo uomo e con y quella del secondo, noi esprimeremmo subito ciò che il problema richiede attraverso il seguente sistema:

$$\begin{cases} \frac{1}{2}y + x = 6 + \frac{1}{2}y \\ \frac{1}{5}x + y = 3 + \frac{4}{5}x \end{cases}$$

Dalla prima equazione otteniamo $x = 6$ ed il Maestro d'abaco procede passando alla richiesta da noi espressa attraverso la seconda equazione considerando appunto $x = 6$ e per l'altra variabile la falsa posizione $y = 12$.

Sostanzialmente del sistema resta solo l'equazione:

$$\frac{1}{5} \cdot 6 + y = 3 + \frac{4}{5} \cdot 6$$

ovvero:

$$1 + \frac{1}{5} + y - (4 + \frac{4}{5}) = 3$$

che si vuole risolvere con la falsa posizione. Si attribuisce ad y l'ipotetico valore di 12 e al primo membro, sostituendo ad y il valore $y_1 = 12$, si ottiene:

$$b_1 = (13 + \frac{1}{5}) - (4 + \frac{4}{5}) = 8 + \frac{2}{5}$$

e quindi:
$$b_1 - b = 8 + \frac{2}{5} - 3 = 5 + \frac{2}{5}$$

Poi si fa una seconda posizione di $y_2 = 4$ e procedendo analogamente al caso precedente otteniamo:

$$b_2 = (5 + \frac{1}{5}) - (4 + \frac{4}{5}) = \frac{2}{5}$$

e quindi:
$$b - b_2 = 3 - \frac{2}{5} = 2 + \frac{3}{5}.$$

Si hanno ora tutti i valori da sostituire nella formula sopra dimostrata per ottenere y e quindi:

$$y = \frac{y_2(b_1 - b) + y_1(b - b_2)}{(b_1 - b) + (b - b_2)} = \frac{4(5 + \frac{2}{5}) + 12(2 + \frac{3}{5})}{(5 + \frac{2}{5}) + (2 + \frac{3}{5})} =$$

$$= \frac{21 + \frac{3}{5} + 31 + \frac{1}{5}}{8} = \frac{52 + \frac{4}{5}}{8} = 6 + \frac{3}{5}.$$

Il Maestro d'abaco conclude poi con la verifica. In pratica prova le uguaglianze tra primo e secondo membro delle equazioni del sistema iniziale sostituendo $x = 6$ ed $y = 6 + \frac{3}{5}$.

Se torniamo al sistema di due equazioni che abbiamo scritto subito dopo il testo della ragione, la prima equazione ci dà immediatamente $x = 6$, come ci ha detto il Maestro d'abaco. Sostituito il valore nella seconda equazione, questa si trasforma in:

$$1 + \frac{1}{5} + y - (4 + \frac{4}{5}) = 3.$$

Esprimendoci col linguaggio odierno della teoria delle equazioni, noi potremmo portare a secondo membro tutti i termini numerici, farne la somma algebrica e avremmo già il valore dell'incognita y .

Anche il Maestro d'abaco avrebbe potuto seguire un metodo simile, come aveva già fatto in altre ragioni, ma vuole seguire la strada della falsa posizione doppia proprio come applicazione del procedimento. Anche se l'esempio di questa ragione non è forse il più adeguato. Sarebbe stato didatticamente più significativo un esempio di un'equazione con coefficiente dell'incognita diverso dall'unità. Possiamo supporre che così fosse per la *Ragione L*, la prima da risolvere con la falsa posizione doppia, ma è solo una nostra ipotesi.

Facciamo poi notare che con la prima supposizione di $y_1 = 12$ si trova $b_1 = 8 + \frac{2}{5}$; con la seconda di $y_2 = 4$, si ha $b_2 = \frac{2}{5}$, mentre sappiamo che $b = 3$. Siamo quindi nel caso di:

$$b_2 = \frac{2}{5} < b = 3 < b_1 = 8 + \frac{2}{5} \quad \text{con} \quad b - b_2 = 2 + \frac{3}{5} < b_1 - b = 5 + \frac{2}{5}.$$

Pertanto, ancor prima di terminare i calcoli, sappiamo che avremo $4 < y < 12$, con il valore della y più prossimo a 4 che a 12. Infatti $y = 6 + \frac{3}{5}$.

Infine, sottolineiamo che l'allievo che segue il maestro nella risoluzione della ragione, deve sapere destreggiarsi con somme e moltiplicazioni di frazioni e di numeri composti da interi più frazioni; ma nella parte precedente del libro d'abaco ci sono molte ragioni dedicate specificatamente a questo argomento.

7. Considerazioni conclusive

Queste tre ragioni e gli avvertimenti tratti dal manoscritto parmense ci fanno chiaramente capire gli straordinari vantaggi del calcolo letterale e dell'*algebra simbolica*, che ci consente di trascrivere anche una lunga regola in una formula, dove i passaggi da eseguirsi sono tutti indicati con un completo sistema di notazioni simboliche.

I due maestri d'abaco in questione stanno servendosi solo dell'*algebra retorica*, nella quale i problemi, la loro risoluzione e le regole sono espresse completamente a parole.

Il passaggio dalla seconda alla prima avverrà attraverso l'*algebra sincopata*, nella quale vengono usate abbreviazioni simboliche per indicare alcune quantità od operazioni. L'*algebra simbolica* ha inizio solo nel XVI secolo e, in un primo periodo, si confonde abbastanza con quella sincopata.

La lettura delle tre ragioni qui trascritte e delle regole del libro d'abaco parmense sono interessanti anche dal punto di vista linguistico. Intanto ci fa capire quale era il linguaggio dell'epoca. Poi, visto che la trascrizione dei testi è fedele agli originali, ci mostra come certe regole di scrittura non fossero ancora assodate.

Per esempio, per la lettera *h* troviamo: *dicho*, *rachione*, *duchati*, *multiplicha*, *chavare*, ma anche: *ài*, *ày* e *àno* per le voci "hai" ed "hanno" del verbo avere; per la *i* finale: *cosy*, *vorey* (ma anche *vorrey*), *poy*, *suuy*, *costuy*, *coluy*, *potitiony*, ma anche: *dinarij*, *domanderaj*. Infine la parola *posizione* appare

scritta i vari modi, a volte anche da uno stesso autore: *potitione, posizione, possicione, appositioni, aposicione, apossicione*.

Sarà l'avvento della stampa e la sua diffusione a portare all'unificazione ed al consolidamento delle regole di scrittura.

Bibliografia

- BARBIERI F., FIORI C., 1992-93 – *Sulle Scienze matematiche a Modena nei secoli XIV e XV*. In: “Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti di Modena”, S. VII, **10**, pp. 43-56.
- BARBIERI F., LANCELLOTTI P. (a cura di), 1986 – *De' radice (Mss. It. 578 = $\alpha.G.7.27$)*. Quaderni del Centro Studi della Matematica Medioevale dell'Università di Siena, n. **16**.
- BARBIERI F., LANCELLOTTI P. (a cura di), 1987 – *Tratato d'arismeticha praticcha (Mss. It. 1110 = $\alpha.W.2.24$)*. Quaderni del Centro Studi della Matematica Medioevale dell'Università di Siena, n. **17**.
- CATTELANI DEGANI F., MANTOVANI A. (a cura di), 2000 – *Una raccolta di tre libri d'abbaco. Dal codice della Busta 129 (1) = Camp. App. 1537*. Quaderni del Centro Studi della Matematica Medioevale dell'Università di Siena, n. **25**.
- FRANCI R., 2002 – *Il Liber Abaci di Leonardo Fibonacci. 1202 – 2002*, BUMI, S. 8, **5-A**; “La Matematica nella Società e nella Cultura”, n.2, pp. 293–328.
- FRANCI R., TOTI RIGATELLI L., 1979 – *Storia della teoria delle equazioni algebriche*. Mursia, Milano.
- GIUSTI E., 2002 – *Matematica e commercio nel Liber Abaci*. In: “Un ponte sul Mediterraneo. Leonardo Pisano, la scienza araba e la rinascita della matematica in Occidente”, Ed. Polistampa, Firenze.
- GREGORI S., GRUGNETTI L. (a cura di), 1998 – *Libro di conti e mercatanzie*. Dal Ms. Pal. 312 della Biblioteca Palatina di Parma, Dipartimento di Matematica, Università di Parma.
- ULIVI E., 2002 – *Scuole e maestri d'abaco in Italia tra Medioevo e Rinascimento*. In: “Un ponte sul Mediterraneo. Leonardo Pisano, la scienza araba e la rinascita della matematica in Occidente”, Ed. Polistampa, Firenze.
- VAN EGMOND W. (a cura di), 1986 – *De' radice. Mss. It. 578 = $\alpha.G.7.27$* . Quaderni del Centro Studi della Matematica Medioevale dell'Università di Siena, n. **15**.



Relazione sulle attività svolte dalla Società nel 2020

Il 2020 è stato per la Società dei Naturalisti e Matematici di Modena un anno molto difficile per le restrizioni dovute alla drammatica pandemia di Covid-19. Il Consiglio Direttivo, dopo la riunione di gennaio per l'elezione del Presidente e la nomina di Segretario e Tesoriere, è riuscito a riunirsi in presenza una sola volta, il 19 febbraio, per proseguire poi le riunioni a cadenza mensile sempre in modalità a distanza.

Se l'attività del Consiglio Direttivo non ha sostanzialmente subito soste, purtroppo lo stesso non si può dire per le attività, che hanno dovuto essere limitate dall'impossibilità di organizzare eventi che comportassero riunioni di più persone. Tra questi, in particolare, sono state annullate tutte le possibili escursioni e le attività legate all'estate modenese.

Ciò nonostante, alcune attività sono state ugualmente svolte, tra le quali almeno una di importanza fondamentale per la nostra Società, ovvero l'aggiornamento dello Statuto. Il lungo percorso, iniziato dalla precedente Presidente Stefania Benvenuti, è arrivato a conclusione con l'Assemblea Generale che, il 13 ottobre 2020, ha approvato il nuovo Statuto che ci permette di entrare a far parte degli Enti del Terzo Settore come Associazione di Promozione Sociale (APS), modificando il nome ufficiale della Società in "Società dei Naturalisti e Matematici di Modena APS". La riunione è stata svolta in presenza del Presidente e del Notaio Carlo Camocardi a Carpi, con i soci collegati in videoconferenza, sempre per le norme legate all'emergenza sanitaria in corso.

La Società ha dato il proprio patrocinio a diverse attività tra le quali la Summer School "Piante aromatiche e oli essenziali in Appennino: coltivazione, produzione e impieghi" e l'attività divulgativa "Rocca in *herba*" con l'iniziativa "Piante officinali dell'Appennino: conoscenza, tutela, valorizzazione e innovazione". Tali iniziative si sono tenute durante l'estate 2020 a Sestola e sono state coordinate dalla Prof. Stefania Benvenuti.

In sostituzione della tradizionale Festa dell'Estate è stata svolta dal nostro socio Prof. Stefano Lugli una conferenza-seminario dal titolo "Nuovi studi geologici sul Duomo di Modena" il 2 luglio 2020.

Nei giorni 19-20 settembre 2020 la nostra Società ha partecipato alla manifestazione "Entomodena" portando in esposizione le pubblicazioni della SNMM.

Su suggerimento dei Consiglieri Veronica Padovani e Paolo Zannini, è stato organizzato un concorso fotografico a premi dal titolo "Tracce del Passato a Modena", con tema i fossili che si possono trovare sulle pietre degli edifici e dei monumenti della nostra città. Il concorso ha avuto il sostegno del Comune di Modena, che ha dato il patrocinio all'iniziativa e finanziato la stampa dei

volantini e delle locandine, e della Fondazione Modena Arti Visive, che ha fornito alla giuria del concorso la Dott.ssa Claudia Löffelholz, responsabile della Scuola di Alta Formazione di Fondazione Modena Arti Visive e del Dipartimento di Educazione della Fondazione. Il concorso ha visto la partecipazione di 68 persone e l'invio di oltre 200 scatti. La giuria si è riunita alla fine dell'anno e ha proclamato i vincitori, rinviando la premiazione al primo momento utile, ovvero a quando le condizioni sanitarie permettessero la riunione di più persone in presenza.

L'Assemblea Generale di fine anno si è svolta (in modalità a distanza) il 18 dicembre 2020. Durante l'Assemblea il Presidente ha consegnato "virtualmente" una medaglia ai seguenti Soci:

- per i 50 anni di iscrizione alla Società: Pietro Baraldi; Marisa Mari; Ferdinando Taddei.
- per i 25 anni di iscrizione alla Società: Aurora Pederzoli.

Inoltre il Presidente ha comunicato i nomi dei vincitori del concorso fotografico "Tracce del passato a Modena":

1° - Matteo Marchionni; premio assegnato: € 500,00

2° - Francesco Milano; premio assegnato: € 250,00

3° - Silvia Ruini; premio assegnato: € 150,00

Premio speciale minore di 14 anni:

- Leonardo Barbieri; premio assegnato: € 100,00

Al termine dell'Assemblea, alle ore 18:00, il Dr. Lorenzo Rossi ha tenuto una conversazione sul tema: *Etnozoologia tra folklore e scoperte*.



RENDICONTO ECONOMICO E FINANZIARIO

Aggiornato al 31 dicembre 2020

<i>Rendiconto Economico e Finanziario anno 2020</i> ENTRATE (€)	
Residuo BPER 2019	103.997,29 €
Residuo contanti 2019	343,00 €
Quote sociali	2.500,00 €
Offerte volumi	45,00 €
Contributo Comune di Modena	143,00 €
Contributo UNIMORE	20.000,00 €
Cedole, competenze, interessi	172,64 €
Contributo stampa supplemento	1.000,00 €
Entrate 2020	23.860,64 €
Totale (€)	128.200,93 €

<i>Rendiconto Economico e Finanziario anno 2020</i>	
USCITE (€)	
Affitti	10.863,21 €
Conto corrente bancario	274,12 €
Stampa	10.275,20 €
Associazioni	470,00 €
Assicurazione	803,00 €
Spedizioni	1.961,03 €
Notaio	1.554,00 €
Pubblicità	300,00 €
Totale (€)	26.500,56

RIEPILOGO GENERALE:

Entrate nell'anno 2020 (€) = 23.860,64

Uscite nell'anno 2020 (€) = 26.500,56

Disavanzo dell'anno 2020 (€) = -2.639,92

Residuo conto corrente bancario (€) = 101.501,05

Residuo contante (€) = 201,62

Residuo complessivo (€) = 101.702,67

BILANCIO DI PREVISIONE PER L'ANNO 2021

ENTRATE (€)	
Avanzo di gestione	1.000,00 €
Quote associative	3.000,00 €
Contributi per attività sociali	500,00 €
<i>Interessi da patrimonio</i>	500,00 €
Convenzione UNIMORE	20.000,00 €
Totale (€)	25.000,00 €

USCITE (€)	
Affitti	11.000,00 €
Conto corrente bancario	500,00 €
Stampa	7.000,00 €
Spedizioni	2.000,00 €
Assicurazione	1.250,00 €
Iniziative culturali	1.000,00 €
Attività sociali	1.000,00 €
Associazioni	500,00 €
Spese di gestione	750,00 €
Totale (€)	25.000,00 €



Elenco Soci anno 2021

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 - 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)
1979. BENASSI M.llo Mario, via Curie 9, 41126 Modena
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
1982. BERNARDI Prof. Roberto, via Sigonio 92, 41124 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
1976. BIANCHI Prof. Alberto, strada Zarotto 1, 43123 Parma
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 Dott.ssa Giovanna, Orto Botanico – Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena
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, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena
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 Dott.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
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, Dip. di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/b, 41125 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 Dott.ssa Assunta, viale Monastero 141, 85040 Rivello (PZ)
2016. FORNACIARI Dott.ssa Beatrice, via Guerra 5, 42025 Cavriago (RE)
2009. FORTI Dott. Luca, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 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, Pediatriche – Sez. di Pediatria, Università di Modena e Reggio Emilia
2011. GALLI Prof. Ermanno, Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, largo Sant'Eufemia 19, 41121 Modena
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 MODENESE 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 Dott.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
2015. LASELVA Dott. Onofrio, via Scanaroli 56/2, 41124 Modena
1997. LEO Prof.ssa Eliana Grazia, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 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 Mandrio 2, 42015 Correggio (RE)
2001. LUZZARA Dott. Mirko, via Confalonieri 45, 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)
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)
1993. MARAMALDO Dott.ssa Rita, Musei Anatomici, Università di Modena e Reggio Emilia
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
1996. MARINI Prof.ssa Milena, via Wagner 138, 41122 Modena
2017. MARTINELLI 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, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 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
1967. PAGLIAI Prof.ssa Anna Maria, via Genova 5, 41126 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, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 41125 Modena
1963. PELLACANI Prof. Giancarlo, via Emilia 231, 41121 Modena
2004. PELLATI Dott.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)
2007. REMAGGI Prof.ssa Francesca, via Mascagni 28/2, 41121 Modena
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
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
1996. SALA Prof. Luigi, Dip. di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/D, 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
2011. SAVIOZZI Sig. Enrico, via Galletta 50, 40068 San Lazzaro (BO)
1963. SCAGLIONI Dott. Antonio, via Pietrasanta 15, 41125 Modena
1998. SCAVAZZA Dott. Antonio, via Wagner 138, 41122 Modena
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 Antiniscia, viale Asiago 10, 46100 Mantova

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 REGGIANADISIENZE 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)
1963. VECCHI Dott.ssa Tiziana, via Emilia Est 18/1, 41124 Modena
2009. VENTURELLI Dott. Alberto, Dip. di Scienze della Vita – Farmacia, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 103, 41125 Modena

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, Dip. di
Scienze Chimiche e Geologiche,
Università di Modena e Reggio Emilia,
via Campi 103, 41125 Modena



Indice

- Luca Lombroso, Sofia Costanzini, Francesca Despini, Sergio Teggi
*Annuario 2020 dell'Osservatorio Geofisico di Modena:
le osservazioni continuano e l'Osservatorio è nominato
Centennial Observing Station WMO* pag. 5
- Milena Bertacchini, Anna Cipriani, Giampaolo Sighinolfi
*The Gemma 1786 Museum of Modena and Reggio Emilia
University: new catalogue of meteorites and inventory
of materials of interest for planetary sciences* pag. 37
- Paolo Balocchi, William W. Little
*The Roteгля Basin geometry and its relationship with the
Canossa-San Romano regional fault (Northern Apennines,
Italy)* pag. 53
- Enrico Borghi, Davide Battilani
*First record of the Cyclaster genus (Echinoidea) in the
European Miocene* pag. 73
- Andrea Cau
Comments on the Mesozoic theropod dinosaurs from Italy pag. 81
- Anna Maria Mercuri, Elena Bellini, Andrea Bonaffini, Elena Cenni,
Valentina Ferrari, Federica Frigieri, Cristina Perico, Cristina Ricucci,
Marco Scaramelli, Joel Vincenzi, Valentina Vitali, Giulio Zanni,
Assunta Florenzano
*Palynology as a field of Applied Botany: an interdisciplinary
approach to interpret the past and address future conservation
challenges* pag. 97
- Spartaco Gippoliti
*Giardini zoologici e conservazione della biodiversità:
il contributo italiano* pag. 109
- Riccardo Ianniciello
Il ruolo dell'ereditarietà morbida in Darwin pag. 127
- Lorenzo Rossi, Veronica Padovani
The Science of Monster Hunting pag. 141

Ciro Tepedino, Rita Maramaldo <i>Attività inventariali della Collezione Franchini dal 1988 ad oggi</i>	pag. 155
Ciro Tepedino, Rita Maramaldo <i>Collezione Franchini: tutela, conservazione e valorizzazione</i>	pag. 205
Marco Bortolamasi, Giovanni Tosatti <i>Da Legorzanum a Ligorzano (Appennino modenese): caratteristiche ambientali e tracce storico-architettoniche</i>	pag. 221
Fulvio Baraldi <i>Parametri idrodinamici degli acquiferi della provincia di Mantova ricavati da prove di pompaggio</i>	pag. 241
Andrea Pirondini, Fabrizio Buldrini, Elisabetta Sgarbi <i>Il Gi@rdino Digit@le: un'esperienza didattica innovativa dell'Istituto di Istruzione Superiore "Francesco Selmi" di Modena</i>	pag. 263
Alessandro A. Rucco <i>I mulini ad acqua e le comunità dell'Appennino modenese: prime analisi GIS sui rapporti tra insediamenti e infrastrutture nei bacini dei fiumi Panaro e Secchia</i>	pag. 273
Marco Bortolamasi, Mario Toni, Giovanni Tosatti <i>Da Rocca Santa Maria al Sasso delle Streghe: un itinerario tra beni storico-artistici e ambientali dell'Appennino modenese</i>	pag. 291
Franca Cattelani Degani <i>Antiche ragioni risolte con la falsa posizione semplice o doppia</i>	pag. 305
Relazione sulle attività svolte dalla Società nel 2020	pag. 321
Rendiconto Economico e Finanziario	pag. 323
Bilancio di previsione per l'anno 2021	pag. 325
Elenco Soci anno 2021	pag. 327

I periodici posseduti dalla **Società dei Naturalisti e Matematici di Modena** 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:

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 o consegnati su CD-R in formato “.docx” modificabile (sistema scrittura “Word” per Windows, scritto con carattere Times New Roman), accompagnati da accluse tabelle, tavole e figure in b/n o a colori in formato “.jpg” (non usare “.pdf”, “PowerPoint” o altri formati).

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), 2020 – *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), 2015 – *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., 2014 – *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 2021
presso MC Offset - Modena - Italia

