

**G**iunto alla sua terza edizione, Codice Armonico – il Congresso di scienze naturali dedicato al territorio toscano – continua ad essere un appuntamento importante per ricercatori e appassionati, studiosi e naturalisti. Contributi scientifici e divulgativi di biologia marina, geologia, chimica ambientale, botanica, micologia, zoologia e mineralogia si alternano in un volume denso, dove la passione per la ricerca naturalistica fa da filo conduttore, nello spirito stesso del congresso.



**CODICE ARMONICO 2010**



ETS

# CODICE ARMONICO

## 2010

Terzo congresso di scienze naturali  
Ambiente toscano

*a cura*  
dell'“Associazione Amici della Natura Rosignano”  
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay

Edizioni ETS



# CODICE ARMONICO 2010

Terzo congresso di scienze naturali  
Ambiente toscano

*a cura di*

Alessandro Lenzi, Laura Leoni, Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Carla De Santi  
Valentina Domenici, Enzo Feri, Pierluigi Lenzi, Elvezio Montesarchio  
Pier Paolo Piombanti, Marcello Santinelli

Associazione «Amici della Natura Rosignano»  
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay



Edizioni ETS

*Questo volume è stato realizzato grazie al contributo di:*



Comune di Rosignano Marittimo



REA Rosignano Energia Ambiente spa



Azimuth Consulenza SIM  
Promotore Finanziario Roberto Catarsi

---

Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay  
www.musrosi.org - tel. 0586 767052 - info musrosi@tiscali.it

*Comitato organizzatore:*

Alessandro Lenzi (*Presidente*), Laura Leoni (*Segreteria*)  
Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Carla De Santi, Valentina Domenici, Enzo Feri  
Pierluigi Lenzi, Elvezio Montesarchio, Pier Paolo Piombanti, Marcello Santinelli

*Comitato scientifico:*

Bruno Brizzi, Pierdomenico Burgassi, Gabriele Cacialli, Rita Cervo, Ferruccio Chiesa, Giorgio Culivicchi  
Valentina Domenici, Claudio Donati, Franco Giorgi, Alessandro Lenzi, Giacomo Lorenzini, Renzo Mazzanti  
Paolo Pesca, Fabrizio Serena, Paolo Squarci, Noemi Tornadore

---

© Copyright 2010  
EDIZIONI ETS  
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa  
info@edizioniets.com  
www.edizioniets.com

Distribuzione  
PDE, Via Tevere 54, I-50019 Sesto Fiorentino [Firenze]

ISBN 978-884672620-9

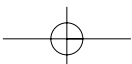
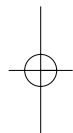
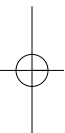
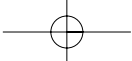
---

# indice

1. Decremento della calcificazione di un corallo endemico Mediterraneo  
all'aumentare della temperatura 9  
*S. Goffredo, E. Caroselli, G. Mattioli, E. Pignotti, Z. Dubinsky, F. Zaccanti*
2. Indagine archeozoologica sulle impronte di mammiferi conservate sui laterizi  
della fornace romana di Casa Campacci, Livorno 17  
*F. Sammartino, M. Bisconti*
3. Considerazioni sui ricoveri di rapaci notturni presso il Centro di Recupero  
Uccelli Marini ed Acquatici della LIPU a Livorno 24  
*G. Bedini, R. Ceccherelli, R. Gherardi*
4. *Pollen-plot slide*: una nuova metodologia per il biomonitoraggio  
della contaminazione dell'aria 30  
*F.G. Rossetti, V. Nicolardi, C. Gaggi*
5. Le "magnifiche geodi" dell'Arenella (Isola del Giglio-GR) 38  
*A. Fei*
6. I minerali della scogliera di Antignano 47  
*A. Ciampalini, F. Sammartino*
7. Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI)  
Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano I 57  
*E. Fantoni, A. Cecchini, R. Narducci, P.E. Tomei*
8. Countdown 2010, azioni concrete per ridurre la perdita di biodiversità:  
il caso del gasteropode endemico della Toscana meridionale 71  
*Melanopsis etrusca* Brot, 1862 (Gastropoda, Prosobranchia)  
*F. Bartolini, L. Aquiloni, E. Lori, S. Cianfanelli*
9. Segnalazione di *Fistularia commersonii* Ruppel, 1838 (Fistularidae, Pisces)  
nel Mar Tirreno settentrionale 79  
*G. Bulgheri, M. Barone, A. Voliani*
10. Macromiceti delle dune costiere di Marina di Castagneto (LI) 83  
*A. Cecchini, R. Narducci*
11. Macromiceti invernali dei Bottacci di Massa Pisana (LU)  
Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano II 90  
*R. Narducci*
12. Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola  
di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno) 96  
*I. Nicotra, M. Doveri, R. Gianecchini, M. Mussi, A. Puccinelli*
13. Inserimento di "wildflower strips" nell'agroecosistema come strategia  
di conservazione della biodiversità degli impollinatori 108  
*S. Benvenuti*

14.	La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia <i>M. Barone, C. Mancusi, A. Voliani, F. Serena</i>	114
15.	Una interessante <i>Russula mediterranea</i> reperita a San Rossore <i>U. Pera</i>	124
16.	Le capacità cognitive dell'Asino dell'Amiata: la permanenza dell'oggetto e la memoria spaziale <i>P. Baragli, E. Paoletti, M. Mengoli, F. Martelli, C. Sighieri</i>	128
17.	Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro <i>R. Bedini, G. Sartoni, L. Bonechi, J. Pistolesi</i>	136
18.	Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino <i>R. Bedini, G. Sartoni, F. Ferrario, P. Bralia</i>	147
19.	Una lepre lessepsiana <i>G. Neto</i>	163
20.	Il Parapandalo <i>G. Neto</i>	165
21.	La Vipera, o Serpente di mare <i>G. Neto</i>	167
22.	Il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, una realtà sul territorio <i>A. Lenzi, L. Leoni, C. Baldacci, B. Brizzi, C. De Santi, V. Domenici, E. Feri, P. Lenzi, G. Luppicchini, E. Montesarchio, P.P. Piombanti, M. Santinelli</i>	169
23.	Sesso e Orchidee <i>G. Bedini, L. Filippi</i>	172
24.	La cordierite alterata ( <i>pinite</i> ) dell'isola del giglio <i>A. Fei</i>	180
25.	Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli - PI) <i>A. Corti, D. Michelotti, M. Forli</i>	189
26.	Effetti a breve e a lungo periodo dell'immissione in atmosfera di gas endogeni da una sorgente naturale <i>F. Baroni, L.A. Di Lella, E. Neri, A. Pisani, G. Protano, F. Riccobono</i>	201
27.	Uno sguardo alle Secche di Vada <i>P. Bicchielli, F. Dell'Omo, R. Mazzanti, R. Mazzei, D. Scardigli, M. Vannini</i>	209
28.	Analisi dell'evoluzione piezometrica nel periodo 2007-2008 nel settore meridionale della Piana di Lucca (Toscana), area di crisi idrica conclamata <i>M. Ambrosio, A. Del Sordo, M.T. Fagioli, R. Giannecchini, A. Puccinelli, A. Sartelli</i>	224

29.	Principali cause di ricovero di Rondone ( <i>Apus apus</i> ) presso il Centro LIPU CRUMA di Livorno nell'anno 2008: aspetti veterinari e biologici <i>R. Ceccherelli, G. Ceccherelli, R. Gherardi, G. Bedini</i>	235
30.	Propagazione agamica di specie dunali del Parco Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli <i>A. Galleri, L. Bertoncini, E. Moscheni, P. Vernieri</i>	238
31.	Primo ritrovamento in Toscana del gammaride alloctono <i>Dikerogammarus villosus</i> <i>E. Tricarico, G. Mazza, G. Orioli, C. Rossano, F. Scapini, F. Gherardi</i>	243
32.	La chimica di uve sangiovese coltivate nella Provincia di Siena e le relazioni con i caratteri geochimici del suolo di provenienza <i>S. Rossi, G. Protano, F. Riccobono, F. Baroni</i>	247
33.	Studio preliminare della flora colonizzante banquettes di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile sull'Isola di Pianosa (Toscana, Italia): aspetti fitocenologici e pedologici <i>A. Borzatti de Loewenstern, V. Lazzeri, R. Cardelli</i>	254
34.	<i>Zerynthia polyxena</i> (=Parnalius) Polissena <i>S. Casini, E. Pontillo Contillo</i>	260
35.	Aree protette e biodiversità: strumenti per la conservazione della natura e gestione effettiva nel territorio della Provincia di Livorno <i>F. Ruggeri</i>	266
36.	La qualità ambientale dell'area marino costiera Toscana: una review dei lavori di ricerca condotti nel tratto compreso tra Livorno ed Orbetello <i>S. Focardi, M. Renzi</i>	273
37.	I veleni del mare: rassegna sintetica <i>F. Chiesa</i>	281
38.	I popolamenti di substrato duro delle pareti dei catini delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale) <i>A.M. De Biasi, A. Faldelloni, L. Pacciardi, L. Piazzi</i>	288
39.	L'uso del macrozoobenthos negli studi di impatto ambientale: l'esempio dell'impatto delle reti a strascico <i>A.M. De Biasi, L. Pacciardi, A. Ligas, P. Sartor, S. De Ranieri</i>	293
	Indice alfabetico delle parole chiave	299
	Indice alfabetico degli Autori	305
	Indice degli Enti rappresentati	309



## prefazione

Una gioiosa stanchezza ci accompagna nello scrivere questa prefazione. Il lungo lavoro, le lunghe notti, l'intreccio di contatti, le varie comunicazioni, la gestione degli articoli e le variazioni nei programmi sono ormai un ricordo. Finalmente si compie il tempo in cui si parlerà ancora una volta della nostra bella Toscana: non già dei suoi monumenti, di arte o di storia, ma di quella natura che la rende così amena e preziosa. Ed il linguaggio sarà quello della scienza, universale, aperto e disponibile a tutti.

Invero, la ragione che ci spinse a suo tempo a pensare ad un Congresso fu la passione per la natura e la curiosità che muove alla scoperta. Con somma modestia pensammo di circoscrivere gli argomenti trattati alla sola Toscana per non rischiare di essere troppo temerari e presuntuosi. Ma, a volte, la sorte gioca a favore: quell'elemento di pacatezza, che caratterizzò i precedenti Congressi CODICE ARMONICO 2006 e 2008 e che segna anche l'edizione 2010, si rivela oggi da necessaria limitazione una forza inattesa. Noi per primi, possiamo dirlo con certezza, abbiamo infatti dedicato un Congresso a questa Regione e creato, con le giornate di lavoro e con il libro degli Atti, una testimonianza tangibile per le generazioni di oggi e future che vorranno conoscere importanti e suggestivi aspetti naturalistici del nostro territorio.

CODICE ARMONICO è divenuto, così, uno spazio aperto a tutti gli studiosi e appassionati di Scienze Naturali, siano essi provenienti dal mondo accademico e centri di ricerca o da istituzioni quali musei, gruppi naturalistici ed organizzazioni impegnate nel presidio naturalistico del territorio: elemento comune a tutti, sempre e soltanto, la passione per la natura.

Inoltre, la possibilità di esporre i propri lavori in un contesto multidisciplinare ha permesso agli studiosi di avere nuove occasioni di confronto e di condivisione delle conoscenze scientifiche. Di tutto questo dobbiamo essere grati ai ricercatori e studiosi che hanno creduto nella nostra iniziativa.

Un altro ringraziamento è dovuto in special modo ai componenti del Comitato Scientifico che hanno seguito con passione lo sviluppo degli articoli.

Ci preme rammentare un loro atteggiamento, da noi particolarmente apprezzato, che rischierebbe di non essere evidenziato dalla sola lettura degli articoli del Congresso. Quella autentica passione per le discipline naturali, così evidente negli studiosi, si è confermata ed ancor più evidenziata durante la revisione degli articoli, dove i correttori, oltre al necessario spirito critico che compete al ruolo, hanno saputo accogliere gli argomenti presentati con grande entusiasmo e farli propri, suggerendo le necessarie modifiche e spunti di miglioramento. Tutto ciò è avvenuto all'insaputa reciproca, con il Comitato Organizzatore nel ruolo di mediatore per le comunicazioni. In alcuni casi si è manifestato un vero e proprio spirito di collaborazione tra autori e *referee*, quasi una *philia*, che li ha resi gioiosi ed inconsapevoli compagni di viaggio in questa strada della scienza.

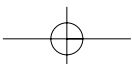
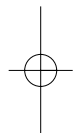
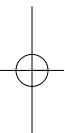
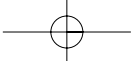
A noi rimane l'entusiasmo ed il conforto che questi momenti, duri ed impegnativi, trascorsi insieme nella preparazione del Congresso abbiano prodotto una testimonianza tangibile in questo libro.

Auspichiamo dunque che anche questo volume possa rappresentare una *estensione della memoria e dell'immaginazione* (Borges) per le future generazioni di naturalisti in cerca del "codice armonico" con il quale è scritto il *grandissimo libro della natura* (Galilei).

Rosignano, 1 Marzo 2010

Il Comitato Organizzatore di  
CODICE ARMONICO 2010





## Decremento della calcificazione di un corallo endemico Mediterraneo all'aumentare della temperatura

Stefano Goffredo<sup>1</sup>, Erik Caroselli\*<sup>1</sup>, Guido Mattioli<sup>2</sup>, Elettra Pignotti<sup>3</sup>, Zvy Dubinsky<sup>4</sup>, Francesco Zaccanti<sup>1</sup>

**Parole chiave:** temperatura del mare in superficie, irradianza solare, accrescimento, gradiente latitudinale, coralli solitari, Mar Mediterraneo, Global warming, estensione lineare, densità scheletrica, Dendrophylliidae

*Le correlazioni tra irradianza solare, temperatura del mare in superficie (SST) ed accrescimento sono state valutate lungo un gradiente latitudinale. Il tasso di estensione lineare e la densità scheletrica risultavano entrambi correlati con il tasso di calcificazione, indicando una deposizione del carbonato di calcio allocata uniformemente tra densità scheletrica ed estensione lineare. Diversamente dalla maggior parte degli studi su altri coralli tropicali e temperati, dove la calcificazione correla positivamente con irradianza ed SST, in questo studio la calcificazione non risultava correlata con l'irradianza, mentre correlava negativamente con la SST. Ipotizziamo che la fotosintesi delle alghe simbiotiche di Balanophyllia europaea sia inibita ad elevate temperature, causando una conseguente inibizione della calcificazione. La regressione tra calcificazione ed SST prevede una forte depressione della calcificazione di B. europaea alla temperatura di 20.5°C di SST media annuale. Gli scenari dell'Intergovernmental Panel on Climate Change indicano che, entro il 2100, la SST eccederà questa soglia fisiologica per la maggior parte delle popolazioni considerate in questo studio. Questa ricerca evidenzia un forte rischio di perdita della biodiversità del Mar Mediterraneo nelle prossime decadi.*

### Introduzione

Le variazioni di irradianza e temperatura associate alla latitudine hanno un'importante influenza sulla distribuzione globale dei coralli [1]. La latitudine è il principale fattore che influenza la variazione di luce e temperatura [2], i due parametri ambientali considerati in questo studio in quanto fortemente collegati all'accrescimento, fisiologia e demografia dei coralli [1]. In generale, l'accrescimento dei coralli decresce all'aumentare della latitudine, fino ad un punto, oltre i 30° N e i 30° S in cui lo sviluppo di barriere coralline cessa [3]. L'accrescimento dei coralli si compone di tre parametri collegati tra loro (calcificazione = estensione lineare x densità scheletrica), e la loro stima è indispensabile nella valutazione dell'effetto dei

parametri ambientali sull'accrescimento, in quanto nessuno dei tre predice perfettamente gli altri due [4]. Analizzare queste variabili permette anche di ipotizzare i possibili effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi corallini [5]. Queste tre variabili sono state studiate lungo un gradiente latitudinale nei generi *Montastraea* [6] e *Porites* [4], e la loro variazione è stata collegata alle variazioni di temperatura e luce associate alla latitudine. In colonie di *Montastraea annularis* del Golfo del Messico e del Mar dei Caraibi, la temperatura del mare in superficie (SST) correla positivamente con calcificazione e densità scheletrica, mentre correla negativamente con il tasso di estensione lineare [6]. In colonie di *Porites* dell'arcipelago delle Hawaii, della Thailandia e della Grande Barriera Corallina australiana, irradianza solare ed SST corre-

lano positivamente e con i tassi di calcificazione ed estensione lineare, mentre correlano negativamente con la densità scheletrica [4]. Al contrario, un recente monitoraggio di 16 anni di calcificazione in colonie di *Porites* della Grande Barriera Corallina australiana mostra che la calcificazione è diminuita nel tempo, suggerendo che questa risposta sia dovuta agli effetti combinati dell'elevata temperatura del mare e dell'aumento di  $P(\text{CO}_2)$ -pressione parziale di  $\text{CO}_2$  [5].

Sebbene esistano numerosi studi sulle relazioni tra parametri ambientali e accrescimento dei coralli nei tropici, tali studi sono scarsi per le zone temperate. In *Astrangia danae* e *Plesiastrea versipora*, il tasso di calcificazione aumenta con la temperatura come in alcuni coralli tropicali, sebbene in un range di temperature inferiori [7]. Osservazioni in laboratorio sui tassi di calcificazione di *Cladocora caespitosa* e *Oculina patagonica* suggeriscono che periodi prolungati di temperature elevate (corrispondenti o superiori ai massimi di temperatura in natura) portino a una diminuzione della calcificazione [8].

Questo studio ha puntato ad investigare le relazioni tra parametri ambientali (irradianza solare ed SST) e le tre componenti dell'accrescimento (calcificazione, densità scheletrica ed estensione lineare) nel corallo mediterraneo *Balanophyllia europaea* (Risso 1826). *B. europaea* è una sclerattinia solitaria, zooxantellata ed endemica del Mar Mediterraneo [9]. Essendo zooxantellata, la sua distribuzione è limitata tra 0-50 m di profondità [9], con abbondanze fino ad oltre 100 individui per metro quadro [10]. È ermafrodita simultanea ed ovovivipara [11]. Lungo le coste italiane, la sua densità scheletrica e densità di popolazione correlano negativamente con la SST [12]. Inoltre, le strutture delle popolazioni di questa specie diventano meno stabili e deviano dallo stato stazionario all'aumentare della SST, a causa di un progressivo deficit di individui giovani [13]. Nel corallo azooxantellato *Leptopsammia pruvoti*, strettamente imparentato con *B. europaea* e studiato negli stessi siti campionati in questo studio, nessuna variazione significativa è stata trovata nella densità scheletrica e nella densità di popolazione in relazione ad irradianza o SST [12]. È stato ipotizzato che la temperatura influenzi negativamente la fotosintesi delle alghe simbiotici di *B. europaea*, portando ad effetti negativi sul suo accrescimento ed attività riproduttiva [13]. Nei coralli zooxantellati la fotosintesi stimola

la calcificazione, come confermato in diversi studi [14], ed entrambi i processi hanno una temperatura di efficienza ottimale [7].

Questo studio si prefigge di valutare le variazioni del tasso di calcificazione, del tasso di estensione lineare e della densità scheletrica in popolazioni disposte lungo un gradiente di temperatura ed irradianza solare. I risultati sono considerati anche alla luce delle più recenti previsioni di cambiamenti climatici per il prossimo futuro.

## Materiali e metodi

Esemplari di *Balanophyllia europaea* sono stati raccolti in sei siti disposti lungo un gradiente latitudinale, da 44° 20'N a 36° 45'N, tra il 9 novembre 2003 e il 30 settembre 2005 (Fig. 1). Ad eccezione della popolazione di Calafuria, per la quale i dati sono stati ottenuti da uno studio precedente [10], i campioni sono stati raccolti in ciascun sito usando transetti di almeno 3 quadrati di 1 m<sup>2</sup> ciascuno,

## gli autori

<sup>1</sup> Marine Science Group, Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, via Selmi 3 40126 Bologna, Italia

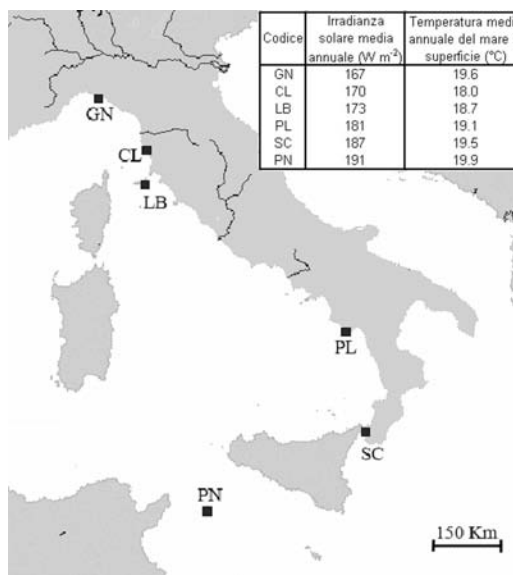
<sup>2</sup> Unità Operativa di Radiologia e Diagnostica per Immagini, Ospedale di Porretta Terme, AUSL di Bologna, via Roma 16 40046 Porretta Terme, Italia

<sup>3</sup> Taskforce per le Analisi Statistiche, Marine & Freshwater Science Group Association, via A. Costa 174 40134 Bologna, Italia

<sup>4</sup> The Mina and Everard Goodman Faculty of Life Sciences, Bar Ilan University, Life Sciences Building 212 52900 Ramat Gan, Israele

\* autore per corrispondenza: erik@marinesciencegroup.org

Decremento della calcificazione di un corallo endemico Mediterraneo all'aumentare della temperatura



**Figura 1:** Mappa delle coste italiane con indicati i siti di raccolta dei coralli. Abbreviazioni e coordinate delle stazioni in ordine decrescente di latitudine: GN, Genova,  $44^{\circ}20'N$ ,  $9^{\circ}08'E$ ; CL, Calafuria,  $43^{\circ}27'N$ ,  $10^{\circ}21'E$ ; LB, Isola d'Elba,  $42^{\circ}45'N$ ,  $10^{\circ}24'E$ ; PL, Palinuro,  $40^{\circ}02'N$ ,  $15^{\circ}16'E$ ; SC, Scilla,  $38^{\circ}01'N$ ,  $15^{\circ}38'E$ ; PN, Isola di Pantelleria,  $36^{\circ}45'N$ ,  $11^{\circ}57'E$ ). Per ogni stazione sono indicati i valori di irradianza e temperatura.

disposti in linea, distanti tra loro 5 m ed esposti a sud, alla profondità di 5-7 m. Data la distribuzione random di *B. europaea*, questo studio non è affetto dai problemi associati alla disposizione regolare dei quadrati e transetti [10]. Tutti i polipi presenti in ciascun quadrato sono stati raccolti. Il campionamento è avvenuto alle profondità dove la specie presenta alte densità di popolazione e in cui sono stati svolti i precedenti studi sulla sua biologia riproduttiva [11], biometria, densità di popolazione [12], accrescimento [10], dinamica [13] e genetica di popolazione [15]. Campionare alla profondità di massima abbondanza potrebbe influenzare le stime di accrescimento verso tassi più elevati, sottostimando l'età, ma campionando nel range di profondità scelto, dove è presente il 62% della biomassa della specie [10], questo problema è ridotto.

I coralli sono stati seccati a  $50^{\circ}C$  per 4 giorni e osservati al microscopio binoculare per rimuovere

frammenti di substrato e depositi calcarei prodotti da altri organismi. La lunghezza ( $L$ : asse maggiore del disco orale), larghezza ( $l$ : asse minore del disco orale) e altezza ( $h$ : asse oro-aborale) di ogni corallite è stata misurata con un calibro e la massa scheletrica secca ( $M$ ) è stata misurata con una bilancia di precisione. Il volume di ogni corallite ( $V$ ) è stato determinato applicando la formula: [12]. La densità scheletrica ( $D$ ) è stata calcolata dividendo  $M$  per  $V$ .

L'età di ogni campione è stata stimata utilizzando le funzioni di accrescimento lunghezza-età di von Bertalanffy [16], precedentemente ottenute per ciascuna popolazione sulla base dell'analisi delle bande di accrescimento per mezzo di tomografia computerizzata [13]. A seconda dell'età del polipo, il tasso di estensione lineare è stato ottenuto per ciascun campione utilizzando le funzioni di accrescimento lunghezza-età di von Bertalanffy [13]. Il tasso di calcificazione medio annuale (massa di  $CaCO_3$  depositata per anno per unità di area) è stato calcolato per ogni campione dalla formula: calcificazione ( $mg mm^{-2} yr^{-1}$ ) = densità scheletrica ( $mg mm^{-3}$ )  $\times$  estensione lineare ( $mm yr^{-1}$ ) [4]. Per ciascuna popolazione sono stati quindi ottenuti i valori medi di densità scheletrica, tasso di estensione lineare e tasso di calcificazione. I campioni sono anche stati divisi in tre classi di età: immaturi (0-4 anni) [4]; maturi (4-8 anni, doppio dell'età alla maturità sessuale); anziani (>8 anni).

Le analisi di regressione e correlazione tra parametri ambientali e parametri dell'accrescimento sono state eseguite sia per il dataset completo che per le tre classi di età, per individuare eventuali differenze dovute alla diversa età media dei campioni nelle popolazioni [13]. Le relazioni tra parametri ambientali e parametri dell'accrescimento sono state stimate secondo un modello lineare, in modo da comparare i risultati con altri studi sul controllo ambientale sull'accrescimento dei coralli, dove sono state utilizzate funzioni lineari [4].

I dati di temperatura del mare in superficie (SST) dal 2003-2005 sono stati ottenuti per ogni sito dalla Rete Mareografica Nazionale dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e Servizi Tecnici (APAT, disponibile su <http://www.apat.gov.it>). Questi dati sono misurati da stazioni mareografiche SM3810, costruite dalla Società Italiana per gli Apparati di Precisione (SIAP). La SST media annuale è stata ottenuta da valori orari misurati da Gennaio 2001 a Gennaio 2005 (Fig. 1). Valori men-

sili di irradianza solare ( $W m^{-2}$ ) sono stati ottenuti dall'International Cloud Climatology Project (ISCCP; disponibile su <http://ingrid.ldgo.columbia.edu/>). Queste stime derivano da misurazioni satellitari della nuvolosità e delle proprietà ottiche dell'atmosfera. L'irradianza media annuale è stata ottenuta per il quadrato di  $2.5^\circ$ -latitudine-per-longitudine associato a ciascuno dei 6 siti (Fig. 1).

A causa dell'eteroscedasticità dei dati, il test non parametrico di Kruskal-Wallis è stato usato per comparare irradianza solare, SST, densità scheletrica, tassi di estensione lineare e di calcificazione medi tra popolazioni. I coefficienti di correlazione di Pearson sono stati calcolati per le relazioni tra parametri dell'accrescimento e per quelle tra parametri ambientali e parametri dell'accrescimento. A causa del basso valore di  $n$  ( $n = 6$ ) e delle assunzioni del metodo di Pearson, i coefficienti di correlazione sono anche stati stimati con una procedura di bootstrapping, con 100,000 ricampionamenti. Tutte le analisi sono state eseguite usando SPSS 12.0, eccetto il bootstrapping (S-PLUS 6.0 Professional).

## Risultati

Sia l'irradianza solare che la SST medie annuali variavano significativamente tra siti (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ ; Fig. 1).

Densità scheletrica, tasso di estensione lineare e tasso di calcificazione erano significativamente diversi tra popolazioni (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ ; Tabella 1). Il tasso di calcificazione medio

dei coralliti nelle popolazioni correlava positivamente con il tasso di estensione lineare medio e la densità scheletrica media (Tabella 2). Secondo i coefficienti di bootstrapping, il tasso di calcificazione spiegava il 66% della varianza del tasso di estensione lineare e l'84% della varianza della densità scheletrica (Tabella 2).

Considerando il dataset completo (tutte le età), la densità scheletrica media delle popolazioni non correlava con l'irradianza solare, mentre correlava negativamente con la SST, che ne spiegava il 92% della varianza (Tabella 3). Il tasso di estensione lineare medio delle popolazioni non correlava significativamente né con l'irradianza solare né con la SST (Tabella 3). Il tasso di calcificazione medio delle popolazioni non correlava con l'irradianza solare, mentre correlava negativamente con la SST, che ne spiegava il 74% della varianza (Tabella 3). Il modello lineare indicava che  $1^\circ C$  di incremento della SST diminuiva la densità scheletrica media delle popolazioni di  $0.58 mg mm^{-3}$  e diminuiva il tasso di calcificazione medio delle popolazioni di  $1.00 mg mm^{-2} yr^{-1}$ . Le tendenze derivate dal dataset completo erano confermate dalle analisi stratificate per età sui subset dei campioni immaturi e maturi (Tabella 3). Il subset dei campioni anziani mostrava tendenze simili, eccetto che il tasso di estensione lineare medio delle popolazioni correlava positivamente con la SST e il tasso di calcificazione medio non correlava significativamente con la SST, considerando il valore di bootstrapping di  $r$  (Tabella 3).

Basandosi sulle due regressioni significative del dataset completo, il modello lineare prediceva che

**Tabella 1: *Balanophyllia europaea*. Densità scheletrica, tasso di estensione lineare e tasso di calcificazione medi delle popolazioni. I siti sono disposti in ordine decrescente di SST.  $n$  = numero di individui, ES = Errore Standard.**

Popolazione	$n$	Densità scheletrica media ( $mg mm^{-3}$ )	ES	Tasso di estensione lineare medio ( $mm yr^{-1}$ )	ES	Tasso di calcificazione medio ( $mg mm^{-2} yr^{-1}$ )	ES
Calafuria	941	1.95	0.01	1.49	0.01	2.86	0.03
Elba	38	1.41	0.06	1.15	0.04	1.62	0.09
Palinuro	80	1.05	0.03	0.96	0.02	1.02	0.04
Scilla	48	1.01	0.04	1.12	0.03	1.12	0.06
Genova	55	0.93	0.02	1.17	0.04	1.09	0.04
Pantelleria	171	0.91	0.02	1.08	0.01	0.97	0.02

**Tabella 2: *Balanophyllia europaea*. Analisi di regressione lineare e correlazione tra densità scheletrica, tasso di estensione lineare e tasso di calcificazione medi nei sei siti ( $n = 6$ ).  $r^2$  coefficiente di determinazione di Pearson,  $r$  coefficiente di correlazione di Pearson,  $r_{BS}^2$  e  $r_{BS}$  coefficienti di Pearson calcolati con il bootstrapping, \*  $p < 0.050$ , \*\*  $p < 0.010$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .**

Variabile dipendente	Variabile indipendente	Pendenza	Intercetta	$r^2$	$R$	$r_{BS}^2$	$r_{BS}$
Densità scheletrica	Estensione lineare	1.931	-1.034	0.713	0.845 *	0.392	0.626
Calcificazione	Estensione lineare	3.805	-2.973	0.851	0.923 **	0.661	0.813 *
Calcificazione	Densità scheletrica	1.773	-0.699	0.967	0.984 ***	0.841	0.917 *

la calcificazione sarebbe cessata alla SST media annuale di 20.5°C e che la densità scheletrica avrebbe raggiunto valori nulli alla SST media annuale di 21.2°C (Tabella 3).

### Discussione

La 'stretching modulation of skeletal growth' è un meccanismo che i coralli possono adottare per investire preferenzialmente la calcificazione in densità scheletrica o in estensione lineare [6]. *Porites*, ad esempio, investe l'aumento di calcificazione a temperature elevate in estensione lineare, permettendo al corallo di occupare lo spazio il più rapidamente possibile [4]. Al contrario, *Montastraea annularis* investe l'aumento di calcificazione a temperature elevate per costruire scheletri più densi [6]. In *B. europaea*, l'estensione lineare e la densità scheletrica correlavano entrambe positivamente con il tasso di calcificazione, indicando che la capacità di colonizzare rapidamente il substrato e la resistenza meccanica dello scheletro sono entrambe importanti per questa specie, e la calcificazione è allocata equamente tra aumento di densità scheletrica ed estensione lineare, rispetto a *Porites* e *M. annularis*. Per ogni 1 mg mm<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> di riduzione del tasso di calcificazione, il tasso di estensione lineare diminuiva di ~ 0.3 mm yr<sup>-1</sup> e la densità scheletrica diminuiva di ~ 0.6 mg mm<sup>-3</sup>.

Il fatto che il tasso di calcificazione e la densità scheletrica non correlavano con l'irradianza, mentre correlavano negativamente con la SST, conferma gli studi precedenti sulla biometria [12], accre-

scimento e stabilità della struttura di popolazione di questa specie [13], dove i parametri dei coralli mostrano relazioni più forti e significative con la temperatura che con la luminosità. I trend delle analisi eseguite sul dataset completo erano confermati dalla maggior parte delle analisi sui tre subset basati sull'età, indicando che le differenze nell'età media dei campioni delle popolazioni [13] non hanno influenzato i risultati. La correlazione positiva tra tasso di estensione lineare ed SST nei campioni più anziani è attesa, dato che la lunghezza asintotica dei coralliti delle popolazioni correla positivamente con la SST [13]. Data la riduzione del tasso di accrescimento di questa specie man mano che le dimensioni del corallite si avvicinano a quella asintotica, i campioni più anziani in acque fredde hanno dimensioni vicine all'asintoto ed aumentano le loro dimensioni molto lentamente, mentre i campioni più anziani nelle acque più calde sono lontani dall'asintoto e continuano ad aumentare significativamente le loro dimensioni [13]. Questa è molto probabilmente la causa della diminuzione del valore di  $r$  nella correlazione negativa tra calcificazione ed SST per il subset dei campioni anziani (l'estensione lineare nel subset dei campioni anziani non diminuisce con la SST come negli altri subset, e il decremento della calcificazione con la SST è meno rapido).

Il decremento della calcificazione all'aumentare della temperatura in *B. europaea* è in contrasto con altri studi sulle variazioni latitudinali della calcificazione in coralli tropicali e temperati, dove il trend è opposto [4]. Oltre ad essere opposta, la risposta del tasso di calcificazione di *B. europaea* alla temperatura (-1.00 mg mm<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>; questo

**Tabella 3: *Balanophyllia europaea*. Analisi di regressione lineare e correlazione tra parametri ambientali e parametri dell'accrescimento nei sei siti ( $n = 6$ ). I coefficienti delle regressioni sono mostrati solo dove la relazione è significativa.  $r^2$  coefficiente di determinazione di Pearson,  $r$  coefficiente di correlazione di Pearson,  $r^2_{BS}$  e  $r_{BS}$  coefficienti di Pearson calcolati con il bootstrapping, \*  $p < 0.050$ , \*\*  $p < 0.010$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .**

Variabile dip.	Variabile indep.	Pendenza	Intercetta	$r^2$	$R$	$r^2_{BS}$	$r_{BS}$
Tutti i campioni							
Densità schel.	Irradianza	-	-	0.260	-0.510	0.244	-0.494
Estens. Lineare	Irradianza	-	-	0.304	-0.551	0.343	-0.586
Calcificazione	Irradianza	-	-	0.278	-0.527	0.314	-0.560
Densità schel.	SST	-0.580	12.313	0.934	-0.967 **	0.920	-0.959 **
Estens. Lineare	SST	-	-	0.527	-0.726	0.296	-0.544
Calcificazione	SST	-0.997	20.542	0.850	-0.922 **	0.740	-0.860 *
Campioni immaturi (0-4 anni)							
Densità schel.	Irradianza	-	-	0.372	-0.610	0.389	-0.624
Estens. Lineare	Irradianza	-	-	0.493	-0.702	0.530	-0.728
Calcificazione	Irradianza	-	-	0.379	-0.615	0.416	-0.645
Densità schel.	SST	-0.572	12.049	0.848	-0.921 **	0.674	-0.821 *
Estens. Lineare	SST	-	-	0.615	-0.784	0.415	-0.644
Calcificazione	SST	-1.226	25.192	0.831	-0.911 *	0.667	-0.817 *
Campioni maturi (5-8 anni)							
Densità schel.	Irradianza	-	-	0.263	-0.513	0.329	0.574
Estens. Lineare	Irradianza	-	-	0.314	-0.561	0.245	-0.495
Calcificazione	Irradianza	-	-	0.314	-0.561	0.318	-0.564
Densità schel.	SST	-0.643	13.527	0.928	-0.964 **	0.899	-0.948 **
Estens. Lineare	SST	-	-	<0.001	-0.005	<0.001	-0.004
Calcificazione	SST	-0.766	16.109	0.890	-0.943 **	0.792	-0.890 *
Campioni anziani (>8 anni)							
Densità schel.	Irradianza	-	-	0.206	-0.454	0.175	-0.418
Estens. Lineare	Irradianza	-	-	0.255	0.505	0.233	0.483
Calcificazione	Irradianza	-	-	0.166	-0.408	0.105	-0.324
Densità schel.	SST	-0.704	14.778	0.888	-0.942 *	0.841	-0.917 *
Estens. Lineare	SST	0.170	-2.436	0.981	0.991 ***	0.974	0.987 **
Calcificazione	SST	-	-	0.800	0.895 *	0.571	-0.756

studio, Tabella 3) era tre volte inferiore rispetto a quella di *Porites* (+3.30 mg mm<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>) [4], e cinque volte inferiore rispetto a *M. annularis* (+5.70 mg mm<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>) [6]. Tuttavia, un recente studio mostra un decremento della calcificazione nel corallo massivo *Porites* della Grande Barriera Corallina lungo un periodo di 16 anni, suggerendo

che questa riduzione sia collegata agli effetti combinati dell'aumento della temperatura del mare e dell'acidificazione associata alla  $pCO_2$  [5].

La riduzione della calcificazione di *B. europaea* all'aumentare della temperatura potrebbe dipendere dalla risposta della fotosintesi delle zooxantelle alla temperatura, dato che nei coralli zooxantellati

la calcificazione è intensificata dalla fotosintesi [14], ed entrambi i processi hanno una temperatura di efficienza ottimale [7]. Nel corallo non fotosintetico e strettamente imparentato *Leptopsammia pruvoti*, la densità scheletrica misurata negli stessi siti di questo studio non è influenzata dalla temperatura [12]. Inoltre, i tassi di estensione lineare e di calcificazione non sono significativamente diversi tra due popolazioni di *L. pruvoti* distanti 850 km, nonostante i diversi regimi di temperatura [in preparazione]. Studi preliminari su varie popolazioni di *B. europaea* hanno trovato zooxantelle appartenenti esclusivamente al clade A. In condizioni sperimentali, l'esposizione di zooxantelle appartenenti a questo clade ospitate da *Cladocora caespitosa* a temperature elevate presenti in natura per lunghi periodi è risultata letale per il 100% delle colonie studiate [8]. In situ, diversi episodi di mortalità di massa sono stati riportati per *B. europaea* e *C. caespitosa*, collegati a periodi di temperature elevate e di bleaching [17]. La temperatura ottimale per la fotosintesi del sistema simbiotico di *B. europaea* potrebbe essere uguale o inferiore a quella minore registrata in natura nelle popolazioni campionate in questo studio (18.0°C). Testare l'ipotesi che l'aumento della temperatura causi una significativa riduzione dell'attività fotosintetica delle zooxantelle delle clade A in *B. europaea* richiede ulteriori investigazioni mediante approcci sperimentali.

I nostri risultati incoraggiano speculazioni sui possibili effetti dei cambiamenti climatici globali su questa specie. L'aumento globale della temperatura del mare è uno dei maggiori pericoli per i coralli [18]. La regressione lineare tra tasso di calcificazione ed SST prediceva che la calcificazione di *B. europaea* sarebbe cessata alla SST media annuale di 20.5°C (valori nulli di densità scheletrica sarebbero presenti a 21.2°C). L'estrapolazione della regressione tra calcificazione ed SST ha la limitazione di assumere che la relazione lineare sarà mantenuta. Questo potrebbe essere non necessariamente vero, infatti, mentre da 18.0°C (CL) a 19.1°C (PL) la calcificazione diminuisce del 64% (da 2.86 a 1.02 mg mm<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>), da 19.1°C (PL) a 19.9°C (PN) diminuisce solo del 5% (da 1.02 a 0.97 mg mm<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>), suggerendo l'esistenza di un possibile plateau (Tabella 1). Le conclusioni devono essere prese con cautela, ma la preoccupazione per il possibile destino negativo di questa specie endemica alla luce del continuo riscaldamento globale

rimane. Sebbene cambiamenti adattativi come l'acclimatazione (modificazione del metabolismo cellulare per aumentare le performance alle nuove temperature) o l'adattamento (la selezione di organismi che rispondono meglio alle nuove temperature) all'aumentare della temperatura non possano essere escluse, le prove che i coralli e i loro simbionti possano adattarsi al rapido cambiamento climatico sono equivoche o inesistenti [19]. Le SST globali sono previste in aumento di 1-3°C entro il 2100, con aumenti maggiori nelle aree temperate dell'emisfero nord rispetto alle aree tropicali [20]. Assumendo un aumento intermedio e piuttosto conservativo (2°C), ci si attende che la SST si avvicini al punto di calcificazione zero per la maggior parte delle popolazioni considerate in questo studio (temperatura previste nel 2100 nella popolazione di Calafuria = 20.0°C; Elba = 20.7°C; Palinuro = 21.1°C; Scilla = 21.5°C; Genova = 21.6°C; Pantelleria = 21.9°C). Questo scenario suggerirebbe una possibile riduzione dell'areale di questa specie, con irrecuperabili perdite di variabilità genetica, considerata la struttura genetica frammentata che caratterizza la specie [15].

Essendo endemica del Mediterraneo, *B. europaea* ha possibilità molto limitate di rispondere al riscaldamento delle acque muovendosi a nord verso temperature minori, visto che il range latitudinale considerato copre quasi l'intera distribuzione settentrionale di questa specie. Anche con i limiti dell'estrapolazione delle rette, questo studio sottolinea il rischio di perdita di biodiversità marina mediterranea nelle prossime decadi, aggiungendo una voce al coro di scienziati che da anni chiede un intervento politico globale per rallentare il riscaldamento globale.

### Ringraziamenti

Ringraziamo Luca Bortolazzi, Alessia Comini, Maria Ghelia, Gianni Neto e Luca Tomesani per l'assistenza subacquea alla raccolta dei campioni. I diving center Centro Immersioni Pantelleria, Il Pesciolino, Polo Sub e Sub Maldives hanno fornito assistenza logistica sul campo. Bologna Scuba Team (BST) e Scientific Diving School (SDS) hanno collaborato alle attività subacquee. Il Marine Science Group (<http://www.marinesciencegroup.org>) ha fornito supporto scientifico, tecnico e logistico. La ricerca è stata finanziata dal



Ministero dell'educazione, Università e Ricerca (MIUR), dal Ministero del Turismo della Repubblica Araba d'Egitto, dall'Associazione dei Tour Operator Italiani (ASTOI), da Project AWARE Foundation, da Scuba Nitrox Safety International (SNSI), da Scuba Schools International (SSI), da Underwater Life Project (ULP), da Marine & Fre-

shwater Science Group Association e dalla fondazione Canziani del Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna. Gli esperimenti sono stati svolti in accordo con la legislatura italiana corrente.

### Bibliografia

- [1] J. A. Kleypas, J. W. McManus, L. A. B. Menez, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1999, 39: 146.
- [2] J. M. Kain, *Brit. Phycol. J.* 1989, 24: 203.
- [3] D. W. Kinsey, P. J. Davies, Carbon turnover, calcification and growth in coral reefs. In *Biogeochemical cycling of mineral forming elements*. Elsevier. Amsterdam: 1979.
- [4] J. M. Lough, D. J. Barnes, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2000, 245: 225.
- [5] T. F. Cooper, G. De'ath, K. E. Fabricius, J. M. Lough, *Glob. Change Biol.* 2008, 14: 529.
- [6] J. P. Carricart-Ganivet, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2004, 302: 249.
- [7] S. A. Howe, A. T. Marshall, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2002, 275: 63.
- [8] R. Rodolfo-Metalpa, C. Richard, D. Allemand, C. Ferrier-Pagès, *J. Exp. Biol.* 2006, 209: 4546.
- [9] H. Zibrowius, *Atlantic. Mem. Inst. Oceanogr. (Monaco)* 1980, 11: 1.
- [10] S. Goffredo, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Coral Reefs* 2004, 23: 433.
- [11] S. Goffredo, S. Arnone, F. Zaccanti, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2002, 229: 83.
- [12] S. Goffredo, E. Caroselli, E. Pignotti, G. Mattioli, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2007, 152: 351.
- [13] S. Goffredo, E. Caroselli, G. Mattioli, E. Pignotti, F. Zaccanti, *Coral Reefs* 2008, 27: 623.
- [14] F. A. Al-Horani, T. Ferdelman, S. M. Al-Mogh-rabi, D. de Beer, *Coral Reefs* 2005, 24: 173.
- [15] S. Goffredo, L. Mezzomonaco, F. Zaccanti, *Mar. Biol.* 2004, 145: 1075.
- [16] L. von Bertalanffy, *Hum. Biol.* 1938, 10: 181.
- [17] R. Rodolfo-Metalpa, C. N. Bianchi, A. Peirano, C. Morri, *Coral Reefs* 2000, 19: 24.
- [18] T. P. Hughes, A. H. Baird, D. R. Bellwood, M. Card, S. R. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J. B. C. Jackson, J. Kleypas, J. M. Lough, P. Marshall, M. Nyström, S. R. Palumbi, J. M. Pandolfi, B. Rosen, J. Roughgarden, *Nature* 2003, 301: 929.
- [19] O. Hoegh-Guldberg, P. J. Mumby, A. J. Hooten, R. S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. D. Harvell, P. F. Sale, A. J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C. M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R. H. Bradbury, A. Dubi, M. E. Hatzio-los, *Science* 2007, 318: 1737.

## **Indagine archeozoologica sulle impronte di mammiferi conservate sui laterizi della fornace romana di Casa Campacci, Livorno**

Franco Sammartino<sup>1</sup>, Michelangelo Biscotti<sup>1\*</sup>

**Parole chiave:** archeozoologia, impronte mammiferi, laterizi, Casa Campacci

*Casa Campacci rappresenta un interessante sito di età romana (I secolo a.C.-III secolo d.C.) che si trova alla periferia di Livorno. Il sito afferisce all'hinterland produttivo del Portus Pisanus. Ricognizioni di superficie hanno messo in evidenza la presenza di una fornace e numerosi resti di laterizi e anforacei. Tra i reperti, oggi conservati presso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno, si trovano alcuni laterizi sui quali sono state individuate impronte di mammiferi che si presentano sotto forma di singole tracce o di piste parziali. Una ricerca su queste impronte ha rivelato che a lasciarle furono cani, ungulati, felidi e altri mammiferi. Lo studio delle impronte è stato effettuato attraverso una analisi morfologica comparata che ha permesso una stima dell'età degli individui. I risultati ottenuti forniscono un contributo alla comprensione del popolamento faunistico dell'area nel periodo di attività della fornace e consentono di dedurre alcune delle caratteristiche ecologiche locali.*

### **Introduzione**

**L**a fornace di Casa Campacci, si trova sul lato sinistro orografico del Rio Paganello a quota 13 m slm sul limite nord, nord-est della vasta pianata del Terrazzo di Livorno. Questa è composta da sabbie della Formazione delle Sabbie di Ardenza e affiora ininterrottamente partendo da sud in località Maroccone fino alla Valle del Torrente Ugione, per proseguire nell'area di Stagno ed affacciarsi a nord nella vasta pianura della Valle dell'Arno [1] (Fig. 1). L'apporto di sabbia proveniente dal Terrazzo di Livorno ha coperto completamente gli strati di conglomerati e di argille affioranti sulle sponde del Rio Paganello, che declina dolcemente verso l'alveo del torrente. Questi strati, nell'area in studio, sono ben esposti solamente sul fondo dei canali di drenaggio dei campi coltivati.

L'area di affioramento dei materiali archeologici

occupa circa un ettaro e si trova al centro di una zona interessata dai resti di un sito di età ellenistica, che ebbe continuità fino ad età tardoantica [2], e da tre stazioni preistoriche, una del Paleolitico medio e le altre di epoca olocenica [3]. La zona di Casa Campacci è compresa in una vasta area che è stata intensamente frequentata e utilizzata anche a scopo agricolo nel Neolitico [4].

### **gli autori**

<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, via Roma 234, 57100, Livorno  
e-mail fsammartino@alice.it  
zoologia.museo@provincia.livorno.it

\*Autore per corrispondenza



Figura 1: Localizzazione del sito.

Il sito di Casa Campacci è già noto in letteratura per alcuni studi eseguiti sulle ceramiche prodotte in loco da una fornace che è risultata attiva dalla seconda metà del I all'inizio del III sec d.C. [2, 5]. In questa fornace sono stati prodotti laterizi, ceramica d'uso comune e anfore Dressel 2/4 [6] utilizzando l'argilla reperibile negli affioramenti precedentemente menzionati nei pressi della stessa ed in altre zone vicine ubicate sempre nella valle del Rio dell'Acqua Puzzolente. Questo torrente scorre circa 200 metri ad est del sito in esame. Le argille contengono inclusi derivati dal disfacimento di rocce calcaree e di rocce verdi, quali serpentiniti e gabbri, del Poggio Corbolone che si colloca a nord dei Monti Livornesi.

Un piccolo numero di laterizi scoperti a Casa Campacci presenta tracce di passaggio di mammiferi di diverse dimensioni. In alcuni casi le impronte sono ben conservate e consentono una determinazione a livello di genere o di specie. In questo lavoro presentiamo i risultati di una analisi archeozoologica condotta su questa documentazione finalizzata all'individuazione dei macromammiferi che hanno frequentato la zona nel periodo di attività della fornace e alla caratterizzazione paleoambientale dell'area.

### Materiali e metodi

Sono stati analizzati 18 frammenti di laterizi provenienti dal sito di Casa Campacci depositati per conto della Soprintendenza dei Beni Archeologici della Toscana presso il Museo di Storia Naturale

del Mediterraneo di Livorno. Alcuni dei reperti sono stati esposti nella mostra archeologica *Portus Pisanus e il suo retroterra* presso il suddetto museo nel corso del 2009.

I laterizi erano prodotti nella fornace con l'argilla raccolta nei vicini affioramenti; questa veniva impastata, lavorata, sagomata e infine, prima della cottura, veniva fatta seccare per alcuni giorni in ambienti aerati e spesso riparati da tettoie [7, 8]. Tutte le impronte di seguito descritte sono state lasciate su tegole con impasto ancora fresco giacenti nelle apposite forme durante la fase di essiccazione, appunto, prima della loro cottura nella fornace.

Per la determinazione delle impronte è stata sufficiente un'analisi morfologica visiva senza strumenti di magnificazione date le dimensioni dei materiali studiati. Per la determinazione tassonomica e l'analisi paleoecologica si è fatto ricorso a dati bibliografici [9, 10, 11, 12].

### Risultati

Le tracce individuate vengono descritte di seguito. I reperti sono illustrati nelle figure 2 e 3 e le specie individuate sono presentate nella Tabella 1 con informazioni relative alle loro affinità ecologiche.

#### Descrizione dei reperti

1-Frammento d'impasto depurato rosato con scarsi inclusi dallo spessore di mm 30. Si tratta di una singola impronta di volpe (*Vulpes vulpes*) profonda 7 mm e lunga 58 mm. (Figura 2-1). Nell'impronta sono evidenti parte del cuscinetto plantare e tre dita con unghie allungate e convergenti verso l'asse longitudinale del pes. L'impronta si distingue da quella di lupo o di cane per la lunghezza delle unghie e per l'allungamento del III e IV dito.

2-Frammento spesso 28 mm e conservante la porzione laterale d'impasto semidepurato rosato e con inclusi di 4 mm (Figura 2-2). Si sono conservate due impronte parziali profonde fino a 1 cm orientate nella stessa direzione. Nel frammento si trova un'impronta costituita da tre dita con unghie di cui si conserva l'impronta degli apici; una seconda impronta costituita da un solo dito con unghia si trova a pochi mm dalla prima. Le dita hanno cuscinetti ampi dal bordo uniformemente convesso. La forma delle dita e l'arrotondamento dell'apice delle unghie permette l'attribuzione delle impronte ad un cane (*Canis* sp.).

Indagine archeozoologica sulle impronte di mammiferi conservate sui laterizi della fornace romana di Casa Campacci, Livorno



*Figura 2: Casa Campacci. Impronte di mammiferi su tegole romane (barra = 2 cm). Descrizioni nel testo.*

3-Frammento d'impasto depurato rosato spesso 27 mm con incrostazioni calcaree, con inclusi di 1-2mm al massimo. Nel frammento sono presenti tre impronte poco profonde in varie direzioni di gatto, una completa (lunga 35 mm e profonda fino a 3 mm), le altre due parziali (figure 2-3, 2-4). In tutte le impronte le dita sono molto ravvicinate e hanno perimetro uniformemente convesso; l'impronta completa mostra un frammento del cuscinetto centrale nel quale è conservata parte di un'espansione laterale la cui presenza, insieme con la forma rotondeggiante delle dita, supporta l'attribuzione delle impronte ad un gatto selvatico (*Felis sylvestris*).

4-frammento d'impasto semidepurato rosato spesso 28 mm con incrostazioni calcaree, con inclusi di 2 mm. Si tratta di due impronte poco profonde (fino a 4 mm) di gatto (*Felis* sp.) parzialmente sovrapposte.

5-frammento d'impasto semidepurato arancio, con inclusi di 3 mm che conserva una singola impronta poco profonda (fino a 5 mm) di cane (*Canis* sp.) lunga circa 35 mm (Figura 2-5).

6-Frammento conservante porzione di spalla d'impasto avana-rosato semidepurato spesso 31 mm. L'impronta conservata è lunga 36 mm e comprende quattro dita arrotondate e disposte in maniera semicircolare la cui forma e dimensioni permettono l'attribuzione a un gatto probabilmente selvatico (*Felis* sp. cf. *sylvestris*) (Figura 2-6).

7-Frammento d'impasto semidepurato, rosato giallastro spesso 26 mm, con rari inclusi superiori ai 3 mm. Si conservano sei impronte poco profonde, parzialmente sovrapposte in varie direzioni. L'impronta più lunga arriva a 19 mm ed è profonda 2 mm (Figura 2-7). Si distingue la zampa anteriore destra di una donnola (*Mustela nivalis*) con III e IV dito più avanzati e tondeggianti, V dito molto più arretrato, II dito più arretrato del III e I esattamente dietro al II. Le unghie sono visibili e allungate. Le altre impronte, tutte riconducibili alla morfologia della donnola, sono variamente sovrapposte; due impronte sono orientate nella direzione opposta.

8-Frammento d'impasto rossiccio spesso 26 mm con numerosi inclusi in media di 3 mm. Si conservano due impronte profonde fino a 10 mm orientate nella stessa direzione e lunghe 35 mm al massimo (Figura 2-8). Le due impronte sono di un ungulato caratterizzato da due unghie allungate e asimmetriche alla cui base sono evidenti i

cuscinetti interni e posteriori. Il bordo mediale dell'unghia è lineare e forma una concavità anteriore verso l'apice. La forma dell'unghia e le dimensioni suggeriscono che le impronte siano state lasciate da un capriolo (*Capreolus capreolus*).

9-Frammento conservante parte di spalla d'impasto rossiccio depurato spesso 30 mm. Contiene due impronte orientate nella stessa direzione profonde fino a 15 mm di cinghiale leggermente sovrapposte e lunghe al massimo 58 mm (Figura 2-9). Lateralmente all'impronta superiore si trova l'impressione dello sperone sinistro (dito II). La presenza dello sperone in posizione laterale e posteriore rispetto alle dita, la generale morfologia e le dimensioni delle tracce supportano un'attribuzione a *Sus scrofa majori* adulto. La posizione delle tracce e il loro parallelismo suggerisce che il cinghiale fosse in corsa.

10-Frammento d'impasto semidepurato avana spesso 28 mm con rarissimi inclusi superiori ai 3 mm. Conserva un'impronta singola di suide (*Sus scrofa*) lunga al massimo 27 mm e profonda 3. (Figura 2-10).

11-Frammento d'impasto avana spesso 25 mm depurato. Presenta due impronte parziali di cui una costituita da un singolo dito (Figura 2-11). L'impronta più completa è lunga 30 mm e presenta due dita fortemente asimmetriche e rivolte verso l'interno del pes per una probabile una malformazione dell'unghia destra. Le impronte sono attribuite ad un giovane suide (*Sus scrofa*).

12-Frammento conservante parte di spalla d'impasto avana depurato spesso 36 mm. Si tratta di due impronte parziali orientate nella stessa direzione di due suidi di dimensioni diverse. L'impronta più profonda arriva a 3 mm (Figura 2-12). L'impronta più piccola è lunga 20 mm e presenta margini anteriori delle dita arrotondati mentre la più grande è lunga 25 mm e ha bordo anteriore dell'unghia più stretto.

13-Frammento d'impasto giallastro ben depurato spesso 32 mm. Conserva due impronte parziali orientate nella stessa direzione e lunghe 38 e 22 mm poste una di fronte all'altra. Le dita sono parallele e i bordi esterni lineari. Cinquanta mm dietro all'apice dell'unghia dell'impronta più grande si trova la traccia dello sperone. Forma e dimensioni suggeriscono un'attribuzione a due individui di capriolo (*Capreolus capreolus*) (Figura 3-1).

Indagine archeozoologica sulle impronte di mammiferi conservate sui laterizi della fornace romana di Casa Campacci, Livorno



Figura 3: Casa Campacci. Impronte di mammiferi su tegole romane (barra = 2 cm). Descrizioni nel testo.

14-Frammento d'impasto avana spesso 26 mm e con inclusi di 4 mm al massimo. Conserva un'impronta parziale di canide (*Canis* sp.) con 3 dita e una parziale (le impronte delle unghie non sono visibili) lunga circa 30 mm (Figura 3-2).

15-Frammento d'impasto rosato depurato spesso 26 mm. Presenta due impronte appartenenti a due individui di suide lunghe al massimo 35 mm (Figura 3-3).

16-Frammento d'impasto rosato spesso 30 mm con un'impronta quasi completa di gatto (*Felis* sp.) con 4 dita e cuscinetto posteriore lunga 31 mm (Figura 3-4). Le dimensioni suggeriscono che si tratti di un gatto domestico per quanto le dita siano più rotondeggianti rispetto a quanto ci si aspetterebbe in questa specie.

17-Frammento d'impasto rosato depurato spesso 30 mm con un'impronta parziale di canide (*Canis* sp.) di cui restano due dita e una parziale lunga 46 mm (Figura 3-6).

18-Frammento d'impasto rosa chiaro spesso 26 mm con due impronte parziali molto superficiali costituite dai bordi esterni dell'unghia di un suide indeterminato di piccole dimensioni (Figura 3-5).

La lunghezza residua dell'impronta più completa è di 30 mm. Le due impronte sono parallele e parzialmente sovrapposte suggerendo che l'animale stesse correndo.

#### Ecologia

Nella Tabella 1 sono riportati gli *habitat* associati alle specie individuate. Tutte le specie determinate sono distribuite prevalentemente in boschi [12]. La donnola, il gatto selvatico e la volpe sono però presenti anche in altri habitat quali la macchia e la campagna coltivata. Capriolo e cinghiale sono invece più frequenti in boschi ma sono anche presenti in aree più aperte al limitare dei boschi. Queste osservazioni suggeriscono la presenza di un bosco nelle immediate vicinanze della fornace. Le dimensioni delle impronte lasciate dai suidi mostrano la presenza di individui adulti e di giovani. Tenendo conto che nel cinghiale l'accoppiamento si realizza durante l'inverno e che i cuccioli nascono a primavera inoltrata [10, 12], è ragionevole ritenere che le impronte siano state lasciate tra la fine della primavera e l'estate.

Tabella 1. Tassonomia ed ecologia delle specie individuate dallo studio delle impronte sui laterizi di Casa Campacci.

Nome comune	Specie	n. reperti	n. minimo di individui	Età	Habitat(*)
volpe	<i>Vulpes vulpes</i> L.	1	1	adulto	B, RA, CC, M
canide indet.	<i>Canis</i> sp.	4	4	adulti	
gatto selvatico	<i>Felis sylvestris</i> L.	1	1	adulto	B, M
	<i>Felis</i> sp.	2	2	1 adulto	
	<i>Felis</i> sp. cf. <i>sylvestris</i>	1	1	adulto	
donnola	<i>Mustela nivalis</i> L.	1	?1	adulto	B, RA, CC, M
capriolo	<i>Capreolus capreolus</i> L.	2	3	adulti	B
cinghiale	<i>Sus scrofa majori</i> De Beaux et Festa	1	1	adulto	B
suide indet.	<i>Sus scrofa</i> L.	5	7	6 juvenili, 1 subadulto	
	Totale	17	21		

(\*) Legenda: B = Boschi, RA = Radure Aperte, CC = Campagne coltivate, M = Macchia. Dati da Corbet e Ovenden (1986).

### Discussione

La fornace di Casa Campacci da cui provengono i frammenti di laterizi studiati nel presente lavoro era collocata in un'area con facile approvvigionamento idrico, grazie alla vicinanza del Rio dell'Acqua Puzzolente. La presenza di un corso d'acqua, in aggiunta alla disponibilità in posto di banchi di argilla, era una prerogativa essenziale per l'impianto della fornace stessa. Come documentato nel presente lavoro, la presenza in loco di animali che hanno un *habitat* che comprende boschi d'alto fusto, macchia mediterranea, campi coltivati e radure con cespugli (Tabella 1) consente di stabilire che nella zona, nel periodo di attività della fornace, si trovavano ampie zone boschive che certamente hanno facilitato l'approvvigionamento di combustibile per la fornace stessa. Strabone (63 a.C.-20 d.C.) documenta la presenza di abbondanza di legname nelle zone limitorfe, un fattore che favorì la crescita dell'area portuale pisana [13].

I laterizi studiati provengono da un insediamento produttivo nell'hinterland del *Portus Pisanus* la cui attività è collocabile fra il I secolo a.C. e il III secolo d.C. [2, 5]. Questo insediamento era parte di una rete economica agro-silvo-pastorale e manifatturiera con fattorie e fornaci localizzate in zone pedecollinari intorno all'area portuale (Anagnano, Collinaia, Salviano, Le Basse, Casa Cam-

pacci, Vallin Buio, Suese, Cà Lo Spelli) [5, 6, 14]. Questo pattern insediativo è da contestualizzare in un ambiente che recenti analisi polliniche hanno ricostruito come caratterizzato da boschi con *Quercus*, *Fraxinus*, *Alnus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Corylus* e con abbondanti Gramineae, Ericaceae, Ranunculaceae e Cyperaceae [15]. Anche se non c'è accordo sull'evoluzione delle temperature nel periodo in questione [15, 16], molti autori concordano nel ritenere che il clima tra il II secolo a.C. e il II d.C. fosse particolarmente variabile con eccezionale piovosità, elevato regime di erosione, robusto apporto di sedimenti fluviali e occasionali ma catastrofiche esondazioni dell'Arno [15, 17].

Le specie mammaliane individuate attraverso l'analisi dei laterizi della fornace di Casa Campacci mostrano la presenza, nel periodo indicato, di una macrofauna perfettamente compatibile con le ricostruzioni della copertura vegetale ottenute dallo studio dei pollini e configurano un ambiente in cui uomini e animali selvatici vivevano in stretta prossimità probabilmente a causa di un processo di insediamento che implicava rapida colonizzazione e distruzione di ambienti boschivi per permettere lo sviluppo di un'economia basata essenzialmente sull'agricoltura e sulla produzione di laterizi e ceramiche per la cui realizzazione erano necessarie importanti quantità di legname.

Indagine archeozoologica sulle impronte di mammiferi conservate sui laterizi della fornace romana di Casa Campacci, Livorno

### Ringraziamenti

Si ringrazia Giuditta Grandinetti (Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Livorno) per il supporto bibliografico relativo al paleoambiente del *Portus Pisanus*.

### Bibliografia

- [1] A. Lazzarotto, R. Mazzanti, C. Nencini, *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno. 1990, 11 (Suppl. 2): 1.
- [2] M. Pasquinucci, *Il territorio livornese in età romana: Portus Pisanus ed altre aree di particolare interesse*. In Storia del territorio livornese. Atti I Seminario. Comune di Livorno. Livorno: 1992.
- [3] A. Ciampalini, F. Sammartino, *Le industrie musteriane e le Sabbie di Ardenza (Livorno)*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno. 2007, 20: 27.
- [4] F. Sammartino, *Area di disboscamento e d'uso agricolo nel Neolitico, individuata dal ritrovamento di resti della cultura materiale in località Condotti Vecchi (Livorno)*. Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno. 2005, 18: 45.
- [5] M. Pasquinucci, *Aspetti del popolamento costiero nel territorio livornese*. In Archeologia e territorio. Atti II Seminario. Provincia di Livorno. Livorno: 2003.
- [6] S. Menchelli, *Nuove acquisizioni per le figline dell'Etruria settentrionale costiera*. In Archeologia e Territorio Livornese. Atti II Seminario. Provincia di Livorno. Livorno: 2003.
- [7] N. Cuomo di Caprio, *Proposta di classificazione delle fornaci per ceramica e laterizi nell'area italiana*. Sibirium. 1971, 11: 371.
- [8] F. Rossi, *Le fornaci romane di Lonato*. Soprintendenza Archeologica Lombardia. Milano: 1988.
- [9] P. Bang, *Guida alle tracce degli animali*, Zanichelli. Bologna: 1993.
- [10] L. Boitani, *Le tracce raccontano*. Euroclub. Milano: 1990.
- [11] A. Lang, *Tracce di animali*. Zanichelli. Bologna: 1989.
- [12] G. Corbet, D. Oviden, *The mammals*. Wm. Collins Sons & Co. Ltd. Glasgow: 1980.
- [13] G. Giachi, S. Lazzeri, S. Paci, *Il legno utilizzato per la costruzione delle imbarcazioni: indagini preliminari*. In Le navi antiche di Pisa. Edizioni Polistampa. Firenze: 2000.
- [14] S. Ducci, F. Carrera, D. Pasini, M. Bonaiuto, *Il centro manifatturiero in località Cà Lo Spelli (Collesalveti, Livorno)*. Porti antichi e retroterra produttivi – Congresso Internazionale. Abstracts. Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Livorno: <http://www.provincia.livorno.it/attivita/museo/porti/ABSTRACTS.pdf>. 2009.
- [15] M. Mariotti Lippi, C. Bellini, C. Trinci, M. Benvenuti, P. Pallecchi, M. Sagri, *Pollen analysis of the ship site of Pisa San Rossore, Tuscany, Italy: the implications for catastrophic hydrological events and climatic change during the late Holocene*. Veget. Hist. Archaeobot. 2006, 1: 1.
- [16] C. Taricco, M. Ghil, S. Alessio, G. Vivaldo, *Two millennia of climate variability in the Central Mediterranean*. Clim. Past. 2009, 5: 171.
- [17] M. Benvenuti, M. Mariotti-Lippi, P. Pallecchi, M. Sagri, *Late-Holocene catastrophic floods in the terminal Arno River (Pisa, Central Italy) from the story of a Roman riverine harbour*. The Holocene 2006, 16: 863.



## Considerazioni sui ricoveri di rapaci notturni presso il Centro di Recupero Uccelli Marini ed Acquatici della LIPU a Livorno

Gianluca Bedini\*<sup>1</sup>, Renato Ceccherelli<sup>1</sup>, Riccardo Gherardi<sup>1</sup>

**Parole chiave:** CRUMA, Strigiformi, Recupero fauna selvatica

*Nel presente lavoro sono analizzati i dati dei ricoveri di rapaci notturni giunti nell'anno 2008 presso il CRUMA (Centro di Recupero Uccelli Marini ed Acquatici) di Livorno, gestito dalla LIPU.*

*Questo centro per il recupero della fauna selvatica è specializzato nel ricovero, nella cura, nella riabilitazione e nel reinserimento in natura di uccelli marini e acquatici, ma oltre a questi, ogni anno, viene ricoverato anche un notevole numero di altri uccelli, di mammiferi, rettili ed anfibi.*

*In questo contesto, anche nel 2008, un buon numero di ricoveri (N=281) è stato rappresentato da individui appartenenti alle diverse specie di rapaci notturni. Tra questi la più numerosa in assoluto risulta essere la Civetta (*Athene noctua*) (61,4%), ma sono stati accolti anche Barbagianni (*Tyto alba*) (13,3%), Assioli (*Otus scops*) (12,7%), Allocchi (*Strix aluco*) (6,6%) e Gufi comuni (*Asio otus*) (6%).*

*Le località di provenienza di questi animali sono state rappresentate per la maggior parte dalle provincie di Livorno e Pisa, ma alcuni esemplari sono stati consegnati anche da altre provincie toscane come Lucca e Massa Carrara e dalla provincia di La Spezia.*

*La causa principale di ricovero è risultata essere il rinvenimento di pulli, concentrato nel periodo primaverile ed estivo, seguita dalla consegna di soggetti adulti trovati feriti in seguito a traumi da impatto. Per quanto riguarda invece il periodo di maggior affluenza, questo è risultato essere l'estate, ed in particolare i mesi di giugno e di luglio.*

*Infine, riguardo agli esiti relativi dell'anno in esame, la maggior parte degli animali, dopo un primo periodo di ricovero, è stata trasferita presso altri centri per la riabilitazione. Un numero inferiore di animali è deceduto o è stato liberato direttamente al termine del recupero.*

### Introduzione

Il CRUMA (Centro Recupero Uccelli Marini e Acquatici) è uno dei Centri LIPU che si occupa di curare, riabilitare e rilasciare la fauna selvatica che viene recuperata dagli enti, dalle altre associazioni e dai cittadini. A dispetto del nome, che indica semmai la tipologia di animali per i quali il CRUMA è altamente specializzato rispetto agli altri Centri, il Centro Recupero Uccelli Marini e Acquatici si occupa anche di altre specie animali ap-

partenenti alla fauna selvatica. In particolar modo il Centro riceve uccelli, ma non mancano i ricoveri di rettili, come le tartarughe, e di mammiferi, come ricci, pipistrelli, scoiattoli, ghiri, volpi, tassi e istrici.

Tra gli uccelli ricoverati presso il CRUMA non mancano i rapaci che, nell'anno 2008, sono stati 281 su un totale di 2844 ricoveri; di questi 166 erano strigiformi.

Scopo di questa breve comunicazione è quello di iniziare, a partire dal 2008, un processo di divulga-

Considerazioni sui ricoveri di rapaci notturni presso il Centro di Recupero Uccelli Marini ed Acquatici della LIPU a Livorno

**Tabella 1: Strigiformi ricoverati presso il CRUMA durante il corso del 2008 suddivisi per specie.**

Specie	N° individui	% individui
Allocco	11	6,6
Assiolo	21	12,7
Barbagianni	22	13,3
Civetta	102	61,4
Gufo comune	10	6,0
<b>Totali</b>	<b>166</b>	<b>100,0</b>

**Tabella 2: Strigiformi ricoverati presso il CRUMA durante il corso del 2008 suddivisi per Provincia di provenienza.**

Province	Civetta	Barbagianni	Assiolo	Allocco	Gufo comune	Totali
PI	50	7	6	3	3	69
LI	22	8	15	4	6	55
LU	21	4	0	4	1	30
MS	6	0	0	0	0	6
FI	2	0	0	0	0	2
PT	1	1	0	0	0	2
GR	0	1	0	0	0	1
SP	0	1	0	0	0	1
<b>Totali</b>	<b>102</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>166</b>

zione dei dati raccolti nei venti anni di attività del CRUMA per dare un contributo alla conoscenza della fauna toscana (nel caso specifico a quella degli strigiformi), sia dal punto di vista numerico che dal punto di vista delle minacce alle quali questa è sottoposta.

### Materiali e Metodi

Quando un animale selvatico viene recapitato presso il CRUMA, come prima cosa vengono registrati su un file tipo *Access* alcuni dati come il numero progressivo di scheda, univocamente attribuito all'animale, la specie di appartenenza e la data di consegna. Vengono inoltre registrati data e luogo di ritrovamento e i dati del mittente. Oltre a questi dati, alcune caselle della scheda elettronica

sono dedicate alle note cliniche e alle cause del ricovero.

Al fine di rendere più immediatamente leggibili i dati raccolti all'arrivo degli animali, sono state effettuate delle *query* in cui è stato richiesto al programma di estrarre per categorie le singole specie di animali. I dati ottenuti sono stati elaborati mediante l'utilizzo del programma *Excell*.

### gli autori

<sup>1</sup> C.R.U.M.A. – L.I.P.U.  
via delle Sorgenti 430 – 57121 Livorno  
cruma.livorno@lipu.it.

\* autore per corrispondenza

## Risultati

Nel 2008 sono stati ricoverati presso il CRUMA 166 strigiformi appartenenti a cinque specie, come riassunto in tabella 1. Le province di provenienza degli animali sono riportate in tabella 2.



*Figura 1: Pullus di Allocco.*

Le cause di ricovero, come riportato in figura 6 sono state diverse. Tra queste, la causa principale è il ritrovamento di pulli o giovani ai primi voli, raccolti perché in difficoltà oppure erroneamente ritenuti bisognosi di aiuto. Un'altra causa molto importante è il trauma da impatto, che può essere dovuto ad impatti con auto, con cavi elettrici, con vetrate o altro. Più rare, ma comunque presenti, altre cause legate al rapporto con l'uomo, come ferite d'arma da fuoco, predazione da parte di animali domestici.

In figura 7 è riportata la distribuzione temporale dei ricoveri di strigiformi presso il CRUMA nel corso del 2008.



*Figura 2: Pullus di Assiolo.*



*Figura 3: Pullus di Barbagianni.*

Considerazioni sui ricoveri di rapaci notturni presso il Centro di Recupero Uccelli Marini ed Acquatici della LIPU a Livorno



Figura 4: Pulli di Civetta.



Figura 5: Pullus di Gufu comune.

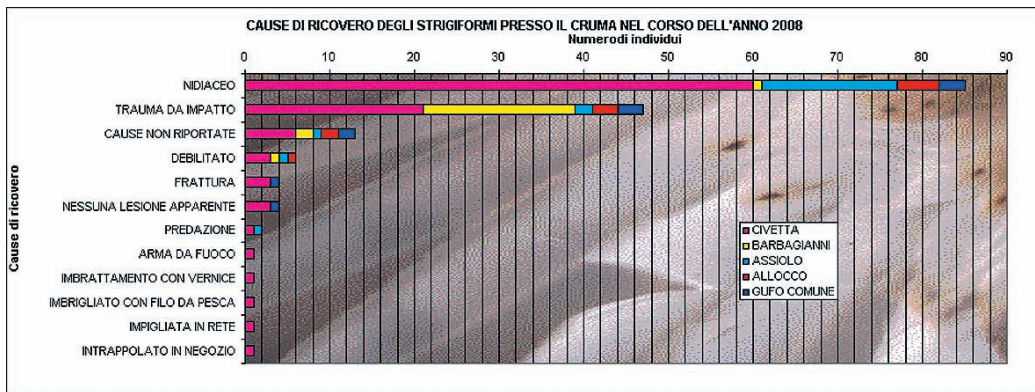


Figura 6: Cause di ricovero presso il CRUMA degli strigiformi nel corso del 2008.

Per quanto riguarda gli esiti dei ricoveri (figura 8), gli animali che non sono deceduti dopo il ricovero sono stati liberati o, per la maggior parte, trasferiti

presso il CRAS "L'assiolo" di Massa Carrara gestito dal WWF per le necessarie pratiche di riabilitazione prima del reinserimento in natura.

**Distribuzione temporale dei ricoveri di strigiformi presso il CRUMA nel corso del 2008**

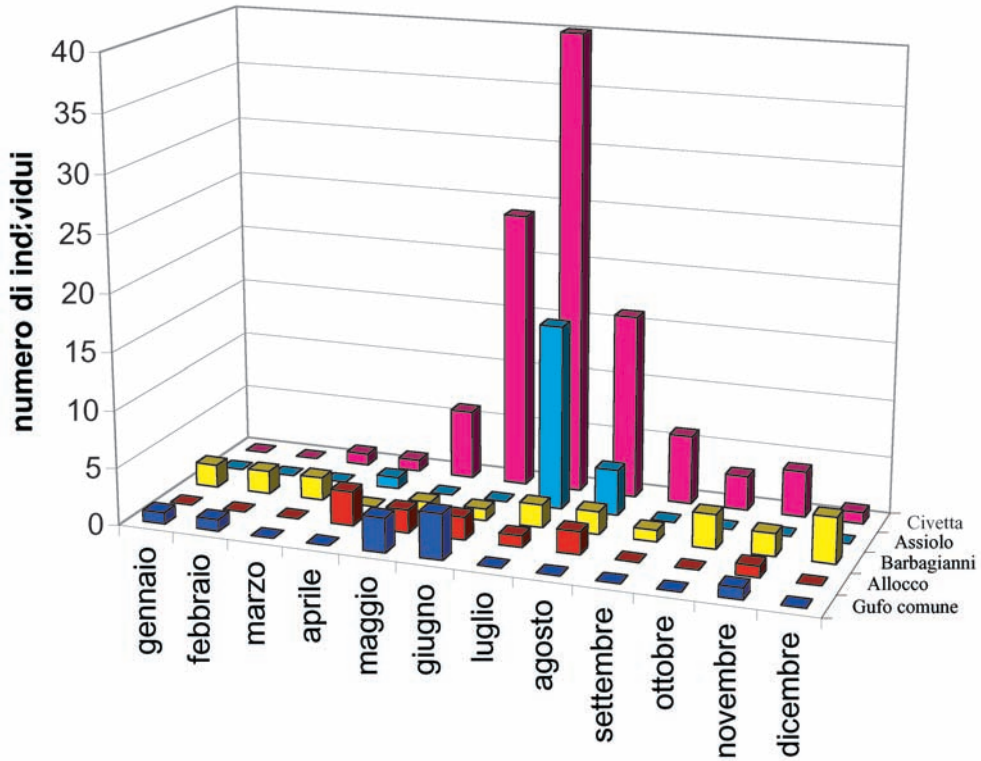


Figura 7: Distribuzione temporale dei ricoveri di strigiformi presso il CRUMA nel corso del 2008.

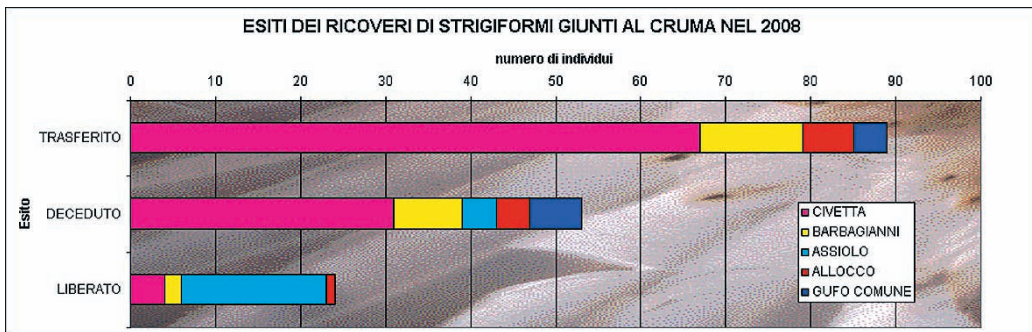


Figura 8: Esiti dei ricoveri di strigiformi giunti al CRUMA nel corso del 2008.

### Discussione

Per quanto riguarda le specie ricoverate, la netta prevalenza della civetta su tutte le altre specie può essere spiegata, in accordo anche con le mappe di distribuzione reperibili per il territorio della Regione Toscana [1], dall'elevato grado di sinantropia relativo a questa specie.

Riguardo alla provenienza, come atteso, questa rispecchia la posizione geografica del CRUMA che è situato in provincia di Livorno.

In merito ai motivi dell'ammissione, tutte e cinque le specie hanno presentato frequenze simili per cause di ricovero. Da sottolineare solo nel Barbagianni una spiccata incidenza di ricoveri a seguito a impatto contro i veicoli rispetto alle altre cause.

Relativamente alla Civetta, questi dati non si discostano molto da quelli presentati per la Toscana da Arcidiacono e collaboratori [2] se non per una ancora più alta percentuale di ritrovamenti di nidiacei.

L'andamento dei ricoveri durante l'arco dell'anno rispecchia le presenze sul territorio degli animali, il loro comportamento e la loro biologia riproduttiva. Fatto questo evidente in modo significativo per quanto riguarda l'Assiolo che essendo un migratore è presente in Toscana solo in primavera e in estate. Il Barbagianni viene ricoverato con meno frequenza nei mesi estivi, mentre i ricoveri si fanno più frequenti in inverno quando il rigore stagionale porta gli individui appartenenti a questa spe-

cie a battute di caccia più impegnative e più legate al traffico delle vie extraurbane dove è più facile rischiare di cadere vittime delle automobili.

Il grafico relativo agli esiti dei ricoveri mostra un numero di decessi maggiore di quello delle liberazioni, ma a tal proposito si deve tener presente che le liberazioni di strigiformi vengono effettuate solo in minima parte dal CRUMA, che per la riabilitazione al volo di questi animali si appoggia alle strutture del CRAS L'Assiolo del WWF di Ronchi di Massa Carrara.

Con tale Centro infatti esiste un rapporto di collaborazione che permette ad entrambi i centri di ottimizzare il lavoro di recupero attraverso uno "scambio" di pazienti che viene effettuato in base alle diverse tipologie di strutture che CRUMA e L'Assiolo possono mettere a disposizione per il recupero della fauna selvatica in difficoltà.

### Bibliografia

- [1] G. Tellini Florenzano, E. Arcamone, N. Baccetti, E. Meschini, P. Sposimo (eds), *Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in Toscana (1982-1992)*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno Serie Monografie 1. Livorno: 1997
- [2] G. Arcidiacono, S. Costa, C. Donati, R. Gherardi, M. Maestri, M. Mastroirilli, *Riassunti XV C.I.O.* 2009, 1: 38.

## ***Pollen-plot slide: una nuova metodologia per il biomonitoraggio della contaminazione dell'aria***

F.G. Rossetti\*<sup>1</sup>, V. Nicolardi<sup>2</sup>, C. Gaggi<sup>3</sup>

**Parole chiave:** polline, inquinamento atmosferico, biomonitoraggio

*Le aree industriali, urbane e periurbane sono fra le più interessate da inquinamento e/o contaminazione dovute ad attività antropiche. Le principali sorgenti di emissione sono rappresentate da attività che comportano combustioni (e.g. centrali termoelettriche, impianti di riscaldamento, traffico veicolare, impianti di termodistruzione di rifiuti solidi urbani, termovalorizzatori) e da attività industriali. A livello urbano e periurbano le cause principali di inquinamento atmosferico sono rappresentate da traffico veicolare, riscaldamento domestico e da attività produttive. A tale proposito il traffico stradale assume giorno dopo giorno dimensioni sempre più preoccupanti e, nonostante le limitazioni imposte da leggi nazionali e locali, in un rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (dicembre 2008) è stato documentato il non rispetto dei limiti normativi imposti a livello europeo per alcuni contaminanti in fase di vapore; perciò risulta sempre più necessaria non solo la sorveglianza dei livelli di contaminazione ma soprattutto la valutazione dei comparti di esposizione e dei rischi per la salute umana e per i sistemi naturali. A tal fine, negli ultimi anni, si è riscontrato un interesse sempre maggiore nell'utilizzo degli organismi vegetali nel biomonitoraggio della qualità atmosferica e tra questi, nell'ultimo decennio, è stata rivolta particolare attenzione ai pollini; anche se poche sono state le esperienze condotte sia in laboratorio che in campo, tali studi hanno dimostrato che inquinanti atmosferici come ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub> inducono nei granuli di polline risposte biologiche che possono variare da effetti riscontrabili a livelli molecolari fino ad alterazioni della loro intera funzionalità. Il presente progetto si basa sulla ricerca dei possibili effetti dell'inquinamento atmosferico sui granuli pollinici al fine di verificare la loro efficienza quali bioindicatori della qualità dell'aria. L'utilizzo dei gametofiti maschili a tale scopo non è, come visto precedentemente, una novità assoluta e la finalità del presente progetto è quella di sperimentare e validare una nuova metodologia di esposizione di tipo transplant, efficace, funzionale, a basso costo e di semplice esecuzione che è stata chiamata pollen-plot slide. Questo sistema di esposizione ha permesso di creare un indice di valutazione della qualità dell'aria utilizzando la soglia di effetto ottenuta dall'analisi dei granuli pollinici e dai livelli dei contaminanti legati principalmente al traffico veicolare. A questo scopo sono state poi misurate le concentrazioni di alcuni dei principali contaminanti atmosferici (idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ozono O<sub>3</sub>, ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>)) mediante l'utilizzo di campionatori passivi a diffusione radiello®.*

## Introduzione

Le emissioni provocate dai veicoli a motore risultano infatti essere responsabili del 50-60% dell'inquinamento atmosferico dei centri urbani [1] e circa del 20% dell'immissione di CO<sub>2</sub> a livello globale [2] [3]. A questo proposito, per avere un'idea della contaminazione urbana e periurbana, nel dicembre del 2008 l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, 2008) ha aggiornato un set di indicatori inerenti la qualità in area urbana e le emissioni in atmosfera. In particolare, gli indicatori relativi alla qualità dell'aria riassumono ed analizzano le informazioni circa il non rispetto dei limiti normativi imposti a livello europeo per PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub>. Secondo l'EEA nel periodo compreso tra il 1997 ed il 2006 una significativa percentuale della popolazione urbana europea è stata potenzialmente esposta a concentrazioni dei suddetti contaminanti superiori; risulta perciò sempre più necessaria non solo la sorveglianza dei livelli di contaminazione, ma soprattutto la valutazione dei comparti di esposizione e dei rischi per la salute umana e per i sistemi naturali. Negli ultimi anni si è riscontrato un interesse sempre maggiore nell'utilizzo di organismi vegetali nel campo del biomonitoraggio della qualità atmosferica, primi fra tutti i licheni, utilizzati sia come bioindicatori che come bioaccumulatori. Nonostante la validità e l'affidabilità dei metodi ad essi associati siano ormai del tutto convalidate, esiste la crescente necessità di ricercare sempre nuovi bioindicatori. Malgrado alcuni studi (pochi, invero, vista la potenzialità del metodo) abbiano dimostrato la loro efficienza nel campo della bioindicazione, non molta ricerca è stata effettuata a proposito dell'utilizzo, a questo scopo, dei pollini. Studi condotti utilizzando pollini [4] ed effettuati sia in laboratorio che in campo hanno dimostrato infatti che inquinanti atmosferici come SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub> inducono nei granuli di polline risposte biologiche che possono variare da effetti riscontrabili a livelli molecolari fino ad alterazioni della loro intera funzionalità. Inibizione della germinabilità, alterazioni della vitalità dei granuli e dello sviluppo del tubetto pollinico, cambiamenti nel contenuto proteico totale, rappresentano le principali risposte biologiche riscontrate negli studi di biomonitoraggio sull'inquinamento atmosferico [5] [6] [7]. Oltre ad impatti diretti di questo genere, riguardanti la fisiologia del polline, gli inquinanti atmosferici pos-

sono indurre anche impatti di tipo indiretto che coinvolgono il processo ontogenetico agendo sull'intera pianta in riproduzione [7]. Il granulo pollinico rappresenta il gametofito maschile delle *Spermatophyta* e qualsiasi effetto negativo su di esso, compresi quelli derivati dall'inquinamento atmosferico, si ripercuote sull'efficienza riproduttiva della specie. Da ciò si prospetta un'interessante applicazione dei risultati ottenuti nel presente lavoro al problema della riduzione della biodiversità di molte specie vegetali.

Il presente lavoro nasce dall'ideazione di una nuova metodologia per il biomonitoraggio della qualità dell'aria che, sulla base di ciò che è stato appena detto, usa come bioindicatori i granuli pollinici. Oltre all'uso di un pressoché nuovo bioindicatore, l'innovazione ed il punto di forza di questa metodologia risiede nella semplicità di esecuzione, accostata a bassi costi, che garantisce tuttavia efficienza e validità [8].

## Dati sperimentali

Granuli pollinici di *Corylus avellana*, raccolti da piante presenti nell'Orto Botanico dell'Università di Siena ed esposti in aree a diversa intensità di traffico, sono stati analizzati allo scopo di determinarne la vitalità; al fine invece di quantificare la risposta biologica, il % di incidenza dei granuli

## gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti" - Università degli Studi  
di Siena, via P. A. Mattioli 4  
53100 Siena, nemokanenas@gmail.com

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti" - Università degli Studi  
di Siena, via P.A. Mattioli 4  
53100 Siena, nicolardi@unisi.it

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti" - Università degli Studi  
di Siena, via P.A. Mattioli 4  
53100 Siena, gaggi@unisi.it

\* autore per corrispondenza



pollinici è stato messo in relazione con le concentrazioni di alcuni dei principali contaminanti in fase di vapore, attribuibili al traffico veicolare, presenti in atmosfera. I dati relativi alle concentrazioni del  $PM_{10}$  (particolato atmosferico con diametro inferiore ai  $10 \mu m$ ) e agli elementi in traccia riportati provengono dal lavoro di Di Lella *et al.* (2006) [10].

L'esposizione dei granuli pollinici mediante metodo *pollen-plot slide* ha previsto l'utilizzo di vetrini da laboratorio ricoperti da *scotch* da carrozzieri sui quali sono stati disegnati quattro quadrati  $6 \times 6$  mm e ricavati altrettanti *spot*. Ogni *spot* è stato ricoperto da un sottile strato di vaselina, servita da substrato per l'adesione dei granuli. Il polline vi è stato deposto mediante semplice polverizzazione con un setaccio a maglia fine.

I vetrini così formati sono stati esposti in quattro stazioni a diversa intensità di traffico (Colonna S. Marco, Porta Tufi, via Mattioli e Orto Botanico) protetti da tubi di plastica posizionati su alberi a circa 2 m di altezza da terra. I dati di controllo sono stati ottenuti dall'esposizione dei vetrini in una cella climatica a temperatura e umidità controllate.

Sono state effettuate tre campagne (Giugno, Novembre e Gennaio 2008) con un periodo di esposizione dei vetrini variabile (massimo 9-12 d) e le analisi effettuate a diversi intervalli di tempo (ogni giorno, ogni 2 e ogni 3).

Per la determinazione della vitalità è stata utilizzata una metodologia di colorazione che ha permesso l'individuazione dell'attività di enzimi perossidasi (*test per la vitalità DAB*) [11], applicata direttamente sui vetrini appena campionati.

Parallelamente all'ultima campagna sono state determinate le concentrazioni dei principali inquinanti in fase di vapore (idrogeno solforato ( $H_2S$ ), ammoniaca ( $NH_3$ ), ozono ( $O_3$ ), ossidi d'azoto ( $NO_x$ ) e di zolfo ( $SO_x$ )) per mezzo di campionatori passivi a diffusione radiello®, le analisi sono state eseguite seguendo i protocolli consigliati dall'azienda produttrice (Maugeri-IRCCS).

## Risultati

Relativamente alla *potenza statistica*, ovvero la numerosità degli organismi esposti ed il numero delle repliche, è stato calcolato il coefficiente di variazione in percentuale (% C.V.) per 10 vetrini ed è risultato essere compreso tra il 4 ed il 27%, un livello

di precisione relativamente buono considerando che in *chimica analitica*, l'*intervallo di accettabilità* è compreso tra 10-20 %. Poiché il metodo qui utilizzato prevede il confronto (per tempo di esposizione) di diversi vetrini, è stato calcolato anche il % C.V. inter-vetrini che è risultato essere del 13%, anch'esso relativamente buono.

### Stato di contaminazione dei siti di campionamento

I dati ottenuti dall'esposizione dei pollini devono chiaramente essere messi in relazione con dati di contaminazione dei siti di campionamento.

Le concentrazioni di  $PM_{10}$  (Figura 1) hanno dato valori compresi tra 11 e  $49,79 \mu g \cdot m^{-3}$ . I valori più alti sono stati registrati in inverno nella stazione a maggiore intensità di traffico, Colonna S. Marco, mentre i più bassi in estate, nella stazione corrispondente all'Orto Botanico, ottenendo conferma dell'evidente correlazione tra intensità di traffico veicolare e concentrazione di  $PM_{10}$  nell'atmosfera. I *trend* stagionali sono probabilmente spiegabili con la diminuzione del traffico stradale e, in minor parte, con le differenze di utilizzo degli impianti di riscaldamento.

Per quanto riguarda gli elementi in traccia di origine antropogenica (arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), rame (Cu), ferro (Fe), mercurio (Hg), manganese (Mn), nichel (Ni), piombo (Pb), Platinoidi (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt), antimonio (Sb) e zinco (Zn)) la Figura 2 riporta come esempio rappresentativo per tutti, l'andamento dell'Sb; è evidente come, sia per sito che per stagione, il *trend* sia conforme a quello dei  $PM_{10}$ , il valore massimo

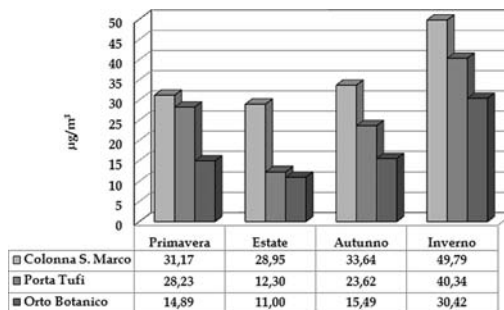


Figura 1: Concentrazione di  $PM_{10}$  in tre dei quattro siti di campionamento.

*Pollen-plot slide*: una nuova metodologia per il biomonitoraggio della contaminazione dell'aria

registrato ( $1,16 \cdot 10^{-2} \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ) è riferito alla stazione più trafficata. Simili variazioni si osservano anche da analisi su trapianti lichenici per lo stesso elemento [1] e anche altri elementi quali Zn, Cd e Pb mostrano la stessa tendenza. Per poter discriminare e quantificare nel  $\text{PM}_{10}$  la componente di origine antropica degli elementi indagati, le concentrazioni dei suddetti elementi chimici sono state inoltre confrontate con il rispettivo valore di *background* geochimico locale.

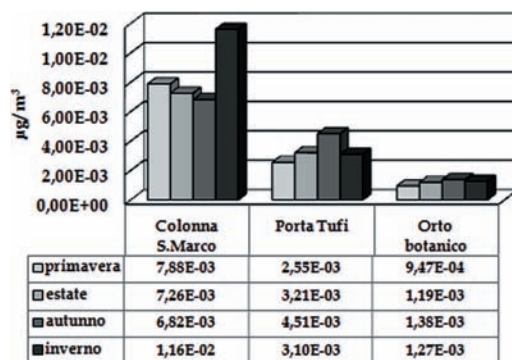


Figura 2: Concentrazioni medie di Sb nel  $\text{PM}_{10}$ .

Relativamente alle concentrazioni di  $\text{NH}_3$  (Figura 3), il *trend* presentato è conforme all'intensità di traffico, registrando valori più alti nella stazione più trafficata ( $126,88 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  a Colonna S. Marco) e più bassi in quella a minore intensità ( $15,68 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  nella stazione Orto Botanico).

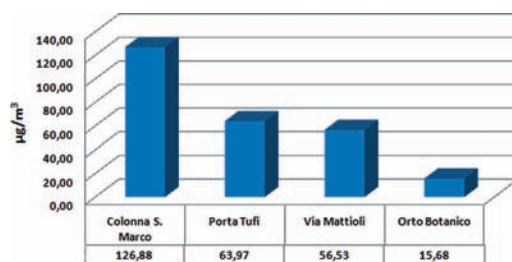


Figura 3: Concentrazioni di  $\text{NH}_3$  registrate nel mese di gennaio 2009 mediante campionatori radiello®.

Anche le concentrazioni di  $\text{NO}_2$  riportate nel presente lavoro mostrano un chiaro andamento crescente in modo direttamente proporzionale all'in-

tensità del traffico (Figura 4), il valore più alto è ancora riferito alla stazione più trafficata ed è pari a  $119,23 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

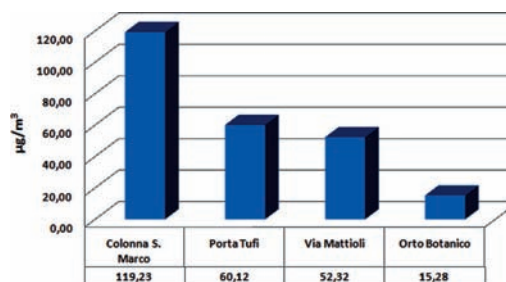


Figura 4: Concentrazioni di  $\text{NO}_2$  registrate nel mese di marzo 2009 mediante campionatori radiello®.

I valori di  $\text{O}_3$  registrati nel presente studio mostrano concentrazioni comprese tra  $47,83 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  e  $72,67 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  (Figura 5). I bassi valori registrati nella stazione più trafficata, possono essere spiegati dal fatto che, in prossimità di fonti produttrici di monossido di azoto (NO), emesso principalmente dai veicoli a motore e dagli impianti di combustione, l'ozono viene consumato dalla seguente reazione:

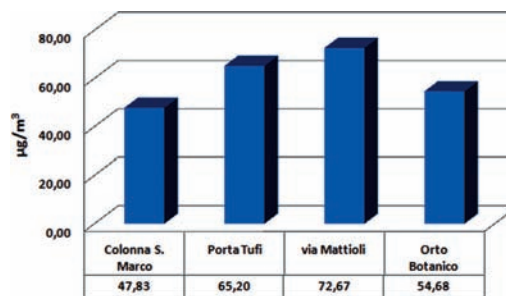
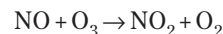


Figura 5: Concentrazioni di  $\text{O}_3$  registrate nel mese di marzo 2009 mediante campionatori radiello®.

Per quanto riguarda invece i dati relativi all' $\text{H}_2\text{S}$ , le concentrazioni registrate sempre mediante campionatori diffusivi radiello® non mostrano differenze significative nelle diverse stazioni, oscillando tra  $1,65$  e  $2,08 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

I dati che sono stati ottenuti sulle concentrazioni dei principali inquinanti in fase di vapore sono sta-

ti confrontati con quelli riportati dal D.M. 60 del 2 aprile 2002 e dal D. Lgs. 183 del 21 maggio 2004, che normano  $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO,  $PM_{10}$  e  $O_3$  e riportano i valori limite da cui derivano i giudizi di qualità, ovviamente riferiti alla salute umana.

Le concentrazioni registrate nei quattro siti di campionamento sono state confrontate con tali giudizi di qualità dell'aria stilati secondo i suddetti decreti mostrando tutte giudizi variabili da buono ad accettabile.

### Viabilità

La prima esperienza di campo è stata condotta nel mese di Giugno 2008 ed i campionamenti sono stati effettuati ogni 3 giorni. Osservando la Figura 6 è evidente come tutte e tre le curve relative all'esposizione dei *pollen-plot slide* presentino un andamento sigmoide in accordo con quanto riportato da Gaggi, 1996 [9]; la risposta biologica rappresenta la misura della tossicità espressa come incidenza percentuale di uno stesso effetto, su un gruppo omogeneo di individui esposto ad una stessa concentrazione di una data molecola, o miscela di molecole. Le variabili indipendenti da cui dipende la risposta biologica sono il livello di esposizione, che produce la dose assunta dall'organismo, e il tempo di esposizione.

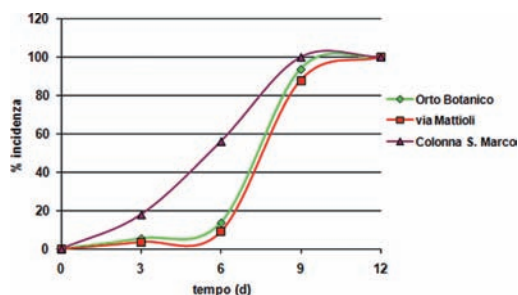


Figura 6: Incidenza (%) misurata ad intervalli di tre giorni, da 0 a 12 d (giugno 2008).

Nel mese di novembre 2008 è stata ripetuta l'esperienza aggiungendo un punto di campionamento (Porta Tufi) a causa dei risultati simili ottenuti per via Mattioli ed Orto Botanico. In questa seconda fase, i campionamenti sono stati effettuati con cadenza giornaliera. In Figura 7 sono riportati i risultati espressi come % di incidenza. L'andamen-

to oscillante delle curve è dovuta ad una diminuzione nella potenza statistica, causata da un evento meteorologico sfavorevole e all'aumento del numero di osservazioni, che ovviamente comporta un certo aumento di variabilità.

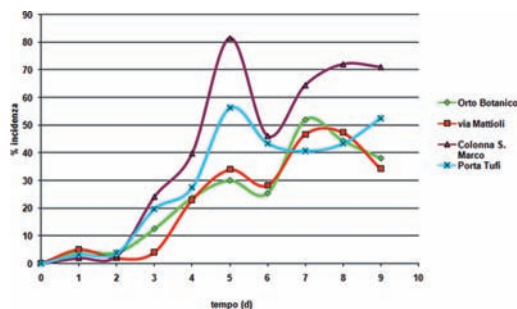


Figura 7: Incidenza (%) misurata giornalmente, da 0 a 9 d (novembre 2008).

L'ultima campagna è stata condotta nel mese di gennaio 2009. Viste le precedenti esperienze si è ritenuto utile effettuare campionamenti ogni due giorni e scegliere come tempo di esposizione 10 d. Dai risultati mostrati in Figura 8 risulta evidente come sia rispettato l'andamento sigmoide e come il % di incidenza vari in funzione del livello e del tempo di esposizione. Esiste una chiara similitudine con la prima esperienza (giugno 2008, Figura 6). L'unica differenza è che, in quest'ultima, al tempo 9 d il % di incidenza sono praticamente sovrapponibili e superiori all'80% e che al tempo 12 d il % di incidenza è praticamente del 100%; è necessario ricordare che il polline di *Corylus avellana* è rilasciato nei mesi invernali e probabilmente ha una minore resistenza alle alte temperature.

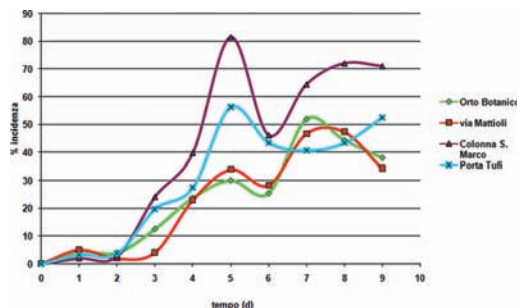


Figura 8: Incidenza (%) misurata a intervalli di due giorni, da 0 a 10 d (gennaio 2009).

*Pollen-plot slide*: una nuova metodologia per il biomonitoraggio della contaminazione dell'aria

Dai risultati ottenuti da tutte le campagne si può dunque evidenziare come esista una notevole differenza di effetto sui pollini esposti, in accordo con lo stato di contaminazione rilevato e, dal confronto dei dati riportati nelle Figure 7 e 8, come non esistano sostanziali differenze nel % di incidenza fra le campagne di novembre 2008 e gennaio 2009.

Per quantificare la risposta biologica i dati ottenuti sono stati elaborati secondo metodologie tipiche della tossicologia ambientale.

### Quantificazione della risposta biologica

L'evidente differenza nello stato di contaminazione delle 4 aree studiate è stata messa in relazione con le percentuali di incidenza ottenute dalla valutazione della vitalità pollinica. Con l'obiettivo di misurare l'effetto, sui pollini, dovuto alla loro esposizione alle sostanze studiate è stata quantificata la risposta biologica determinando  $LT_{50}$  e  $EC_{50}$ , ovvero la riduzione bidimensionale della superficie risposta/concentrazione/durata alla quale si riferiscono i saggi di tossicità; è stato scelto quale *end-point* un tempo di esposizione pari a 10 d considerando accettabile il relativo % di incidenza del controllo (5%) e poiché, essendo stati considerati gli effetti di tipo cumulativo, un tempo di esposizione troppo lungo tenderebbe ad uniformare la risposta. Questo tipo di prassi è tipica nella scelta del tempo massimo di esposizione durante i test di tossicità. Per i calcoli dei suddetti valori è stato utilizzato il *software Biostat 2008 Professional* della *AnalystSoft* (U.S.A.).

Attraverso l' $LT_{50}$  si può calcolare il tempo necessario a determinare la morte del 50% degli individui esposti ad una concentrazione determinata di una sostanza. I valori ottenuti per ogni stazione di campionamento sono riportati in Tabella 1e mostrano che, mentre nella stazione a zero traffico stradale la popolazione di polline si dimezza dopo 35 giorni, nella stazione a maggiore intensità questo avviene dopo soli 7 giorni.

Per quanto riguarda il calcolo dell' $EC_{50}$ , è stato necessario effettuare la sommatoria dei contaminanti analizzati nel presente studio ( $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  e  $O_3$ ) dei quali abbiamo sottinteso un effetto addizionali (Tabella 2); nel calcolo delle suddette concentrazioni non sono stati presi in considerazione i dati relativi agli elementi in traccia, poiché il loro contributo in massa era trascurabile nonché relativo ad un'altra annualità. Osservando la Tabella 3 è evidente come, nonostante la concentrazione dei contaminanti in via Mattioli sia circa di un fattore due più alta rispetto a quella dell'Orto Botanico, il % di incidenza delle due stazioni sia lo stesso. Questo andamento è stato tipico di tutto il periodo di esposizione sia nel mese di novembre che nel mese di gennaio (*cf.* Figg. 8 e 9). Si ricorderà che la stazione nell'Orto Botanico era stata selezionata perché area priva di traffico veicolare, la spiegazione della sovrapposibilità dei due valori di % di incidenza è riconducibile al fatto che sia nel mese di novembre che di gennaio sono stati applicati trattamenti di poltiglia bordolese e CONFIDOR, un insetticida sistemico a base di *imidacloprid*. La fitotossicità della poltiglia sulla vegetazione e sui frutticini, così come quella di alcuni rameici, è ben nota e si esplica con riduzione del rigoglio vegeta-

Tabella 1: Valori di  $LT_{50}$  (d) per i granuli di polline calcolati per le varie stazioni.

	Colonna S. Marco	Porta Tufi	via Mattioli	Orto Botanico
$LT_{50}$ (d)	7	12	32	35

Tabella 2: Sommatoria delle concentrazioni ( $\mu mol \cdot m^{-3}$ ) dei contaminanti considerati nelle stazioni di campionamento e le % di incidenza.

	Colonna S. Marco	Porta Tufi	via Mattioli	Orto Botanico
$\mu mol \cdot m^{-3}$	11,08	6,44	5,99	2,44
% incidenza	77,89	50,26	28,68	28,68

tivo e a volte con ustioni sugli organi fiorali che ne sconsigliano l'uso durante la fioritura. Poiché entrambi i pesticidi sono applicati per nebulizzazione, l'effetto *drifting* li ha probabilmente portati in contatto con i granuli pollinici.

A causa di quanto sopra riportato, nel calcolo dell' $EC_{50}$  non sarà tenuta in considerazione la stazione dell'Orto Botanico.

Sempre utilizzando il software *Biostat 2008 Professional* della *AnalystSoft* (U.S.A.), utilizzando i dati in Tabella 4 è stata stimata l' $EC_{50}$  per il polline che è risultata essere pari a  $7,32 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^3$  (96% L.F. = 6,76-7,94 e  $\chi^2 = 3,23$ ).

Si ricordi che l' $EC_{50}$  descrive a quale concentrazione il 50% degli individui esposti manifestano un effetto avverso, nel caso della presente tesi dovuto alla contaminazione veicolare. Di fatto questo tipo di sperimentazione, per quanto preliminare, è assimilabile ad un vero e proprio test di tossicità, con l'unica differenza che quest'ultimo è effettuato in laboratorio e per un'unica sostanza. Nel presente studio si è assunto che l'unica sostanza fosse la sommatoria delle molecole considerate, che risultano anche ad altri livelli della rete trofica, le più pericolose. Si è, inoltre, parlato di *stima* e non di *calcolo* vero e proprio poiché i dati prodotti sono in numero insufficiente visto che nelle metodologie standardizzate i calcoli del % di *incidenza* dovrebbero essere relativi a non meno di sei concentrazioni e con il valore di  $EC_{50}$  che cade all'interno delle medesime.

Con questo ultimo dato è confermato ulteriormente che le indicazioni di qualità dell'aria secondo i giudizi di qualità che definiscono una condizione, per le tre stazioni, da buona ad accettabile, ovvero senza pericolo e, dunque rischio, fanno riferimento alla salute umana; così non sembra essere, invece, per organismi sensibili quali i pollini, soprattutto se si considera che la concentrazione massima trovata è di 1,5 volte superiore rispetto alla  $EC_{50}$  ma comunque sicuramente inferiore ad aree ove il traffico veicolare è nettamente più intenso e tutt'altro che rappresentante una sorgente di tipo puntiforme (*e.g.* autostrade, centri urbani di maggiore dimensione).

### Conclusioni

I risultati ottenuti sembrano avvalorare le ipotesi iniziali e la bontà del metodo di esposizione e, dun-

que, del *pollen-plot slide*. Sicuramente saranno necessari ulteriori studi visti alcuni punti di criticità del presente studio quali, ad esempio:

1. limitatezza dei siti di campionamento;
2. forzatura sulla concentrazione, poiché nulla è noto sulla reale tossicità delle molecole studiate e se l'azione di questa miscela di molecole sia di tipo addizionale, moltiplicativo o sinergico;
3. utilizzo di pollini di una sola specie.

Oltre ai suddetti punti sarà necessario effettuare anche il test di germinazione e di allungamento del tubetto pollinico dei granuli pollinici; con queste semplici analisi si potrà verificare se le molecole interferenti abbiano effetto sulla funzione basilare del granulo pollinico, cioè sulla sua capacità di germinare ed emettere il tubetto pollinico. Qualsiasi molecola capace di alterare questo processo ha ovvii impatti sul meccanismo di riproduzione delle piante. Poiché i dati elaborati dall'analisi dei test di viabilità e germinabilità forniscono solo, per quanto importante, un indice di effetto, sarà importante includere nelle future ricerche una serie di analisi che possano fornire indicazioni sul meccanismo d'azione. I *biomarker* da utilizzare, dunque, si collocano su due livelli distinti; il primo di questi è puramente cellulare e mira a comprendere se il polline (inteso come strumento essenziale della riproduzione) può essere bersaglio di sostanze interferenti. Quale secondo livello sarebbe necessario eseguire test su componenti proteici specifici isolati dall'ambiente cellulare (e quindi più facilmente controllabili).

È interessante considerare come questo tipo di studio possa essere applicato nella valutazione del rischio, per i pollini, sito-specifica rispetto alle aree di studio e possa valutare il possibile rischio di diminuzione della capacità riproduttiva di specie vegetali sia selvatiche che coltivate, derivante dall'esposizione ai diversi contaminanti.

### Bibliografia

- [1] L.A. Di Lella, C. Gaggi, S. Loppi, V. Nicolardi, T. Pisani, G. Protano, F. Riccobono, XV Congresso S. It. E. 2005: *Analisi del rischio ecotossicologico da traffico veicolare: un'applicazione a piccola scala*.
- [2] F. Nejadkoorki, K. Nicholson, I. Lake, T. Davies, *Science of the Total Environment* 2008, 406: 269-278: An approach for modelling CO2 emissions from road traffic in urban areas.

- [3] V. Carach, G. Mueller, K. Janoskova, *Acta Montanistica Slovaca* 2007, 12:209-211: CO2 emissions from road transport and selected parts in the Kosice city.
- [4] E. Gottardini, C. Cristofolini, E. Paoletti, P. Lazzeri, G. Pepponi, *J Atmos Chem* 2004, 49: 149-159: Pollen viability for air pollution bio-monitoring.
- [5] U. Kristen, *Toxicol Vitro* 1997, 11: 181-191: Use of higher plants as screens for toxicity assessment.
- [6] A. Majd, A. Chehregani, M. Moin, M. Gholami, S. Kohno, T. Nabe, M. A. Shariatzade, *Aerobiologia* 2004, 20: 111-118: The effects of air pollution on structures, proteins and allergenicity of pollen grains.
- [7] F. Rezanejad, *Turk J Bot* 2007, 31: 183-191: The effects of air pollution on microsporogenesis, pollen development and soluble pollen proteins in *Spartium junceum* L. (Fabaceae).
- [8] C. Gaggi, F. Rossetti, V. Nicolardi, *To be submitted to J Atm Chem* 2009. A new method to assess the effect of air pollution on pollen viability.
- [9] C. Gaggi, *Saggi tossicologici di laboratorio*. In Ecotossicologia M. Vighi e E. Bacci editori. UTET, Milano: 1996.
- [10] L. A. Di Lella, C. Gaggi, S. Loppi, V. Nicolardi, T. Pisani, G. Protano, F. Riccobono, *XVI Congresso della Società italiana di Ecologia-Viterbo-Civita-vecchia* 2006. L'impatto del traffico veicolare nell'area urbana di Siena: l'utilizzo dei licheni epifiti (*Evernia prunastri*).
- [11] T. Rodriguez-Riano & A. Dafni, *Sex Plant Reprod* 2000, 12: 241-244: A new procedure to assess pollen viability.

## Le “magnifiche geodi” dell’Arenella (Isola del Giglio-GR)

Alessandro Fei<sup>1</sup>

**Key words:** mineralogia, Isola del Giglio, Arenella, geodi

*Col presente lavoro si intende aggiornare le conoscenze mineralogiche sulle specie reperite nelle geodi delle pegmatiti della zona compresa tra la Punta dell’Arenella e la Punta di Capo Marino - Isola del Giglio (Gr). In seguito a ricerche svolte negli ultimi tre anni atte a delineare definitivamente la mineralogia della zona, è stato possibile procedere ad un review delle numerose segnalazioni riportate sia in letteratura che sul web. Oltre a descrivere i più recenti ritrovamenti (elbaite verde, fluoroapatite, pirite, pirrotina, schörlite in habitus discoidale) tipiche della facies dell’Arenella del monzogranito gigliese, si pone l’accento sulle specie più interessanti (arsenopirite, berillo, elbaite azzurra e rosa) rinvenute e sulle varie associazioni presenti.*

### La situazione geomineralogica nella zona dell’Arenella

**N**egli ultimi due decenni l’intera Isola del Giglio è stata studiata dai ricercatori e dai collezionisti per la notevole varietà di specie mineralogiche ivi presenti e per la perfezione dei cristalli euedrali rinvenibili, anche se di dimensioni millimetriche o inferiori. Attualmente sono note circa ottanta specie diverse e numerose varietà – in alcuni casi i cristalli mostrano caratteristiche precipue dell’Isola – e non è detto che le rocce gigliesi non riservino ancora piacevoli sorprese<sup>1</sup>. Da tempo è noto che la costa est del Giglio è la più ricca di minerali: questa è stata studiata, oltre che dallo scrivente [6] [7] [8] [9], da Nannoni e Sammartino [14], Marinai e Nannoni [10], Westerman e coll. [15] e più recentemente, da Barsotti e Nannoni [4].

È stata evidenziata una zonatura nel monzogranito gigliese, in cui la facies profonda – denominata da Westerman *facies dell’Arenella*, estesa lungo

tutto l’asse dell’isola – è caratterizzata da quarzo, feldspati, plagioclasti, cordierite, biotite, schörlite ed una notevole varietà di minerali accessori associati perlopiù ai numerosi filoni aplitici e pegmatitici presenti.

Negli ultimi tre anni un accurato campionamento lungo la zona costiera compresa tra la Caletta presso Punta della Campana e la Cala delle Cannelle ha però evidenziato numerose anomalie, sia petrografiche sia mineralogiche, rispetto a molte osservazioni precedenti.

Nella zona est dell’Isola si possono infatti eviden-

### gli autori

<sup>1</sup> Museo della Mineralogia e della Geologia dell’Isola del Giglio  
Via Provinciale 9,  
Giglio Porto, Isola del Giglio (GR)



Figura 1: L' "area dell'Arenella".

ziare, senza un'apparente soluzione di continuità, delle aree con spiccate anomalie sia nella tessitura che nella composizione mineralogica del monzogranito. Anche se non si può parlare di *facies* in senso stretto (non vi sono, come nel caso della *facies di Pietrabona*, palesi differenze strutturali o paragenetiche) l'aspetto generale del monzogranito della *facies dell'Arenella* si presenta differente da una località all'altra, in particolare riguardo alla tessitura ed alla frequenza con cui compaiono i componenti accessori della roccia. Si possono infatti definire almeno tre aree distinte: un'area estrema, che indicativamente va dalla Punta del Morto-Cala Monella fino a Punta della Campana a nord e dalla Cala delle Caldane alla Punta del Capel Rosso a sud, in cui sono del tutto assenti, rispetto alla descrizione mineralogica di Westerman [15], cordierite, elbaite, grafite o solfuri; una seconda, localizzabile tra Caletta e lo Scalettino del Porto, che chiameremo *area dell'Arenella*, oggetto del presente studio; infine un'area compresa tra Giglio Porto e la Punta di Capo Marino, in cui il monzogranito presenta una notevole abbondanza di cordierite pinitizzata, dispersa uniformemente nella roccia, filoncelli aplitico-pegmatitici ricchi di granato, noduli di grafite e accumuli di schörlite. È interessante notare che quest'ultima tessitura è limitata ad una ristretta fascia costiera.

L'area che negli ultimi anni ha offerto il maggior numero di ritrovamenti interessanti – anche gra-

zie ad una cava attiva fino a pochi anni or sono (fig. 2) – è sicuramente la zona attorno alla Punta dell'Arenella. Si tratta di un'area costiera di circa 1,5 km<sup>2</sup> (fig. 1), dove il monzogranito presenta una notevole quantità di accumuli – nella maggior parte lenticolari – di pegmatite bianco-latte. Sono rari i filoni veri e propri, della larghezza di 15-20 cm e di lunghezza non superiore al metro. In tutta la pegmatite sono presenti numerose geodi di dimensioni decisamente ridotte (mediamente 10-20 mm di diametro), ricchissime di specie in associazioni talvolta singolari.

Sono state condotte osservazioni microscopiche e microanalitiche su circa duecento geodi.



Figura 2: La cava del Piccione presso Punta Arenella.

Dall'esame di queste geodi e della roccia che le racchiude si può dedurre che in questa zona vi siano stati diversi eventi minerogenetici. Il primo è direttamente conseguente alla deposizione in cavità durante la fase pegmatitica del raffreddamento del plutone, fenomeno che ha dato luogo a specie "classiche" quali ortoclasio, albite, tormalina, biotite, quarzo ed una grande – seppure non particolarmente insolita – varietà di specie accessorie quali cassiterite, rutilo, uraninite, xenotime, fluorapatite; una seconda fase, derivante da processi metasomatici, che ha originato cordierite, andalusite e grafite; una terza, connessa a processi idrotermali, caratterizzata da una grande abbondanza di solfuri di ferro, quali pirite, pirrotina ed arsenopirite, oltre a calcite, dolomite ed ematite; un'ultima, molto probabilmente accentuata dalla vicinanza dei filoni al mare, caratterizzata dalla presenza di specie di alterazione quali caolino, pinitite e una



grande quantità di ossidi di ferro. Tutte le specie che saranno successivamente descritte sono state osservate in cristalli euedrali di ridotte dimensioni (a volte inferiori al millimetro). Sono stati segnalati anche individui di dimensioni centimetriche, ma si tratta di ritrovamenti sporadici di scarsa significatività.

### I minerali di genesi pegmatitica<sup>2</sup>

Come si evince dalla tabella 1, il quadro globale non si discosta molto da quanto si osserva normalmente: rispetto all'isola d'Elba o all'isola di Montecristo mancano specie quali topazio, zeoliti<sup>3</sup> o miche di uranio.



Figura 3: cristalli di tormalina schörlite con habitus discoidale.

Regina delle geodi dell'Arenella è certamente la tormalina schörlite, sia nell'habitus più comune, sotto forma di prismi neri, lucenti, dal caratteristico aspetto vellutato sia in quelli, ben più caratteristici dell'isola, detti *discoidali* (fig. 3) [9]<sup>4</sup>. I cristalli si mantengono su dimensioni millimetriche, ma

non sono rari casi di esemplari che superano il centimetro di diametro [2]. Che la schörlite sia uno dei primi minerali depositati in cavità è dimostrato dal fatto che si trova spesso inclusa nel quarzo e ricoperta da altre specie deposte in un secondo tempo quali pirite, calcite o ossidi di ferro. Non comuni, ma molto interessanti, sono le tormaline "a canne d'organo" in cui il cristallo, normalmente di dimensioni millimetriche, si presenta cavo, a volte ricoperto da cristalli di pirite. Non sono rari i casi in cui i cristalli riempiono l'intero geode. La tormalina dravite è meno comune della schörlite, ma sono presenti campioni in cui i cristalli raggiungono dimensioni di 5-6 mm, dall'intenso colore aranciato e trasparenti. Ben più interessanti sono i cristalli di tormalina elbaite: il colore più comune è il verde smeraldo, in individui singoli o in aggregati fascicolati di cristalli prismatici. Nelle pegmatiti di Cala Cupa e di Cala di Mezzo sono comparsi, come estrema rarità, dei cristalli gialli, azzurri<sup>5</sup> e rosa (rispettivamente *indicolite* e *rubellite*) [2]. Molto interessanti sono anche i campioni policromi (fig. 4): non mancano esempi in cui una parte del cristallo nero si presenta marrone trasparente (miscele schörlite-dravite), o mostra l'apice verde chiaro (miscele schörlite-elbaite), assieme a veri e propri cristalli di elbaite policroma, con una gamma affascinante di sfumature attorno alle tonalità del rosso e del rosa (fig. 4). Dravite ed elbaite presentano un tipico habitus prismatico, con frequenti concrescimenti paralleli o a raggiera; finora non sono stati trovati cristalli biterminati né con habitus discoidale.



Figura 4: gruppo di cristalli di tormalina elbaite policroma su ortoclasio.

Tabella 1: I minerali di genesi pegmatitica.

SPECIE	ABBONDANZA	ASPETTO E DIMENSIONI MEDIE	QUANTITÀ REPERITA
<b>Cassiterite</b>	Rarissimo	Cristalli tetragonali neri lucenti, 2 mm	Un campione
<b>Rutilo*</b>	---	---	Non reperito
<b>Uraninite*</b>	---	---	Non reperito
<b>Xenotime*</b>	---	---	Non reperito
<b>Fluoroapatite</b>	Raro	Cristalli allungati incolori o bianchi, prismatici, 2-6 mm	Una decina di campioni
<b>Zircone*</b>	---	---	Non reperito
<b>Grossularia</b>	Non comune	Granuli rosati, dispersi nella matrice, rarissimi cristalli, 2-8 mm	Una decina di campioni
<b>Berillo</b>	Rarissimo	Cristalli prismatici incolori prismatici trasparenti, 1 mm	Un esemplare
<b>Cordierite</b>	Non comune	Individui verdastri dispersi nella matrice, spesso pinitizzati, 5-10 mm	Diversi cristalli
<b>Elbaite verde</b>	Non comune	Cristalli prismatici verde smeraldo sia in aggregati fascicolati che in individui singoli trasparenti, 2-5 mm	Diversi cristalli
<b>Elbaite azzurra</b>	Rarissimo	Cristalli prismatici azzurri o verde-azzurro in aggregati fascicolato, 1-2 mm	Due aggregati di cristalli
<b>Elbaite rosa</b>	Rarissimo	Cristalli prismatici rosati, < 1 mm	Un esemplare
<b>Dravite</b>	Non comune	Cristalli prismatici singoli ed aggregati, frequentemente in miscele isomorfe con la schörlite, 2-8 mm	Diversi campioni
<b>Tormalina policroma</b>	Raro	Cristalli prismatici singoli ed aggregati, frequentemente in miscele isomorfe con la schörlite (nero con testa verde) o di vari colori, 2-8 mm	Tre campioni
<b>Schörlite</b> (habitus prismatico)	Comune	Cristalli prismatici terminati ed aggregati neri lucenti anche di dimensioni notevoli, 5-10 mm	40% delle geodi studiate
<b>Schörlite</b> (habitus discoidale)	Poco comune	Cristalli con habitus discoidale, spesso biterminati, aggregati neri lucenti anche di dimensioni notevoli, 2-8 mm	10% delle geodi studiate
<b>Muscovite</b>	Non comune	Cristalli esagonali spesso ricoperti di ossidi di ferro, spesso in aggregati, 2-5 mm	Diversi campioni
<b>Biotite</b>	Comune	Cristalli esagonali spesso in aggregati; individui dispersi nella matrice, 2-8 mm	30% delle geodi studiate
<b>Quarzo</b>	Molto comune	Cristalli incolori o giallini, terminati, spesso in epitassia su ortoclasio o albite, con frequenti inclusioni di tormalina, 5-10 mm	Praticamente in quasi tutte le geodi
<b>Ortoclasio</b>	Molto comune	Cristalli terminati bianchi, traslucidi o opachi, frequentemente ricoperti di pirite o pirrotina, 5-10 mm	Praticamente in tutte le geodi
<b>Albite</b>	Comune	Cristalli terminati incolori con un netto habitus tabulare, 2- mm	10% delle geodi studiate

L'ortoclasio (fig. 5) è il feldspato più comune: compare in cristalli ben sviluppati, a volte traslucidi, di dimensioni anche superiori a 10 mm. Alcuni campioni presentano – anche se l'attribuzione rimane dubbia – habitus che ricorda quello del *sandino* o dell'*adularia*. Non sono rari cristalli di ortoclasio ricoperti da altri minerali quali quarzo in epitassia, pirite, pirrotina o minerali di alterazione quali ossidi di ferro, a riprova che l'ortoclasio è uno dei minerali che si depositano per primi nelle cavità, assieme alla tormalina.



Figura 5: cristalli di ortoclasio, quarzo e tormalina schörlite con habitus discoidale.

L'unico plagioclasio finora reperito è l'*albite*: si presenta in cristalli prismatici trasparenti, con un caratteristico habitus tabulare, definito da Marinai e Nannoni [10] specifico per gli individui giugliesi. Sono stati osservati individui con quarzo in epitassia.

Il *quarzo* è indubbiamente la specie più comune: praticamente in tutte le geodi osservate sono presenti cristalli di quarzo, incolore o giallino per ossidi di ferro, talvolta in epitassia sull'ortoclasio o sull'albite. Si notano iridescenze dovute a inclusioni fluide ed inclusioni, soprattutto di tormalina e di rutilo.

Fra le miche, la *biotite* compare in bei cristalli esagonali di colore nerastro o a volte rossastri,

dispersi nella matrice o disposti in graziosi insiemi a raggiera sull'ortoclasio; più rara è la *moscovite*, anch'essa in cristalli esagonali biancastri ed in aggregati a raggiera. Spesso gli esemplari appaiono aranciati per deposizione di ossidi di ferro.



Figura 6: il colore grigio indica la zona dove è stata rinvenuta cordierite alterata in pinite; il colore scuro indica l'area in cui il minerale è presente in grande quantità; in grigio più chiaro le aree in cui il minerale è presente solo occasionalmente. Nelle zone a sud di Punta Torricella e a nord di Punta della Campana non sono mai stati rinvenuti esemplari di cordierite nel monzogranito.

La *cordierite* è una specie accessoria del granito giugliese, ed è stata descritta da Westerman e coll. [15] come componente tipico della *facies dell'Arenella*. Dalle numerose osservazioni effettuate,

però, risulta che la cordierite è sì dispersa nella matrice sotto forma di masserelle traslucide o cristalli con habitus prismatico, spesso alterati in *pinite*, ma contrariamente a quanto riporta il geologo inglese, è localizzata principalmente in un'area compresa tra lo Scalettino di Giglio Porto e la Cala delle Cannelle (fig. 6) nonché scarsamente presente nell'area considerata. L'abbondanza del minerale potrebbe essere imputata ad un processo di metasomatismo tra il plutone già cristallizzato e i fluidi circolanti: la formazione della cordierite sarebbe, infatti, causata dall'invasione del plutone già cristallizzato di fluidi piuttosto caldi generati in seguito all'*uplift* del plutone stesso, che hanno interagito con la massa "ricuocendo" il minerale<sup>6</sup>. Va ricordato inoltre come la tessitura del monzogranito della zona a sud di Giglio Porto sia molto diversa da quello dell'Arenella, pur appartenendo alla medesima *facies*: se nel primo caso la cordierite è uniformemente dispersa uniformemente nella roccia (al punto di considerarla quasi un componente fondamentale)<sup>7</sup>, nel secondo caso i cristalli sono singoli, isolati e dispersi nella pegmatite. Per questo si ritiene, senza nulla togliere all'importante ricerca di Westerman, che la situazione litologica della zona est dell'Isola non sia così semplice come appare.

Anche la *grossularia* si trova in aree ben localizzate nella costa est: sebbene rarissima in cristalli di dimensioni centimetriche, è reperibile in masserelle rosate, soprattutto nella zona di Cala di Mezzo – Punta del Lazzaretto, all'interno di una roccia aplitica particolarmente povera in tormalina e ricca in quarzo.

La *fluoroapatite* è forse la specie più importante segnalata nelle geodi dell'Arenella<sup>8</sup>. Scoperta da Nannoni nella metà degli anni Ottanta [13], si presenta in cristalli prismatici, allungati, terminati da un caratteristico pinacoide. Le dimensioni dei cristalli sono ragguardevoli (da 2 a 8 mm) e si segnala un esemplare di 15 mm di lunghezza, incolore ma opaco. Si confonde facilmente con il berillo, rispetto al quale è meno lucente, e talvolta appare ricoperto da patine giallastre di ossidi di ferro. La fluoroapatite si trova frequentemente associata a tormalina schörlite, ortoclasio e quarzo, più raramente a pirite e pirrotina o impiantata sull'ortoclasio (fig. 7).



Figura 7: cristallo di fluoroapatite su ortoclasio.

Il *berillo* è invece rarissimo: si presenta nelle geodi ricche di tormalina sotto forma di piccoli cristalli prismatici, terminati da un caratteristico pinacoide, nettamente trasparenti. Di aspetto più tozzo della fluoroapatite, è molto somigliante a quello presente nelle pegmatiti elbane. Pur non condividendo l'opinione di Barsotti e Nannoni [4], secondo cui *tutti* gli esemplari di berillo osservati nelle geodi dell'Arenella sono in realtà fluoroapatite, posso confermare che è estremamente facile confondere le due specie.

Come rarità estrema va segnalata infine la *cassiterite*, un piccolo cristallo nero, lucente, dal caratteristico habitus tetragonale, associato ad ortoclasio, tormalina e quarzo.

Appena un cenno alle specie osservate da altri autori ma non descritte in questo *review*, in quanto non osservate: Marinai e Nannoni [10] segnalano microcristalli di *uraninite*, un singolo cristallo di *xenotime*, cristalli di *rutilo* nel quarzo e cristalli di *zircono*. Sono stati inoltre segnalati<sup>9</sup>, presso Cala di Mezzo, individui di *grafite*, probabilmente derivante dal metamorfismo di argille carboniose durante la risalita del plutone.

Tabella 2: I minerali di genesi idrotermale.

SPECIE	ABBONDANZA	ASPETTO E DIMENSIONI MEDIE	QUANTITÀ REPERITA
<b>Pirite</b>	Molto comune	Cristalli ottaedrici, cubottaedrici, pentagonododecaedrici, spesso fortemente alterati, presenti sia in aggregati che su quarzo, tormalina, ortoclasio, <1 mm	60% dei campioni
<b>Pirrotina</b>	Comune	Cristalli romboedrici, spesso fortemente alterati o cristalli esagonali sopra l'ortoclasio, <1 mm	20% dei campioni
<b>Arsenopirite</b>	Raro	Aggregati a cresta di cristalli grigio acciaio; molto rari cristalli singoli, 1-8 mm	Una decina di campioni
<b>Magnetite*</b>	-	-	Non reperito
<b>Ematite*</b>	-	-	Non reperito
<b>Calcite</b>	Comune	Cristalli scalenoedrici incolori o bianchi, <1 mm, masserelle che ricoprono la tormalina ed il quarzo	Una decina di campioni
<b>Dolomite*</b>	-	-	Non reperito

È interessante notare l'abbondanza di solfuri. Che siano di genesi successiva alla cristallizzazione dei minerali di fase pegmatitica è dimostrato dal fatto che la maggior parte di essi (in particolare pirite e pirrotina) si trovano impiantati su altri minerali.

La *pirite* si presenta in cristalli molto piccoli (di rado superiori ad 1 mm) con interessanti habitus: il più comune è quello ottaedrico, seguito da quello pentagonododecaedrico e cubottaedrico. Sono molto rari esemplari perfettamente cubici. È presente pressoché ovunque: si trovano cristalli di pirite impiantati su quarzo, ortoclasio, tormalina, albite ed anche su fluoroapatite, associazione quest'ultima decisamente singolare. È interessante notare come la pirite a volte ricopra anche cristalli di tormalina schörlite a canne d'organo, a riprova che la disgregazione della tormalina è avvenuta in una fase precedente a quella della deposizione del solfuro. La dimensione dei cristalli è comunque millimetrica.

La *pirrotina* si presenta in lamelle esagonali, facilmente confondibili con biotite e muscovite, soprattutto se sono ricoperte da ossidi di ferro; molto più frequenti sono piccoli cristalli romboedrici

impiantati sull'ortoclasio. Anche se il Meli [12] segnala individui decisamente grandi (8 mm) e fortemente magnetici, dal caratteristico colore bronzino, i campioni esaminati sono fortemente alterati, molto piccoli (mediamente < 1 mm) e visibili solo al microscopio.

Uno dei solfuri più interessanti reperiti alla Cava del Piccione è sicuramente l'*arsenopirite*, trovato



Figura 8: cristalli di arsenopirite con ortoclasio.

in cristalli anche piuttosto grandi (6 mm, fig. 8) e relativamente comune nelle geodi ricche di solfuri. Si presenta in aggregati "a cresta" nerastri, iridescenti. Contrariamente agli altri solfuri presenti, l'arsenopirite non presenta tracce di alterazione.

La *calcite* è un altro minerale di deposizione secondaria: compare in cristalli scalenoedrici o romboedrici molto piccoli, ma soprattutto in masserelle che ricoprono la tormalina, l'ortoclasio ed il quarzo. Una volta eliminata la calcite, i cristalli sottostanti appaiono lucenti.

Riguardo a specie descritte da altri autori ma osservate, Marinai e Nannoni [10] segnalano microcristalli di *dolomite* in cristalli arrotondati selliformi ed un cristallo tabulare di *ematite*.

Meli [11] segnala nel monzogranito gigliese<sup>10</sup> grandi quantità di *magnetite*, ascrivendo alla sua alterazione i numerosissimi aggregati di ossidi di ferro presenti nella roccia in tutta la costa est; lo studioso romano asserisce inoltre di aver reperito numerosi cristalli ottaedrici nerastri. Nella roccia sono molto comuni noduli di ossidi di ferro dal caratteristico color ruggine, ma finora non sono stati trovati esemplari, né dallo scrivente né da altri [10], che possano avallare la presenza di magnetite nel monzogranito gigliese. Si è propensi a ritenere che lo studioso abbia confuso la pirite ottaedrica fortemente alterata con la magnetite.

### I minerali di alterazione

I minerali di alterazione probabilmente derivano dalla vicinanza della cava al mare (sono state reperite nei campioni non lavati tracce di sale marino, probabilmente derivanti da mareggiate). Il più importante è sicuramente il *caolino*, reperito in masserelle biancastre di aspetto pulverulento sul feldspato, mai segnalato prima d'ora.

La *pinite*, prodotto micaceo (miscela di muscovite e clinocloro) grigio-verde è osservabile all'interno dei cristalli di cordierite.

Gli *ossidi di ferro* (limonite e goethite) derivati dall'alterazione della pirite e della pirrotina ricoprono la maggior parte dei minerali: si presentano sotto forma di spalmature e di aggregati rossastri.

### Conclusioni

La zona dell'Arenella, come si vede, presenta una varietà mineralogica decisamente superiore rispetto a quanto osservabile in altre zone dell'isola [8] [10] e può facilmente ambire al titolo di "*paradiso dei micro-mounters*": considerato che la discarica della Cava del Piccione è direttamente a picco sul mare e non ancora inserita nella zona a parco naturale, si auspica che da parte delle autorità locali, ma non solo, si operi una salvaguardia del patrimonio micro-mineralogico ivi presente, istituendo un'area di interesse mineralogico a ricerca controllata, non creando una nuova area *off-limits*, bensì una zona in cui la ricerca mineralogica sia regolamentata, nel rispetto del diritto dei terzi, siano essi ricercatori ma anche turisti che vogliono semplicemente godersi una giornata di mare cristallino.

### Ringraziamenti

Si ringrazia Valter Marinai del Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio per la costante collaborazione sia sul campo che nell'esame dei campioni. Si ringrazia inoltre, per i preziosi consigli ed i suggerimenti, l'Associazione Micro Mineralogica Italiana ([www.amiminerals.org](http://www.amiminerals.org)). Un particolare ringraziamento all'ing. Claudio Kutufà per il prezioso e costante aiuto.

SPECIE	ABBONDANZA	ASPETTO E DIMENSIONI MEDIE	QUANTITÀ REPERITA
<b>Caolino</b>	Non molto comune	Masserelle biancastre pulverulenti sul feldspato	Una decina di campioni
<b>Pinite</b>	Non comune	Masserelle verdastre	Diversi cristalli
<b>Ossidi di ferro</b>	Molto comuni	Masserelle marroncine che ricoprono gli altri minerali	Praticamente in tutti i campioni

## Note

<sup>1</sup> Negli ultimi tre anni lo scrivente ha reperito, in un blocco di anfibolite, masserelle rosate di *lawsonite* ed in un affioramento di *skarn* presente presso il Golfo di Campese aggregati fibroso-raggiati di *johansennite*.

<sup>2</sup> Ci si riferisce esclusivamente ai minerali presenti nelle geodi o nella pegmatite osservati dallo scrivente. Le specie esclusivamente segnalate da altri autori o siti web non esaminate dallo scrivente [1] [3] [4] [10] [13] vengono indicate con un asterisco.

<sup>3</sup> Ci si aspetterebbe, data la notevole vicinanza delle cave al mare, di trovare diverse specie di zeoliti, così come accade all'isola d'Elba. Al momento attuale, invece, non si hanno segnalazioni di alcuna zeolite nelle geodi dell'Arenella. La presenza, almeno in linea teorica, di almeno un paio di specie al Giglio, è alquanto probabile, ma probabilmente, non essendo stati reperiti cristalli euedrali riconoscibili al microscopio, sono state confuse con altre specie di scarsa significatività e quindi non sottoposte ad un esame diffrattometrico.

<sup>4</sup> Una bella serie di fotografie di tormalina schörlite con *habitus* discoidale si trova sul web [16] nel sito *Italian minerals*.

<sup>5</sup> Sono stati osservati due aggregati fascicolati di cristalli di elbaite, uno di colore nettamente celeste ed uno verde-azzurro, di dimensioni millimetriche

<sup>6</sup> Federico Pezzotta, comunicazione personale. L'illustrazione descrive efficacemente questo processo attraverso l'affermazione "è come se il monzogranito con pinitizzazione fosse stato "bollito" in loco da una fase fluida". Una riprova indiretta di tale paragenesi è il non aver mai ritrovato cristalli di cordierite nelle geodi, ma solo nella matrice, dove comunque compare esclusivamente pinitizzata.

<sup>7</sup> Meli [11] [12], stupito dall'abbondanza di cordierite nel granito gliigese, definisce la roccia gliigese *granitite cordieritica*.

<sup>8</sup> È da segnalare un ritrovamento, avvenuto due anni fa, di fluorapatite in una geode nelle pegmatiti del Poggio della Pagana.

<sup>9</sup> Marinai, comunicazione personale. Lo scrivente ha reperito numerosi noduli di grafite nelle rocce a sud di Giglio Porto, in prossimità della Cala dello Smeraldo, di dimensioni attorno a 30-40 mm, di forma ovoidale, in cui il minerale è associato prevalentemente a muscovite e pochissimo quarzo.

<sup>10</sup> Da lui definito *granito tormalinifero*.

## Bibliografia

- [1] Associazione Micro-mineralogica Italiana: Forum di discussioni on-line sui minerali – CNMI - Isola del Giglio, Toscana: elenco dei minerali: <http://forum.amiminerals.it/viewtopic.php?f=4&t=186> (visto il 2/11/2009)
- [2] Associazione Micro-mineralogica Italiana: Forum di discussioni on-line sui minerali – UK dall'Isola del Giglio – Cala dell'Arenella: <http://forum.amiminerals.it/viewforum.php?f=3&t=4295> (visto il 2/11/2009)
- [3] Associazione Micro-mineralogica Italiana-Forum di discussioni on-line sui minerali – Identificazione – Isola del Giglio: <http://forum.amiminerals.it/viewtopic.php?f=9&t=3451> (visto il 2/11/2009)
- [4] Barsotti, G., & Nannoni, R. Rocce, minerali e miniere delle isole dell'Arcipelago Toscano. Pacini editore. Pisa: 2006.
- [5] Carobbi, G. & Rodolico, F., I minerali della Toscana. Olschki editore. Firenze: 1976
- [6] Fei, A., Civiltà mineraria all'Isola del Giglio. Pacini editore. Pisa: 1989.
- [7] Fei, A., I minerali del granito a Punta Arenella (Isola del Giglio – GR). Not. G.M.F., X/4, 1983
- [8] Fei, A., Isola del Giglio: note di geologia e di mineralogia. Not. G.M.F., XI/3-4, 1984
- [9] Fei, A., Le tormaline "discoidi" dell'Isola del Giglio. Codice Armonico, 2006
- [10] Marinai, V., Nannoni, I minerali dell'Isola del Giglio. Pacini editore. Pisa: 1994
- [11] Meli, R.: Cenni sul granito dell'Isola del Giglio e bibliografia scientifica (principalmente geologica) relativa a quest'isola. Boll. Soc. Geol. It., 14, 1896.
- [12] Meli, R.: Pirite e pirrotina riscontrati come minerali accessori nel granito tormalinifero dell'isola del Giglio. Boll. Soc. Geol. It., 16, 1898.
- [13] Mindat.org – Giglio Island: <http://www.mindat.org/loc.-54887.html> (visto il 2/11/2009)
- [14] Nannoni, R. & Sammartino, F.: I minerali del granito dell'Arenella all'Isola del Giglio. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 1988.
- [15] Westerman D.S., Innocenti F., Tonarini S., Ferrara G.: The Pliocene Intrusions of the Island of Giglio. Mem. Soc. Geol. it., 49, 1993.
- [16] Italian Minerals – Tourmalines from Giglio Island: <http://www.italianminerals.com/ITALY/Giglio%20Island.html>

## I minerali della scogliera di Antignano

Alessandro Ciampalini<sup>1</sup>, Franco Sammartino<sup>2\*</sup>

**Parole chiave:** minerali, argilliti, idrotermaliti, Antignano, Livorno

*Viene segnalato il ritrovamento di ventuno specie mineralogiche, alcune delle quali nuove per la località, individuate a seguito di ricerche sistematiche effettuate lungo la scogliera a sud di Livorno che dalla frazione di Antignano giunge fino al Rio Maroccone. I minerali si rinvennero in due distinte giaciture: nelle fratture e nelle vene di calcite che attraversano i calcari e le argilliti appartenenti alla Formazione di Antignano, nelle vene di quarzo e calcite e nelle cavità delle idrotermaliti, rocce ofiolitiche che si trovano all'interno della medesima formazione. I minerali più interessanti individuati negli strati della Formazione di Antignano, sempre in esemplari ben cristallizzati, sono il quarzo, la calcite, l'aragonite, la barite, la dawsonite e la todorokite, mentre nelle idrotermaliti sono l'anatasio, la millerite, la reevesite, la vaesite e il quarzo.*

### Introduzione

A seguito del recente ritrovamento di interessanti specie mineralogiche in località Scoglio della Ballerina, sono state effettuate accurate ricerche lungo la scogliera a sud di Livorno che dalla località di Antignano giunge fino al Rio Maroccone. Queste ricerche hanno portato al ritrovamento di una ventina di specie, alcune delle quali nuove per la località, spesso con esemplari ben cristallizzati anche se raramente in individui di dimensioni che superano i pochi millimetri. Fanno eccezione il quarzo e la calcite che raggiungono spesso dimensioni centimetriche. Interessante inoltre la varietà di abito e colorazioni con le quali si presenta il quarzo, in particolare nelle vene e nelle cavità delle idrotermaliti.

### Materiali e metodi

Alcuni dei minerali di seguito elencati sono stati

già descritti in precedenti lavori dove però venivano presi in considerazione i Monti Livornesi nel loro complesso [4][5][6]. La maggior parte dei minerali è stata facilmente identificata con i tradizionali metodi di analisi chimiche e morfologiche con uso di lenti di ingrandimento e di stereomicroscopio binoculare, mentre per altri sono state

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra,  
Università di Pisa, Via S. Maria, 53,  
56126 Pisa

<sup>2</sup> Museo di Storia Naturale  
del Mediterraneo, Via Roma, 234,  
57127 Livorno

fsammartino@lice.it

\* autore per corrispondenza



necessarie analisi diffrattometriche di polveri ai raggi X. I minerali vengono descritti separatamente per ciascuna delle formazioni presenti nell'area di studio.

### Inquadramento geologico

A Sud del Rio Ardenza, dove la costa si fa alta e rocciosa, inizia l'esposizione degli strati della Formazione di Antignano che ha qui la sua località tipo (figura 1). Ben visibile lungo tutta la falesia che da Villa Carolina giunge al Rio Maroccone, la Formazione di Antignano si sovrappone, con un contatto marcato da grandi masse di brecce, al Flysch Arenaceo di Calafuria assimilabile al Macigno della serie Toscana [1], che inizia ad affiorare sul lato sinistro del Rio Maroccone.

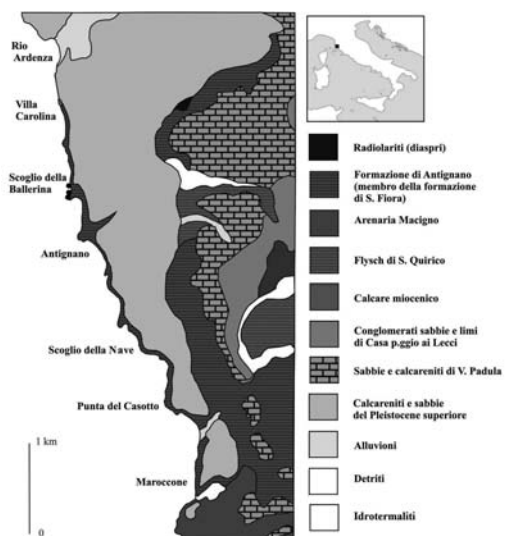


Figura 1: Ubicazione dell'area di studio.

Litologicamente la Formazione di Antignano è costituita da alternanze di silti ed argilliti manganesiferi grigio scuro e di areniti a grana fine di colore grigio o nocciola. Intercalati a questi si trovano strati di potenza maggiore, fino a 50 cm, di calcari a grana fine di colore nocciola e di calcareniti grigio marrone con base gradata e grossolane impronte di corrente [1]. Sulla superficie di separazione degli strati costituiti dalle silti grigie, in numerosi casi sono stati trovati icnofossili anche ben conservati.

Gli scarsi microfossili che si rinvencono, indicati di del Cretacico superiore (Cenomaniano), ed i caratteri litologici e sedimentologici permettono di attribuire la Formazione di Antignano ad un ambiente di scarpata [1].

Questi sedimenti sono spesso fortemente piegati e successivamente fratturati. In alcuni casi presentano superfici di laminazione evidenziate da veli di calcite che suddividono parti di questa formazione in piccole masse. Sono presenti anche piccole faglie a modesto rigetto, anch'esse evidenziate da calcite.

Nella massa del sedimento si trovano piuttosto comunemente olistostromi ofiolitici, rocce profondamente alterate con mineralizzazioni di tipo idrotermale che si sono depositate in filoni costituiti prevalentemente da calcite e quarzo. Data la maggiore durezza, queste rocce risultano più resistenti all'erosione; infatti non di rado si presentano come blocchi isolati lontani anche 10-20 m. dalla riva attuale, ed a volte costituiscono la parte più avanzata di penisole formate da calcari e argilliti che vengono protetti dall'erosione del mare. Queste masse possiedono in genere un volume di pochi m<sup>3</sup> ma possono raggiungere anche volumi maggiori, come lo "Scoglio della Ballerina" alto circa 5 metri. Su questa formazione si imposta il "Terrazzo di Livorno" ad un'altezza che dai pochi metri di Villa Carolina giunge fino ai 15 metri della zona del Maroccone. Il terrazzo del Pleistocene superiore è costituito principalmente da una calcarenite di origine marina, a cui può essere intercalato un livello fluvio-lacustre o salmastro, ricoperta da limi sabbiosi arrossati di ambiente continentale [2][3]. In località Villa Carolina è presente inoltre un modesto affioramento di calcare giallastro del Miocene superiore attraversato da vene di calcite.

### I minerali

I minerali si rinvencono in vari tipi di giaciture sia nelle rocce sedimentarie, argilliti e calcari della Formazione di Antignano, che nelle masse olistostromiche di ofioliti (idrotermaliti). Nelle rocce sedimentarie si hanno due distinte giaciture, una è costituita da cavità nelle vene formate principalmente di calcite, con cristallizzazioni di calcite, dolomite, quarzo, pirite, aragonite, gesso, l'altra è costituita dalle fratture nella roccia, con dawsonite, barite, calcite, siderite, marcasite e todorokite. So-

no presenti comunque, anche se più raramente, piccole vene di quarzo e limonite. Nelle idrotermaliti, i minerali si trovano in tre giaciture diverse, sia nelle vene di quarzo e calcite che attraversano anche in modo caotico la massa rocciosa, con quarzo, calcite, dolomite, millerite, reevesite, pirite, vaesite, clorite, che nelle cavità con quarzo, in varie colorazioni anche senza prisma intermedio, e anatasio. Infine, alcuni minerali come millerite, reevesite, steatite, cromite e pirite, si trovano nella massa rocciosa al contatto con le vene di calcite.

#### Argilliti e calcari

##### *Aragonite* - $\text{CaCO}_3$

In alcuni punti molto limitati nella zona dello Sco-

glio della Ballerina e dello Scoglio della Nave, l'aragonite si trova sotto forma di esilissimi cristalli aghiformi trasparenti, incolori, riuniti in associazioni di numerosi individui, fino a diverse decine, od a formare delle piccole sfere (figura 2-1), con dawsonite, calcite e siderite. Questi aghetti tappezzano le cavità di fratture riempite da siderite microcristallina. I singoli cristalli hanno generalmente dimensioni inferiori al millimetro e solo in pochissimi casi superiori.

##### *Barite* - $\text{Ba}[\text{SO}_4]$

La barite si può trovare abbastanza comunemente sia allo Scoglio della Nave, Punta del Casotto, che nella zona dello Scoglio della Ballerina. Si presenta in aggregati a rosetta, bianchi, bianco-madreperlacei, di dimensioni fino a 3-4 mm (figura 2-2);

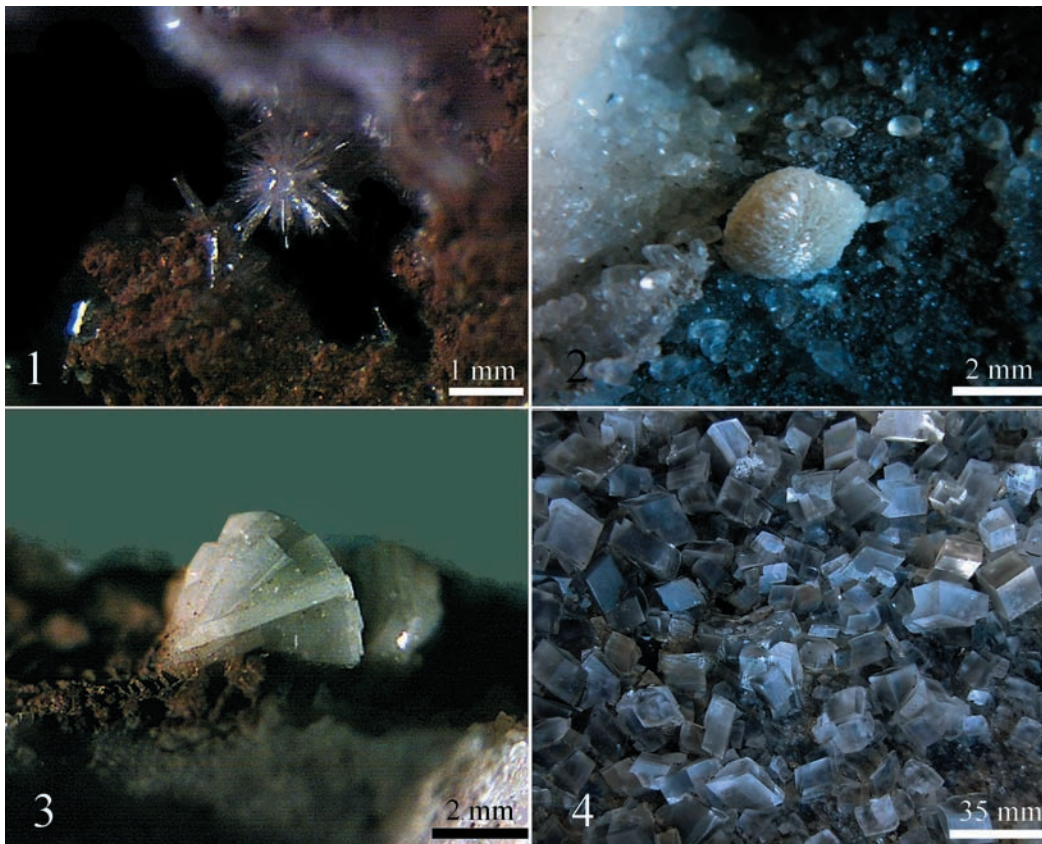


Figura 2: 1) aragonite; 2-3) barite; 4) calcite romboedrica.

in rari casi allo Scoglio della Ballerina sono state trovate rosette appiattite trasparenti, ialine, intorno al centimetro, che ricoprono microscopici cristallini di siderite e aggregati rotondeggianti. Più raramente si trovano associazioni di cristalli giallo paglierino ed incolore fino a 1 cm. L'associazione più comune è con siderite e calcite. Nella zona dello Scoglio della Nave eccezionalmente sono stati ritrovati cristalli di barite che si presentano come covoncini di colore biancastro o giallo pallido e dimensioni fino a 5 mm in una cavità tappezzata di cristalli millimetrici di calcite (figura 2-3).

#### *Calcite* - $\text{CaCO}_3$

È senza dubbio il minerale più comune e si presenta generalmente in nitidi cristalli a testa di chiodo, trasparenti o biancastri, fino ad 1 cm., frequentemente di dimensioni più ridotte ed in que-

sto caso talvolta tappezzano interamente le cavità; spesso sono ricoperti da spruzzature di siderite e pirite. Nella zona fra Scoglio della Nave e Punta del Casotto sono presenti vene con cristalli romboedrici fino a 2-3 cm (figure 2-4; 3-2,3), opachi, biancastri, grigiastri per inclusioni argillose, in alcuni casi associati a quarzo ialino. Si possono osservare delle splendide druse che ricoprono superfici superiori anche ad 1 m<sup>2</sup>. Presso Villa Carolina, dove sono presenti piccole fessure nel calcare giallastro miocenico, si osservano cristalli millimetrici di calcite biancastra ad abito scalenoedrico. In piccolissimi cristalli di un bel colore rosso arancio, si trova entro cavità di noduletti di ossidi di manganese dispersi nelle argilliti presso Punta del Casotto. In quasi tutta l'area di studio si trovano cristalli lenticolari (figura 3-1), anche disposti in lunghe file, spesso allineate lungo i bordi delle



Figura 3: Calcite: 1) lenticolare; 2-3) romboedrica; 4) geminato a farfalla.

fratture. In alcune fessure sono stati trovati cristalli geminati a "farfalla" (figura 3-4). In molti punti, dove sono presenti stillicidi d'acqua, si trova calcite concrezionata; alla Spiaggia Pendola è inoltre presente una placca di "travertino" di alcuni m<sup>2</sup> di superficie che si forma in prossimità del mare.

#### *Dawsonite* - $\text{NaAlCO}_3(\text{OH})_2$

È stata rinvenuta solamente nella zona dello Scoglio della Ballerina, sotto forma di aggregati raggiati, bianchi a lucentezza sericea e dimensioni massime di 3-4 mm (figura 4-1,2), che talvolta tappezzano direttamente le fratture delle argilliti e dei calcari, in questo caso la dawsonite spesso è molto alterata e frequentemente si trovano solo le impronte degli aggregati raggiati. Nelle fessure, l'associazione è con calcite, siderite e, molto più raramente, con aragonite incolore in piccoli globuletti raggiati. Più di rado, quando l'ampiezza delle fessure lo permette, forma aggregati sferoidali bianchissimi lunghi fino a 3-4 mm. Può essere paragonata alla dawsonite ritrovata a Limoncino [7] anche se non in campioni altrettanto grandi; inoltre, a differenza di quanto osservato nella medesima località, non è stata ritrovata la varietà di colore rosa.

#### *Dolomite* - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

La dolomite si trova comunemente lungo tutta la costa da Antignano al Rio Maroccone sotto forma di aggregati selliformi di cristalli, brillanti, con colore dal bianco al giallo dorato a volte con iride-

scenza dovuta ad alterazione di solfuri. Generalmente la dolomite è in associazione con dawsonite, barite, calcite e quarzo. Nella zona dello Scoglio della Ballerina sono stati ritrovati minuti cristalli giallo dorati tappezzanti le fratture delle argilliti, più raramente, nei calcari, si presenta in microcristalli violacei con dawsonite.

#### *Gesso* - $\text{Ca}[\text{SO}_4]2\text{H}_2\text{O}$

È stato ritrovato in un'area molto limitata dove affiorano argilliti nere della zona dello Scoglio della Nave e Punta del Casotto, ai margini di una frattura riempita da calcite. I cristalli sono appiattiti, trasparenti con leggero colore giallo pallido. Sono presenti in corrispondenza di filoncelli e noduli di 2-3 cm di pirite alterata, che possono essere la fonte che ha generato il solfato di calcio.

#### *Limonite* - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (minerale presunto)

Con questo termine non si intende una specie mineralogica ben definita, ma un miscuglio di idrossidi di ferro. La limonite è presente ovunque esistano noduli o cristalli di solfuri di ferro, che in molti casi ha sostituito completamente. Forma anche esili filoncelli di colore rossastro e giallo (*ocra*) che attraversano le argilliti.

#### *Marcasite* - $\text{FeS}_2$

La marcasite, come la pirite, è molto comune su tutta la scogliera di Antignano, ma quando si trova in masserelle globulari, è difficilmente distingui-

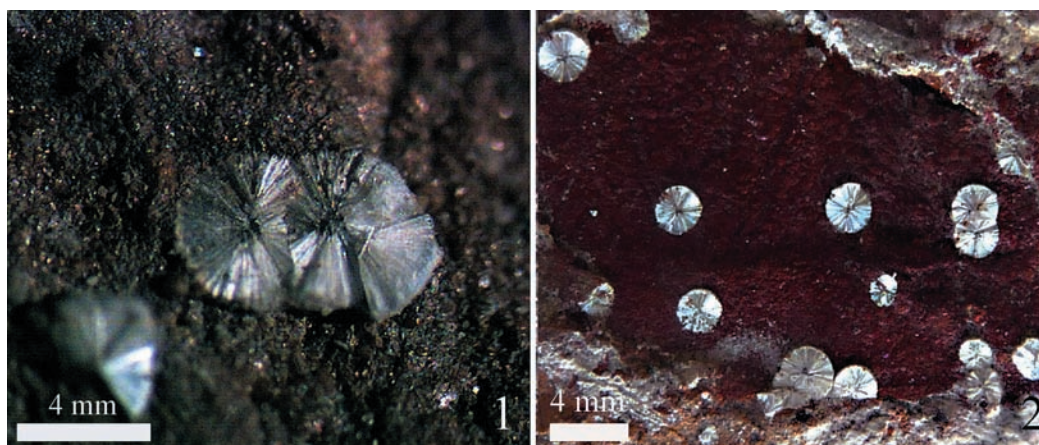


Figura 4: Dawsonite: 1) nelle argilliti; 2) nei calcari su dolomite violacea.

bile dalla pirite. Nella zona dello Scoglio della Bal-  
 lerina, sulla superficie di alcuni massi erratici si  
 trovano noduletti e placche subcircolari appiattite  
 ossidate di 3-4 cm di diametro. Pochi ma evidenti  
 cristalli, che emergono da noduletti globulari, si  
 trovano in vari punti sia impiantati direttamente  
 nelle fessure delle argilliti e dei calcari, che inclusi  
 nella matrice calcarea.

#### *Pirite* - $\text{FeS}_2$

In genere si rinviene in gruppi di globuletti di 3-5  
 mm con abito cubico o pentagonodecaedrico  
 entro i calcari o le siltiti grigie con viva lucentezza  
 metallica o ricoperti da una patina bruno-ros-  
 sastra di alterazione (figura 5 - 1). Eccezional-  
 mente è stata ritrovata in filoncelli spessi 1-2 cm  
 alla base di strati calcarenitici in località Spiaggia

Cabianca; al contatto con le argilliti la superficie  
 di questi filoncelli è costituita da cristalli compe-  
 ntrati fra loro con abito cubico o pentagonode-  
 caedrico. Nella zona del Maroccone sono stati  
 trovati cristalli cubottaedrici di 3-4 cm, molto  
 brillanti (figura 5-2).

*Psilomelano* -  $(\text{BaH}_2\text{O})\text{Mn}_5\text{O}_{10}$  (minerale presunto)  
 In località Punta del Casotto, all'interno di argilliti  
 nerastre, è stato ritrovato un campione di minera-  
 le nero, compatto con frattura concoide, che ad  
 una analisi eseguita con diffrattogramma di polveri  
 ai raggi X è risultato essere completamente  
 amorfo. Si tratta con ogni probabilità di un miscu-  
 glio di diversi ossidi di manganese. Esili dendriti  
 di ossidi di manganese sui calcari sono ritrovati un  
 po' ovunque.

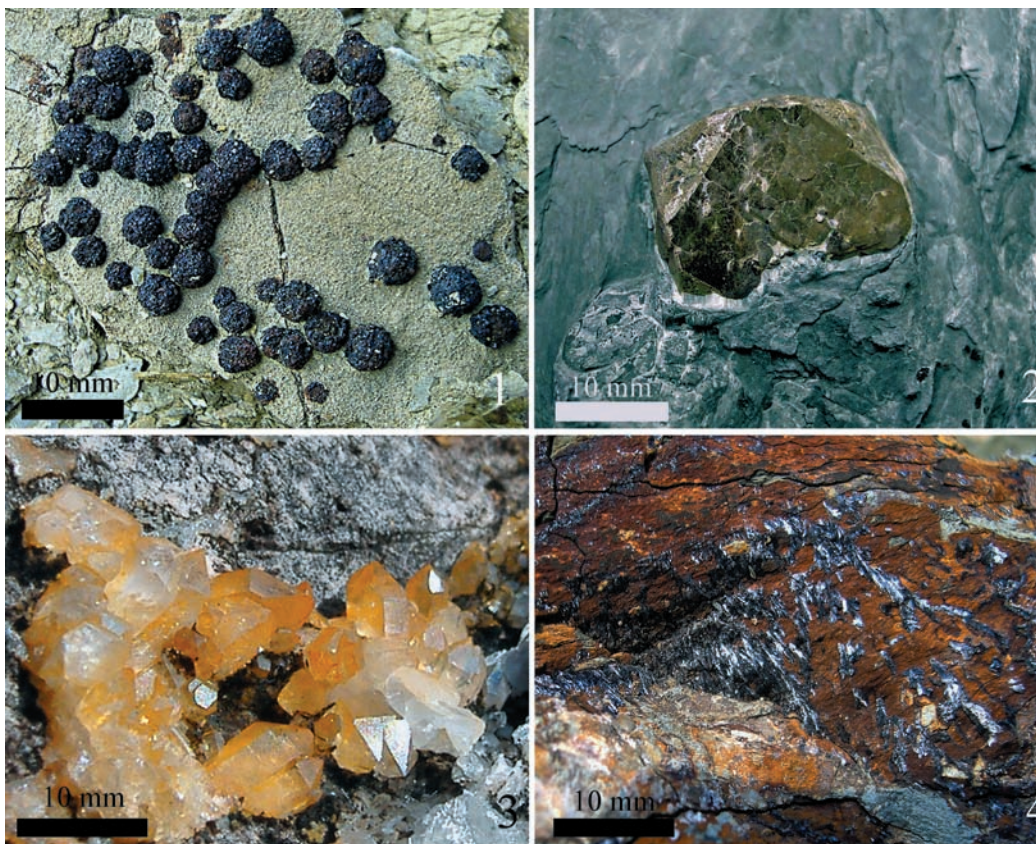


Figura 5: 1) pirite in aggregati globulari; 2) pirite cubottaedrica; 3) quarzo; 4) todorokite.

**Quarzo - SiO<sub>2</sub>**

I migliori campioni provengono dalla zona dello Scoglio della Nave e Punta del Casotto dove nelle fratture della calcite si rinvengono cristalli trasparenti fino a 1-2 cm associati a romboedri di calcite. Non rari sono anche filoncelli quarzosi nelle cui geodi sono presenti decine di cristalli di 1-2 mm. Nella zona dello Scoglio della Ballerina i cristalli sono in genere piccoli e non superano i 6-7 mm e sono di colore giallastro con iridescenze, accompagnati da cristalli di calcite lamellare (figura 5-3). Rari sono i cristalli con abito tabulare. Nella zona sono stati trovati anche esemplari con prisma allungato di dimensioni superiori ad 1 cm, completamente ialini.

**Siderite - FeCO<sub>3</sub>**

La Siderite è presente nella zona dello Scoglio della Ballerina in druse costituite da decine o centinaia di minutissimi cristalli romboedrici rossastri e violacei che raramente raggiungono il millimetro. Queste colorazioni sono dovute all'azione ossidante di solfuri di ferro. L'associazione è con calcite a testa di chiodo e raramente con barite; meno comunemente si trova in associazione con aragonite e dawsonite ed eccezionalmente nelle cavità dei filoncelli di quarzo.

**Todorokite - (Mn,Ca,Ba)<sub>2</sub> Mn<sub>3</sub> O<sub>12</sub> · 3H<sub>2</sub>O (minerale presunto)**

In località Scoglio della Nave – Punta del Casotto sono state ritrovate nelle argilliti piccole quantità

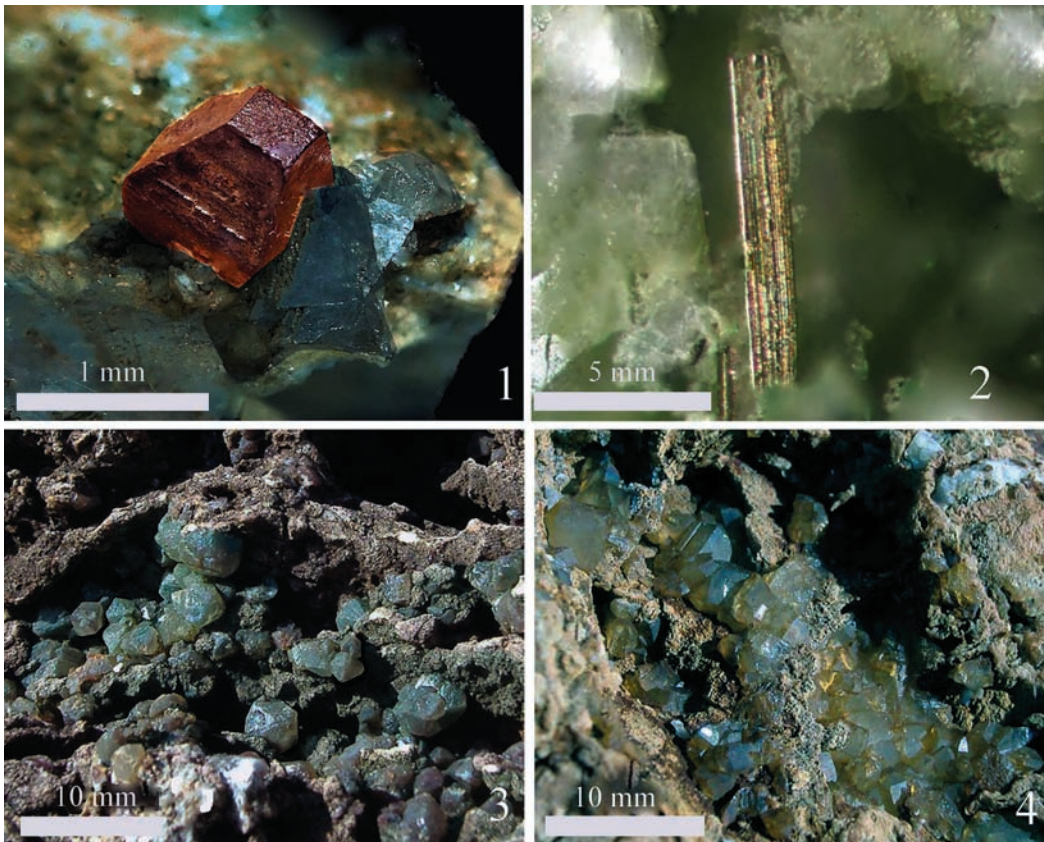


Figura 6: 1) anatasio su quarzo; 2) millerite con quarzo e dolomite; 3) quarzo in cristalli bipiramidali verdi; 4) quarzo citrino.

di un minerale microcristallino sotto forma di incrostazioni di forma allungata di tipo dendritico, nere con iridescenze viola scuro, di lunghezza fino a 2 cm (figura 5-4). Le analisi con diffrattogramma di polveri a raggi X hanno evidenziato un ossido di manganese estremamente vicino alla todorokite.

### **Idrotermaliti**

#### *Anatasio* - $\text{TiO}_2$

Cristalli opachi di anatasio di colore rossastro intorno al millimetro, con bipiramide troncata, spesso tabulari, si trovano, non senza difficoltà, in alcune fessure ricoperte da quarzo microcristallino verdastro opaco (figura 6-1).

#### *Azzurrite* - $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$

Una piccola masserella di azzurrite è stata individuata in una fessura nel quarzo compatto insieme ad un noduletto di calcopirite.

#### *Calcite* - $\text{CaCO}_3$

In queste idrotermaliti i cristalli di calcite sono di forma lenticolare, molto piccoli, incolori e trasparenti. In molte fessure la calcite è di deposizione secondaria, tanto che, dissolvendola con acido cloridrico, vengono evidenziati cristalli di quarzo, millerite, pirite ed altri solfuri.

#### *Calcopirite* - $\text{CuFeS}_2$

Un noduletto di questo solfuro, parzialmente ricoperto da azzurrite, è stato osservato in una microfrattura dentro ad una vena compatta di quarzo in colore in un masso erratico di idrotermalite nei pressi dello Scoglio della Ballerina.

#### *Clorite* - $(\text{Mg,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_4$ (minerale presunto)

La clorite, identificata con diffrattogramma di polveri, si trova in piccoli ammassi di lamelle verdi nella massa rocciosa, mai in cristalli con margini distinti.

#### *Cromite* - $\text{FeCr}_2\text{O}_4$

Piccolissimi cristalli ottaedrici con spigoli smussati, di colore bruno nerastro sono stati rinvenuti nella roccia al contatto con vene di calcite.

#### *Dolomite* - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Cristalli selliformi di dolomite biancastra, di di-

mensioni millimetriche, sono stati osservati in poche fessure tappezzate da quarzo microcristallino con millerite.

#### *Pirite* - $\text{FeS}_2$

La pirite in cristalli cubici molto brillanti, inferiori al millimetro, si trova dispersa nella massa idrotermalitica. In rari casi microcristalli di pirite si trovano adagiati sui cristalli di millerite.

#### *Millerite* - $\text{NiS}$

Questo solfuro di nickel è molto comune in quasi tutti gli affioramenti di idrotermaliti dei Monti Livornesi [6]. Allo Scoglio della Ballerina è particolarmente frequente nelle rocce ricche di masserelle di steatite bianca immerse nei filoni di calcite e quarzo. Si trova in cristalli allungati color giallo ottone con lucentezza metallica, anche di 1 cm, sia nelle cavità (figura 6-2) che inglobati nella massa rocciosa, nella calcite e nella steatite. Nelle fessure si trova in cristalli isolati, in gruppi raggruppati e non mancano anche gli esemplari distorti e curvi, spesso appiattiti e striati longitudinalmente. La millerite è accompagnata da quarzo, calcite e dolomite e più raramente da vaesite e pirite. Oltre al classico abito aciculare, si trova meno comunemente anche in cristalli tozzi con terminazione "piatta" e quest'ultima risulta molto più brillante della parte prismatica per la mancanza di striature.

#### *Quarzo* - $\text{SiO}_2$

Nelle idrotermaliti di Antignano, il quarzo si trova con una notevole varietà di forme e colori. Cristalli bipiramidali senza prisma intermedio, anche di 1 cm, di colore verde, grigio verde e nerastro, opachi o traslucidi, riempiono le cavità per vari centimetri (figura 6-3). Molto belli sono anche i cristalli prismatici diafani di colore giallastro di 3-4 mm (figura 6-4). Si hanno anche cristalli opachi verdi di 2-3 mm in fessure molto strette, spesso su questo quarzo si trovano impiantati microcristalli di anatasio rossastro. Adiacenti alle cavità precedentemente descritte se ne trovano altre riempite da quarzo ialino con prisma allungato, in alcuni casi i cristalli sono appiattiti e con lucentezza adamantina.

#### *Reevesite* - $\text{Ni}_6\text{Fe}_2^{3+}[(\text{OH})_{16}|\text{CO}_3]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (minerale presunto)

Con questo nome vogliamo indicare un prodotto

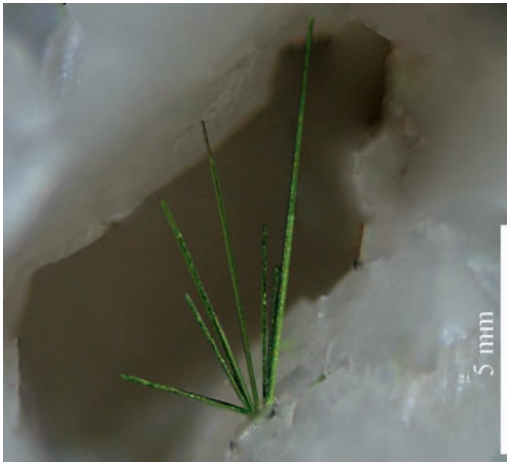


Figura 7: Reevesite.

di alterazione del solfuro di nickel che si rinviene nelle stesse giaciture della millerite. Questo minerale si trova con maggiore frequenza immerso nella matrice calcitica insieme a piccolissimi cristalli di pirite ed è assai raro trovarlo nelle fessure (figura 7). Il colore è giallo verdastro o verde con riflessi dorati. Spesso la reevesite è pseudomorfa di millerite. Questi due minerali si possono trovare anche insieme, ma con cristalli sempre inclusi nella massa rocciosa. L'identificazione macroscopica della reevesite è impossibile a causa della somiglianza con la jamborite; entrambi questi minerali, presentandosi di solito come pseudomorfo di originari cristalli di millerite, sono scarsamente cristallini e risultano quasi amorfi anche ai raggi X. Tra questi due minerali poco studiati si possono celare anche eventuali altri fasi mineralogiche diverse ancora non ben caratterizzate (P. Orlandi, Comunicazione personale).

#### *Steatite* – $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$

Masserelle bianche o leggermente verdastre di questa varietà compatta di talco, riempiono le cavità di alcuni blocchi delle idrotermaliti allo Scoglio della Ballerina. Nella steatite si trovano spesso inclusi cristalli di solfuri vari come la millerite e la pirite.

#### *Vaesite* – $NiS_2$

Nelle vene di calcite bianco latte, che inglobano la millerite e la reevesite, si possono osservare cri-

stalli prismatici pseudocubici neri, inferiori al millimetro, riconducibili alla vaesite.

#### *Minerali non identificati*

Nella zona del Maroccone, si trovano masserelle nere lucenti a frattura concoide immersi nella calcite. Probabilmente si tratta di idrocarburi catturati nella massa della calcite spatica.

#### Conclusioni

La zona costiera di Antignano, compresa fra Villa Carolina a nord e la foce del Rio Maroccone a sud, pur essendo fortemente antropizzata, conserva molti tratti di notevole pregio naturalistico non interessati da costruzioni e modificazioni per la discesa al mare. È in questi tratti che sono state svolte le ricerche allo scopo di individuare i minerali presenti. È stata confermata la presenza di specie già conosciute e ne sono state individuate altre che rappresentano una novità per la località come la vaesite, la dawsonite, la todorokite, la barite e l'anatasio. Di particolare interesse sono i limitati affioramenti di idrotermaliti nei quali sono presenti, in percentuali diverse, gli stessi minerali che si rinvencono in affioramenti simili sui Monti Livornesi. Le argilliti ed i calcari della Formazione di Antignano sono attraversati da innumerevoli filoni e filoncelli di calcite, all'interno dei quali si rinvencono druse di calcite in splendidi cristalli, sia lenticolari che romboedrici, incolori, bianchicci o grigi. In alcune di queste fessure si rinviene la rara dawsonite.

Sono tuttora in corso studi specifici, ma le osservazioni di campagna consentono di stabilire, in linea di massima, la sequenza delle cristallizzazioni all'interno delle fessure a calcite della Formazione di Antignano nel seguente ordine: calcite/quarzo – dolomite/siderite – aragonite/barite/dawsonite – pirite.

L'indagine è stata effettuata allo scopo di individuare nuove specie mineralogiche nell'ambito dei Monti Livornesi, nella fattispecie dell'area costiera di Antignano. A questo si aggiunge l'intento di portare a conoscenza delle amministrazioni locali il pregio geo-mineralogico dell'area, affinché essa venga tutelata data la forte antropizzazione, preservandola eventualmente come uno dei "geositi" dei Monti Livornesi, sfruttando anche la facile accessibilità dell'area.



### Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Prof. Paolo Orlandi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa per i preziosi consigli e per le analisi effettuate su alcuni dei minerali rinvenuti.

### Bibliografia

- [1] Lazzarotto A., R. Mazzanti, C. Nencini. *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalvetti*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno.,1990, 11 (Suppl.2): 1  
[2] A. Ciampalini, L. Ciulli., G. Sarti, G. Zanchetta. *Nuovi dati geologici del sottosuolo del "Terrazzo di*

*Livorno"*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Serie A, 2006, 111: 75

[3] A. Ciampalini, F. Sammartino. *Le industrie munitarie e le Sabbie di Ardenza (Livorno)*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno. 2007, 20:27.

[4] R. Nannoni R., F. Sammartino. *Guida ai minerali dei Monti Livornesi*. Calderini, Bologna. 1979.

[5] G. Bracci., P. Orlandi. *Minerali della parte settentrionale dei Monti Livornesi*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno. 1990, 11 (Suppl. 2): 95.

[6] F. Sammartino. *Minerali miniere e cave dei Monti Livornesi*. Comune di Livorno. Circ. 4, 2009.

[7] P. Malesani. S. Vannucci. *Su una nuova varietà di dawsonite ritrovata nella Valle Benedetta (Livorno)*. Per. Min. 1974. 43, n. 3: 655.

## Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI) Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano I

Elena Fantoni<sup>1</sup>, Angela Cecchini<sup>2</sup>, Roberto Narducci<sup>3</sup>, Paolo Emilio Tomei<sup>4</sup>

**Parole chiave:** flora micologica, macromiceti, sugherete, Aree Protette, Monte Pisano (PI)

*Gli autori segnalano i macromiceti censiti durante il periodo 2000 – 2009 nelle sugherete presenti nelle aree protette del Monte Pisano, e precisamente nelle A.N.P.I.L. Monte Castellare - Valle delle Fonti e Valle del Lato. Le specie ritrovate sono 258, e fra queste molte compaiono nella lista rossa toscana. Per alcune di esse, ritenute interessanti, sono presentate immagini e note.*

I boschi di sughera presenti sul Monte Pisano generalmente si trovano insediati su terreni poco profondi e lisciviati, dove il lento impoverimento del suolo ha portato negli anni alla degradazione della lecceta. Da un punto di vista fitosociologico, queste sugherete, sono state inquadrare nell'ambito dell'alleanza *Quercion ilicis* (Br. Bl. 1936) Rivas Martinez 1975; si tratta di comunità vegetali caratterizzate da un piano arboreo a *Q. suber* L.<sup>1</sup>, generalmente interrotto, e da un piano arbustivo con *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *E. scoparia* L., *Cytisus villosus* Pourret, *Phyllirea angustifolia* L. e *Myrtus communis* L.; le specie dello strato erbaceo sono poche e la loro copertura trascurabile. Queste cenosi vengono interpretate come stadi dinamici della lecceta o come stadi durevoli senza possibilità di evoluzione a causa di ripetuti incendi (BERTACCHI *et al.*, 2004; TOMEI, 2009). Indagini micologiche mirate sono iniziate, a partire dall'anno 1999, su interessamento del Servizio "Tutela Ambientale" del Comune di San Giuliano Terme e nell'ambito degli studi sulla biodiversità nelle Aree Protette "A.N.P.I.L. Monte Castellare - Valle delle Fonti" (ANTONINI *et al.*, 2007; NARDUCCI e CECCHINI, 2000). La prosecuzione di tali studi, insieme al recupero dei dati bibliografici (AA.VV.,

1999; 2000; CECCHINI e NARDUCCI, 2008; MONTI, 1979; MONTI *et al.*, 1999; MONTI e FICINI, 1980; NARDUCCI, 2005; 2009; 2009b; NARDUCCI *et al.*, 2007; TOMEI e NARDUCCI, 2009), hanno permesso di individuare in queste fitocenosi la presenza di

### gli autori

<sup>1</sup> Servizio "Tutela Ambientale"  
del Comune di San Giuliano Terme  
Via Niccolini 25,  
56017 San Giuliano Terme (PI)  
[efantoni@comune.sangiulianoterme.pisa.it](mailto:efantoni@comune.sangiulianoterme.pisa.it)

<sup>2</sup> Via della Marina 57,  
57022 Castagneto Carducci (LI)

<sup>3</sup> Via di Coselli 5,  
55060 Capannori (LU)

<sup>4</sup> Università di Pisa – Dip. di Agronomia  
e Gestione dell'Agroecosistema  
Via San Michele degli Scalzi 2,  
56124 Pisa

226 entità. La nostra ricerca si pone come un ulteriore contributo alla conoscenza della flora macro-micetica di un tipo di vegetazione – la sughereta – del tutto peculiare per la regione mediterranea.

### Materiali e metodi

Per la redazione della lista delle specie sono stati utilizzati sia i dati bibliografici disponibili, sia informazioni originali scaturite dalle indagini,

svolte nei territori del Comune di San Giuliano Terme (in particolare A.N.P.I.L. Monte Castellare – Valle delle Fonti) e del Comune di Calci (in particolare A.N.P.I.L. Valle del Lato). Per le specie ritenute più interessanti sono fornite indicazioni di dettaglio; i campioni raccolti e studiati sono stati fotografati, essiccati, ed inseriti nell'*Herbarium Julianum*, collezione conservata nell'*Herbarium Facultatis Agrariae* (PI-AGR), presso il Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa.

### Elenco delle entità segnalate

Entità	Famiglia
<i>Agaricus augustus</i> Fr.	AGARICACEAE
<i>Agaricus essettei</i> Bon	AGARICACEAE
<i>Agaricus haemorrhoidarius</i> Schulzer in Kalchbr.	AGARICACEAE
<i>Agaricus porphyizon</i> P.D. Orton	AGARICACEAE
<i>Agaricus praeclaresquamosus</i> Freem.	AGARICACEAE
<i>Agaricus praeclaresquamosus</i> Freem. var. <i>terricolor</i> (Møller) Bon & Cappelli	AGARICACEAE
<i>Agaricus sylvicola</i> (Vittad.) Sacc.	AGARICACEAE
<i>Aleuria aurantia</i> (Fr.) Fuck.	PEZIZACEAE
<i>Amanita caesarea</i> (Scop. : Fr.) Pers.	PLUTEACEAE
<i>Amanita citrina</i> (Schäff.) Pers.	PLUTEACEAE
<i>Amanita crocea</i> (Quél.) Singer	PLUTEACEAE
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Bertill.	PLUTEACEAE
<i>Amanita ovoidea</i> var. <i>proxima</i> (Dumée) Bon & Courtec.*	PLUTEACEAE
<i>Amanita pantherina</i> (DC.: Fr.) Krombh.	PLUTEACEAE
<i>Amanita phalloides</i> (Fr.: Fr.) Link.	PLUTEACEAE
<i>Amanita rubescens</i> Pers.: Fr.	PLUTEACEAE
<i>Amanita strobiliformis</i> (Paulet ex Vittad.) Bertill.	PLUTEACEAE
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.: Fr.) Lam. s.l.	PLUTEACEAE
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl: Fr.) P. Kumm.	MARASMIACEAE
<i>Armillaria tabescens</i> (Scop.) Emel.	MARASMIACEAE
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.: Pers.) Morgan	SCLERODERMATACEAE
<i>Aureoboletus gentilis</i> (Quél.) Pouzar	BOLETACEAE
<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.: Fr.) Pers.	AURICULARIACEAE
<i>Biscogniauxia mediterranea</i> (De Not.) Kuntze	XYLARIACEAE

## Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI)

Entità	Famiglia
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.: Fr.) P. Karst.*	HAPALOPILACEAE
<i>Boletus aereus</i> Bull.: Fr.	BOLETACEAE
<i>Boletus fragrans</i> Vittad.	BOLETACEAE
<i>Boletus lupinus</i> Fr.	BOLETACEAE
<i>Boletus luridus</i> Schäff.: Fr.	BOLETACEAE
<i>Boletus luridus</i> subsp. <i>caucasicus</i> (Singer ex Alessio) Hlavá_ek	BOLETACEAE
<i>Boletus luteocupreus</i> Bertéa & Estadès – (Narducci, 2009)	BOLETACEAE
<i>Boletus queletii</i> Schulzer	BOLETACEAE
<i>Boletus queletii</i> var. <i>lateritius</i> Bres. & Schulzer	BOLETACEAE
<i>Boletus radicans</i> Pers.: Fr.	BOLETACEAE
<i>Boletus rhodopurpureus</i> Smotl.	BOLETACEAE
<i>Bovista aestivalis</i> (Bonord.) Demoulin*	LYCOPERDACEAE
<i>Byssomerulius corium</i> (Pers.: Fr.) Parmasto*	MERULIACEAE
<i>Calvatia excipuliformis</i> (Scop.: Pers.) Perdeck	LYCOPERDACEAE
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr. : Fr. var. <i>ferruginascens</i> (P.D. Orton) Courtec.	CANTHARELLACEAE
<i>Clathrus ruber</i> P. Micheli: Pers.	PHALLACEAE
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.: Fr.) J. Schröt.	CLAVULINACEAE
<i>Clavulina cinerea</i> f. <i>sublilascens</i> (Bourdot & Galzin) Bon & Cortec.	CLAVULINACEAE
<i>Clavulina coralloides</i> (L.: Fr.) J. Schröt.	CLAVULINACEAE
<i>Clavulina rugosa</i> (Bull.: Fr.) J. Schröt.	CLAVULINACEAE
<i>Clitocybe alexandri</i> (Gillet) Konrad	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe costata</i> Kühner & Romagn.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe geotropa</i> (Bull.) Quél.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm.*	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe nebularis</i> (Batsch: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe odora</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm.*	TRICHOLOMATACEAE
<i>Clitocybe phaeophthalma</i> (Pers.) Kuyper	TRICHOLOMATACEAE
<i>Collybia butyracea</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Collybia dryophila</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Collybia fusipes</i> (Bull.: Fr.) Quél.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Coprinus picaceus</i> (Bull.: Fr.) Gray	COPRINACEAE
<i>Coriolopsis gallica</i> (Fr.: Fr.) Ryvarden*	POLYPORACEAE
<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.: Fr.) Fr. s.l.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius cedretorum</i> Maire*	CORTINARIACEAE

Entità	Famiglia
<i>Cortinarius daulnoyae</i> Quél.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius decipiens</i> (Pers.: Fr.) Fr.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius dionysae</i> Rob. Henry	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius elatior</i> Fr.*	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius elegantior</i> var. <i>quercilicis</i> Chevassut & Rob. Henry	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius infractus</i> (Pers.: Fr.) Fr.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius ionochlorus</i> Maire	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius mucifluoides</i> Rob. Henry ex Rob. Henry*	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius orellanus</i> Fr.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius salor</i> Fr.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius sodagnitus</i> Rob Henry	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius torvus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius trivialis</i> J.E. Lange	CORTINARIACEAE
<i>Cortinarius xanthophyllus</i> (Cooke) Rob. Henry	CORTINARIACEAE
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.: Fr.) Pers.	CANTHARELLACEAE
<i>Crucibulum laeve</i> (Huds.) Kambly	NIDULARIACEAE
<i>Cyathus olla</i> (Batsch) Pers.	NIDULARIACEAE
<i>Cystolepiota sistrata</i> (Fr.) Singer ex Bon & Bellù	LEPIOTACEAE
<i>Daedalea quercina</i> L.: Fr.*	FOMITOPSIDACEAE
<i>Diderma spumarioides</i> (Fr.) Fr.	DIDYMIACEAE
<i>Entoloma bloxamii</i> (Berk. & Broome) Sacc.	ENTOLOMATACEAE
<i>Entoloma incanum</i> (Fr.: Fr.) Hesler	ENTOLOMATACEAE
<i>Entoloma lividoalbum</i> (Kühner & Romagn.) Kubi_ka	ENTOLOMATACEAE
<i>Entoloma rhodopolium</i> (Fr.: Fr.) P. Kumm.	ENTOLOMATACEAE
<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel.	ENTOLOMATACEAE
<i>Entoloma serrulatum</i> (Fr.:Fr.) Hesler	ENTOLOMATACEAE
<i>Fuligo cinerea</i> (Schwein.) Morgan	PHYSARACEAE
<i>Fuligo septica</i> (L.) F.H. Wigg.	PHYSARACEAE
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis: Fr.) P. Karst.	GANODERMACEAE
<i>Geastrum fimbriatum</i> Fr.	GEASTRACEAE
<i>Geastrum minimum</i> Schwein.	GEASTRACEAE
<i>Geastrum rufescens</i> Pers.: Pers.	GEASTRACEAE
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr.) Bres.	MERULLACEAE
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.: Fr.) Quél.	GYROPORACEAE

## Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI)

Entità	Famiglia
<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quél.	BOLBITIACEAE
<i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers.) Quél.	BOLBITIACEAE
<i>Hebeloma sarcophyllum</i> (Peck) Sacc.	BOLBITIACEAE
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Gillet	BOLBITIACEAE
<i>Helvella atra</i> Holmsk.: Fr.	HELVELLACEAE
<i>Helvella crispa</i> (Scop.: Fr.) Fr.	HELVELLACEAE
<i>Helvella elastica</i> Bull.: Fr.	HELVELLACEAE
<i>Helvella lacunosa</i> Afzel.: Fr.	HELVELLACEAE
<i>Hexagonia nitida</i> Durieu & Mont.	POLYPORACEAE
<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.: Fr.) Schulzer	PLEUROTACEAE
<i>Hydnum repandum</i> L.: Fr.	HYDNACEAE
<i>Hydnum rufescens</i> Fr.	HYDNACEAE
<i>Hygrocybe conica</i> (Scop.: Fr.) P. Kumm.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrocybe pseudoconica</i> Lange	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus arbustivus</i> Fr.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus cossus</i> (Sowerby) Fr.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus discoideus</i> (Pers.: Fr.) Fr.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus eburneus</i> var. <i>quercetorum</i> (P.D. Orton) Arnolds	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus nemoreus</i> (Pers.: Fr.) Fr.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus penarius</i> Fr.	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus persoonii</i> Arnolds	HYGROPHORACEAE
<i>Hygrophorus russula</i> (Fr.: Fr.) Quél.	HYGROPHORACEAE
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.: Fr.) P. Kumm.	STROPHARIACEAE
<i>Inocybe asterospora</i> Quél.	CORTINARIACEAE
<i>Inocybe cervicolor</i> (Pers.) Quél.	CORTINARIACEAE
<i>Inocybe fraudans</i> (Britzelm.) Sacc.	CORTINARIACEAE
<i>Inocybe geophylla</i> (Fr.: Fr.) P. Kumm.	CORTINARIACEAE
<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i> (Peck) Gillet	CORTINARIACEAE
<i>Laccaria affinis</i> (Singer) Bon	HYDNANGIACEAE
<i>Laccaria amethystina</i> (Huds. →) Cooke	HYDNANGIACEAE
<i>Lactarius acerrimus</i> Britzelm.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius atlanticus</i> Bon	RUSSULACEAE
<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius mairei</i> Malençon	RUSSULACEAE

<b>Entità</b>	<b>Famiglia</b>
<i>Lactarius rugatus</i> Kühner & Romagn.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius zonarius</i> (Bull.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Lactarius zonarius</i> var. <i>scrobipes</i> (Kühner & Romagn.) Bon	RUSSULACEAE
<i>Leccinum crocipodium</i> (Letell.) Watling	BOLETACEAE
<i>Leccinum lepidum</i> (H. Bouchet ex Essette ) Quadr.	BOLETACEAE
<i>Leotia lubrica</i> (Scop.: Fr.) Pers.	LEOTIACEAE
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm.	AGARICACEAE
<i>Lepiota cristata</i> (Bolton: Fr.) P. Kumm.	AGARICACEAE
<i>Lepiota cystophoroides</i> Joss. & Riousset	AGARICACEAE
<i>Lepiota ignivolvata</i> Bousset & Joss. ex Joss.	AGARICACEAE
<i>Lepiota josserandii</i> Bon & Boiffard	AGARICACEAE
<i>Lepista flaccida</i> (Sowerby: Fr.) Pat.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Lepista nuda</i> (Bull.: Fr.) Cooke	TRICHOLOMATACEAE
<i>Lepista sordida</i> (Schumach.: Fr.) Singer*	TRICHOLOMATACEAE
<i>Leucocoprinus brebissonii</i> (Godey) Locq.	AGARICACEAE
<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quél.) Kotl.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Leucopaxillus tricolor</i> (Peck ) Kühner	TRICHOLOMATACEAE
<i>Lycoperdon echinatum</i> Pers.: Pers.	LYCOPERDACEAE
<i>Lycoperdon mammiforme</i> Pers.: Pers.	LYCOPERDACEAE
<i>Lycoperdon molle</i> Pers.: Pers.	LYCOPERDACEAE
<i>Lycoperdon nigrescens</i> Pers.*	LYCOPERDACEAE
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.: Pers.	LYCOPERDACEAE
<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.: Pers.	LYCOPERDACEAE
<i>Lyophyllum aemiliae</i> Consiglio*	TRICHOLOMATACEAE
<i>Lyophyllum connatum</i> (Schumach.: Fr.) Singer	TRICHOLOMATACEAE
<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.: Fr.) Singer	TRICHOLOMATACEAE
<i>Macrocystidia cucumis</i> (Pers.: Fr.) Joss.	MARASMIACEAE
<i>Macrolepiota excoriata</i> (Schäff.: Fr.) M.M. Moser	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota konradii</i> (Huijsman ex P.D. Orton) M.M. Moser	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota mastoidea</i> (Fr.) Singer	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.: Fr.) Singer	AGARICACEAE

## Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI)

Entità	Famiglia
<i>Macrolepiota procera</i> var. <i>fuliginosa</i> (Barla) Bellù & Lanzoni	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota procera</i> var. <i>permixta</i> (Barla) Quadr. in Quadr. & Lunghini*	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota rhacodes</i> (Vittad.) Singer	AGARICACEAE
<i>Macrolepiota rickenii</i> (Velen) Bellù & Lanzoni	AGARICACEAE
<i>Marasmiellus ramealis</i> (Bull.: Fr.) Singer	MARASMIACEAE
<i>Marasmius bulliardii</i> Quél.	MARASMIACEAE
<i>Marasmius cohaerens</i> (Alb. & Schwein.:Fr.) Cooke & Quél.	MARASMIACEAE
<i>Marasmius epiphyllus</i> (Pers.: Fr.) Fr.	MARASMIACEAE
<i>Marasmius rotula</i> (Scop.: Fr.) Fr.	MARASMIACEAE
<i>Meripilus giganteus</i> (Pers.: Fr.) P. Karst.*	MERIPILACEAE
<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.: Fr.*	MERULIACEAE
<i>Micromphale brassicolens</i> (Romagn.) P.D. Orton	MARASMIACEAE
<i>Micromphale foetidum</i> (Sowerby: Fr.) Singer	MARASMIACEAE
<i>Mutinus caninus</i> (Huds.: Pers.) Fr.	PHALLACEAE
<i>Mycena galericulata</i> (Scop.: Fr.) Gray	TRICHOLOMATACEAE
<i>Mycena inclinata</i> (Fr.) Quél.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Mycena pelianthina</i> (Fr.: Fr.) Quél.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Mycena pura</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Mycena rosea</i> (Schumach.) Gramberg (1912)	TRICHOLOMATACEAE
<i>Mycena sanguinolenta</i> (Alb. & Schwein.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Omphalotus olearius</i> (DC.: Fr.) Singer	MARASMIACEAE
<i>Otidea bufonia</i> (Pers.: Fr.) Boud.	PYRONEMATACEAE
<i>Otidea cochleata</i> (L.: Fr.) Fuckel	PYRONEMATACEAE
<i>Otidea onotica</i> (Pers.: Fr.) Fuckel	PYRONEMATACEAE
<i>Oudemansiella badia</i> (Lucand) M.M. Moser	MARASMIACEAE
<i>Panellus stipticus</i> (Bull.: Fr.) P. Karst.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Phallus impudicus</i> L.: Fr.	PHALLACEAE
<i>Phellinus torulosus</i> (Pers.) Bourdot & Galzin	HYMENOGYNIACEAE
<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.: Pers.) Rauschert*	SCLERODERMATACEAE
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) P. Kumm.*	PLEUROTACEAE
<i>Pluteus cervinus</i> (Schäff.) P. Kumm.	PLUTEACEAE
<i>Pluteus romellii</i> (Britzelm.) Sacc.	PLUTEACEAE
<i>Polyporus tuberaster</i> (Jacq.: Fr.) Fr.*	POLYPORACEAE
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.: Fr.) Maire in Maire & Werner*	COPRINACEAE



Entità	Famiglia
<i>Pseudocraterellus sinuosus</i> (Fr.) Corner	CANTHARELLACEAE
<i>Pterula densissima</i> Berk. & M.A. Curtis	PTERULACEAE
<i>Pulcherricium caeruleum</i> (Schrad.: Fr.) Parmasto	CORTICIACEAE
<i>Ramaria sardiniensis</i> Schild & Ricci	RAMARIACEAE
<i>Ramaria stricta</i> (Pers.: Fr.) Quél.	RAMARIACEAE
<i>Rhodocybe gemina</i> (Fr.) Kuyper & Noordel.	ENTOLOMATACEAE
<i>Rickenella fibula</i> (Bull.: Fr.) Raitheh.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Ripartites strigiceps</i> (Fr.:Fr.) P. Karst.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Russula acrifolia</i> Romagn.	RUSSULACEAE
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula amoenicolor</i> Romagn.*	RUSSULACEAE
<i>Russula amoenolens</i> Romagn.	RUSSULACEAE
<i>Russula aurea</i> Pers.	RUSSULACEAE
<i>Russula chloroides</i> (Krombh.) Bres.	RUSSULACEAE
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schäff.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula decipiens</i> (Singer) Svr_ek*	RUSSULACEAE
<i>Russula delicata</i> Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula densifolia</i> Secr. ex Gillet	RUSSULACEAE
<i>Russula foetens</i> Pers.: Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula fragilis</i> (Pers.: Fr.) Fr.*	RUSSULACEAE
<i>Russula hortensis</i> Sarnari – (Narducci, 2005, 2009)	RUSSULACEAE
<i>Russula heterophylla</i> (Fr.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula lepida</i> (Fr.: Fr.) Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula luteotacta</i> Rea	RUSSULACEAE
<i>Russula maculata</i> Quél. & Roze	RUSSULACEAE
<i>Russula nigricans</i> Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula pallidospora</i> Blum ex Romagn.*	RUSSULACEAE
<i>Russula pectinatoides</i> Peck	RUSSULACEAE
<i>Russula persicina</i> Krombh.*	RUSSULACEAE
<i>Russula romellii</i> Maire	RUSSULACEAE
<i>Russula vesca</i> Fr.	RUSSULACEAE
<i>Russula vinosobrunnea</i> (Bres.) Romagn.*	RUSSULACEAE
<i>Russula violeipes</i> Quél.	RUSSULACEAE
<i>Russula virescens</i> (Schäff.) Fr.	RUSSULACEAE

## Macromiceti presenti nelle sugherete delle Aree Protette del Monte Pisano (PI)

Entità	Famiglia
<i>Russula xerampelina</i> (Schäff.) Fr.*	RUSSULACEAE
<i>Sarcodon cyrneus</i> Maas Geest.	BANKERACEAE
<i>Schizophyllum commune</i> L.: Fr.	SCHIZOPHYLLACEAE
<i>Scleroderma citrinum</i> Pers.	SCLERODERMATACEAE
<i>Scleroderma polyrhizum</i> (J.F. Gmel: Pers.) Pers.*	SCLERODERMATACEAE
<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.: Pers.) Pers.*	SCLERODERMATACEAE
<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.:Fr.) Fr.	STEREACEAE
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.: Fr.) Pers.	STEREACEAE
<i>Thelephora terrestris</i> Pers.: Fr.	THELEPHORACEAE
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen: Fr.) Pilát	POLYPORACEAE
<i>Trametes versicolor</i> (L.: Fr.) Lloyd	POLYPORACEAE
<i>Tremella mesenterica</i> Retz.: Fr.	TREMELLACEAE
<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr. in Klotzsch) Ryvarden	POLYPORACEAE
<i>Tricholoma album</i> (Schäff.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma atosquamosum</i> (Chevall.) Sacc.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma basirubens</i> (Bon) Riva & Bon	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma fracticum</i> (Britzelm.) Kreisel	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma quercilicis</i> (Bon, Narducci & Petrucci) Narducci & Petrucci	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma sculpturatum</i> (Fr.) Quél.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby: Fr.) Quél.*	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma squarrulosum</i> Bres.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Tricholoma ustaloides</i> Romagn.	TRICHOLOMATACEAE
<i>Xerocomus ichnusanus</i> Alessio, Galli & Littini	BOLETACEAE
<i>Xerocomus communis</i> (Bull.) Bon	BOLETACEAE
<i>Xerocomus pulverulentus</i> Opat.	BOLETACEAE
<i>Xerocomus rubellus</i> (Krombh.) Quél.	BOLETACEAE
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.: Fr.) Quél.	BOLETACEAE
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.: Fr.) Grev.	XYLARIACEAE

### Risultati e conclusioni

In totale i taxa specifici e sottospecifici segnalati ammontano a 258 (Myxomycetes n. 3, Ascomycetes n. 11, Basidiomycetes n. 244); 31 entità – quelle nella lista seguite da asterisco - sono nuove per le sugherete del Monte Pisano; 22 sono ascrivibili alla lista rossa toscana (ANTONINI e ANTONINI, 2006) e precisamente: 13 DD; 6 LC; 1 NT; 2 VU.

**DD** – *Agaricus augustus* Fr., *Boletus radicans* Pers.: Fr., *Bovista aestivalis* (Bonord.) Demoulin, *Clitocybe alexandri* (Gillet) Konrad, *Cortinarius cedretorum* Maire, *Cortinarius sodagnitus* Rob. Henry, *Cortinarius xanthophyllus* (Cooke) Rob. Henry, *Hygrophorus discoideus* (Pers.: Fr.) Fr., *Leucopaxillus tricolor* (Peck) Kühner, *Macrocyttidia cucumis* (Pers.: Fr.) Joss.,

*Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* (De Not.) O. Kuntze, ascomicete appartenente alla famiglia delle *Xylariaceae*, è caratterizzato da periteci neri racchiusi in una struttura stromatica, e vive come endofita all'interno dei tessuti della pianta, per diventare patogeno quando l'ospite permane a lungo in condizione di stress (TURCO *et al.* 2004; 2009). L'abbandono delle sugherete del Monte Pisano ha causato un progressivo deperimento delle piante e, tale situazione, ha favorito appunto lo sviluppo di microrganismi endofitici patogeni (TURCO *et al.* 2008). Tra questi *Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* deve essere considerata una delle principali cause di morte delle piante.

*Russula pallidospora* Blum ex Romagn., *Tricholoma basirubens* (Bon) Riva & Bon, *Xerocomus pulverulentus* (Opat.) Gilb.

**LC** – *Amanita ovoidea* var. *proxima* (Dumée) Bon & Courtec., *Entoloma bloxamii* (Berk. & Broome) Sacc., *Entoloma incanum* (Fr.: Fr.) Hessler, *Lactarius mairei* Malençon, *Lycoperdon mammiforme* Pers.: Pers., *Sarcodon cyrneus* Maas Geest.

**NT** – *Helvella atra* Holmsk.: Fr.

**VU** – *Boletus fragrans* Vittad., *Xerocomus ichnusanus* Alessio, Galli & Littini

Tra le entità reperite si evidenziano inoltre le seguenti:



*Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea*.

\* \* \*

*Bovista aestivalis* (Bonord.) Demoulin è una specie xerofila appartenente alle *Lycoperdaceae*. I carpofori, di forma più o meno globosa e con evidente cordoncino miceliare, difficilmente superano i 3-4 cm di diametro. Le è simile *Bovista dermoxantha* (Vittad.) De Toni che si differenzia da *Bovista aestivalis* per la struttura superficiale del peridio nettamente ifale in quest'ultima e per l'assenza di elementi globosi e rigonfi (SARASINI, 2005). È stata reperita più volte sia in prossimità delle sughere che in aree di gariga contermine.



*Bovista aestivalis*.

*Cortinarius cedretorum* Maire è una specie descritta dall'autore su raccolte nord-africane nell'Atlante algerino (MAIRE, 1914). Si tratta di un *Phlegmacium* della subsez. *Orichalcei*, che si differenzia dalle specie affini per taglia discreta, cappello inizialmente giallo, poi giallo ramato con disco maculato più carico, sommità del gambo con sfumature bluastre e bulbo marginato con toni inizialmente giallastri poi rossastri, cortina bianca con sfumature giallastre, carne violaceo-lilacina. Malençon e Bertault (1970) ritengono riconducibile alla specie anche *C. cedretorum* var. *suberetorum* Maire (MAIRE e WERNER, 1937), che dichiarano di aver rinvenuto più volte nella foresta della Mamora (Marocco). Gli stessi autori riferiscono di aver più volte osservato *C. cedretorum* sia nelle cedrete dell'Atlante marocchino che in altre aree sotto querce e anche nelle faggete del Belgio e della Francia, riscontrando alcune minime differenze sporali tra le entità osservate nelle cedrete atlantiche e quelle sotto querce. Due degli autori del presente lavoro, Narducci e Tomei, hanno recentemente avuto l'opportunità di visitare, in Marocco,



*Cortinarius cedretorum*.

alcune delle stazioni citate da Malençon e Bertault, sia nel Medio Atlante, che nel Rif e sulla costa atlantica, osservando numerosi esemplari di *C. cedretorum*. Nello studio di questi campioni non sono state rilevate sostanziali differenze tra i materiali provenienti dalle varie raccolte, campioni che si sono rivelati del tutto simili anche a quelli reperiti sul Monte Pisano (LU-PI) e sulle Colline d'Oltreserchio (LU).

\* \* \*

*Entoloma bloxamii* (Berk. & Broome) Sacc., da noi rinvenuto più volte ma sempre in unico esemplare e in zone più aperte della sughereta, presenta un cappello conico-campanulato, non igrofano, leggermente viscoso, più o meno fibrilloso, con umbone largo e basso, margine leggermente involuto negli esemplari immaturi, di colore blu-grigiastro o indaco che passa col tempo al brunastro. Ha lamelle fitte, smarginato-adnate, da laciniate a ventricose, inizialmente biancastre poi salmone, con bordo denticolato concolore alle facce. Lo stipe è attenuato verso la base, di colore blu-grigiastro o violaceo grigio nella metà superiore, più chiaro in quella inferiore. Presenta carne soda, biancastra con odore farinoso. Si distingue da altre specie del genere *Entoloma* per la consistenza della carne e il portamento tricolomatoide; *Entoloma nitidum* Quél., specie prossima, differisce ma-



*Entoloma bloxamii*.

croscopicamente per il portamento slanciato, il colore blu intenso persistente e la crescita in zone ombrose (NOORDELOOS, 1992).

*Macrocystidia cucumis* (Pers.: Fr.) Joss. è un curioso agaricale della famiglia delle *Marasmiaceae*, che possiede un forte odore di pesce misto a cetriolo. Ha un cappello inizialmente campanulato poi piano di colore bruno nerastro, leggermente striato per trasparenza, lamelle ventricose dapprima biancastre poi ocra rossastre e gambo tomentoso più o meno concolore al cappello. La caratteristica (microscopica) del genere a cui appartiene è quella di avere dei cistidi di eccezionali dimensioni e a forma di lancetta. È stata ritrovata una sola volta e in numero elevato di esemplari concresciuti su cumuli di foglie in decomposizione.



*Macrocystidia cucumis.*

\* \* \*

*Ramaria sardiniensis* Schild & Ricci è un'entità mediterranea della sez. *Neoformosae*. Presenta carpoforesi coralloidi di taglia medio-piccola (6-8 x 3-5 cm) con tronco biancastro nella porzione interrata e in alto subconcolore ai rami, i quali hanno prevalentemente ramificazioni ad angoli acuti, sono di colore giallastro tendente al rosa e/o all'arancio verso l'alto, con apici inizialmente più chiari per poi talvolta imbrunire con l'età. Simile è *Ramaria neoformosa* R.H. Petersen, da cui differisce soprattutto per carpoforesi di maggiori dimensioni e apici di colore giallo citrino. È stata rinvenuta in due stazioni: una nell'A.N.P.I.L. Monte Castellare e l'altra nell'A.N.P.I.L. Valle delle Fonti (NARDUCCI e CECCHINI, 2000; FRANCHI e MARCHETTI, 2004).



*Ramaria sardiniensis.*

**Note**

<sup>1</sup> Qua e là compare anche *Q. x morisii* Borsi, un ibrido naturale fra *Q. suber* L. e *Q. ilex* L.

**Bibliografia**

**Aa.Vv. (1999)** - *I funghi in Toscana (mappatura e censimento dei macromiceti epigei)*. A.R.S.I.A. / A.G.M.T., a cura di Tofacchi L. e Mannini M., in cui compaiono contributi di Barluzzi C., Filippi I., Laganà E., Mannini M., Narducci R., Perini C., Salerni E., Tofacchi L., Bandecchi e Vivaldi, Pontedera (PI).

**Aa.Vv. (2000)** - *Atti del XVII Comitato Scientifico dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani (AGMT)*. Buti 19-21 novembre 1999.

**Aa.Vv. (2009)** - *Flora, Vegetazione e Fauna delle aree protette del Monte Pisano: stato delle conoscenze*. Regione Toscana – Polo Ambientale Monte Pisano. San Marco Litotipo, Lucca.

**Antonini D., Antonini M. (2006)** - *Libro rosso dei Macromiceti della Toscana. Dal censimento alla Red list*. Regione Toscana - A.R.S.I.A. – A.G.M.T. Tipolito Duemila srl, Campi Bisenzio (FI).

**Antonini D., Antonini M., Cecchini A., Narducci R. (2007)** - *Aspetti conservazionistici sulla microflora delle ANPIL Monte Castellare e Valle delle Fonti. Primo Contributo*. In “I Monti Pisani: il ruolo delle ANPIL per la conservazione e la valorizzazione del territorio”. A cura di E. Fantoni e R. Narducci. Felici Editore, Pisa.

**Antonini D., Antonini M., Nocentini G. (2007)** - *La Red list dei macromiceti della Toscana*. Micologia Italiana, 36 (1): 26-32.

**Bertacchi A., Sani A., Tomei P.E. (2004)** - *La vegetazione del Monte Pisano*. Provincia di Pisa – Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa. Felici Editore, Pisa.

**Cecchini A., Narducci R. (2008)** - *Funghi del Comune di San Giuliano Terme*. Comune di San Giuliano Terme. Felici Editore, Ghezzano (PI).

**Della Maggiora M., Tolaini F., Antonini D., Antonini M. (2004)** - *Elenco dei macromiceti epigei segnalati per il territorio regionale dal 1900 al 2003*. Supplemento a: “Storia della Micologia in Toscana”, a cura di Daniele Antonini e Massimo Antonini. Associazione Gruppi Micologici

Toscani (AGMT) - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo Forestale (ARSIA): 28-30. Tip. Valdarnese, S. Giovanni Valdarno (AR).

**Franchi P., Marchetti M. (2004)** - *Funghi clavarioidi. VI. Una bella specie mediterranea della sez. Neoformosae*. Parliamo di funghi 2004, G.M.C., Camaiore: 30-33.

**Franchi P., Giovannetti M., Gorreri L., Marchetti M., Monti G. (2006)** - *La Biodiversità dei Funghi del Parco. Inventario della flora micologica del Parco naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Leonardo – Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente. Università di Pisa – Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Felici Editore, Ghezzano, San Giuliano Terme (PI).

**Maire R. (1914)** - *La flore mycologique des forêts de Cedres de l'Atlas*. Bull. Soc. Mycol. Fr., 30: 199-220.

**Maire R., Werner R.G. (1937)** - *Catalogue raisonné des champignons connus jusqu'ici au Maroc*. Mém. Soc. Sc. Nat., Maroc, 45: 1-148.

**Malençon G., Bertault R. (1970)** - *Flore des champignons supérieurs du Maroc: Tome I*. Trav. Fac. Sci., Rabat.

**Monti G. (1979)** - *Macromiceti rari o nuovi del Monte Pisano (Toscana nord-occidentale)*. Micol. Ital., 3: 19-22.

**Monti G., Ansaldi M., Marchetti M. (1999)** - *Prodromo della flora micologica della provincia di Pisa*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, 106: 23-63.

**Monti G., Ficini G. (1980)** - *Studi sulla flora e vegetazione del Monte Pisano (Toscana Nord-Occidentale)*. 6. *I Macromiceti (Materiale per una flora micologica della provincia di Pisa. 2.)* Webbia 34(2): 677-706.

**Narducci R. (2005)** - *Segnalazioni floristiche - Flora Micologica*. In “Notule floristiche per la Toscana” a cura della Sezione Toscana della Soc. Bot. Ital., pp. 35-42.

**Narducci R. (2009)** - *Le sugherete dei Monti Pisani e primi dati sulle indagini micologiche in corso*. Annali Micologici A.G.M.T., 2: 49-58. (Lavoro presentato durante il XXIV Comitato Scientifico Regionale dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani – AGMT – sul tema: Funghi ed ambienti meritevoli di salvaguardia, Vernio 29 settembre – 2 ottobre 2005).

**Narducci R. (2009b)** - *Appendice II. Macromiceti di interesse conservazionistico*. In: “Flora, Ve-

getazione e Fauna delle aree protette del Monte Pisano: stato delle conoscenze". Regione Toscana – Polo Ambientale Monte Pisano. San Marco Litotipo, Lucca.

**Narducci R., Cecchini A. (2000)** - *Primo elenco di macromiceti censiti nelle A.N.P.I.L. di Monte Castellare e Valle delle Fonti*. In: "Aspetti biologici delle ANPIL Monte Castellare - Valle delle Fonti e di alcune aree contermini dei Monti Pisani". A cura di E. Fantoni e R. Narducci. Felici Editore, Pisa.

**Narducci R., Cecchini A., Tomei P.E. (2007)** - *Macromiceti del Comune di San Giuliano Terme: stato delle conoscenze*. INTERNOS – Quaderni della Sezione di Botanica e Geobotanica Applicata – Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa. Quaderno n. 1: 7-60. Edizioni ETS, Pisa.

**Noordeloos M.E. (1992)** - *Entoloma s.l.* Fungi Europaei 5. Libreria editrice Giovanna Biella, Saronno.

**Sarasini M. (2005)** - *Gasteromiceti epigei*. A.M.B. Fondazione – Centro Studi Micologici. Grafica Sette, Bagnolo Mella (BS).

**Tomei P.E., Narducci R. (2009)** – *La restante*

*Flora Crittogamica (Funghi, Licheni e Briofite)*. In: "Flora, Vegetazione e Fauna delle aree protette del Monte Pisano: stato delle conoscenze". Regione Toscana – Polo Ambientale Monte Pisano. San Marco Litotipo, Lucca.

**Turco E., Cossu C., Narducci R., Fantoni E. (2008)** - *Ulteriori risultati di uno studio sullo stato sanitario dei popolamenti di Quercus suber L. nelle aree naturali protette dei Monti Pisani*. Atti XVII Convegno Nazionale di Micologia, U.M.I., Pavia 10-12 novembre 2008. (In stampa).

**Turco E., Fantoni E., Mariannelli (2004)** - *Disseccamenti da Biscogniauxia mediterranea (De Not.) O. Kuntze in un popolamento di Quercus morisii Borzi. Interventi di risanamento*. Informatore Fitopatologico, 4: 50-53.

**Turco E., Fantoni E., Narducci R. (2009)** - *Una fotografia sullo stato sanitario delle sughere dei Monti Pisani: passato, presente, prospettive future*. In: Aa.Vv. - Il governo delle risorse ambientali nel Comune di San Giuliano Terme. Comune di San Giuliano Terme, Settore Territorio Ambiente e Infrastrutture, Servizio Ambiente. Felici Editore, Ghezzano (PI).

# Countdown 2010, azioni concrete per ridurre la perdita di biodiversità: il caso del gasteropode endemico della Toscana meridionale *Melanopsis etrusca* Brot, 1862 (Gastropoda, Prosobranchia)

Fabrizio Bartolini<sup>1</sup>, Laura Aquiloni<sup>1,2</sup>, Elisabetta Lori<sup>1</sup>, Simone Cianfanelli\*<sup>1</sup>

**Parole chiave:** endemismo, conservazione, Toscana, *Melanopsis etrusca*

*Melanopsis etrusca* (Brot, 1862) è un gasteropode dulcacquicolo endemico della Toscana meridionale, dove è presente soltanto in poche stazioni caratterizzate da attività geotermiche. All'inizio del secolo scorso erano note 11 stazioni di *M. etrusca*, tutte comprese in un'area ristretta tra la parte meridionale della Provincia di Livorno e quella settentrionale della Provincia di Grosseto. Le ricerche effettuate nell'ambito di progetti ministeriali e regionali hanno evidenziato come lo stato di conservazione delle popolazioni di questo endemita, già critico, fosse peggiorato negli ultimi anni con l'ulteriore riduzione delle stazioni e il deterioramento di quelle ancora esistenti. L'urbanizzazione, la captazione e l'imbrigliamento delle sorgenti, nonché l'eccessivo prelievo idrico lungo le aste fluviali per scopi irrigui, assieme all'introduzione di fauna alloctona, sembrano costituire le principali minacce per la sopravvivenza di questa specie. Nonostante *M. etrusca* sia inserita tra le specie animali protette dell'allegato B della Legge Regionale 56/2000, le conoscenze riguardanti la sua biologia, fondamentali per intraprendere efficaci misure di conservazione, risultano ancora assai scarse.

Nel 2008, il Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze ha avviato, con un contributo della Regione Toscana, un progetto di ricerca triennale per acquisire un quadro conoscitivo il più possibile esaustivo sull'attuale status di conservazione delle popolazioni di *M. etrusca* e per comprendere le relazioni fra questo endemita e il suo peculiare ambiente. Vengono qui sintetizzati i risultati di due anni di studi indirizzati alla caratterizzazione degli ambienti e della relativa abbondanza delle popolazioni residue di questa specie. Una volta ultimate, queste ricerche potranno fornire utili indicazioni per sviluppare un efficace piano di protezione di questo importante elemento della biodiversità Toscana.

## Introduzione

**M***elanopsis etrusca* (Brot, 1862) è un gasteropode dulcacquicolo endemico della Toscana meridionale, unico rappresentante del genere *Melanopsis* in Italia [1, 2]. Le attuali popolazioni sono l'ultima testimonianza di un'ampia distribuzione che il genere *Melanopsis* ha avuto nelle aree circum-mediterranee in epoche geologiche passate. Durante il Miocene Superiore la chiusura dello Stretto di Gibilterra (5.9 milioni di anni fa) e la conseguente regressione del

Mar Mediterraneo portarono alla trasformazione di estese fasce marine in ambienti umidi e salmastri, habitat ideali per le specie della famiglia Melanopsidae. In particolare, fenomeni di speciazione del genere *Melanopsis* portarono alla diffusione di molte specie in tutto il bacino mediterraneo. Numerosi giacimenti fossiliferi risalenti al periodo Messiniano (ultimo piano del Miocene) ne testimoniano la presenza in tutta l'Italia centro-settentrionale, in Sardegna e in Sicilia [3]. In alcune aree, vi sono potenti affioramenti, nella facies a Congerie o "Lago-Mare", talvolta definiti "strati a



*Melanopsis*” [3, 4]. All’inizio del Pliocene, la riapertura di Gibilterra (5.3 milioni di anni fa) e la conseguente risalita del fronte marino, insieme all’abbassarsi della temperatura, portarono ad una progressiva contrazione dell’habitat elettivo determinando la sopravvivenza delle sole popolazioni dei bacini interni [5, 6]. Attualmente, il genere *Melanopsis* è rappresentato nell’area Mediterranea da circa 15 specie, con una evidente differenza tra la parte settentrionale e quella meridionale dell’areale [6, 7, 8]: in Nord Africa e in Medio Oriente, numerose specie popolano alcuni corsi d’acqua dolce, mentre in Europa l’areale è assai frammentato con poche specie perlopiù “rifugiate” in ambienti termali.

*M. etrusca* (Figura 1) è un gasteropode prosobranchio appartenente alla famiglia Melanopsidae. Ha una conchiglia di dimensioni medio-piccole (circa 12 mm di lunghezza ma raramente fino a 25 mm). Le specie del genere sono caratterizzate da gonocorismo, i maschi sono afallici, mentre le femmine hanno un vistoso ovopositore che permette il riconoscimento del sesso senza dover effettuare analisi anatomiche. Per questa specie, non è stata ancora verificata l’oviparia, cosa invece accertata per *Melanopsis praemorsa* [9]. L’alimentazione è fitofaga e detritivora; con la radula gli animali sono in grado di raccogliere i detriti organici oltre che il biofilm di alghe e cianobatteri presente sia sulle superficie solide sia sui fondi molli [2]. Le popolazioni sono abbondanti ma localizzate in 7 stazioni caratterizzate da acque termo-minerali ad una temperatura compresa tra 18 e 35°C.

Per il suo peculiare habitat, l’areale in continua contrazione e il numero limitato delle popolazioni,



Figura 1. *Melanopsis etrusca* Brot, 1862.

*M. etrusca* era già inserita nell’Allegato B della Legge Regionale 56/2000 e risultava pertanto rigorosamente protetta. A questa specie, inoltre, era stata attribuita la categoria “Vulnerabile” dell’International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) con i criteri B1, B2c, B2d [10]. Tuttavia, negli ultimi aggiornamenti del Repertorio Naturalistico Toscano (Re.Na.To.), *M. etrusca* è passata dalla categoria “Vulnerabile” a quella “In pericolo” [11]. L’applicazione di un criterio ancora più restrittivo è stata necessaria in seguito alla perdita della stazione del Podere Caldanelle (Fattoria degli Acquisti) dove la popolazione era abbondante e ben strutturata fino al 1987, ma è stata portata all’estinzione dalla completa captazione della scaturigine per scopi irrigui [1]. Occorre inoltre segnalare l’attuale stato di estrema precarietà della popolazione della stazione del Podere Bagnolo, ormai prossima all’estinzione, nonché il generale deterioramento della qualità delle altre stazioni dove *M. etrusca* ancora sopravvive. Data l’estrema vulnerabilità della specie, il Museo di Storia Naturale dell’Università di Firenze ha attivato un progetto di ricerca triennale con il contributo della Regione Toscana. Tale progetto, iniziato nel 2008, è finalizzato ad acquisire un quadro conoscitivo il più possibile esaustivo dell’attuale status di conservazione delle popolazioni di *M. etrusca* e, attraverso ricerche condotte sia in laboratorio sia in natura, a comprendere le relazioni fra questa specie ed il suo

#### gli autori

<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale  
dell’Università degli Studi di Firenze,  
Sezione Zoologica “La Specola”,  
Via Romana 17, 50125 Firenze

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia Evoluzionistica,  
Università di Firenze  
via Romana 17, 50125 Firenze

fabrizio.bartolini@unifi.it

laura.aquiloni@unifi.it

elisabetta.lori@unifi.it

simone.cianfanelli@unifi.it

\* autore per corrispondenza

peculiare habitat. I risultati di seguito presentati, relativi ai primi due anni di attività, permettono già di definire alcuni parametri ambientali e biologici che condizionano la presenza di *M. etrusca*.

### Dati sperimentali

L'attuale distribuzione di questa specie è limitata a 7 siti (11 all'inizio del XX secolo, Figura 2), tutti inseriti nel programma di ricerca e situati nella zona peri-costiera delle province di Livorno e Grosseto. Nel primo anno di lavoro, oltre a svolgere una verifica delle stazioni di presenza ed un aggiornamento della distribuzione della specie, è stata anche indagata l'eventuale presenza di dimorfismo sessuale e la *sex ratio* di ciascuna popolazione. Nei Molluschi Prosobranchi, quali *M. etrusca*, i sessi sono separati e possono, talvolta, presentare evidenti differenze morfologiche della conchiglia. Tuttavia, l'analisi di un campione di oltre 1000 esemplari non ha evidenziato alcuna differenza apprezzabile tra la conchiglia dei maschi e quella delle femmine, ed ha consentito di verificare la presenza di una *sex ratio* bilanciata [12]. Sono stati anche raccolti dati relativi alla densità di popolazione per ciascun sito e ad alcuni fattori ambientali che potrebbero condizionarla (profondità e altezza del corso d'acqua, distanza dalla sorgente, temperatura, corrente e tipologia del substrato). La popolazione è stata campionata raccogliendo a distanza di una settimana tutti gli esemplari presenti su mattonelle (30x30 cm, circa 20 per stazione) posizionate lungo il fiume in tratti facilmente

accessibili. Sui fattori ambientali raccolti è stata eseguita un'Analisi delle Variabili Principali (PCA) che permette di spiegare il 75% della variabilità complessiva per mezzo delle componenti individuate. Ciascuna delle tre componenti principali è stata poi messa in relazione con la densità di popolazione attraverso una regressione lineare. Dall'analisi statistica risulta che la densità di *M. etrusca* è inversamente correlata con la prima componente principale ( $R^2 = 0.164$ ,  $df = 35$ ,  $P=0.014$ ), ovvero diminuisce all'aumentare della distanza dalla sorgente e della velocità della corrente [12].

Durante il secondo anno di studi è stata intrapresa una nuova campagna di raccolta dati per meglio definire le caratteristiche ambientali più idonee alla sopravvivenza della specie. A tale scopo, si sono considerati anche nuovi parametri misurati stagionalmente quali: il chimismo delle acque, la conducibilità, l'ossigeno disciolto e il pH. Per ogni sito sono state scelte due stazioni seguendo le indicazioni ottenute con il primo anno di indagini sul campo: una stazione con elevata densità nel tratto iniziale del canale termale e una stazione più a valle, poco dopo l'accertata estinzione della popolazione. Per ogni stazione sono state rilevate: le caratteristiche chimiche con l'analisi di un campione d'acqua (standardizzato a 1.5 l) presso il laboratorio ARPAT di Grosseto; i valori di temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto e pH con la sonda multiparametrica (Ati Orion 810); le caratteristiche fisiche quali la velocità della corrente, larghezza dell'alveo e la composizione tessiturale del substrato.

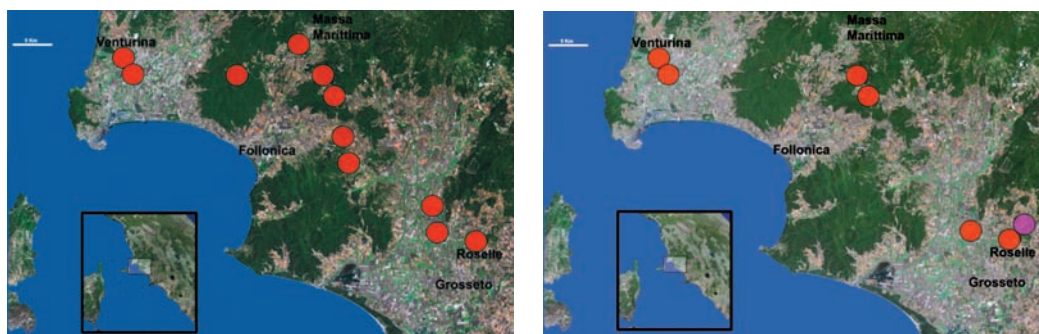


Figura 2. Distribuzione di *Melanopsis etrusca* all'inizio del XX secolo (sinistra) e distribuzione attuale (destra). La stazione del Podere Bagnolo, in cui la popolazione sembra ormai prossima all'estinzione, è evidenziata in viola.

In tutte le stazioni con presenza di *M. etrusca* è stato effettuato anche un primo campionamento (replica estiva) per determinare la densità di popolazione e la taglia degli individui. Per standardizzare la raccolta dei vari campioni è stata isolata una porzione fissa di substrato utilizzando una cassetta quadrata di 20 cm di lato priva di fondo. La raccolta è stata ripetuta 4 volte su due transetti disposti perpendicolarmente alla direzione della corrente, da una sponda all'altra. Gli animali, una volta raccolti a mano, sono stati distesi su una vasca con acqua e fondo bianco e fotografati con una scala metrica di riferimento. Le immagini sono state poi analizzate con il software open-source Image-J [13] estrapolando il numero e le dimensioni degli esemplari raccolti.

## Risultati

### Caratteristiche ambientali idonee alla specie

In Tabella 1 sono riportati i dati relativi ai principali parametri chimico-fisici registrati nei siti di studio. I valori risultano comparabili con quelli riportati in letteratura [14, 15, 16] a dimostrazione di come questi particolari ambienti si mantengano estremamente costanti nel tempo. I campioni di acqua analizzati rientrano tutti nella categoria delle acque fortemente mineralizzate, caratterizzate cioè da valori di conducibilità elettrica maggiori di 1000 mS/cm.

L'analisi delle componenti principali (PCA) permette di distinguere i siti in 3 diversi gruppi che

corrispondono ad altrettante zone geografiche caratterizzate da fenomenologie termo-minerali tipiche: (1) area di Venturina, (2) area di Roselle con i siti di Poggetti e Bagnolo, e (3) area di Massa Marittima con i siti Aronna e Bruna. In Figura 3 sono rappresentate le tre zone geografiche in relazione alle prime due componenti principali (ascissa: PC1; ordinata: PC2) che giustificano complessivamente il 78,6% della variabilità osservata.

Il fatto che i vettori rappresentanti le variabili siano caratterizzati da moduli simili, sta ad indicare

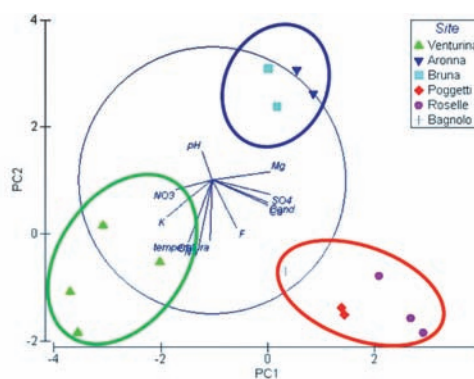


Figura 3. Separazione dei siti di studio in tre gruppi sulla base delle variabili chimico-fisiche attraverso l'analisi delle componenti principali (PCA). In ascissa la componente lineare PC1 e in ordinata la PC2 che complessivamente spiegano il 78,6% della variabilità.

Tabella 1. Valore dei principali parametri chimico-fisici registrati nei siti di studio.

Località	Temperatura (°C)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Conducibilità a 20°C (S/cm)	Ioni (mg/l)							
					Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	F	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Venturina	33.4	91.0	6.9	1743	30	4.5	74	362	1.5	47	4.1	951
Valpiana	22.7	70.4	7.2	2130	11	3.0	111	450	1.3	16	2.8	1289
Bruna	25.7	89.0	6.9	1975	12	2.8	101	426	1.2	18	2.8	1217
P. Vecchi	32.9	88.0	6.7	2450	33	3.7	106	536	1.4	45	1.3	1474
B. Roselle	33.8	83.4	7.4	2205	28	3.7	98	475	1.7	39	4.6	1306
Bagnolo	27.5	27.4	6.8	2320	27	3.4	107	481	1.8	41	6.3	1307

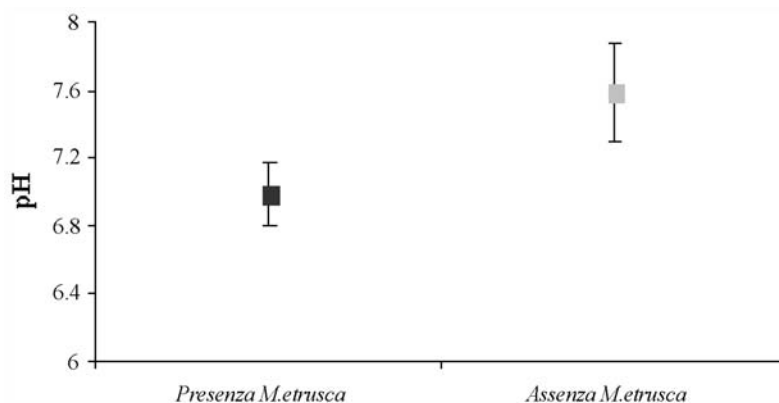


Figura 4. Media ( $\pm 1.96$  SE) dei valori di pH tra siti in cui *M. etrusca* è presente o assente.

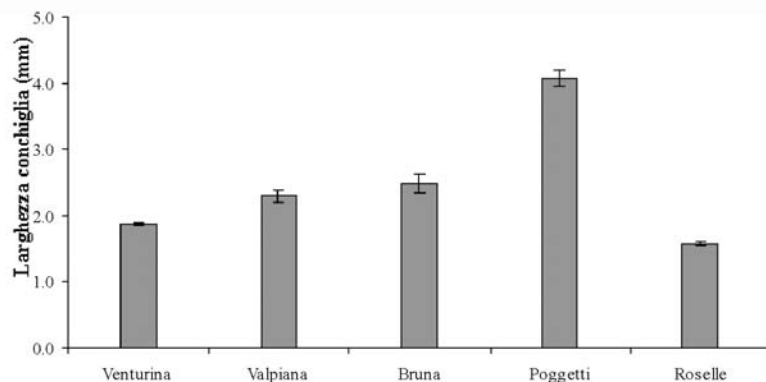


Figura 5. Larghezza media ( $\pm 2.58 \times SE$ ) della conchiglia di *M. etrusca* tra siti.

che i parametri contribuiscono in modo uniforme alla variabilità osservata. Questo risultato è confermato anche dall'analisi delle similarità fra campioni (Similarity Percentage, SIMPER), che, nel confronto fra i siti, non rileva la presenza di alcun parametro dominante. Per quanto riguarda invece la relazione di *M. etrusca* con tali variabili, l'analisi permutazionale della varianza per dati multivariati (PERMANOVA; Anderson, 2001) evidenzia differenze più consistenti fra i siti ( $F=7.91$ ,  $df=5$ ,  $P=0.004$ ) che fra le stazioni dello stesso sito ( $F=1.29$ ,  $df=4$ ,  $P=0.943$ ). Sembra pertanto che la presenza di *M. etrusca* non sia influenzata da quei parametri che maggiormente contribuiscono alla definizione delle tre principali aree geografiche in cui è distinto l'areale. Nonostante le stazioni a monte possano essere differenziate solo in minima parte da quelle a valle, un'analisi canonica delle coordinate principali (CAP) permette tuttavia di

stabilire quali variabili influenzino la distribuzione della specie oggetto di studio.

Il test di Spearman per ciascuna variabile dell'asse presenza/assenza dimostra che il pH è inversamente correlato in modo significativo ( $S_p=-0.94$ ,  $P<0.001$ ) con la presenza della specie. A conferma di ciò, il pH è significativamente diverso nelle stazioni in cui *M. etrusca* è presente da quelle in cui è assente (ANOVA test,  $F=13.82$ ,  $df=1$ ,  $P<0.01$ , Figura 4), nelle prime essendo prevalenti ambienti a pH neutro o leggermente acido.

#### Stato delle popolazioni

Le popolazioni analizzate in termini di abbondanza e taglia appartengono solo a cinque dei sette siti di segnalazione, data l'esiguità della popolazione di Bagnolo e le condizioni fortemente urbanizzate del

canale delle terme di Venturina, che rendono le popolazioni di questi siti difficilmente comparabili alle altre. Interessanti sono le differenze di taglia emerse tra le popolazioni. L'analisi statistica ha infatti rivelato che tutte le popolazioni analizzate differiscono per la dimensione della conchiglia (ANOVA test:  $F=690.488$ ,  $df=4$ ,  $P=0.0001$ ) (Figura 5).

Per quanto riguarda invece la densità di popolazione raggiunta nei diversi siti, espressa come numero di individui per  $m^2$ , l'analisi della varianza seguita da un test *post hoc* evidenzia le densità maggiori nei siti di Venturina e Roselle, e le densità più basse, ma tra loro comparabili, negli altri siti (ANOVA test:  $F=5.554$ ,  $df=4$ ,  $P=0.002$ ) (Figura 6). È interessante notare che le popolazioni che raggiungono le densità più elevate sono anche quelle in cui gli individui presentano taglie minori.

### Conclusioni

Questo studio è parte di un più ampio progetto volto a stabilire le determinanti eco-fisiologiche della distribuzione spaziale di *M. etrusca*. I risultati mostrati sembrano supportare l'ipotesi che la specie, in quanto relitto paleo-climatico di un genere diffuso durante il Miocene-Pliocene in ambienti salmastri a clima tropicale [3], si trovi oggi a fronteggiare problemi termici ed osmotici. La sua presenza è, infatti, legata ad ambienti termo-minerali, ovvero con acque calde di elevata salinità, che potrebbero riprodurre su piccola scala quegli stessi ambienti ampiamente diffusi fino a 5.3 milioni di anni fa [17]. Tra le variabili ambientali analizzate in questo studio la distanza dalla sorgente

termale, la velocità della corrente e il pH svolgono un ruolo fondamentale nella distribuzione della specie. Infatti questa predilige le acque in prossimità della sorgente caratterizzate da scorrimento medio e pH neutro o leggermente acido. A questo parametro è legata la disponibilità di ioni bicarbonato, essenziali per la sopravvivenza di molti gasteropodi [18]. Infatti, nelle zone in cui la densità si riduce drasticamente si registrano valori elevati di pH con conseguente precipitazione dei carbonati, tale da ricoprire completamente il substrato e la conchiglia, opercolo compreso, dei pochi esemplari presenti. Questo fenomeno può ostacolare alcune attività biologiche dell'animale, come la chiusura ermetica del nicchio, necessaria ad isolarlo dall'ambiente esterno e ad impedirne la disidratazione. Comprendere i parametri fisico-chimici necessari alla sopravvivenza della specie ed individuarne con precisione i limiti fisiologici di tolleranza sarà di primaria importanza per la conservazione di questo endemita.

Le popolazioni differiscono molto per densità e taglia, e tali parametri sembrano essere inversamente correlati. Le cause di queste differenze potrebbero essere molteplici e non mutualmente esclusive. In generale, nelle popolazioni con distribuzione residua e con scarsa interconnessione possono emergere forti differenze genetiche, che riflettono differenze morfologiche altrettanto forti a causa della variabilità genetica originaria del gruppo fondatore [19]. In alternativa, la presenza di popolazioni a diversa taglia potrebbe essere attribuita a fattori ambientali, quali la disponibilità di risorse trofiche e/o la temperatura che, negli invertebrati, può condizionare i tassi metabolici [20]. Analisi

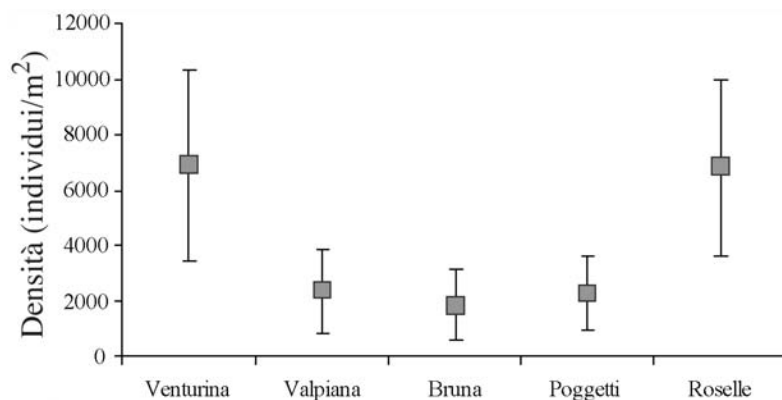


Figura 6. Densità media ( $\pm 1.96 \times SE$ ) di popolazione tra siti.

genetiche e del contenuto stomacale sono tuttora in corso per stabilire quali possibili cause influenzino l'espressione fenotipica della taglia.

Tutti i siti presentano popolazioni numerose e in buona salute, ad eccezione di quello di Bagnolo in cui i ritrovamenti di *M. etrusca* sono sporadici e limitati all'ultimo tratto del canale termale. In particolare, il canale alimentato dalla sorgente Aronna, presenta una popolazione di *M. etrusca* demograficamente molto numerosa (Figura 7), ed anche un'interessante malacofauna associata, con specie da proteggere inserite negli elenchi del Repertorio Naturalistico Toscano (Re.Na.To) quali: *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758), *Belgrandia thermalis* (Linnaeus, 1767) e *Pseudamnicola moussonii* (Calcar, 1841).



Figura 7. Sito di Aronna, l'habitat è uno dei meglio conservati con alte densità di *M. etrusca*.

Da recenti rilevamenti è risultato che la popolazione di Poggetti Vecchi è stata fortemente compromessa a causa di una cattiva gestione del canale. Una semplice opera idraulica ha, infatti, prosciugato il tratto a maggiore concentrazione della popolazione. Tale azione è stata realizzata dai proprietari dell'azienda agricola su cui scorre il canale, che, pur avendo dimostrato sensibilità verso le problematiche riguardanti la conservazione di *M. etrusca*, hanno svolto i lavori idraulici ignorando le conseguenze che potevano ricadere sulla popolazione residente. Da ciò risultano evidenti le lacune istituzionali riguardo vincoli effettivi e la programmazione di monitoraggi efficaci delle emergenze naturalistiche, che invece sarebbero indispensabili per la salvaguardia degli endemiti fortemente

minacciati. È quindi necessario porre sotto un regime di particolare protezione i pochi ambienti in cui *M. etrusca* ancora sopravvive.

#### Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr Fabrizio Martelli (ARPAT, Grosseto) per la sua estrema disponibilità e la sua preziosa collaborazione nelle analisi chimico-fisiche delle acque.

#### Bibliografia

- [1] S. Cianfanelli, E. Talenti, M. Calcagno, Quad. Museo St. Nat. Li. 1991, 10: 59. Le stazioni di *Melanopsis dufouri* Ferussac, 1823 (Gasteropoda Probobranchia) in Italia.
- [2] G. Manganelli, M. Bodon, S. Cianfanelli, L. Favilli, F. Giusti, Boll. Malacol. 2000, 36: 5. Conoscenza e conservazione dei molluschi non marini italiani: lo stato delle ricerche.
- [3] D. Esu, Geobios. 2007, 40: 291. Latest Messinian "Lago-Mare" *Lymnocardiinae* from Italy: close relations with the Pontian fauna from the Dacic Basin.
- [4] M. B. Cita, R. C. Wright, W. B. F. Ryan, A. Longinelli, Messinian Paleoenvironments In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Hsü KJ, Montadert LI Editore. Government Printing Office, Washington: 1978.
- [5] M. Glaubrecht, Mitteil. Hamburg. Zool. Mus. Inst. 1993: 41. Mapping the diversity: Geographical distribution of the freshwater snail *Melanopsis* (Gastropoda: Cerithioidea: *Melanopsidae*) with focus in its systematics in the Mediterranean Basin.
- [6] M. Glaubrecht. Evolutionsökologie und Systematik am Beispiel von Süß- und Brackwasserschnecken (Mollusca: Caenogastropoda: Cerithioidea): Ontogenese- Strategien, paläontologische Befunde und Historische Zoogeographie. Backhuys, Leiden: 1996.
- [7] C. R. Altaba. Phylogeny and biogeography of melanopsid snails in the Western Mediterranean region. Tesi di dottorato n° 9125746. University of Pennsylvania (USA): 1991.
- [8] R. A. Bank, 2004. Fauna Europaea: Mollusca Gastropoda. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org>.
- [9] A. Mouahid, M. Idaghdour, M. Ghamizi and H.

- Moné, J. Moll Stud. 1996, 62: 398. Observation of spawn in *Melanopsis praemorsa* (Prosobranchia: Melanopsidae)
- [10] M. B. Seddon, 2000. *Melanopsis etrusca*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/40077/0> Downloaded on 18 Novembre 2009.
- [11] S. Cianfanelli, E. Lori, G. Manganelli. *Melanopsis etrusca* – scheda sintetica. Repertorio Naturalistico Toscano Re.Na.To. aggiornamenti. Relazione per la Regione Toscana, 2008.
- [12] E. Lori. Zonazione e adattamenti ambientali di Molluschi Gasteropodi di ambienti estremi: il caso di *Cerithidea decollata* e di *Melanopsis etrusca*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Etologia ed Ecologia Animale XX Ciclo BIO/05. Dipartimento di Biologia Evoluzionistica dell'Università di Firenze, Firenze: 2008.
- [13] Image J, software open source <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
- [14] G. P. Francalanci, Atti Soc. Toscana Sci. Nat. 1959, 65: 373. Contributo per la conoscenza delle manifestazioni idrotermali della Toscana.
- [15] A. Bencini, V. Duchi, M. Martini, Chem. Geol. 1977, 19: 229. Geochemistry of thermal springs in Tuscany (Italy).
- [16] R. Celati, S. Grassi, L. D'Amore Marcolini, Geothermics. 1991, 20: 67. The low temperature hydrothermal system of Campiglia, Tuscany (Italy). A geochemical approach.
- [17] C. R. Altaba, J. Biogeog. 1998, 25: 541. Testing vicariance: melanopsid snail and Neogene tectonics in the Western Mediterranean.
- [18] R. T. Dillon. The Ecology of Freshwater Molluscs. Cambridge University Press, UK: 2000.
- [19] F. W. Allendorf, G. Luikart. Conservation and genetics of populations. Blackwell, Oxford: 2006.
- [20] R. A. Byrne, J. D. Reynolds, R. F. McMahon. J. Zool. 1989, 217: 321. Shell growth, reproduction and life-cycles of *Lymnaea peregra* and *Lymnaea palustris* (Pulmonata, Basommatophora) in oligotrophic turloughs (temporary lakes) in Ireland.

## Segnalazione di *Fistularia commersonii* Rüppel, 1838 (Fistularidae, Pisces) nel Mar Tirreno settentrionale

Gabriele Bulgheri<sup>1</sup>, Monica Barone<sup>1</sup>, Alessandro Voliani<sup>1\*</sup>

**Parole chiave:** *Fistularia*, Mar Tirreno, Mar Rosso, migrante lessepsiano

*In questo lavoro è riportata la segnalazione dell'avvistamento di 7 esemplari di pesce flauto, *Fistularia commersonii* Rüppel, 1838, uno dei quali è stato catturato, lungo le coste del Promontorio di Piombino (LI). Si tratta di un migrante lessepsiano, molto comune nel Mar Rosso, che è entrato nel Mar Mediterraneo orientale attraverso il Canale di Suez e segnalato per la prima volta in acque Israeliane nel 2000. Questo pesce si è ben presto acclimatato al Mediterraneo orientale e la sua popolazione ha iniziato ad estendersi rapidamente verso occidente. Nel 2001 ha raggiunto la Turchia, nel 2003 la Grecia, nel 2002 la Sicilia, nel 2004 la Toscana meridionale, nel 2005 la Sardegna e nel 2007 il Mar Ligure. Il ritrovamento di questi esemplari nel Mar Tirreno settentrionale è interessante in quanto conferma la rapidità di diffusione e la capacità di adattamento della specie in Mediterraneo.*

### Introduzione

I pesci appartenenti alla famiglia Fistulariidae presentano una distribuzione molto ampia, sono presenti nell'Oceano Indiano e Pacifico occidentale, nel Mar Rosso, nella parte meridionale del Giappone, in Australia ed in Indonesia [1]. La famiglia comprende quattro specie: *Fistularia corneta* Gilbert & Starks, 1904, *F. petimba* Lacépède, 1803, *F. tabacaria* Linnaeus, 1758 e *F. commersonii* Rüppel, 1838.

*F. commersonii* presenta un'ampia distribuzione geografica dell'Oceano Indiano e l'Oceano Pacifico, fino alle coste occidentali del Sud America. La specie è molto comune nel Mar Rosso e, attraverso il Canale di Suez, è entrata nel Mar Mediterraneo, dove è stata registrata per la prima volta nel 2000 al largo delle coste di Israele [2].

Il pesce flauto ha il corpo molto allungato e depresso e può raggiungere i 150 cm di lunghezza totale. La bocca è situata alla fine di un lungo muso

tubolare (Figura 1), di forma esagonale in sezione trasversale. Le pinne dorsali e anali sono corte e la linea laterale prosegue posteriormente con un filamento che si sviluppa a partire dalla metà della pinna caudale (Figura 2). La livrea è generalmente verde oliva nella metà superiore ed argentea nella parte ventrale; caratteristica è la presenza di un paio di strisce blu che corrono lungo tutta la parte dorsale ed è stato osservato un rapido cambiamento del colore della livrea che permette di mimetizzarsi nei differenti ambienti [3]. In genere

### gli autori

<sup>1</sup> ARPAT Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana – Area Mare, Via Marradi 114, 57126 Livorno  
\*a.voliani@arpato.toscana.it





Figura 1: Particolare della testa di *Fistularia commersonii*.



Figura 2: Pinne anale, dorsale, caudale e particolare del filamento di *Fistularia commersonii*.

le pinne sono arancioni nella parte terminale e trasparenti alla base; il filamento caudale è di colore bianco (Figura 2).

La specie è comune tra le scogliere, su fondali sabbiosi poco profondi e su praterie di fanerogame [4]. Vive solitaria o in piccoli gruppi e si ciba soprattutto di piccoli pesci [5, 6].

#### Materiali e Metodi

Il giorno 5 novembre 2007, un esemplare di *F. commersonii* è stato catturato da un pescatore su-

bacqueo nelle acque costiere di Piombino (Livorno). Il pesce, con altri 6 esemplari della stessa specie e di dimensioni simili, si aggirava su un fondale costituito da sabbia e roccia ad una profondità di circa 8 m, presso l'isolotto posto di fronte a Punta Falcone, estremità nordoccidentale del Promontorio di Piombino. L'esemplare catturato è stato trasportato nel laboratorio dell'ARPAT per la determinazione tassonomica e per le analisi biologiche e morfometriche.

L'identificazione si è basata sulla mancanza di entrambe le placche ossee lungo la linea mediana del dorso e delle spine ossificate della linea latera-

Segnalazione di *Fistularia commersonii* Rüppel, 1838 (Fistularidae, Pisces) nel Mar Tirreno settentrionale

le posteriore, caratteristiche presenti nell'altra specie del genere *Fistularia* presente nel Mar Rosso, *F. petimba*. Le caratteristiche biometriche e meristiche sono state dettagliatamente determinate e l'esemplare è stato aggiunto alla collezione di lavoro dei pesci presente in ARPAT, presso il Dipartimento di Livorno.

### Risultati

Al momento della cattura, gli esemplari di *F. commersonii* procedevano lentamente in formazione, ad una distanza di circa 40 cm l'uno dall'altro ed a circa 30 cm dal fondo, probabilmente in cerca di prede. Presentavano spiccate caratteristiche mimetiche, mostrando un cambiamento di livrea in relazione al substrato; infatti, assumevano colorazioni chiare trovandosi in prossimità del substrato sabbioso e scure quando si spostavano sulle rocce del fondo. Se spaventati si allontanavano velocemente producendo un forte suono ripetitivo.

Dalle analisi di laboratorio è risultato che l'individuo catturato era una femmina di 790 mm di lunghezza standard e 394,7 g di peso totale. Il peso del fegato era di 6,6 g e dell'ovario di 3,3 g; quest'ultimo appariva giallastro, senza evidenti vasi superficiali e occupava tutta la cavità del corpo nella sua lunghezza. Lo stomaco pesava 7,5 g e conteneva un esemplare di *Coris julis*.

Le principali misure biometriche e meristiche sono riportate nella Tabella 1.

### Discussione e conclusioni

*F. commersonii* è una specie migrante lessepsiana, registrata per la prima volta nel Mar Mediterraneo nel 2000 al largo delle coste di Israele [2]. La sua distribuzione geografica si è estesa rapidamente nella parte orientale del bacino secondo la seguente cronologia: nel 2001 nell'Isola di Rodi, Grecia [7] e nei golfi di Antalya e di Gokova, Turchia [8, 9], nel 2003 nella Penisola Calcidica, Grecia [10]. È stata inoltre segnalata nel Mediterraneo sudoccidentale nel 2002 e nel 2003 in diverse località lungo la costa tunisina [11] e nel 2008 e 2009 lungo le coste algerine con numerosi esemplari [21]. In acque italiane è stata segnalata per la prima volta nel 2002 nello Stretto di Sicilia [13, 14] e successivamente nel 2003 nel Golfo di Castel-

Tabella 1: Misure biometriche e meristiche dell'esemplare di *F. commersonii*.

Peso totale (g)	394,7
Lunghezza totale (mm)	950
Lunghezza standard (mm)	790
Lunghezza alla forca (mm)	812
Lunghezza della testa (mm)	297
Lunghezza del rostro (mm)	219
Larghezza massima del corpo (mm)	45
Altezza massima del corpo (mm)	23
Diametro verticale dell'orbita (mm)	10
Diametro orizzontale dell'orbita (mm)	20
Distanza interorbitale (mm)	23
Numero dei raggi della pinna dorsale	14
Numero dei raggi della pinna pettorale	14
Numero dei raggi della pinna pelvica	6
Numero dei raggi della pinna anale	14

lammare [15], nel 2004 e nel 2006 nel Tirreno settentrionale [16, 17], nel 2005 lungo la costa orientale sarda [18], nel 2007 lungo la costa laziale [19] e nel Mar Ligure settentrionale [20]. Da questo elenco di segnalazioni, al quale deve essere aggiunta quella relativa alla presente nota, appare evidente la progressiva colonizzazione di questa specie verso il Mediterraneo nordoccidentale. Occorre inoltre evidenziare che anche l'osservazione degli esemplari presso il Promontorio di Piombino è avvenuta nel periodo autunnale ed ha riguardato individui adulti, come la totalità delle segnalazioni relative al Mediterraneo centrooccidentale. Nonostante i recenti avvistamenti di giovanili a Lampedusa riportati da Garibaldi e Orsi Relini [20], probabilmente la specie si spinge nelle acque più fredde del bacino nordoccidentale, ma per il momento non sembra completare il ciclo riproduttivo.

Questo nuovo record di *F. commersonii* nella parte occidentale del Mar Mediterraneo rappresenta un nuovo elemento per la conoscenza del processo di colonizzazione dei pesci esotici. Questo dimostra che il bacino mediterraneo è soggetto anche ad un fenomeno di meridionalizzazione. La sua segnalazione contribuisce ad integrare l'attuale distribuzione di questa specie lessepsiana.

## Bibliografia

- [1] D. Golani, 1999. Handbook of the fishes of Israele. Jerusalem: Keter Publ. House Ltd.
- [2] Golani, 2000. First record of the bluespotted cornetfish from the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 56: 1545–1547.
- [3] J. E. Randall, G. R. Allen, R. C. Steen, 1997. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. 2nd Bathurst: Crawford House Publishing .
- [4] D. Golani, 1993. The sandy shore of the Red Sea launching pad for Lessepsian (Suez Canal) migrant fish colonizers of the eastern Mediterranean. *J. Biogeogr.*, 20: 579–585.
- [5] Y. Nakamura, M. Horinouchi, T. Nakai, M. Sano, 2003. Food habits of fishes in a seagrass bed on a fringing coral reef at Iriomote Island, southern Japan. *Ichthyological Research*, 50: 15–22.
- [6] S. Kalogirou, M. Corsini, G. Kondilatos, H. Wennhage, 2007. Diet of the invasive piscivorous fish *Fistularia commersonii* in a recently colonized area of the easter Mediterranean. *Biol. Invasions*, 887-896.
- [7] M. Corsini, G. Kondilatos, P. S. Economidis, 2002. Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* from the Rhodes marine area. *Journal of Fish Biology*, 61: 1061–1062.
- [8] M. Bilecenoglu, E. Taskavak, K. B. Kunt, 2002. Range extension of three lessepsian migrant fish (*Fistularia commersonii*, *Sphyræna flavicauda*, *Lagocephalus suezensis*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 525–526.
- [9] M. Gokoglu, T. Bodur, H. Gulyavuz, 2002. The first record of the bluespotted cornetfish (*Fistularia commersonii* Rüppell, 1835) along the Turkish Mediterranean coast. *Israel Journal of Zoology*, 48: 252-254.
- [10] P. K. Karachle, C. Triantaphyllidis, K. I. Stergiou, 2004. Bluespotted cornetfish, *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838: a Lessepsian sprinter. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 34: 103–108.
- [11] J. Ben Souissi, J. Zaouali, M. N. Bradai, J.P. Quignard, 2004. Lessepsian migrant fishes off the coast of Tunisia. First record of *Fistularia commersonii* (Osteichthyes, Fistularidae) and *Parexocoetus mento* (Osteichthyes, Exocoetidae). *Vie et Milieu*, 54: 247–248.
- [12] M. H. Kara, F. Oudjane, 2008. First observations of the Indo-Pacific bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) from Algerian coasts. *JMBA2 - Biodiversity Records* (published online).
- [13] E. Azzurro, P. Pizzicori, F. Andaloro, 2004. First record of *Fistularia commersonii* from the Central Mediterranean. *Cybium*, 28(1): 72–74.
- [14] F. Fiorentino, G. B. Giusto, G. Sinacori, G. Norrito, 2004. First record of *Fistularia commersonii* (Fistularidae, Pisces) in the Strait of Sicily (Mediterranean). *Biol. Mar. Medit.*, 11: 583–585.
- [15] C. Pipitone, G. D'Anna, M. Coppola, G. Di Stefano, F. Badalamenti, 2004. First record of the lessepsian fish *Fistularia commersonii* in the western Mediterranean. *Biol. Mar. Medit.*, 11: 327.
- [16] P. Micarelli, M. Barlettani, R. Ceccarelli, 2006. Prima segnalazione di *Fistularia commersonii* Rüppel, 1838 (Fistularidae, Pisces) nel Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (1): 887-889.
- [17] A. Ligas, P. Sartor, M. Sbrana, R. Sirna, S. De Ranieri, 2007. New findings of *Fistularia commersonii* (Rüppel, 1835) and *Sphoeroides pachygaster* (Muller & Troschel, 1848) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Serie B*, 114: 131-133.
- [18] A. Pais, P. Merella, M. C. Follesa, G. Grippa, 2007. Westward range expansion of the Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) in the Mediterranean Sea, with notes on its parasites. *Journal of Fish Biology*, 70(1): 269-277.
- [19] P. N. Psomadakis, U. Scacco, I. Consalvo, M. Bottaro, F. Leone, M. Vacchi, 2008. New records of the lessepsian fish *Fistularia commersonii* (Osteichthyes: Fistulariidae) from the central Tyrrhenian Sea: signs of an incoming colonization? *JMBA2 - Biodiversity records* (published online).
- [20] F. Garibaldi, L. Orsi Relini, 2008. Record of the bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838 in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Aquatic Invasion* 3, (4): 471-474.
- [21] Herrida F., Capepe C. 2009. On the occurrence of a Lessepsian migrant teleost off the Algerian coast (south western Mediterranean): the bluespotted cornetfish, *Fistularia commersonii* (Fistularidae) *Cybium*, 33(1): 81-82.

## Macromiceti delle dune costiere di Marina di Castagneto (LI)

Angela Cecchini<sup>1</sup>, Roberto Narducci<sup>2</sup>

**Parole chiave:** flora micologica, macromiceti, dune sabbiose, Marina di Castagneto (LI)

*Sono segnalati i macromiceti reperiti negli ecosistemi dunali di Marina di Castagneto (LI), durante indagini effettuate dal gennaio 2007 all'ottobre 2009. Le entità ritrovate sono 90; viene evidenziata la presenza di Montagnea arenaria (DC.) Zeller, perché risulta essere il primo ritrovamento per la Toscana; 15, fra le specie presenti, appaiono inserite nella "lista rossa Toscana". I dati acquisiti sono anche confrontati con quelli contenuti nel "Prodomo alla flora fungina della provincia di Livorno".*

Marina di Castagneto (o Marina di Donoratico) è situata nella zona costiera del comune di Castagneto Carducci in prossimità del paese di Donoratico. Le indagini si sono svolte negli ambienti dunali, dalla spiaggia alla duna fissa. Dalla spiaggia fino alle prime dune, compaiono diverse specie vegetali quali *Cyperus kalli*, *Anthemis maritima*, *Agropyron junceum*, *Amphiphila littoralis*, *Calystegia soldanella*, *Cakile maritima*, *Eryngium maritimum*, *Helichrysum stoechas*, *Pancratium maritimum*, *Cistus monspeliensis* e *Rosmarinus officinalis*.

Nel retroduna è presente una flora più ricca; qui crescono anche specie arbustive e arboree quali *Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus* subsp. *macrocarpa* e *Tamix gallica*. Altre entità si aggiungono nell'interduna e nella duna fissa, come *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Viburnum tinus*, *Pistacia lentiscus*, ecc.

Per quanto riguarda i macromiceti l'area risulta sporadicamente indagata e i dati reperiti, fino al 2005, sono riferibili ai lavori di: CACIALLI *et al.*, 1999; DOVERI, 2004; DOVERI *et al.*, 2000; FILIPPI, 1992; FRANCHI *et al.*, 2001; FRANCHI e MARCHETTI,

2000; GORI, 2005; PARRETTINI e GAGGIANESE, 1990; SARASINI, 2003; SARNARI, 1998. Tali dati sono reperibili anche nel *Prodomo alla flora fungina della provincia di Livorno* a cura di CACIALLI e CAROTI, 2005. Segnalazioni più recenti sono presenti in LAMI *et al.*, 2008 e PERINI e VENTURELLA, 2008. Per un quadro generale sui funghi dei litorali sabbiosi della Toscana ed un confronto con le specie reperite durante le indagini svolte, oltre alle pubblicazioni già citate, si fa riferimento a: AA. VV., 1999; ANTONINI e ANTONINI, 2006; ANTONINI *et al.*, 2007; CECCHINI e NARDUCCI, 2006; DELLA MAGGIORA *et al.*, 2004; DEL PRETE e TOSI, 1985; MARCHETTI e FRANCHI, 1993; 1994; NARDUCCI, 2005; TOMEI *et al.*, 2005.

### gli autori

<sup>1</sup> Via della Marina 57,  
57022 Castagneto Carducci (LI)  
Cecchini.angela@tiscali.it

<sup>2</sup> Via di Coselli 5,  
55060 Capannori (LU)

## Materiali e metodi

Le indagini sono state svolte nell'ambito della prosecuzione degli studi legati al progetto di censimento e mappatura dei macromiceti della Toscana, progetto iniziato nel 1995 dall'Associazione Gruppi Micologici Toscani (A.G.M.T.), con il coordinamento dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (A.R.S.I.A.) e in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Siena. L'ambiente dunale, specialmente il tratto che va dalla spiaggia al retroduna, è stato visitato a cadenze mensili, dal mese di gennaio 2007 a quello di ottobre 2009. Gli esemplari fungini reperiti e studiati sono stati fotografati ed essiccati, per essere poi inseriti nell'*Herbarium Facultatis Agrariae* (PI-AGR), presso il Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa.

## Elenco delle entità ritrovate nel periodo 2007-2009

I ritrovamenti sono stati effettuati in più di una occasione e in vari periodi stagionali.

*Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc.  
Interduna e duna fissa.  
*Agaricus cupreobrunneus* (Jul. Schäff. & Steer) Pilát  
Retroduna.  
*Agaricus devoniensis* P.D. Orton  
Retroduna.  
*Agaricus porphyron* P.D. Orton  
Duna fissa.  
*Amanita ovoidea* (Bull.: Fr.) Link  
Duna fissa.  
*Amanita ovoidea* (Bull.: Fr.) Link var. *proxima* (Dumée) Bon & Courtec.  
Duna fissa.  
*Amanita pantherina* (DC.: Fr.) Krombh.  
Duna fissa.  
*Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.: Fr.) Link  
Duna fissa.  
*Amanita verna* (Bull.: Fr.) Lam. var. *decipiens* Trimbach  
Dal retroduna alla duna fissa.  
*Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) P. Kumm.

Duna fissa, alla base di latifoglie.  
*Armillaria tabescens* (Scop.) Emel.  
Duna fissa, alla base di latifoglie.  
*Arrhenia spathulata* (Fr.: Fr.) Redhead  
Dalla avanduna al retroduna.  
*Asterophora lycoperdoides* (Sowerby: Fr.) Dittmar in Sturm  
Duna fissa, su carpofori di *Russula* sp.  
*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan  
Retroduna.  
*Auricularia auricula-judae* (L.: Fr.) Quél.  
Interduna e duna fissa, su detriti legnosi.  
*Auricularia mesenterica* (Dicks.: Fr.) Pers.  
Interduna e duna fissa, su detriti legnosi.  
*Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* (De Not.) Kuntze  
Duna fissa, su rami di querce.  
*Bovista plumbea* Pers.: Pers.  
Duna fissa.  
*Byssomerulius corium* (Pers.: Fr.) Parmasto  
Duna fissa, su rami di latifoglie.  
*Cantharellus cibarius* Fr.: Fr. var. *ferruginascens* (P.D. Orton) Courtec.  
Duna fissa.  
*Cantharellus lutescens* (Pers.: Fr.) Fr.  
Duna fissa.  
*Chroogomphus rutilus* (Schaeff.: Fr.) O.K. Mill.  
Dal retroduna alla duna fissa.  
*Clathrus ruber* P. Micheli ex Pers: Pers.  
Duna fissa.  
*Clavicornia pyxidata* (Pers.: Fr.) Doty  
Dal retroduna alla duna fissa, su detriti legnosi.  
*Clavulina rugosa* (Bull.: Fr.) J. Schröt. in Cohn  
Dal retroduna alla duna fissa.  
*Clitocybe gibba* (Pers.: Fr.) P. Kumm.  
Duna fissa.  
*Clitocybe nebularis* (Batsch: Fr.) P. Kumm.  
Duna fissa.  
*Clitocybe odora* (Bull.) P. Kumm.  
Duna fissa.  
*Clitocybe phaeophthalma* (Pers.) Kuyper  
Dal retroduna alla duna fissa.  
*Conocybe dunensis* T.J. Wallace in P.D. Orton  
Spiaggia e avanduna.  
*Corioloopsis gallica* (Fr.) Ryvarden  
Duna fissa, su rami di latifoglie.  
*Discina perlata* (Fr.: Fr.) Fr.  
Retroduna.  
*Entoloma neglectum* (Lasch) M.M. Moser  
Spiaggia e avanduna.  
*Geopora arenicola* (Lév.) Kers

- Dal retroduna alla duna fissa.  
*Gymnopilus hybridus* (Sw.: Fr.) Maire  
 Dal retroduna alla duna fissa, su detriti legnosi.  
*Gymnopilus junonius* (Fr.) P.D. Orton  
 Duna fissa.  
*Gymnopus aquosus* (Bull.: Fr.) Antonin & Noor-  
 del.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Gymnopus dryophilus* (Bull.: Fr.) Murrill  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Gyrophragmium dunalii* (Fr.) Mont.  
 Spiaggia e avanduna.  
*Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Quél.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Helvella lacunosa* Afzel.: Fr.  
 Duna e retroduna.  
*Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf. in S. Lun-  
 dell & Nannf.  
 Dalla duna alla duna fissa.  
*Hygrocybe conicoides* (P.D. Orton) P.D. Orton &  
 Watling  
 Spiaggia e avanduna.  
*Inocybe arenicola* (R. Heim) Bon  
 Spiaggia e avanduna.  
*Inocybe heimii* Bon  
 Dall'avanduna al retroduna.  
*Lactarius chrysorrhoeus* Fr.  
 Duna fissa.  
*Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) Gray  
 Duna fissa  
*Lactarius mairei* Malençon  
 Duna fissa.  
*Lactarius rugatus* Kühner & Romagn.  
 Duna fissa.  
*Lentinus tigrinus* (Bull.: Fr.) Fr.  
 Spiaggia e avanduna, su detriti legnosi.  
*Lepiota cristata* (Bolton: Fr.) P. Kumm.  
 Duna fissa  
*Lepiota subincarnata* J.E. Lange  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Leucoagaricus barssii* (Zeller) Vellinga  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser  
 Duna fissa.  
*Macrolepiota excoriata* (Schaeff.: Fr.) Wasser  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Marasmius scorodonius* (Fr.: Fr.) Fr.  
 Retroduna, su aghi di pino.  
*Merulius tremellosus* Schrad.: Fr.  
 Duna fissa, su detriti legnosi.  
*Montagnea arenaria* (DC.) Zeller
- Dall'avanduna alla duna.  
*Mycena rosea* (Schumach.) Gramberg (1912)  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Mycena seynesii* Quél.  
 Dal retroduna alla duna fissa, su strobili e detriti di  
 pino.  
*Omphalina pyxidata* (Bull.: Fr.) Quél.  
 Dall'avanduna al retroduna.  
*Omphalotus olearius* (DC.: Fr.) Fayod  
 Duna fissa, su radici di latifoglie.  
*Paxillus atrotomentosus* (Batsch: Fr.) Fr.  
 Duna fissa, su legno di pino.  
*Paxillus panuoides* (Fr.: Fr.) Fr.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Perenniporia ochroleuca* (Berk.) Ryvar-  
 den  
 Duna fissa, su latifoglie.  
*Phaeolus schweinitzii* (Fr.: Fr.) Pat.  
 Duna fissa, su radici di pino.  
*Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát  
 Duna fissa, su latifoglie.  
*Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin  
 Duna fissa, su latifoglie.  
*Pisolithus arhizus* (Scop.: Pers) Rauschert  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Pluteus romellii* (Britzelm.) Sacc.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Psathyrella ammophila* (Durieu et Lév.) P.D. Or-  
 ton  
 Spiaggia e avanduna.  
*Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire  
 Duna fissa, su detriti legnosi.  
*Rhizopogon obtectus* (Spreng.) R. Rauschert  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Rhizopogon roseolus* Fr. (Corda in Sturm) Th. Fr.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Russula caerulea* (Pers.) Fr. (1838)  
 Duna fissa.  
*Russula delica* Fr.  
 Duna fissa.  
*Russula maculata* Quél. & Roze in Quél.  
 Duna fissa.  
*Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt. in  
 Cohn  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Schizophyllum commune* Fr.: Fr.  
 Dalla spiaggia alla duna fissa, su detriti legnosi.  
*Scleroderma meridionale* Demoulin & Malençon  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel: Pers.) Pers.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Sparassis crispa* Wulfen in Jacq.

Duna fissa, su radici di pino.  
*Suillus bellinii* (Inzenga) Kuntze  
 Duna fissa.  
*Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Suillus granulatus* (L.: Fr.) Roussel  
 Duna fissa.  
*Tricholoma saponaceum* (Fr.: Fr.) P. Kumm.  
 Duna fissa.  
*Tulostoma brumale* Pers.: Pers.  
 Dalla duna all'interduna.  
*Volvariella murinella* (Qué.) Courtec.  
 Duna fissa.  
*Xerocomus rubellus* (Krombh.) Qué.  
 Dal retroduna alla duna fissa.  
*Xerocomus subtomentosus* (L.: Fr.) Qué.  
 Dal retroduna alla duna fissa.

#### Risultati e conclusioni

Tra le specie reperite risulta di particolare interesse *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller, che per quanto ci risulta rappresenta il primo ritrovamento per la Toscana. Si tratta di un *Agaricales* appartenente alla famiglia delle *Podaxaceae* Corda. Le entità afferenti a questo raggruppamento si sviluppano in ambienti aridi o addirittura desertici. Nella fase iniziale della crescita i carpofori sono generalmente epigei per svilupparsi poi in forma agaricoide-coprinoide. Il genere *Montagnea* Fr. si distingue dai consimili *Podaxis* Desv., *Gyrophragmium* Mont. e *Panaeolopsis* Singer, per la volva basale e gleba completamente aperta e esposta a forma di disco, costituita da lamelle falciformi.

Tra le specie segnalate (SARASINI, 2003; 2005) si evidenzia *Schizostoma laceratum* (Ehrenb.: Fr.) Lév., gasteromicete delle *Tulostomataceae* E. Fisch., che si differenzia da altri del genere *Tulostoma* Pers.: Pers. per la diversa deiscenza dell'endoperidio, che inizialmente ha stoma circolare e in seguito si lacera in lobi stellari irregolari.

I taxa specifici e sottospecifici ammontano a 90; 23 macromiceti non risultano segnalati per la provincia di Livorno (cfr. CACIALLI e CAROTI, 2005); si tratta di:

*Agaricus devoniensis* P.D. Orton; *Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* (De Not.) Kuntze; *Cantharellus cibarius* Fr.: Fr. var. *ferruginascens* (P.D. Orton) Courtec.; *Clavicornia pyxidata*

(Pers.: Fr.) Doty; *Conocybe dunensis* T.J. Wallace in P.D. Orton; *Corioloopsis gallica* (Fr.) Ryvar-den; *Discina perlata* (Fr.: Fr.) Fr.; *Entoloma neglectum* (Lasch) M.M. Moser; *Gymnopilus hybridus* (Sw.: Fr.) Maire; *Gymnopilus aquosus* (Bull.: Fr.) Antonin & Noordel.; *Lentinus tigrinus* (Bull.: Fr.) Fr.; *Leucoagaricus barssii* (Zeller) Vellinga; *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser; *Merulius tremellosus* Schrad.: Fr.; *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller, *Omphalina pyxidata* (Bull.: Fr.) Qué., *Paxillus panuoides* (Fr.: Fr.) Fr., *Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát, *Pluteus romellii* (Britzelm.) Sacc., *Schizophyllum commune* Fr.: Fr., *Scleroderma meridionale* Demoulin & Malençon, *Tulostoma brumale* Pers.: Pers., *Volvariella murinella* (Qué.) Courtec.

12 specie sono ascrivibili alla lista rossa toscana (ANTONINI e ANTONINI, 2006) e precisamente: 1 EN; 8 LC; 2 NT; 1 VU.

**EN** – *Gyrophragmium dunalii* (Fr.) Mont.

**LC** – *Amanita ovoidea* (Bull.: Fr.) Link var. *proxima* (Dumée) Bon & Courtec.; *Entoloma neglectum* (Lasch) M.M. Moser; *Geopora arenicola* (Lév.) Kers; *Hygrocybe conicoides* (P.D. Orton) P.D. Orton & Watling; *Inocybe heimii* Bon; *Lactarius mairei* Malençon; *Omphalina pyxidata* (Bull.: Fr.) Qué.; *Psathyrella ammophila* (Durieu et Lév.) P.D. Orton.

**NT** – *Amanita verna* (Bull.: Fr.) Lam. var. *decepiens* Trimbach; *Conocybe dunensis* T.J. Wallace in P.D. Orton.

**VU** – *Agaricus devoniensis* P.D. Orton.



*Duna con stazione di M.arenaria.*



*Spiaggia e avandura.*



*Particolare di M.arenaria.*





*Duna.*



*Montagnea arenaria.*

## Bibliografia

- Aa.Vv. (1999)** - *I funghi in Toscana (mappatura e censimento dei macromiceti epigei)*. A.R.S.I.A. / A.G.M.T., a cura di Tofacchi L. e Mannini M., in cui compaiono contributi di Barluzzi C., Filippi I., Lagana E., Mannini M., Narducci R., Perini C., Salerno E., Tofacchi L. Bandecchi e Vivaldi, Pontedera (PI).
- Antonini D., Antonini M. (2006)** - *Libro rosso dei Macromiceti della Toscana. Dal censimento alla Red list*. Regione Toscana - A.R.S.I.A. - A.G.M.T. Tipolito Duemila srl, Campi Bisenzio (FI).
- Antonini D., Antonini M., Nocentini G. (2007)** - *La Red list dei macromiceti della Toscana*. Micologia Italiana, 36 (1): 26-32.
- Cacialli G., Caroti V. (2005)** - *Prodromo alla flora fungina della provincia di Livorno*. Suppl. n° 1 ai Quad. Mus. Stor. Nat. di Livorno 18: 1-85.
- Cacialli G., Caroti V., Doveri F. (1999)** - *Contributio ad Cognitionem Coprinorum*. Monografie di pagine di Micologia. Tomo primo. A.M.B. Fondazione - Centro Studi Micologici, Vicenza.
- Cecchini A., Narducci R. (2006)** - *I macromiceti della Macchia di San Rossore, primi risultati delle indagini in corso*. In: Codice Armonico. Primo congresso di scienze naturali della Regione Toscana; a cura di Valentina Domenici e Alessandro Lenzi. Zadigroma Editore, Roma, pp. 243-24.
- Della Maggiore M., Tolaini F., Antonini D., Antonini M. (2004)** - *Elenco dei macromiceti epigei segnalati per il territorio regionale dal 1900 al 2003*. Supplemento a: "Storia della Micologia in Toscana", a cura di Daniele Antonini e Massimo Antonini. Associazione Gruppi Micologici Toscani (AGMT) - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo Forestale (ARSIA): 28-30. Tip. Valdarnese, S. Giovanni Valdarno (AR).
- Del Prete C., Tosi G. (1985)** - *Flora e vegetazione dei litorali sabbiosi della Maremma*. Amministrazione provinciale di Grosseto - Comune di Grosseto. CO.GRAF, Milano.
- Doveri F. (2004)** - *Fungi Fimicoli Italiani*. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, Vicenza.
- Doveri F., Cacialli G., Caroti V. (2000)** - Contributo allo studio dei funghi fimicoli - 32. Guide pour l'identification des Pezizales fimicoles d'Italie. Documents Mycologiques 30 (117-118): 3-97.
- Filippi I. (1992)** - *Tre rari gasteromiceti in Toscana*. Micologia Italiana 21 (2): 68-72.
- Franchi P., Gorreri L., Marchetti M., Monti G. (2001)** - *Funghi di ambienti dunali. Indagine negli ecosistemi dunali del Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli - Università di Pisa, Dip. di Scienze Botaniche. Grafiche 2000, Ponsacco (PI).
- Franchi P., Marchetti M. (2000)** - *Inocybe del litorale toscano*. In: "Atti del XVII Comitato Scientifico dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani (A.G.M.T.), 19-21 novembre 1999, Serra di Sotto - Buti (PI): 35-51.
- Gori L. (2005)** - *Funghi ipogei della Lucchesia di altre provincie italiane e dall'estero*. Maria Pacini Fazzi editore.
- Lami L., Mannini M., Trassinelli R. (2008)** - *Marina di Donoratico (LI). In: Io sto con i funghi*. A cura dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani (A.G.M.T.). La Pieve Poligrafica editore, Villa Verrucchio (RN).
- Marchetti M., Franchi P. (1993)** - *Ascomicete delle dune del litorale toscano*. RdM, 36, 2: 115-136.
- Marchetti M., Franchi P. (1994)** - *Contributo alla conoscenza dei funghi sabulicoli*. RdM, 38, 2: 113-130.
- Narducci R. (2005)** - *Funghi dei litorali sabbiosi*. Bollettino del Gruppo Micologico Lucchese "B. Puccinelli". Anno 2005, Speciale Ventennale. Tipolito 2000, Lucca.
- Parrettini G.L., Gaggianesi E. (1990)** - *Octospora coccinea* var. *maritima* comb. nov. Un raro ascomicete degli ambienti marini. AMB, 33(3): 293-297.
- Perini C., Venturella G. (2008)** - *Psathyrella ammophila* (Durieu et Lévl.) P.D. Orton. In "Flora da conservare: implementazione delle categorie e dei criteri IUCN (2001) per la redazione di nuove Liste Rosse". Informatore Botanico Italiano, 40 Suppl. 1: 151-153.
- Sarnari M. (1998)** - *Monografia illustrata del Genere Russula in Europa. I*. Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici, Vicenza. Ed. A.M.B., Trento.
- Sarasini M. (2003)** - *Alcune rare Tulostomataceae dei litorali mediterranei*. Rivista di Micologia 46 (1): 7-14.
- Sarasini M. (2005)** - *Gasteromiceti epigei*. A.M.B. Fondazione - Centro Studi Micologici. Grafica Sette, Bagnolo Mella (BS).
- Tomei P.E., Macchia U., Narducci R. (2005)** - *Flora e vegetazione delle dune costiere*. In: "Le dune costiere in Italia - la natura e il paesaggio". A cura di Macchia U., Pranzano E. e Tomei P.E. Felici Editore, Ghezzano (PI).

## Macromiceti invernali dei Bottacci di Massa Pisana (LU) Contributo alla Flora Micologica del Monte Pisano II

Roberto Narducci<sup>1</sup>

**Parole chiave:** flora micologica, macromiceti invernali, area umida, Monte Pisano, Massa Pisana (LU)

*L'autore presenta i macromiceti reperiti durante i periodi: dicembre 2007 – febbraio 2008 e dicembre 2008 – febbraio 2009, nell'area dei Bottacci, cassa di espansione del torrente Guappero, alla base del versante lucchese del Monte Pisano. Sono state ritrovate 80 specie, 31 delle quali nuove per la Lucchesia, 3 risultano nuove anche per la Toscana. Si tratta di: *Antrodia albida* (Fr.: Fr.) Donk, *Cylindrobasidium evolvens* (Fr.: Fr.) Jülich e *Rosellinia corticium* (Schwein.) Sacc.*

I Bottacci di Massa Pisana sono un'area d'origine artificiale, con funzione di cassa di espansione per le acque che scendono dal Monte Pisano dai rii Guappero, di Coselli e di Vorno. L'area, costituita da tre casse principali separate da argini transitabili, è situata al confine tra i comuni di Lucca e Capannori, tra le località di San Michele in Escheto (Lucca) e Coselli (Capannori), con la maggior parte del territorio compreso nel Comune di Lucca. È caratterizzata da due tipologie vegetazionali: il bosco mesoigrofilo, situato verso il confine con la località Pontetetto (Lucca); prati acquitrinosi, pantani e fossati, nelle altre zone. Il bosco mesofilo è costituito prevalentemente da *Alnus glutinosa*, *Salix alba*, *S. cinerea*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Robinia pseudacacia*, *Ulmus minor* e *Quercus robur*. Per un quadro completo sulla flora fanerogamica e la vegetazione, si veda LOMBARDI *et al.*, 2008.

I primi studi sui macromiceti presenti nei Bottacci sono dovuti a MONTI e TOMEI, 1974, che segnalano una decina di entità. Segue un ulteriore contributo di LIPPI e TOMEI, 1987, nel quale sono indicate poche altre specie. Con i ritrovamenti indicati nei

lavori di NARDUCCI e PETRUCCI, 1995; NARDUCCI e LIPPI, 1996; TOMEI *et al.*, 1997; NARDUCCI 1999; 2001, la flora micologica dell'area raggiunge una sessantina di entità. Le indagini a cui si fa riferimento, si sono comunque svolte in periodi stagionali differenti da quello del presente contributo.

### Materiali e metodi

Le indagini sono state svolte nell'ambito della prosecuzione degli studi legati al progetto di censimento e mappatura dei macromiceti della provincia di Lucca e del Monte Pisano in particolare, progetto iniziato nel 1989 dal Gruppo Micologico Lucchese "B. Puccinelli" e in collaborazione con l'Orto Botanico del Comune di Lucca. A partire

### gli autori

<sup>1</sup> Via di Coselli 5,  
55060 Capannori (LU)  
Roberto1956@supereva.it



*Bottacci di Massa Pisana.*

dal 1996 i dati acquisiti sono stati messi a disposizione anche dell'Associazione Gruppi Micologici Toscani (A.G.M.T.), per mappatura della Toscana (A.A.Vv., 1999; DELLA MAGGIORA *et al.*, 2004).

Gli ambienti umidi, specialmente il bosco mesoigrofilo, sono stati indagati a cadenza settimanale, nei periodi dicembre 2007 – febbraio 2008 e dicembre 2008 – febbraio 2009. Gli esemplari fungini reperiti e studiati sono stati fotografati, essiccati e poi inseriti in parte nell'*Herbarium Facultatis Agrariae* (PI-AGR), presso il Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa e in parte nell'*Herbarium Lucensis* (LUCCA), conservato nei Locali del Museo "Cesare Bicchi" presso l'Orto Botanico di Lucca.

**Elenco delle entità censite nei periodi dicembre-febbraio 2007/2008 e 2008/2009**

*Annulohyphoxylon multiforme* var. *multiforme* (Fr.: Fr.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh  
Su rami di ontano.  
*Antrodia albida* (Fr.: Fr.) Donk  
Su legno degradato di platano.  
*Ascocoryne sarcoides* (Jacq.: Fr.) J.W. Groves & D.E. Wilson  
Su detriti legnosi.

*Auricularia auricula-judae* (L.: Fr.) Quéf.  
Su sambuco  
*Auricularia mesenterica* (Dicks.: Fr.) Pers.  
Su legno degradato di pioppo.  
*Biscogniauxia mediterranea* var. *mediterranea* (De Not.) Kuntze  
Su rami di quercia.  
*Bisporella citrina* (Batsch: Fr.) Korf & S.E. Carp.  
Su detriti legnosi.  
*Bjerkandera adusta* (Willd.: Fr.) P. Karst.  
Su latifoglie varie.  
*Bolbitius vitellinus* var. *titubans* (Bull.: Fr.) Bon & Courtec.  
Su detriti erbacei.  
*Byssomerulius corium* (Pers.: Fr.) Parmasto  
Su detriti legnosi.  
*Clavicornia pyxidata* (Pers.: Fr.) Doty  
Su detriti legnosi.  
*Corioloopsis gallica* (Fr.: Fr.) Ryvarden  
Su detriti legnosi vari.  
*Crepidotus calolepis* (Fr.) P. Karst.  
Su legno di pioppo.  
*Crepidotus variabilis* (Pers.: Fr.) P. Kumm.  
Su detriti legnosi.  
*Cylindrobasidium evolvens* (Fr.: Fr.) Jülich  
Su ontano e salice.  
*Dacrymyces stillatus* Nees: Fr.  
Su detriti legnosi.  
*Daedalea quercina* L.: Fr.  
Alla base di quercia.



*Bottacci in inverno.*

*Daedaleopsis confragosa* (Bolton: Fr.) J. Schröt.  
Su salici e ontani.

*Diatrype bullata* (Ehrh.: Fr.) Fr.  
Sulla corteccia di rami di ontano.

*Diatrypella quercina* (Pers.: Fr.) De Not.  
Sulla corteccia di rami di quercia.

*Diatrypella verruciformis* (Ehrh.: Fr.) Nitschke  
Su rami di ontano e pioppo.

*Dictydiaetalium plumbeum* (Schumach.) Rostaf.  
Su quercia e fusaggine.

*Entoloma aprile* (Britzelm.) Sacc.  
Luogo erboso.

*Entoloma hirtipes* (Schumach.: Fr.) M.M. Moser  
Luogo erboso.

*Entoloma rhodopolium* (Fr.: Fr.) P. Kumm.  
Luogo erboso.

*Exidia glandulosa* Bull.: Fr.  
Su detriti legnosi.

*Exidia nucleata* (Schwein.: Fr.) Burt  
Su rami di salice e ontano.

*Exidia recisa* Ditmar: Fr.  
Su rami di ontano.

*Exidia saccharina* **Fr.: Fr.**  
Su ramo di pino degradato.

*Exidia thuretiana* (Lév.) Fr.  
Su rami di ontano.

*Flammulina velutipes* (Curtis: Fr.) Singer  
Alla base di salice.

*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) J.J. Kickx  
Su pioppo e ontano.

*Ganoderma resinaceum* Boud. in Pat.  
Su salice.

*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.  
Su quercia.

*Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) P. Kumm.  
Su ceppaia di quercia.

*Hymenochaete rubiginosa* (Schrad.: Fr.) Lév.  
Su ceppaia di quercia.

*Hyphoxylon fuscum* (Pers.: Fr.) Fr.  
Su rami di ontano.

*Inonotus radiatus* (Sowerby: Fr.) P. Karst.  
Su tranchi di ontano e pioppo.

*Lepista nuda* (Bull.: Fr.) Cooke  
Luogo erboso.

*Lycogala epidendrum* (L.) Fr.  
Su detriti legnosi.

*Hyphodontia sambuci* (Pers.) J. Erikss. in Hjort-  
stam, K.H. Larss. & Ryvarden

Su rami di sambuco.  
*Mucilago crustacea* F.H. Wigg.  
 Su detriti vegetali.  
*Mucor caninus* Pers.  
 Su escrementi.  
*Mycena galericulata* (Scop.: Fr.) Gray  
 Su ontano.  
*Nectria episphaeria* (Tode: Fr.) Fr.  
 Su vecchi esemplari di *Hypoxylon* sp.  
*Oligoporus caesius* (Schrad.: Fr.) Gilb. & Ryvar-  
 den. Su tronchi di pioppo.  
*Peniophora cinerea* (Pers.: Fr.) Cooke  
 Su rami di salice e quercia.  
*Peniophora quercina* (Pers.: Fr.) Cooke  
 Su rami di quercia.  
*Phellinus conchatus* (Pers.: Fr.) Quél.  
 Su quercia e ontano.  
*Phellinus punctatus* (Fr.) Pilát  
 Su latifoglie varie.  
*Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin  
 Alla base di ontano, sambuco e robinia.  
*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm.  
 Su tronchi e rami di platano.  
*Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm.  
 Su detriti legnosi.  
*Psathyrella spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire in  
 Maire & Werner  
 Luoghi erbosi  
*Rosellinia corticium* (Schwein.) Sacc.  
 Sulla corteccia di rami di ontano.  
*Radulomyces confluens* (Fr.: Fr.) M.P. Christ.  
 Su rami di ontano.  
*Radulomyces molaris* (Chaillet ex Fr.: Fr.) M.P.  
 Christ.  
 Su rami di quercia.  
*Sarcodontia pachyodon* (Pers.) Spirin  
 Su rami di quercia.  
*Schizopora paradoxa* (Schrad.: Fr.) Donk  
 Su legno degradato di quercia  
*Schizophyllum commune* Fr.: Fr.  
 Su detriti legnosi.  
*Steccherinum ochraceum* (Pers.: Fr.) Gray  
 Su rami di ontano e quercia.  
*Stemonitis axifera* (Bull.) T. Macbr.  
 Su legno di pioppo e ontano.  
*Stereum gausapatum* (Fr.: Fr.) Fr.  
 Su rami di quercia.  
*Stereum hirsutum* (Willd.: Fr.) Gray  
 Su rami di quercia.  
*Stereum ochraceoflavum* (Schwein.) Peck  
 Su legno di ontano, platano e quercia.

*Stereum subtomentosum* Pouzar  
 Su legno di ontano e salice.  
*Stropharia aurantiaca* (Cooke) M. Imai  
 Su detriti erbacei.  
*Terana caerulea* (Lam.) Kuntze  
 Su rami di ontano.  
*Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.  
 Su tronchi di pioppo.  
*Trametes hirsuta* (Wulfen in Jacq.: Fr.) Pilát  
 Su tronchi di ontano.  
*Trametes pubescens* (Schumach.: Fr.) Pilát  
 Su tronchi e rami di salice.  
*Trametes trogii* Berk. in Trog  
 Su tronchi di salice e pioppo.  
*Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát  
 Su detriti legnosi.  
*Tremella foliacea* Pers.: Fr.  
 Su rami di quercia.  
*Tremella globispora* D.A. Reid  
 Su rami di quercia.  
*Tremella mesenterica* Retz.: Fr.  
 Su detriti legnosi.  
*Trichaptum bifforme* (Fr. in Klotzsch) Ryvar-  
 den. Su tronchi di salice e ontano.  
*Volvariella gloiocephala* (DC.: Fr.) Boekhout &  
 Enderle  
 Luogo erboso.  
*Vuilleminia comedens* (Nees: Fr.) Maire  
 Su ontano e quercia.  
*Xylaria hypoxylon* (L.: Fr.) Grev.  
 Su detriti legnosi.

### Risultati e conclusioni

La maggior parte delle entità censite sono saprofi-  
 te o parassite delle specie arboree presenti.

I taxa specifici e sottospecifici ammontano a 80; 31  
 macromiceti non risultano segnalati per la provin-  
 cia di Lucca (cfr. TOMEI *et al.*, 1997; DELLA MAGGIO-  
 RA *et al.*, 2004); si tratta di:

*Antrodia albida* (Fr.: Fr.) Donk; *Ascocoryne sar-  
 coides* (Jacq.: Fr.) J.W. Groves & D.E. Wilson; *Bi-  
 scogniauxia mediterranea* var. *mediterranea*  
 (De Not.) Kuntze; *Bolbitius vitellinus* var. *titu-  
 bans* (Bull.: Fr.) Bon & Courtec.; *Byssomerulius  
 corium* (Pers.: Fr.) Parmasto; *Clavicornia pyxi-  
 data* (Pers.: Fr.) Doty; *Crepidotus calolepis* (Fr.)  
 P. Karst.; *Crepidotus variabilis* (Pers.: Fr.) P.  
 Kumm.; *Cylindrobasidium evolvens* (Fr.: Fr.) Jü-

lich; *Daedaleopsis confragosa* (Bolton: Fr.) J. Schröt.; *Diatrypella verruciformis* (Ehrh.: Fr.) Nitschke; *Dictydiaetalium plumbeum* (Schumacher.) Rostaf.; *Entoloma aprile* (Britzelm.) Sacc.; *Exidia nucleata* (Schwein.: Fr.) Burt; *Exidia recisa* Ditmar: Fr.; *Exidia saccharina* Fr.: Fr.; *Exidia thuretiana* (Lév.) Fr.; *Hypoxylon fuscum* (Pers.: Fr.) Fr.; *Inonotus radiatus* (Sowerby: Fr.) P. Karst.; *Mucor caninus* Pers.; *Nectria episphaeria* (Tode: Fr.) Fr.; *Peniophora cinerea* (Pers.: Fr.) Cooke; *Peniophora quercina* (Pers.: Fr.) Cooke; *Phellinus conchatus* (Pers.: Fr.) Quél.; *Psathyrella spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire in Maire & Werner; *Rosellinia corticium* (Schwein.) Sacc.; *Radulomyces confluens* (Fr.: Fr.) M.P. Christ.; *Radulomyces molaris* (Chaillet ex Fr.: Fr.) M.P. Christ.; *Schizopora paradoxa* (Schrad.: Fr.) Donk; *Stereum ochraceoflavum* (Schwein.) Peck; *Tremella globispora* D.A. Reid; *Vuilleminia comedens* (Nees: Fr.) Maire.

I tre miceti seguenti, per quanto ci risulta (cfr. TOMEI *et al.*, 1997; DELLA MAGGIORA *et al.*, 2004, FRANCHI *et al.*, 2006), sono nuovi anche per la Toscana.

*Antrodia albida* (Fr.: Fr.) Donk è una poliporacea che si presenta con corpi fruttiferi annuali, generalmente resupinati, inizialmente a placche che poi si uniscono a formare un'unico corpo. La superficie poroide è bianco crema con pori da più o meno circolari a angoloso-sinuosi, 2-3 per mm. Ha sistema ifale dimitico, ife generatrici ramificate e con giunti a fibbia, basidi clavati, tetrasporici o talvolta bisporigi, con spore ialine, cilindriche di 8-10x3,5-4,5 µm. *A. heteromorpha* (Fr.: Fr.) Donk e *A. ramentacea* (Berk. & Broome) Donk, le altre due specie congeneri segnalate per la Toscana,



*Antrodia albida*.

differiscono per i pori più irregolari, 1-2 per mm e le spore leggermente più grandi nella prima e più piccole nella seconda.

*Cylindrobasidium evolvens* (Fr.: Fr.) Jülich è una corticiacea a carpoforo resupinato o talvolta effuso-reflesso, membranoso, senza rizomorfi. L'imenio è da liscio a leggermente verrucoso, inizialmente biancastro poi crema ocraceo. Il sistema ifale è monomitico, con ife ialine con sfumature giallastre. Le spore sono ialine, piriformi, 8-12x4-6 µm.



*Cylindrobasidium evolvens*.

*Rosellinia corticium* (Schwein.) Sacc. è un ascomicete della famiglia delle *Sphaeriaceae* con fruttificazioni senza stroma, costituite dall'insieme di numerosi periteci nerastrati ravvicinati, globosi, papillati. Ha aschi cilindrici e spore ellittiche di 19-27x7,5-11 µm. Gli sono simili *Rosellinia aquila* (Fr.) De Not., che possiede spore più piccole e *R. thelena* (Fr.) Rabenh. che si sviluppa su legno di aghifoglie. Altre entità del genere *Hypoxylon* si differenziano per stroma sempre presente, periteci non più grandi di 1 mm e spore più piccole.



*Rosellinia corticium*.

**Bibliografia**

- Aa.Vv. (1999)** - *Ifunghi in Toscana (mappatura e censimento dei macromiceti epigei)*. A.R.S.I.A. / A.G.M.T., a cura di Tofacchi L. e Mannini M., in cui compaiono contributi di Barlucci C., Filippi I., Laganà E., Mannini M., Narducci R., Perini C., Salerni E., Tofacchi L., Bandecchi e Vivaldi, Pontedera (PI).
- Della Maggiora M, Tolaini F., Antonini D., Antonini M. (2004)** - *Elenco dei macromiceti epigei segnalati per il territorio regionale dal 1900 al 2003*. Supplemento a: "Storia della Micologia in Toscana", a cura di Daniele Antonini e Massimo Antonini. Associazione Gruppi Micologici Toscani (AGMT) - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo Forestale (ARSIA): 28-30. Tip. Valdarnese, S. Giovanni Valdarno (AR).
- Franchi P., Giovannetti M., Gorreri L., Marchetti M., Monti G. (2006)** - *La Biodiversità dei Funghi del Parco. Inventario della flora micologica del Parco naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Leonardo - Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente. Università di Pisa - Ente Parco Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Felici Editore, Ghezzano, San Giuliano Terme (PI).
- Lippi A., Tomei P.E. (1987)** - Indagini sulla flora micologica della lucchesia. IV contributo, macromiceti primaverili. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, 94: 299-312.
- Lombardi T., Sani A., Malandrini V., Bertacchi A. (2008)** - *I Bottacci di Massa Pisana (LU). Flora e vegetazione*. Aree umide artificiali della Toscana Nord-Occidentale. Provincia di Lucca - Università di Pisa. Edizioni ETS, Pisa.
- Monti G., Tomei P.E. (1974)** - *Macromiceti della Lucchesia. I contributo*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, 81: 197-208.
- Narducci R. (1999)** - *I macromiceti del territorio del Comune di Capannori*. In: *Aspetti biologici del territorio del Comune di Capannori*. Studi Capannoresi, 3: 18-59, a cura di P.E. Tomei e P.C. Kugler. Comune di Capannori.
- Narducci R. (2001)** - *Erbario del G.M.L. Costituzione, vicissitudini e prime specie iconografate*. Bollettino del Gruppo Micologico Lucchese "B. Puccinelli", Felici, Pisa: 2: 6-17.
- Narducci R., Lippi A. (1996)** - *Herbarium Horti Botanici Lucensis, schede micologiche enumerate*. I centuria. Bull. Orto Bot. Lucca, 1 (1): 45-52.
- Narducci R., Petrucci P. (1995)** - *Macromiceti reperiti in provincia di Lucca negli anni 1985-1994 con le indicazioni dei luoghi e degli ambienti di raccolta*. In: *Contributo alla conoscenza dei macromiceti che crescono nella provincia di Lucca*. Comunità Montana della Garfagnana, Orto Botanico "Pania di Corfino". Tipografia Editrice Pisana, Pisa.
- Tomei P.E., Narducci R., Lippi A. (1997)** - *Prodromo alla flora macromicetica della provincia di Lucca*. Provincia di Lucca. Tip. Emmedi, Lucca.



## Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

Irene Nicotra<sup>1</sup>, Marco Doveri<sup>2</sup>, Roberto Gianecchini<sup>3</sup>, Mario Mussi<sup>2</sup>, Alberto Puccinelli<sup>3</sup>

**Parole chiave:** idrogeologia, idrogeochimica, bilancio idrogeologico, vulnerabilità dell'acquifero, Isola di Pianosa, Arcipelago Toscano.

*Lo studio ha avuto quale obiettivo la caratterizzazione idrogeologica e idrogeochimica del sistema acquifero dell'Isola di Pianosa, utilizzando metodologie idrogeologiche classiche e metodologie idrochimiche-isotopiche.*

*La superficie piezometrica evidenzia una direzione media di flusso da W-NW verso E-SE. Tale aspetto è regolato dall'immersione del contatto in discordanza tra le calcareniti plioceniche permeabili superficiali ed il substrato miocenico prevalentemente marnoso-argilloso. Quest'ultimo, nell'insieme impermeabile, contiene tuttavia orizzonti conglomeratico-arenacei con grado di permeabilità medio-alto. Le zone di contatto tra le calcareniti superficiali ed i conglomerati profondi permettono scambi idrici tra l'acquifero freatico presente nelle calcareniti e gli orizzonti permeabili sottostanti. Tali condizioni idrogeologico-strutturali influenzano le relazioni tra carichi piezometrici dell'acquifero freatico e degli acquiferi profondi, evidenziate dalla disomogenea risposta agli emungimenti. I dati idrogeochimici concordano con un'alimentazione degli strati acquiferi profondi da parte dell'orizzonte calcarenitico superficiale. I dati isotopici indicano che il sistema è alimentato da precipitazioni locali. I calcoli eseguiti sul bilancio idrologico, confrontati con le analisi dei contenuti isotopici, indicano che la ricarica avviene durante i mesi tardo invernali-primaverili. Le datazioni mostrano tempi di permanenza inferiori per le acque dell'acquifero freatico rispetto a quelle confinate nelle lenti profonde.*

*La maggior parte delle acque mostra una facies cloruro-alcalina/bicarbonato calcica, determinata dalla combinazione tra il fenomeno dello "spray marino" ed una circolazione in un serbatoio prevalentemente carbonatico. Nella zona orientale sono tuttavia presenti acque nettamente cloruro-alcaline che evidenziano, in questo settore, l'esistenza di intrusioni marine all'interno del livello acquifero superficiale.*

*Confrontando i dati recenti con quelli pregressi si riscontra che, attualmente, l'interfaccia acqua dolce/acqua salata è regredita rispetto al passato, quando si avevano maggiori emungimenti, legati essenzialmente alle attività penitenziarie. La relativa scarsità delle piogge degli ultimi anni e la conseguente ricarica limitata sembrano tuttavia rallentare tale processo.*

**P**ianosa (Long. 10° 04' 44" est e Lat. 42° 35' 07" nord) è l'isola più occidentale dell'Arcipelago Toscano e la quinta per estensione tra le sette isole che lo compongono. È situata a 13 km a sud dell'Isola d'Elba, 50 km dalla costa continentale e 40 km dalla Corsica. Strutturalmente l'Isola di Pianosa costituisce una piccola porzione

emersa della dorsale Elba-Pianosa (anche detta Dorsale o Altofondo di Pianosa), che separa il bacino della Corsica dalla piattaforma toscana. Tale dorsale si allunga dallo "Scoglio d'Africa" (alcuni chilometri ad ovest dell'Isola di Montecristo) in direzione nord-sud, chiudendosi pochi chilometri ad est dell'Isola di Capraia (Bossio *et al.*, 2000).

Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

L'isola è nel complesso pianeggiante, presentandosi come un tavolato di forma sub-triangolare, leggermente basculato verso est. Ha un'estensione di 10,2 km<sup>2</sup>, un perimetro costiero di circa 18 km e un'altezza topografica massima di 29 m. L'altitudine media dell'isola si attesta su 18 m circa.

Dal punto di vista geologico, è possibile riconoscere una lieve anticlinale con asse a direzione N-S. Ai fini della caratterizzazione idrogeologica, la successione sedimentaria dell'isola è ripartita in unità stratigrafiche rappresentate, dal basso verso l'alto, da:

- un substrato miocenico formato dalla Formazione di Marina del Marchese, costituita da marne con intercalazioni calcarenitiche, che affiora lungo il settore nord-occidentale dell'isola ed è di età burdigaliana. A questa si sovrappone la Formazione di Golfo della Botte, formata da argille marnose con intercalazioni arenacee e conglomeratiche. È esposta alla base della falesia del Golfo della Botte e a Cala della Ruta, ed ha età Tortoniano superiore-Messiniano?

- Formazione di Pianosa, costituita da calcareniti organogene e sabbie cementate. L'unità poggia in discordanza sulle formazioni mioceniche di Marina del Marchese e del Golfo della Botte, ed ha uno spessore di circa 25-30 metri. La parte basale della formazione risale al Pliocene medio, mentre la parte terminale si fa risalire al Pliocene sup.-Pleistocene inf.

Complessivamente, le caratteristiche geologiche delle formazioni affioranti nell'isola sono riassunte nello schema di figura 1. Oltre a distinguersi dalle altre isole dell'arcipelago per la sua morfologia pressoché piatta, Pianosa è l'unica ad essere costituita esclusivamente da rocce sedimentarie che possono costituire acquiferi. Questa peculiarità le ha permesso di poter contare su una riserva idrica sotterranea significativa, paragonata alla sua piccola estensione, consentendo la sussistenza di circa due migliaia di persone durante il periodo della presenza sull'isola della colonia penale.

A seguito della trivellazione di nuovi pozzi (avvenuta negli anni '70), durante il periodo di maggior popolamento dovuto alla presenza del carcere, sono stati rinvenuti livelli acquiferi profondi, a permeabilità da media a medio-alta, oltre il contatto tra Pliocene e Miocene, corrispondenti a strati arenaceo-conglomeratici e calcarenitici, che fino ad allora erano stati osservati solo in affioramento

sulla costa occidentale. Da allora sono circolate opinioni disparate sull'origine di queste acque. Il primo a stupirsi del ritrovamento fu Masini (1953), che ne denunciò la scoperta, rimandando indagini più approfondite a successive ricerche, poi non effettuate. Raggi (1983) avanzò un'ipotesi sulla provenienza delle acque profonde, basata sulle sue osservazioni di campagna e sui pochi dati analitici dei campionamenti eseguiti; tale idea, a conclusione del presente lavoro, si è rivelata realistica. In particolare, nel modello proposto da suddetto autore (figura 2) si individua un complesso idrogeologico superficiale costituito dalle Calcareniti plioceniche della Formazione di Pianosa; esso è dotato di buona permeabilità, che si può sostanzialmente definire di tipo misto per porosità e fessurazione, e va a costituire un acquifero freatico. Tale termine poggia in discordanza su un complesso idrogeologico inferiore, rappresentato dai due litotipi miocenici, immergenti verso ovest. Questo secondo complesso nell'insieme offre, al contatto con le sovrastanti calcareniti plioceniche, una superficie di scarsa permeabilità che rappresenta, quindi, il substrato dell'acquifero freatico. Il ruolo di substrato impermeabile, o scarsamente permeabile, è testimoniato anche dalle scaturigini presenti nel settore occidentale dell'isola (Golfo della Botte), proprio in corrispondenza del contatto tra i termini pliocenici e quelli miocenici. Ferma restando la generale bassa permeabilità del complesso miocenico, i livelli conglomeratici e calcarenitici presenti al suo interno costituiscono dei

#### gli autori

<sup>1</sup> Provincia di Livorno -  
Dip. Infrastrutture e Protezione -  
Complesso della Gherardesca -  
Via G. Galilei 40 - Livorno  
i.nicotra@provincia.livorno.it

<sup>2</sup> Istituto di Geoscienze e Georisorse -  
CNR - Via Moruzzi 1 - Pisa,  
doveri@igg.cnr.it - mussi@igg.cnr.it

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Terra -  
Università di Pisa - Via S. Maria 53 - Pisa,  
rgiannechini@dst.unipi.it -  
pucci@dst.unipi.it

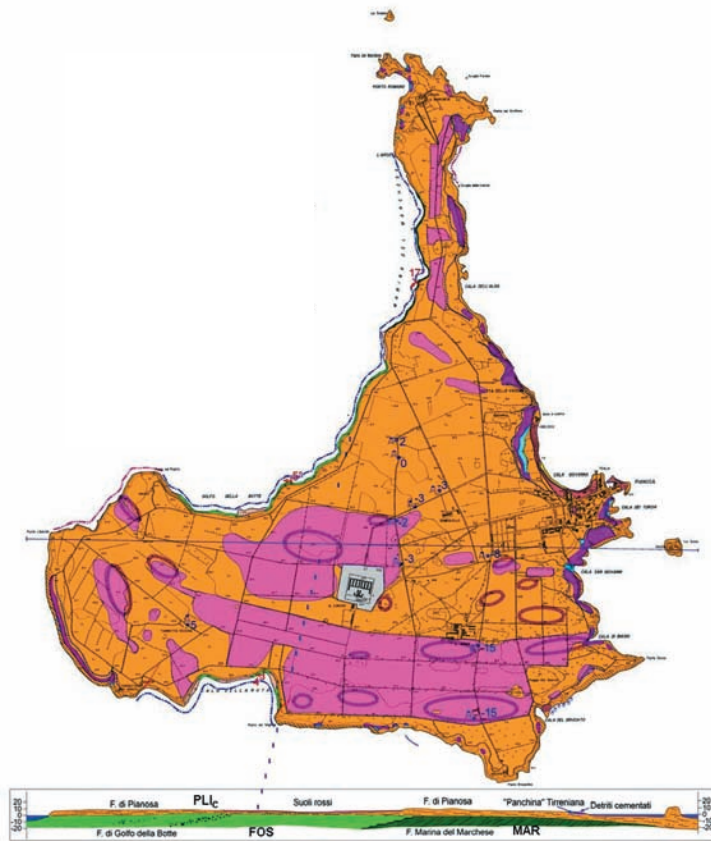


Figura 3.2 Carta geologica dell'isola di Pianosa, da: <http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scheda?fooglio=341>; <http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scarica?fooglio=328>

Figura 1: carta geologica dell'isola di Pianosa (da: <http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scheda?fooglio=341>; <http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scarica?fooglio=328>).

termini di buona permeabilità e sono sede di una significativa circolazione idrica, come testimoniano i pozzi profondi e produttivi presenti sull'isola, che vanno ad intercettare proprio questi orizzonti. In ragione del particolare assetto idrostrutturale, determinato dalla discordanza tra la giacitura delle calcareniti plioceniche e quella dei termini miocenici (sub-orizzontale, la prima, con immersione verso i quadranti occidentali, la seconda), i livelli permeabili presenti in quest'ultimi possono ricevere le acque della falda freatica dalle zone in cui gli stessi si attestano sull'orizzonte pliocenico (figura 2). Allontanandosi dalle zone di contatto con l'acquifero freatico, la circolazione idrica nei livelli acquiferi conglomeratici e calcarenitici di età mio-

cenica avviene in condizioni confinate o semi-confinate, visto che tali livelli risultano intercalati a materiali marnosi e argillitici, anche questi appartenenti al complesso miocenico.

Sempre sulla base dello schema di figura 2, risulta evidente la possibilità di un richiamo di acqua di mare in acquifero dalla costa orientale dell'isola, mentre tale fenomeno non può verificarsi sul lato occidentale ove affiorano, ad un'altezza superiore al livello del mare, gli strati argillosi o argilloso-marnosi delle formazioni mioceniche. È inoltre da sottolineare che la possibile intrusione salina sul lato orientale può interessare non solo l'acquifero freatico ma anche gli orizzonti permeabili confinati o semiconfinati di età miocenica.

Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

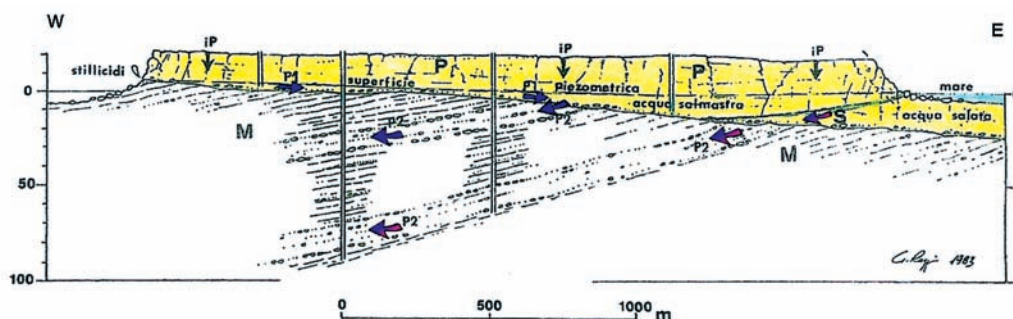


Figura 2: Schema della circolazione idrica sotterranea dell'Isola di Pianosa (da Raggi, 1983 modificata) (M: Miocene; P: Pliocene; iP: infiltrazione meteorica diretta; S: cuneo salino P1: acquifero freatico; P2: orizzonti acquiferi confinati).

Le più recenti ricerche in merito alla risorsa idrica dell'isola, affrontate dalla Provincia di Livorno in collaborazione con ARPAT e CNR, risalgono al periodo 1999-2003, successivo alla chiusura del carcere, e si sono rivelate preziose, ai fini del presente studio, per la notevole mole di dati messi a disposizione (Bartoletti *et al.*, 2003).

Benché l'isola sia stata indagata in ambito multidisciplinare, sino ad oggi solo pochi ricercatori si sono dedicati allo studio della risorsa idrica, nonostante che la presenza di acqua in significative quantità su un territorio insulare di piccole dimensioni possa considerarsi un evento raro nel panorama geologico italiano, di prezioso interesse da un punto di vista scientifico e socio-economico.

Di seguito, vengono illustrati in via preliminare i risultati dello studio idrogeologico ed idrogeochimico del sistema acquifero dell'isola di Pianosa, che ha comportato:

- sviluppo del bilancio idrico complessivo dell'isola, preceduto da un'accurata analisi climatica;
- classificazione idrogeochimica delle acque sotterranee;
- comprensione dei meccanismi che regolano l'alimentazione dell'acquifero;
- caratterizzazione della circolazione idrica sotterranea sotto gli aspetti di età e qualità delle acque, dei rapporti esistenti tra diversi corpi acquiferi e delle variazioni nel tempo del cuneo salino in relazione allo sfruttamento della risorsa;
- determinazione dell'origine delle acque profonde.

#### Attività svolte

Lo studio è stato supportato da una preliminare ricerca bibliografica, allo scopo di:

- fornire un quadro storico di riferimento, utile per definire le variazioni di natura antropica avvenute nell'isola, che aiutano anche nella comprensione delle oscillazioni piezometriche, delle caratteristiche di qualità delle acque e delle potenzialità dell'acquifero;
  - inquadrare la zona oggetto di indagine da un punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e climatico;
  - acquisire informazioni specifiche sui punti d'acqua esistenti sul territorio e sui dati pregressi relativi ai livelli piezometrici, alle caratteristiche chimico-fisiche e ai dati climatici;
  - esaminare le oscillazioni registrate nel tempo dei livelli piezometrici, delle concentrazioni delle specie chimiche presenti nelle acque e dello spostamento del cuneo salino, in relazione ai consumi idrici della popolazione residente e delle precipitazioni.
- L'attività di ricerca è stata impostata su quattro campagne di campionamento delle acque sotterranee e di rilievi piezometrici:
- la prima a conclusione del periodo di morbida della falda (Maggio 2006);
  - la seconda alla fine della magra estiva della falda (Settembre 2006);
  - la terza e la quarta a conclusione del successivo periodo di morbida (Aprile-Maggio 2007), di verifica ed integrazione dei dati rilevati nelle precedenti campagne di misura.

Inoltre, nel periodo 2006-2007 sono state raccolte le precipitazioni atmosferiche sull'isola, attraverso l'allestimento di un pluviometro artigianale, allo scopo di confrontare i valori isotopici misurati nelle acque meteoriche con quelli delle acque sotterranee, verifica importante per fornire attendibilità ai risultati dello studio idrogeochimico affrontato.

Le indagini effettuate nelle quattro campagne sono state articolate nel seguente modo:

- selezione di punti d'acqua rappresentativi su cui impostare la ricerca;
- rilievo dei livelli piezometrici nei punti d'acqua scelti e misurazione della portata delle sorgenti esistenti;
- misurazione in situ dei principali parametri chimico-fisici e campionamento;
- analisi chimiche e isotopiche sui campioni prelevati, effettuate in laboratorio.

#### Metodologie d'indagine utilizzate in situ

Di seguito, sono riportate le attività effettuate in campagna durante i periodi di acquisizione dei dati:

- censimento punti d'acqua esistenti sul territorio con strumentazione GPS e restituzione dei dati su cartografia CTR 1:10.000;
- attività di controllo piezometrico con un freaticometro per le misure dei livelli di falda sui pozzi esistenti;
- prelievo acque sotterranee per mezzo di campionatori "bailer";
- misura dei parametri fisico-chimici in situ mediante condusimetro (rilievo della conducibilità), sonda multifunzione (rilievo di temperatura e pH), microdosimetro (misura dell'alcalinità mediante titolazione acido-base), sale di Seignette e reattivo di Nessler (valutazione qualitativa presenza di ammoniaca);
- campionamento per successive analisi di laboratorio utilizzando:
  - a. contenitori in polietilene - campione tal quale per analisi isotopiche, refrigerato per analisi chimiche a breve scadenza, stabilizzato con HNO<sub>3</sub> 1:1 per eventuali analisi chimiche di controllo a lunga scadenza;
  - b. contenitore in vetro scuro - campione stabilizzato con HCl 1:1 per analisi quantitative ammoniacale.

#### Metodologie analitiche di laboratorio

Analisi chimiche tradizionali eseguite da ARPAT di Piombino per la ricerca in soluzione di:

- a. cationi (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), mediante spettroscopia di emissione con sorgente al plasma ICP-OES;
- b. anioni (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) mediante cromatografia ionica.

Analisi isotopiche eseguite da IGG-CNR di Pisa per la determinazione nelle acque meteoriche e in quelle sotterranee dei contenuti isotopici di:

- a. <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O mediante spettrometro di massa;
- b. Trizio mediante strumento *Quantulus* per scintillazione liquida.

#### Risultati ottenuti

##### Analisi climatica

Dallo studio complessivo, eseguito sulla base dei dati termo-pluviometrici forniti da IBIMET-CNR nell'intervallo 1951-2006 (Zaldei *et al.*, 2000), si evidenzia un trend in sostanziale diminuzione della piovosità negli ultimi anni (figura 3), a partire dall'acme dei primi anni ottanta sino ad oggi (Nicotra *et al.*, 2008).

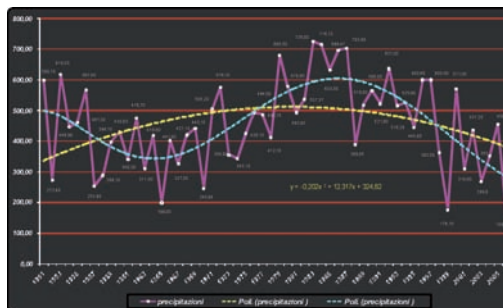


Figura 3: Andamento delle precipitazioni su Piana nel periodo 1951-2006; è evidenziato un trend in diminuzione nel regime delle piogge dagli anni '80 ad oggi (in ordinate mm di pioggia).

##### Bilancio idrologico

È stato determinato con il metodo di Thornthwaite (tab. 1), basandosi sui valori medi mensili di temperatura (T) e piovosità (P) calcolati per l'anno idrologico medio 1951-2006, in cui sono stati

Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

Tabella 1: Calcolo dell'evapotraspirazione potenziale ( $E_p$ ) e reale ( $E_r$ ) e dell'eccedenza ( $D$ ) e deficit ( $S$ ) idrici.

PARAMETRI	STAGIONE UMIDA					STAGIONE SECCA							valore annuo
	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	
T (°C)	13.5	10.8	9.6	9.6	10.9	13.3	16.9	20.7	23.9	24.0	21.2	17.7	16.0
$E_p$ (mm)	36.3	24.2	20.7	21.0	32.1	48.4	80.9	113.8	145.4	136.1	97.0	65.8	821.7
P (mm)	59.5	55.7	44.2	49.3	43.4	40.3	27.5	19.1	8.2	25.1	43.7	64.7	480.7
P - $E_p$ (mm)	23.2	31.5	23.5	28.3	11.3	-8.1	-53.4	-94.7	-137.2	-111.0	-53.3	-1.1	
$A_i$	23.2	54.6	78.1	100.0	100.0	91.9	38.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
$E_r$ (mm)	36.3	24.2	20.7	21.0	32.1	48.4	80.9	57.6	8.2	25.1	43.7	64.7	462.9
$A_i - (A_{i-1})$	23.2	31.5	23.5	21.9	0.0	-8.1	-53.4	-38.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
D				6.5	11.3								17.8
S								56.2	137.2	111.0	53.3	1.1	358.8

registrati i dati dalla stazione IBIMET-CNR presente sull'isola. Relativamente alla massima altezza idrica immagazzinabile ( $A$ ) dal terreno nello strato interessato dallo sviluppo delle radici dei vegetali, è stato in prima approssimazione fissato un valore pari a 100 mm.

I calcoli evidenziano come l'eccedenza idrica si verifichi soltanto nei mesi di febbraio-marzo. Essendo praticamente assente sull'isola la componente ruscellamento, i 17,8 mm di eccedenza idrica costituiscono la ricarica media annua dell'acquifero, concentrata appunto in suddetto periodo.

#### Studio piezometrico

L'attività di controllo piezometrico è stata eseguita su 31 pozzi, la maggior parte dei quali (25) di tipo romano e attestati nell'acquifero freatico calcarenitico. I sei rimanenti sono pozzi trivellati che attingono acqua dai livelli acquiferi profondi di natura conglomeratica intercalati alle argille marnose della Formazione del Golfo della Botte.

L'analisi delle misure effettuate nell'arco delle quattro campagne d'indagine, confrontate con quelle pregresse, ha messo in evidenza la presenza di una falda freatica che risiede nell'unità idrogeologica superiore (figura 4), in collegamento idraulico con gli orizzonti conglomeratici della formazione inferiore; a causa della particolare geometria delle idrostrutture, sono state rilevate condizioni di confinamento dei livelli acquiferi profon-

di alimentati dall'unità idrogeologica sovrastante nelle zone di contatto. Questa particolare situazione si rende evidente nel caso di emungimento dei pozzi profondi (figura 5) che determina una risposta ben diversa dei livelli piezometrici dei pozzi superficiali rispetto a quelli dei pozzi che si attestano nell'unità idrogeologica inferiore. Tali conclusioni sono avvalorate da una preliminare applicazione del software di modellazione idrodinamica "Visual MOD-FLOW 4.2", che simula condizioni idrodinamiche simili elaborando dati tratti dal contesto reale.

#### Studio idrogeochimico - isotopico

Lo studio idrochimico ha consentito di classificare le acque sotterranee in una facies intermedia cloruro-alcalina/bicarbonato-calcica (figura 6), determinata dalla combinazione tra il fenomeno dello *spray* marino e la circolazione in un serbatoio a composizione prevalentemente carbonatica.

L'applicazione di metodiche idrochimico-isotopiche (Mussi *et al.*, 1998), comparate agli aspetti più strettamente idrogeologici, ha permesso di rilevare fenomeni di mescolamento tra acqua di falda ed acqua di mare nella zona orientale dell'isola, fenomeni di evaporazione su alcuni pozzi ed una concomitanza di entrambi i fenomeni su altri pozzi (figure 4, 6, 7 e 8).

Le analisi chimiche hanno permesso di individuare una contaminazione delle acque di circolazione relativamente superficiale da potassio e nitrati, dovuta verosimilmente alle pratiche agricole e di allevamento del bestiame, a lungo effet-

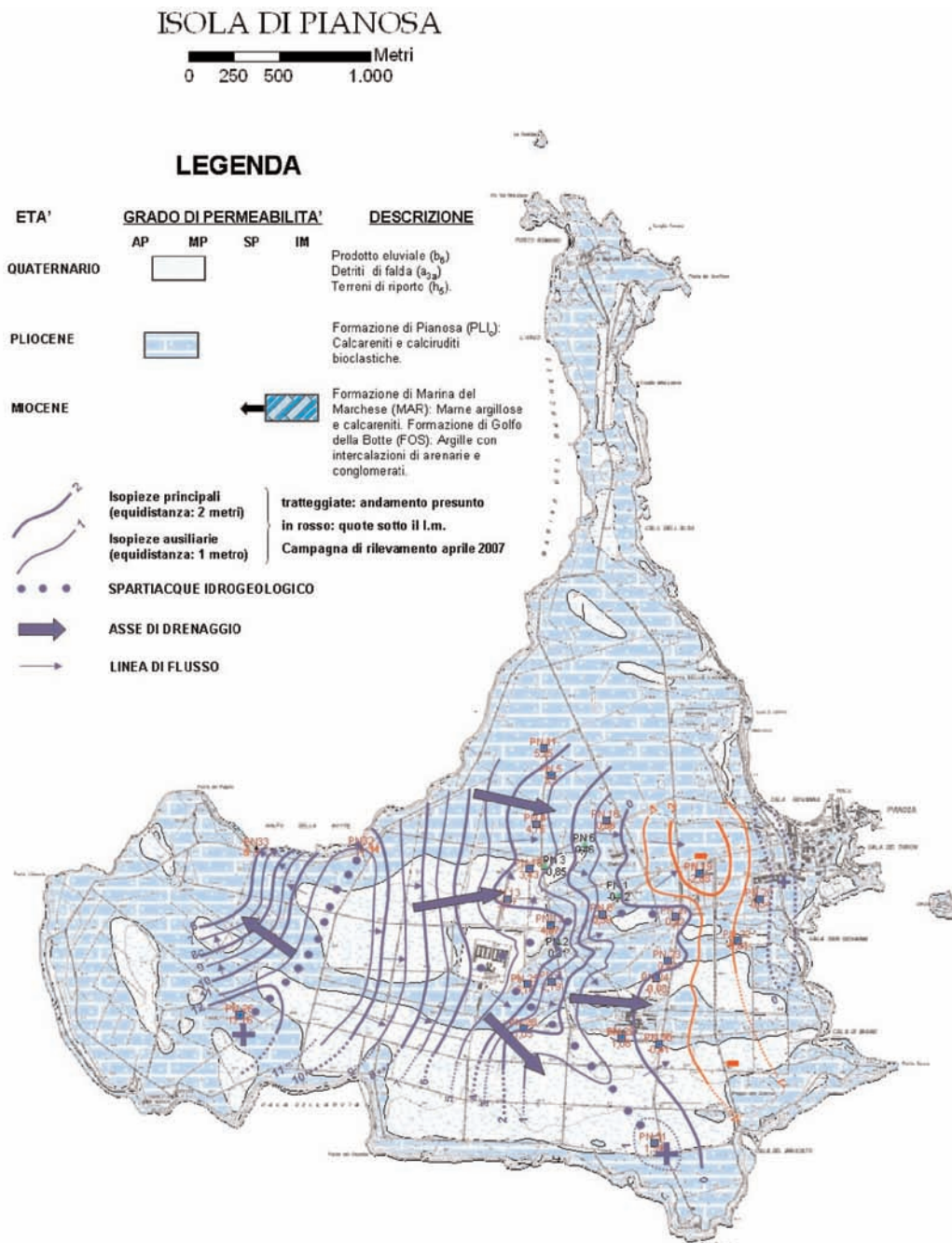


Figura 4: Carta idrogeologica dell'Isola di Pianosa. Le isopieze si riferiscono all'orizzonte acquifero del complesso idrogeologico superiore (calcareniti della Formazione di Pianosa), relative alle misure della campagna di rilevamento di aprile 2007.

Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

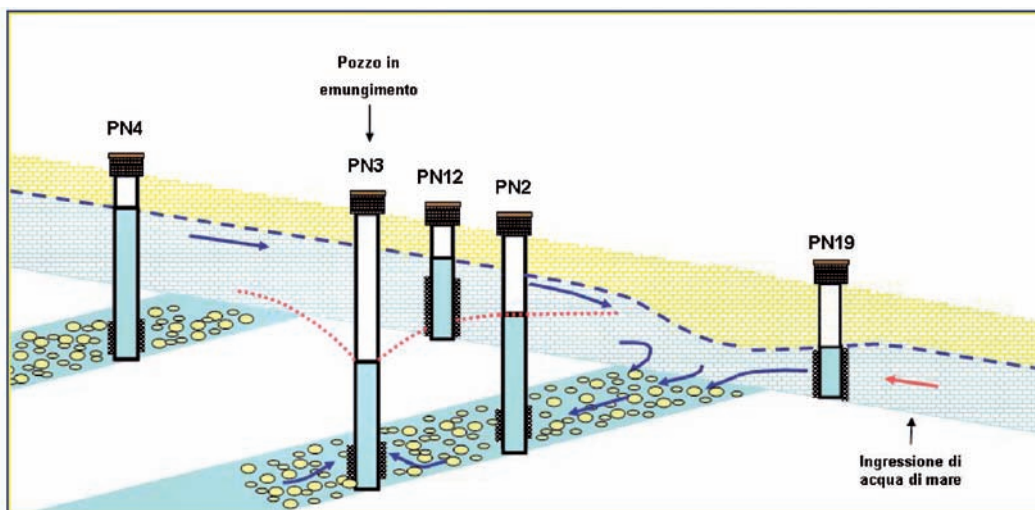


Figura 5: Schema idrodinamico dell'acquifero dell'Isola di Pianosa. Il profilo tratteggiato in rosso si riferisce ai carichi piezometrici dell'orizzonte conglomeratico dal quale emunge il pozzo PN3.

tuate durante il periodo di attività della colonia penale. Il confronto dei dati isotopici delle acque sotterranee e delle sorgenti presenti sull'isola (di modesta portata, circa 2 litri/min) con quelli delle acque meteoriche ivi raccolte nell'arco di circa un anno e mezzo ha dimostrato che il ravvenamento dell'acquifero è compatibile con infiltrazioni locali, escludendo qualsiasi altra ipotesi di alimentazione delle acque profonde da bacini attigui (figura 8). L'esame dei contenuti in Trizio ha consentito di effettuare valutazioni a riguardo dell'età delle acque, mostrando tempi di permanenza brevi per le acque che circolano nell'orizzonte calcarenitico superficiale e tempi relativamente maggiori per alcune acque prelevate da pozzi profondi, come del resto era lecito attendersi in considerazione dello schema idrogeologico individuato. L'analisi dei contenuti in Trizio delle acque circolanti nelle calcareniti mostra, di fatto, corrispondenza con i valori che si registrano nelle precipitazioni degli ultimi anni ed in particolare in quelle del periodo tardo-invernale/primaverile. Ciò evidenzia, confermando anche quanto suggerito dal bilancio idrologico, che l'infiltrazione efficace nell'acquifero calcarenitico di Pianosa si verifica principalmente proprio in sud-

detto periodo dell'anno. La concentrazione di Trizio, pari a 2 UT (unità trizio: 1 UT = un atomo di  $^3\text{H}$  ogni  $10^{18}$  atomi di H), rilevata nelle acque di uno dei pozzi profondi mostra che i tempi di permanenza negli orizzonti conglomeratici miocenici possono anche essere dell'ordine dei 50 anni. Questo aspetto è evidenziato dalle acque di un pozzo profondo relativamente distante dalla zona in cui ricade l'unico pozzo, sempre profondo, attualmente utilizzato sull'isola. In quest'ultimo pozzo ed in altri due profondi, relativamente vicini alla zona di attuale attingimento, i dati di Trizio evidenziano viceversa una più recente età delle acque; ciò è con ogni probabilità da rilegare ad un richiamo, sotto l'azione dell'emungimento ed a causa dell'assetto idrostrutturale precedentemente descritto, delle acque dall'acquifero freatico calcarenitico.

Dallo studio delle variazioni negli anni (1999-2007) dei valori di conducibilità e di concentrazione in cloruri nelle acque sotterranee è stata osservata una regressione del cuneo salino rispetto al passato, dovuta alla diminuzione degli emungimenti, seppure non particolarmente accentuata probabilmente per la scarsità di precipitazioni del periodo esaminato.





Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

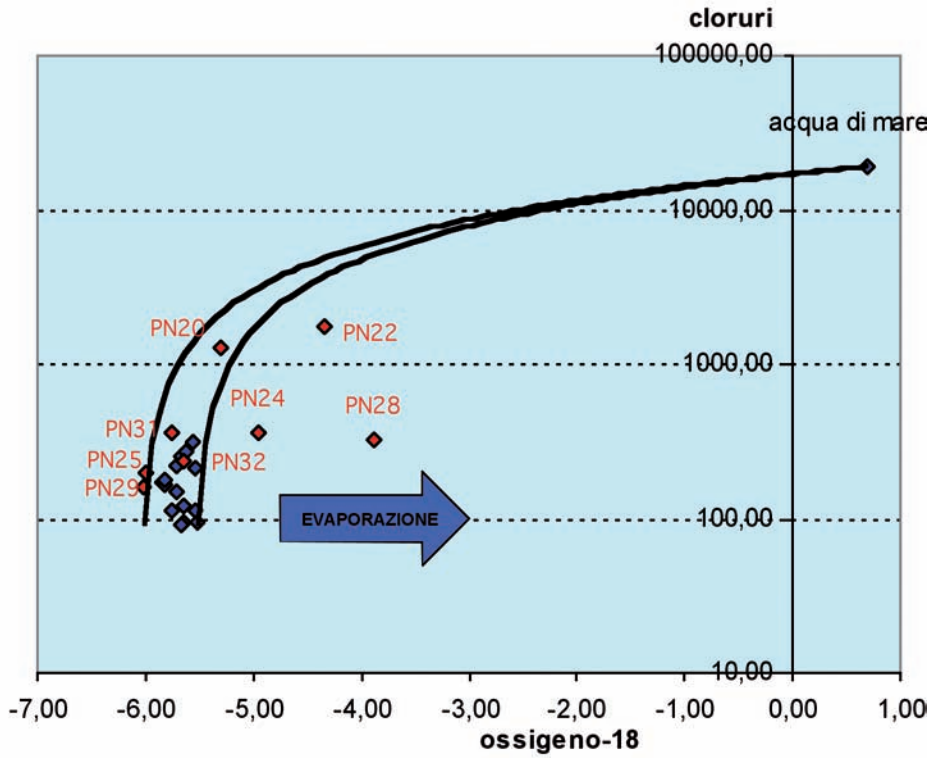


Figura 7: Diagramma Ossigeno-18 (‰) vs Cloruri (ppm).

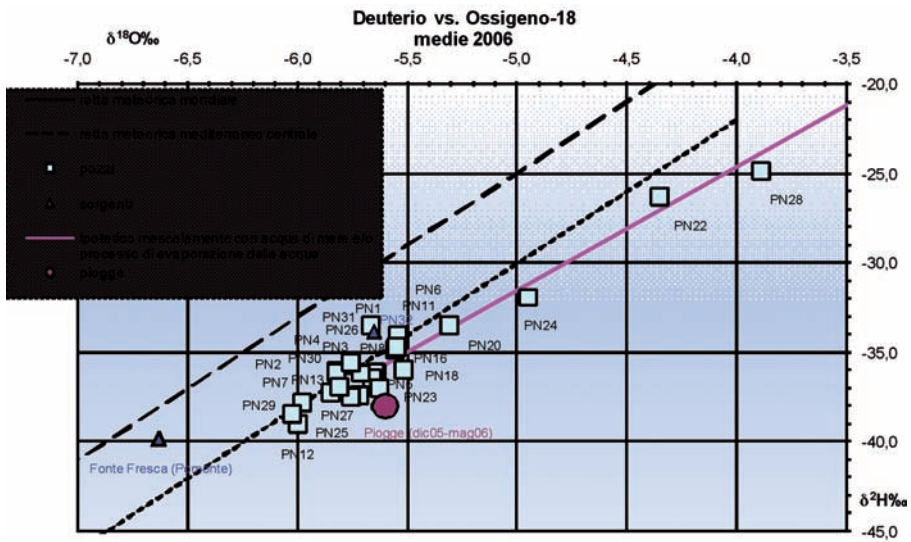


Figura 8: Diagramma Deuterio vs Ossigeno 18.

lato occidentale emerge al di sopra di esso, ad una quota attuale di una decina di metri. Come evidenziato dalla morfologia delle superfici piezometriche ricostruite, il suddetto assetto idrostrutturale determina un prevalente deflusso da ovest verso est, pur consentendo un flusso modesto di acqua anche da est verso ovest, testimoniato dall'esistenza di alcune piccole emergenze nella zona del Golfo della Botte, tra cui la sorgente omonima conosciuta sin dall'antichità. È stata rilevata una continuità della circolazione idrica tra gli strati calcarenitici superficiali e gli orizzonti permeabili intercalati all'interno dei terreni miocenici, che si realizza grazie alla percolazione di acqua nelle zone di contatto tra essi. Tale alimentazione è stata confermata dal confronto dei dati isotopici delle acque dei pozzi superficiali e delle sorgenti con quelli dei pozzi profondi, che mostrano una sostanziale affinità. Lo studio della piezometria ha inoltre evidenziato un parziale confinamento delle acque che risiedono negli orizzonti conglomeratici più profondi, aspetto questo testimoniato dalla disomogenea risposta agli emungimenti dei pozzi trivellati in tali livelli rispetto a quelli superficiali; tra questi ultimi, sembrano essere influenzati dagli attuali attingimenti, effettuati attraverso un unico pozzo profondo, soltanto quelli posti nella parte est dell'isola, caratterizzati da livelli piezometrici al di sotto della quota mare.

Confrontando i contenuti isotopici delle acque sotterranee con quelli delle acque meteoriche raccolte su Pianosa nell'arco di circa un anno e mezzo, si è potuto accertare che l'alimentazione del bacino è compatibile con infiltrazioni locali, escludendo qualsiasi altra ipotesi di alimentazione da bacini attigui. Inoltre, i dati isotopici, confermando quelli del bilancio idrologico, hanno evidenziato che il serbatoio sotterraneo si ricarica prevalentemente in un limitato periodo dell'anno, corrispondente ai mesi tardo-invernali e primaverili, durante i quali si ha infiltrazione efficace.

La datazione con il Tritio ha mostrato tempi di permanenza brevi per le acque che circolano negli orizzonti superficiali, relativamente maggiori per quelle prelevate da alcuni pozzi profondi.

Lo studio idrochimico ha consentito di classificare le acque sotterranee, determinandone l'appartenenza ad una *facies* intermedia cloruro-alcalina/bicarbonato-calcica, determinata dalla combinazione tra il fenomeno dello "spray marino" e la circolazione in un serbatoio a composizione preva-

lentemente carbonatica. Inoltre, la comparazione tra dati chimici ed isotopici ha permesso di rilevare fenomeni di mescolamento tra acqua di falda ed acqua di mare nella zona orientale dell'isola, nei pozzi prospicienti la costa.

Dal confronto con i dati pregressi è emersa una elevata vulnerabilità dell'acquifero all'ingressione marina, specialmente nella sua porzione orientale, in particolare nei periodi di maggiori emungimenti dovuti alla consistente presenza umana sull'isola; attualmente l'interfaccia acqua dolce-acqua salata risulta regredita rispetto al passato, ma tale regressione non risulta molto accentuata per la scarsità di precipitazioni degli ultimi anni che non hanno consentito un'adeguata ricarica.

Infine, le metodologie idrochimico-isotopiche hanno denunciato in alcune zone una contaminazione da potassio e nitrati delle acque di circolazione relativamente superficiale, verosimilmente dovuto alle pratiche agricole e di allevamento del bestiame, a lungo effettuate sull'isola.

#### Ringraziamenti

Si ringraziano per la disponibilità dimostrata e la gentile collaborazione: la Provincia di Livorno e in particolare il dott. Enrico Bartoletti, il Geom. Claudio Rucci, il dott. Alessandro Bini, la Geom. Luciana Ciurli e il Geom. Alessandro Franchi; il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano; l'Amministrazione Penitenziaria di Portoazzurro; l'Associazione Amici di Pianosa; IBIMET-CNR e in particolare il dott. Francesco Primo Vaccari, il dott. Gabriele Brugnoli e il dott. Franco Miglietta; ARPAT di Piombino e in particolare la dott.ssa Antonella Grilli.

#### Bibliografia

- [1] A. Bossio, G. Cornamusini, J. Ferrandini, M. Ferrandini, L. M. Foresi, R. Mazzanti, R. Mazzei, G. Salvatorini, L'evoluzione sedimentaria neogenica dell'area tirrenica settentrionale (Toscana Marittima, Isola di Pianosa, Bacino di Aléria). Atti del Congr. Environnement et Identità en Méditerranée. Corte: 2000.
- [2] P. Colantoni, A. M. Borsetti, Geologia e stratigrafia dell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano – Mar Tirreno). Gior. di Geologia (2) 1973. XXXIX,

Risultati preliminari dello studio sulla circolazione idrica sotterranea nell'Isola di Pianosa (Arcipelago Toscano, prov. Livorno)

fasc. I, t. XXIX.

[3] G. Cornamusini, L. M. Foresi, A. Bossio, Stratigrafia e composizione dei sedimenti miocenici dell'Isola di Pianosa (Mare Tirreno settentrionale). Atti del convegno GeoSed. Siena: 2003.

[4] G. Cornamusini, V. Pascucci, A. Lazzarotto, S. Merlini, La successione sedimentaria terziaria della Dorsale Elba – Pianosa nel quadro evolutivo del Mare Tirreno settentrionale: stratigrafia e petrografia dei pozzi Martina 1 e Mimosa 1. Atti Convegno in memoria di Raimondo Selli e Renzo Sartori "La geologia del Mar Tirreno e degli Appennini". Bologna: 2003.

[5] Regione Toscana:

<http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scheda?foglio=341>; <http://web.rete.toscana.it/pta/servlet/Scarica?foglio=328>

[6] R. Masini, Note geoidrologiche sui nuovi pozzi dell'isola di Pianosa dell'arcipelago toscano. Sc. Nat. 1953, Vol. LX serie A:1.

[7] G. Raggi, Le acque del sottosuolo dell'Isola di

Pianosa. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A 1983. 90: 75.

[8] E. Bartoletti, A. Bini, C. Rucci, Un acquifero in mezzo al mare: l'Isola di Pianosa. Atti del 4<sup>th</sup> European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information System. Bologna: 2003.

[9] A. Zaldei, F. Sabatini, F. P. Vaccari, F. Miglietta, La stazione meteorologica installata a Pianosa. In Il progetto PianosaLab, ricerche sugli ecosistemi terrestri dell'area mediterranea, Vaccari F. P., Miglietta F., Zerbi G. (eds), Forum editrice. 2000.

[10] I. Nicotra, F. P. Vaccari, A. Crisci, Analisi Climatica dell'Isola di Pianosa. In Codice Armonico 2008. Edizioni ETS. Pisa: 2008.

[11] C.W. Thornthwaite, An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev. 1948, XXXVIII: 55.

[12] M. Mussi, G. Leone, I. Nardi, Isotopic geochemistry of natural waters from the Alpi Apuane – Garfagnana area, Northern Tuscany, Italy. Miner. Petrog. Acta 1998. Vol. XLI: 163.

## Inserimento di “wildflower strips” nell’agroecosistema come strategia di conservazione della biodiversità degli impollinatori

Stefano Benvenuti<sup>1</sup>

**Parole chiave:** biodiversità, agricoltura sostenibile, flora entomogama, impollinatori.

*La prolungata gestione dell’agroecosistema mediante sistemi colturali di tipo convenzionale ha determinato, già da decenni, un drastico calo di biodiversità. In modo particolare, si assiste ad una diminuzione di spontanee entomogame che rappresentano una fonte di cibo per molti insetti impollinatori. Conseguentemente, questi ultimi, attualmente, risultano essere in fase di rarefazione. In questo ambito è scaturita una sperimentazione mirata a valutare il ruolo ecologico di “wildflower strips” inserite in quegli agroecosistemi biologicamente degradati. A tal fine sono state utilizzate alcune wildflowers (ad esempio *Agrostemma githago* e *Centaurea cyanus*) raccolte in oasi agro-ecologiche ancora presenti in aree montane. Tali miscugli sono stati seminati in strisce appositamente allestite in tre siti Toscani scelti per valutare l’effetto di tale intervento in condizioni di diversificato livello di degrado. Durante il successivo inverno è stata rilevata la dinamica di emergenza delle varie specie e nella primavera successiva è stata analizzato il ritmo di fioritura e la relativa attività di “visite” da parte dell’entomofauna. Le specie con semi di peso unitario maggiore sono risultate più adatte ad emergere da quei suoli limo-argillosi definibili “difficili” sotto un profilo pedologico e tipicamente utilizzati per la coltivazione dei cereali autunno-vernini. Al contrario specie con semi molto piccoli (ad esempio *Legousia speculum-veneris*, *Silene armeria* e *Lycnis flos-cuculi*) sono risultate poco adatte. Nel mese di maggio si è verificato il picco di fioriture che sono state intensamente visitate da: api, api solitarie, ditteri (soprattutto bombilidi e sirfidi) e lepidotteri. Infine l’inserimento delle cosiddette “nest-trapping” ha creato e ha permesso anche il loro monitoraggio. È stata infine discussa l’importanza di tali “strips” per agevolare l’ingresso nell’agroecosistema da parte di quegli impollinatori, tipicamente più abbondanti negli ecosistemi naturali limotrofi, in modo da poter creare dei cosiddetti “corridoi ecologici”.*

### Introduzione

La biodiversità dell’agroecosistema ha subito un drastico declino negli ultimi decenni durante i quali si sono ridotte soprattutto le specie spontanee entomogame [1] che rappresentano una valida e gratuita sopravvivenza per molti insetti impollinatori, oggi anch’essi sempre più rari [2]. È ormai di dominio pubblico la sempre maggiore scarsità di api domestiche, solitarie ed ancor più lepidotteri che un tempo facevano parte integrante del paesaggio rurale [3]. Ciò è dovuto sia all’ec-

cessiva intensificazione culturale [4], che alla sempre maggiore scarsità di specie foraggiere entomogame, nonché a quella gestione del territorio che

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge, 23 - 56124 Pisa  
sbenve@agr.unipi.it

Inserimento di "wildflower strips" nell'agroecosistema come strategia di conservazione della biodiversità degli impollinatori

lascia sempre meno spazio ad ambienti definibili "buffer" situati ai margini delle colture [5]. È infatti ben noto che in tali aree un tempo diffuse, e lasciate pressoché indisturbate dall'agrotecnica, si verificavano le condizioni per la vita e la sopravvivenza di molti insetti utili [6]. Una delle strategie agronomiche più efficaci per contrastare il declino della biodiversità, e per ripristinare le ormai rare interazioni mutualistiche flora-entomofauna, risulta quella di seminare, in apposite strisce ai margini della coltura, specie entomogame che assicurino abbondante polline e/o nettare necessari, per alimentare la moltitudine di insetti impollinatori [7, 8]. D'altra parte, queste ormai rare specie comunemente citate con il termine di "wildflowers" (spesso scarsamente auto-compatibili e conseguentemente in crescente declino unitamente a quello degli impollinatori) sono ancora osservabili unicamente in oasi agroecologiche [9]. In questi ambienti a scarso livello di impatto agronomico la sostenibilità della produzione deriva dall'adozione delle antiche tradizioni rurali. In tali ambienti sono infatti ancora presenti specie rare come *Centaurea cyanus* e *Agrostemma githago* [10], unitamente ad una elevata complessità floristica. È proprio in queste oasi agroecologiche che è ancora possibile la raccolta di germoplasma di specie entomogame al fine di una loro valorizzazione "ex situ" [11] per il ripristino di aree biologicamente degradate [12]. Nonostante siano state effettuate alcune esperienze in merito nel Centro e Nord Europa [13, 14] non sono disponibili in letteratura esperienze di questo genere effettuate in ambiente Mediterraneo. Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di verificare la fattibilità agronomica e la risposta ecologica della realizzazione di "wildflower strips" allestite con il germoplasma autoctono raccolto e riprodotto in Toscana.

### Materiali e Metodi

Dieci specie di wildflowers sono state raccolte in varie località della Garfagnana nel biennio 2004-2005 e riprodotte a Pisa nel biennio successivo in modo da poter disporre di un sufficiente quantitativo di seme. Sono state quindi scelte tre diverse località nelle quali venivano coltivati cereali autunno-vernini al margine dei quali sono state poi seminate le varie specie. I 3 agroecosistemi erano uniformi per tipologia di tessitura del suolo (limo-

argilloso), ma diversificati per sistema colturale: convenzionale (Ospedaletto, PI), integrato (Lavoria, PI) ed a basso impatto (S.Luce, PI). Nell'ottobre 2008 il miscuglio delle varie specie è stato seminato a mano in strisce della larghezza di 2 m per 100 m di lunghezza. La densità di semina del miscuglio utilizzato è stata di circa 3.000 semi m<sup>2</sup>. Dopo la semina è stata effettuata una rullatura sia per consentire un seppur modesto interrimento del seme che per favorire il loro contatto con il suolo. Nel periodo autunno-invernale successivo è stata valutata la dinamica di emergenza delle plantule mediante lanci di un rettangolo di dimensioni note (20 x 30 cm) all'interno del quale sono state identificate e contate le specie presenti. Il tasso di emergenza è stato stimato mediante il confronto tra i semi distribuiti per unità di superficie e le plantule conteggiate all'interno del sopraccitato telaio. Nella primavera successiva è stata poi rilevata la dinamica di fioritura delle varie specie con cadenza settimanale. Durante tali periodi sono state annotate le visite ai fiori da parte dell'entomofauna distinguendo le seguenti categorie: api domestiche, api solitarie, bombi, ditteri e lepidotteri. Al fine di quantificare la biodiversità degli impollinatori, sono state inserite all'interno delle varie parcelle dei cosiddetti "nest trapping" [13]. Essi sono costituiti da culmi di comuni canne di palude (*Fragmites* spp.) di circa 30cm tagliate trasversalmente. Tali segmenti cavi all'interno (diametro circa 1-2 cm) sono stati riuniti in fasci a forma cilindrica (circa 20 cm di diametro) e posti all'interno delle parcelle, dei vari agroecosistemi sperimentati, su pali di legno ad un'altezza di 1,5 m. Ad inizio autunno sono state contate le cavità dei vari "nest trapping" nelle quali era stata effettuata la nidificazione.

### Risultati e discussione

Nella tabella 1 è mostrata la dinamica di emergenza delle varie specie. Come si può osservare solamente alcune specie hanno mostrato delle buone "performances" in quanto alcune hanno mostrato tassi di emergenza estremamente insoddisfacenti. In pratica, sembra che le specie con semi di peso unitario maggiore risultino più adatte ad emergere da quei suoli limo-argillosi definibili "difficili" sotto un profilo pedologico e, tipicamente, utilizzati per la coltivazione dei cereali autunno-vernini.

Tabella 1: Percentuale di emergenza in campo e periodo di fioritura delle varie “wildflowers” sperimentate. Le medie sono accompagnate dal relativo errore standard.

Specie	Peso 1.000 semi (g)	Emergenza %	Periodi di fioritura
<i>Agrostemma githago</i>	13,2 ± 3,1	63 ± 8	20/04 – 25/5
<i>Anthemis cotula</i>	0,7 ± 0,2	23 ± 3	20/4 – 10/06
<i>Centaurea cyanus</i>	3,1 ± 1,3	57 ± 6	15/3 – 12/06
<i>Consolida regalis</i>	1,4 ± 0,3	18 ± 3	20/04 – 25/07
<i>Jasione montana</i>	0,03 ± 0,01	3 ± 2	15/04 – 10/05
<i>Legousia speculum-veneris</i>	0,2 ± 0,05	5 ± 2	20/04 – 15/06
<i>Lycnis flos cuculi</i>	0,12 ± 0,01	2 ± 1	15/04 – 25/05
<i>Nigella damascena</i>	2,8 ± 0,3	44 ± 6	10/05 – 15/06
<i>Silene alba</i>	0,8 ± 0,1	15 ± 4	15/04 – 10/05
<i>Silene armeria</i>	0,09 ± 0,02	3 ± 1	5/04 – 10/05

Specie con semi molto piccoli (ad esempio *Legousia speculum-veneris*, *Silene armeria*, *Jasione montana* e *Lycnis flos-cuculi*) hanno mostrato evidenti difficoltà germinative sia per le loro spiccate esigenze di luce [14], evidentemente poco soddisfatte dal seppur leggero interrimento del seme, che per la loro incompatibilità con una matrice terrosa di tipo limo-argillosa [15]. Infatti, si verifica spesso che i semi estremamente piccoli tendano a rimandare la germinazione allorché al seme non sia assicurata la vicinanza dalla superficie del suolo (presenza di luce ed ossigeno). Infatti la scarsità di endosperma di tali semi rende estremamente breve la durata potenziale di crescita in pre-emergenza (seme germinato in fase di allungamento verso la superficie del suolo) a causa del rapido esaurimento delle relative riserve energetiche. Ne consegue che queste specie necessitano, per germinare, di condizioni edafiche pressoché ottimali cosa che difficilmente si verifica in quei suoli tipicamente limo-argillosi che spesso vengono destinati alla coltivazione dei cereali autunno-vernini. Al contrario, è risultato assolutamente soddisfacente il tasso di emergenza delle specie caratterizzate da semi con peso unitario maggiore come *Agrostemma githago*, *Centaurea cyanus* e *Nigella damascena*. Risulta opportuno sottolineare che tale buona riuscita della germinazione ed emergenza in queste specie è dovuta non solamente alle

elevate dimensioni dei semi, ma anche al fatto che queste essi non mostrano alcuna tipologia di dormienza e neppure particolari esigenze germinative in termini di disponibilità di luce [11]. La fioritura è iniziata in marzo con *Centaurea cyanus*, specie che è risultata quindi essere la più precoce nella fitocenosi allestita. La maggior parte delle specie ha iniziato a fiorire nel mese successivo anche se il picco complessivo delle fioriture (dati non mostrati) si è verificato in maggio.

In questo periodo, si è verificato non solamente il picco di fioritura, ma anche la frequenza di visite da parte degli impollinatori rappresentati da api,



Figura 1: “Wildflower strips” in fase di fioritura.

Inserimento di “wildflower strips” nell’agroecosistema come strategia di conservazione della biodiversità degli impollinatori



Figura 2: Lepidottero del genere *Macroglossa* (famiglia Sfingidi) in prossimità di un fiore di *Agrostemma githago*.

api solitarie, ditteri (soprattutto bombilidi e sirfidi) e lepidotteri. Sono stati osservati insetti generalisti e specializzati a seconda della tipologia di fiori visitati (Tabelle 2 e 3). In particolare, i fiori a simmetria attinomorfa, come nel caso delle asteracee testate (*Anthemis cotula* e *Centaurea cyanus*) sono stati visitati da insetti spesso privi di specializzazioni come ad esempio i ditteri sirfidi. Al contrario specie con fiori a simmetria zigomorfa, come ad esempio *Consolida regalis*, hanno mostrato di essere visitati soprattutto da parte di insetti specializzati come ad esempio i bombi. È infatti evi-

dente come la particolare conformazione delle corolle si sia co-evoluta in modo da essere visitata soprattutto da determinate categorie di impollinatori in grado di poter visitare (mediante la lingua particolarmente allungata) i nettari decisamente nascosti alla base del calice florale.

Da sottolineare è inoltre la predisposizione delle varie cariofillacee sperimentate ad essere visitate da lepidotteri. In questo caso tale pseudo-specializzazione potrebbe essere dovuta non solamente dalla conformazione a calice allungato di queste specie (raggiungibile dalla spirotromba dei vari lepidotteri) ma anche dalla composizione del nettare solitamente più ricca in proteine. La loro dieta, basata esclusivamente sul nettare, deve soddisfare non solo i fabbisogni energetici ma anche quelli relativi alla loro crescita [16].

La famiglia botanica delle cariofillacee ha mostrato una buona attrattività dell’entomofauna ma, purtroppo, il solo *Agrostemma githago* è riuscito ad affermarsi con successo in quanto le altre specie hanno mostrato i già discussi problemi di emergenza dalla matrice terrosa.

Ne consegue che le varie specie di *Silene* ed il *Lycnis flos cuculi* non risultano essere specie proponibili in ambienti difficili. Infatti risultano essere adatte ad ambienti naturali o semi-naturali piuttosto che in grado di crescere e sopravvivere in ambienti altamente disturbati come nel caso dell’agroecosistema.

Tabella 2: Categorie dell’entomofauna osservate sui fiori delle varie specie (valori espressi come % sul totale).

Specie	Api domestiche	Api solitarie	Bombi	Ditteri	Lepidotteri
<i>Agrostemma githago</i>	18	44	5	8	25
<i>Anthemis cotula</i>	21	36	0	43	11
<i>Centaurea cyanus</i>	12	44	15	14	15
<i>Consolida regalis</i>	23	21	56	0	3
<i>Jasione montana</i>	16	20	17	24	23
<i>Legousia speculum-veneris</i>	6	35	0	54	5
<i>Lycnis flos cuculi</i>	12	43	5	7	33
<i>Nigella damascena</i>	63	32	0	5	0
<i>Silene alba</i>	3	18	0	32	47
<i>Silene armeria</i>	5	20	0	27	48



Tabella 3: Entomofauna più frequente nelle varie "wildflowers".

Specie	Entomofauna prevalente
<i>Agrostemma githago</i>	Lepidotteri (Sfingidi)
<i>Anthemis cotula</i>	Ditteri (Sirfidi)
<i>Centaurea cyanus</i>	Ditteri (Sirfidi)
<i>Consolida regalis</i>	Imenotteri ( <i>Bombus</i> spp)
<i>Jasione montana</i>	Imenotteri (a lingua lunga: Melittidi, Megachilidi, Antoforidi)
<i>Legousia spec. veneris</i>	Imenotteri (Solitary bees, Andrenidi)
<i>Lycnis flos-cuculi</i>	Ditteri (Bombilidi)
<i>Nigella damascena</i>	Imenotteri ( <i>Apis mellifica</i> )
<i>Silene alba</i>	Imenotteri ( <i>Apis mellifica</i> )
<i>Silene armeria</i>	Lepidotteri (Licenidi ); Ditteri (Sirfidi)
<i>Agrostemma githago</i>	Lepidotteri (Licenidi)

Il conteggio delle nidificazioni effettuate nei "nest trapping" ha mostrato una assoluta similitudine tra le varie località studiate (dati non mostrati). In pratica l'ipotesi che gli agroecosistemi gestiti convenzionalmente abbiano un lento recupero in termini di biodiversità dell'entomofauna non è stata confermata. Ciò suscita un certo ottimismo circa la possibilità di poter ripristinare, con relativa rapidità, la complessità degli impollinatori dell'agroecosistema mediante le "wildflower strips" sperimentate. A tal fine, sarà di particolare importanza



Figura 3: "Nest trapping": da notare una cavità richiusa a testimonianza dell'avvenuta nidificazione.

coordinare gli interventi mediante la creazione di quei corridoi biologici che possono facilitare l'ingresso degli impollinatori dagli ecosistemi naturali verso l'agroecosistema.

### Conclusioni

La sperimentazione ha dimostrato che l'inserimento di "wildflower strips" è agronomicamente possibile ed ecologicamente positivo. Nei programmi Europei di "set-aside" è stato previsto di porre come obiettivo principale la creazione di "habitat" per la tutela di quella biodiversità che da sempre rappresenta un beneficio ecologico per la sostenibilità dell'agroecosistema. In questo ambito l'inserimento di specie entomogame ai margini delle colture può rappresentare la massimizzazione di quel beneficio ecologico, in termini di biodiversità [17], che alcuni Autori hanno persino ipotizzato positivo per la produttività a lungo termine dell'agroecosistema [18].

### Bibliografia

- [1] S.G. Potts, B. A. Woodcock, S.P.M. R.T. Tscheulin, E.S. Pilgrim, V.K. Brown, [2] S. Benvenuti, D. Loddò, G. Basteri, A. L. Russo. Agric. Me-

Inserimento di "wildflower strips" nell'agroecosistema come strategia di conservazione della biodiversità degli impollinatori

dit. 2009, in corso di stampa.

[3] W. Haber, *Ecol. Res.* 2004, 19, 99.

[4] J. Dekker, *Weed Sci.* 1997, 45, 357.

[5] A.C. Moonen, E.J.P. Marshall, *Agric. Ecos. & Envir.* 2001, 86, 187.

[6] M.L. Forup, J. Memmott, *Restor. Ecol.*, 2005, 13: 265.

[7] T. Briner, W. Nentwig, J.P. Airoidi, *Agric. Ecos. & Envir.* 2005, 105, 173.

[8] J. Kollmann, S. Bassin, *Agric. Ecos. & Envir.* 2001, 83, 285.

[9] O.L. Sutcliffe Q.O.N. Kay, 2000, *Biol Conserv.* 93, 1.

[10] S. Benvenuti, M. Macchia, D. Loddo, *Ital. J. Agron.* 2008, 3, 36.

[11] S. Benvenuti, M. Macchia, *Agric. Medit.*, 2006, 136:167.

[12] G. Basteri, S. Benvenuti, *L'Inform. Agr.* 2008, 28, 53.

[13] M. Pinzauti, P. Martiniello, *Riv. Ital. Apic.* 2006, 3, 97.

[14] P. Milberg, L. Andersson, C. Elfverson, S. Regner, *Seed Sci. Res.* 1996, 6, 191.

[15] S. Benvenuti, *Agron J.* 2003 95: 191.

[16] T. Petanidou, A. Van Laere, W.N. Ellis, E. Smets, *Oikos*, 2006, 115, 155.

[17] P.G. Kevan, *Agric. Ecosys & Envir.* 1999, 74, 373.

[18] J.M. Bullock, R.F. Pywell, K.J. Walker, *J. Appl. Ecol.* 2007, 44, 6.

## La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia

Monica Barone<sup>1</sup>, Cecilia Mancusi<sup>1</sup>, Alessandro Voliani<sup>1\*</sup>, Fabrizio Serena<sup>1</sup>

**Parole chiave:** fauna batiale, biodiversità, distribuzione, Mar Ligure.

*In Mediterraneo la conoscenza della fauna batiale è in gran parte limitata alle profondità entro le quali operano la pesca commerciale e le campagne scientifiche periodiche. In questo lavoro sono presentati i risultati di una campagna scientifica svoltasi nelle acque toscane intorno a 1000 metri di profondità tra novembre 2007 e maggio 2008 e finalizzata alla conoscenza delle comunità di pesci, cefalopodi e crostacei. Sono state realizzate 10 cale di pesca a strascico tra 609 e 1480 m con il risultato di campionare 33 specie di pesci (28 osteitti e 5 condroitti), 18 specie di crostacei (17 decapodi e 1 anfipode), 1 gasteropode, 6 specie di cefalopodi e 2 taliacei. Alcune specie sono state catturate per la prima volta in campagne scientifiche sperimentali in Toscana (Centroscyrnus coelolepis, Alepocephalus rostratus, Stereomastix sculpta, Galiteuthis armata), di altre specie è stata confermata la presenza nelle acque toscane anche nella parte settentrionale (Nemichthys scolopaceus, Cataetyx alleni, Bathypterois mediterraneus, Acantephyra eximia, Acanthephyra pelagica, Onychoteuthis banksii), infine è stato anche possibile approfondire la conoscenza di specie raramente pescate precedentemente ma frequenti nell'ambiente batiale mediterraneo (Mora moro e Lepidion lepidion). Inoltre sono state commentate le peculiari caratteristiche di distribuzione del gambero rosso Aristeus antennatus di cui sono stati catturati prevalentemente esemplari giovanili e di sesso maschile, al contrario di ciò che si verifica a profondità minori. Gli esemplari di Galeus melastomus catturati a grandi profondità hanno invece fatto emergere dubbi di identificazione sistematica per le inusuali caratteristiche di colorazione. L'indagine dei fondali batiali ha consentito l'arricchimento delle liste faunistiche della Toscana ed è stata un contributo alla descrizione della biodiversità di un ambiente in precedenza quasi sconosciuto.*

### Introduzione

**I**l Mediterraneo offre un'occasione unica per lo studio della biodiversità degli ambienti marini profondi a causa della singolarità della sua storia geologica. A differenza degli oceani è andato incontro a fenomeni di aumento di salinità, come la crisi Messiniana del tardo Miocene, a successive inondazioni dall'Atlantico ed a numerosi periodi glaciali e interglaciali durante il periodo Pliocene-Quaternario. Di conseguenza, la fauna della

zona batiale è costituita in piccola percentuale (circa 14%) da specie endemiche sopravvissute alla crisi del Messiniano e per il resto da specie di origine atlantica sia boreale (circa 70%) che tropicale, penetrate in fasi successive attraverso lo Stretto di Gibilterra. Attualmente la fauna mediterranea della zona batiale differisce da quella atlantica per le caratteristiche di omeotermia, salinità ed oligotrofia peculiari del Mediterraneo. La distribuzione verticale dipende principalmente dalla omeotermia di circa 13°C che esiste a par-

La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia

*Tabella 1: Posizioni e profondità delle cale.*

CALA	DATA	Profondità iniziale (M)	Profondità finale (M)	Latitudine media	Longitudine media
1	30/11/2007	970	972	43° 34' 29"	09° 23' 25"
2	30/11/2007	1263	1113	43° 36' 63"	09° 17' 33"
3	14/12/2007	822	711	43° 42' 15"	09° 25' 24"
4	14/12/2007	1480	1190	43° 40' 76"	09° 18' 21"
5	15/02/2008	709	740	43° 40' 57"	09° 27' 98"
6	15/02/2008	680	742	43° 42' 75"	09° 25' 59"
7	22/02/2008	609	640	43° 36' 46'	09° 34' 97"
8	22/02/2008	1300	1177	43° 36' 53"	09° 17' 40"
9	02/05/2008	1150	1149	43° 36' 56'	09° 18' 66"
10	02/05/2008	800	987	43° 31' 05"	09° 15' 24"

tire da 200-300 metri fino al fondo, per cui le specie hanno un'ampia distribuzione batimetrica rispetto all'Atlantico, non tanto per essere euribatiche, ma quanto per essere euriterme. Anche l'alta salinità rappresenta una barriera per la sopravvivenza di specie atlantiche viventi a corrispondenti profondità; inoltre diversi autori sostengono che la minore densità delle popolazioni rinvenuta nella zona batiale mediterranea sia dovuta all'oligotrofia di questo mare e quindi ad un minore afflusso di materia organica dagli strati superficiali rispetto all'Atlantico. Muovendosi da ovest verso est, sembra ci sia la tendenza ad un impoverimento del numero di specie; inoltre, laddove presenti in entrambi i bacini mediterranei, le stesse specie raggiungono maggiori profondità nel bacino orientale [1; 2; 3].

In Mediterraneo la conoscenza sulle comunità profonde di pesci, cefalopodi e crostacei è in gran parte limitata alle profondità entro le quali operano la pesca commerciale e le campagne scientifiche periodiche. A maggiori profondità, in genere oltre gli 800 metri, le informazioni sulla biodiversità e sull'abbondanza della fauna batiale sono frammentarie e spesso solo qualitative [3]. Nel bacino occidentale le ricerche quantitative sulla macrofauna batiale tra 600 e 4000 metri di profondità sono state eseguite tra il 1994 ed il 2004 nel Mar delle Baleari [4; 5] e nel Mar Ionio occidentale ed

orientale [5]; tra il 2003 ed il 2005 nel Canale di Sardegna [6].

Il progetto BioMarT (Biodiversità Marina in Toscana, Definizione e composizione del Repertorio Naturalistico complessivo degli organismi marini e dell'archivio delle componenti biotiche e ambientali determinanti per la Biodiversità), condotto dall'Arpat e dal Museo di Storia Naturale "La Specola" di Firenze per conto della Regione Toscana, con l'obiettivo di realizzare un inventario floro-faunistico marino delle acque prospicienti le coste toscane, ha fornito l'opportunità di investigare qualitativamente e quantitativamente la macrofauna batiale intorno ai 1000 metri di profondità. In questo lavoro sono presentati brevemente i risultati della ricerca e più dettagliatamente le specie caratteristiche rilevate.

#### gli autori

<sup>1</sup> ARPAT Agenzia Regionale  
per la Protezione Ambientale  
della Toscana – Area Mare,  
Via Marrani 114, 57126 Livorno

\*a.voliani@arpat.toscana.it

## Materiali e metodi

La ricerca è stata realizzata nei mesi di novembre-dicembre 2007 e febbraio-maggio 2008 nel Mar Ligure a nord di Capo Corso ed a ovest del Banco di Santa Lucia. Sono state realizzate 10 stazioni di campionamento della fauna ittica tra 609 e 1480 m di profondità, con cale di pesca a strascico disposte lungo le linee batimetriche, della durata di circa 1 ora (Tabella 1). Le cale sono state effettuate durante le ore diurne in modo da garantire una maggiore presenza delle specie con forti migrazioni verticali, come ad esempio i crostacei decapodi, che nei loro spostamenti seguono ritmi nictemerali.

Per la ricerca è stato utilizzato il motopeschereccio "Anastasia" della marineria di Livorno, operante con rete a strascico caratterizzata da maglie di dimensione da 45 a 20 mm nella parte dell'imbandito, maglie di 60 mm per la parte del cielo della rete e con maglia al sacco di 20 mm. È intrinseco a tale metodologia che le specie possono avere differente vulnerabilità all'attrezzo in uso e che quindi le stime quantitative sono da considerarsi in termini relativi.

## Risultati

Nell'ambito di questa ricerca sono state campionate 33 specie di pesci (28 osteitti e 5 condroitti), 18 specie di crostacei (17 decapodi e 1 anfipode), 1 gasteropode, 6 specie di cefalopodi e 2 taliacei (Tabella 2). Le prime cinque specie numericamente più abbondanti sono risultate nell'ordine: *Lepidion lepidion*, *Cymbulia peronii*, *Alepocephalus rostratus*, *Trachyrhynchus trachyrhynchus* e *Galeus melastomus*. Inoltre l'80% della biomassa è rappresentato da: *Alepocephalus rostratus*, *Galeus melastomus*, *Mora moro*, *Trachyrhynchus trachyrhynchus*, *Dalatias licha* e *Lepidion lepidion*.

Alcune specie sono state catturate per la prima volta in campagne scientifiche sperimentali in Toscana e sono: il condroitto *Centroscymnus coelolepis*; il pesce osseo *Alepocephalus rostratus*; il crostaceo decapode *Stereomastis sculpta*, il cefalopode *Galiteuthis armata*. Di altre specie, catturate raramente a sud dell'Isola d'Elba, è stata confermata la presenza nelle acque toscane anche nella parte settentrionale; si tratta degli osteitti *Nemichthys scolopaceus*, *Cataetx alleni* e *Bathypterois*

Tabella 2: Lista faunistica delle specie campionate (la profondità è riferita alla presente campagna).

CLASSE	SPECIE	N	Kg	PROFONDITÀ
<b>Condroitti</b>	<i>Centroscymnus coelolepis</i> Bocage & Capello 1864	1	1,580	1113 - 1263
	<i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758	1	0,010	609 - 640
	<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	2	8,000	970 - 972
	<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)	9	1,680	609 - 1300
	<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	91	21,453	609 - 1480
<b>Osteitti</b>	<i>Alepocephalus rostratus</i> Risso, 1820	117	33,280	800 - 1480
	<i>Antonogadus megalokynodon</i> (Kolombatovic, 1894)	1	0,005	609 - 640
	<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829	16	0,022	609 - 1300
	<i>Bathypterois mediterraneus</i> Bauchot, 1962	4	0,040	1113 - 1263
	<i>Bentosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837)	1	0,002	800 - 987
	<i>Cataetx alleni</i> (Byrne, 1906)	2	0,020	709 - 740
	<i>Ceratoscopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)	2	0,006	709 - 972
	<i>Chauliodus sloani</i> Schneider Bloch & Schneider 1801	30	0,680	680 - 1300
	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,120	609 - 640
	<i>Hoplostethus mediterraneus</i> Cuvier, 1829	1	0,070	609 - 640

La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia

CLASSE	SPECIE	N	Kg	PROFONDITÀ
	<i>Hygophum benoiti</i> (Cocco, 1838)	1	0,001	709 - 740
	<i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)	82	1,780	609 - 1480
	<i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810)	141	4,590	709 - 1480
	<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758	1	8,500	609 - 640
	<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1827)	1	0,220	609 - 640
	<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)	46	19,480	800 - 1480
	<i>Myctophum punctatum</i> Rafinesque, 1810	5	0,020	709 - 1150
	<i>Nemichthys scolopaceus</i> Richardson, 1848	2	0,220	709 - 1480
	<i>Nettastoma melanurum</i> Rafinesque, 1810	7	0,750	609 - 1480
	<i>Nezumia aequalis</i> (Günther, 1878)	2	0,060	1190 - 1480
	<i>Nezumia sclerorhynchus</i> (Valenciennes 1838)	10	0,290	609 - 972
	<i>Notacanthus bonapartei</i> Risso, 1840	3	0,060	609 - 1480
	<i>Notoscopelus elongatus</i> (Costa, 1844)	2	0,035	970 - 1300
	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)	3	4,240	800 - 987
	<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	1	0,450	609 - 640
	<i>Stomias boa</i> (Risso, 1810)	2	0,230	709 - 987
	<i>Symbolophorus veranyi</i> (Moreau, 1888)	1	0,030	711 - 822
	<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> (Risso, 1810)	91	10,210	609 - 1300
<b>Crustacea</b>	<i>Acantephyra eximia</i> S. I. Smith, 1884	41	0,310	1113 - 1400
	<i>Acanthephyra pelagica</i> (Risso, 1816)	2	0,011	609 - 1480
	<i>Anamathia rissoana</i> (Roux, 1828)	1	0,005	609 - 640
	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)	6	0,150	609 - 640
	<i>Aristeus antennatus</i> (Risso 1816)	80	1,110	609 - 1480
	<i>Gennadas elegans</i> (Smith, 1882)	12	0,035	711 - 1150
	<i>Geryon longipes</i> A. Milne Edwards 1881	18	1,345	609 - 1300
	<i>Munida perarmata</i> A. Milne Edwards & Bouvier, 1894	1	0,001	680 - 742
	<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)	1	0,560	609 - 640
	<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866	24	0,178	680 - 1480
	<i>Pasiphaea sivado</i> (Risso, 1816)	11	0,022	711 - 1300
	<i>Phronima sedentaria</i> (Forskal, 1775)	5	0,003	800 - 1150
	<i>Plesionika acanthonotus</i> (S.I. Smith, 1882)	7	0,015	609 - 1480
	<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862	4	0,037	609 - 1263
	<i>Pontophilus norvegicus</i> (Sars, 1861)	1	0,001	1113 - 1263
	<i>Processa canaliculata</i> Leach, 1815	2	0,001	709 - 740
	<i>Sergia robusta</i> (Smith, 1882)	2	0,003	609 - 1300
	<i>Stereomastis sculpta</i> (Smith, 1880)	3	0,020	1190 - 1480
<b>Gasteropoda</b>	<i>Cymbulia peronii</i> Lamarck, 1819	140	0,732	709 - 1263

CLASSE	SPECIE	N	Kg	PROFONDITÀ
<b>Cephalopoda</b>	<i>Abralia veranyi</i> (Rüppell, 1844)	5	0,015	609 - 640
	<i>Bathypolypus sponsalis</i> (P. & H. Fischer, 1892)	2	0,290	609 - 987
	<i>Galiteuthis armata</i> Joubin, 1898	1	0,031	1149 - 1191
	<i>Histioteuthis reversa</i> (Verrill, 1880)	1	0,010	800 - 987
	<i>Octopus salutii</i> Verany, 1837	1	0,040	609 - 640
	<i>Onychoteuthis banksii</i> (Leach, 1817)	2	0,090	711 - 987
<b>Thaliacea</b>	<i>Pyrosoma atlanticum</i> Péron, 1804	9	0,115	800 - 1150
	<i>Salpa maxima</i> Forskål, 1775	5	0,600	709 - 1150

*mediterraneus*, dei crostacei decapodi *AcanthePHYra eximia*, *AcanthePHYra pelagica* e del cefalopode *Onychoteuthis banksii*. Infine, altre specie che erano apparse molto rare nel catturato delle precedenti campagne scientifiche, sono risultate più diffuse o persino comuni nei nuovi ambienti indagati, come nel caso degli osteitti *Lepidion lepidion* e *Mora moro*.

Alcune specie, comunemente pescate nelle aree frequentate dai motopescherecci commerciali, presentano in questo ambiente delle caratteristiche peculiari. E' il caso, ad esempio, del gambero rosso *Aristeus antennatus*, di cui sono stati catturati prevalentemente esemplari giovanili e di sesso maschile, al contrario di ciò che si verifica a profondità minori. Anche per il gattuccio bocconera *Galeus melastomus*, gli esemplari catturati a grandi profondità hanno caratteristiche di colorazione che fanno sospettare si tratti di una specie diversa, tanto da suggerire un approfondimento sulla sistematica relativa alla popolazione individuata con indagini morfometriche, meristiche ed anche genetiche, tuttora in corso.

#### Discussione

Di seguito si riporta una breve nota relativa alle specie campionate raramente o per la prima volta nei mari toscani e ad alcune specie caratteristiche della zona batiale.

#### ***Centroscymnus coelolepis* Bocage & Capello, 1864**

*C. coelolepis* è una specie ampiamente distribuita, presente negli Oceani Indiano e Pacifico occiden-

tale e nell'Atlantico dove è particolarmente comune dall'Islanda al Senegal. Vive per lo più a profondità maggiori di 1100 metri ed è una specie comunemente catturata dai palamiti di profondità lungo le coste portoghesi. Nel Mediterraneo questa specie è presente nel bacino occidentale, mentre nel bacino orientale è stata osservata solo a Creta. E' una specie vivipara con ciclo riproduttivo bi-annuale. In Atlantico nord-orientale femmine mature sono catturate durante tutto l'anno, ma principalmente in febbraio e settembre [7]. L'esemplare campionato è la prima segnalazione per le acque toscane (Figura 1).

#### ***Alepocephalus rostratus* Risso, 1820**

Questa specie è l'unico rappresentante mediterraneo della famiglia Alepocephalidae. È distribuita nell'Atlantico orientale dall'Irlanda alle coste meridionali africane. In Mediterraneo è stata segnalata in Corsica, Sardegna, Golfo del Leone, Mar delle Baleari, Algeria e Marocco, a profondità tra 750 e 1450 metri; non è invece mai stata campionata nel Mediterraneo orientale. Nella presente ricerca la specie è risultata relativamente comune a profondità superiori a 900 metri, mentre non era mai stata campionata precedentemente a profondità inferiori. *A. rostratus* è caratterizzato da un lungo periodo di deposizione con il principale momento riproduttivo in autunno. Lo studio delle gonadi ha evidenziato diversi gruppi di cellule germinali che maturano sia nell'ovario sia nel testicolo in modo sincrono ma sfasato, garantendo così il prolungamento del periodo riproduttivo. Per questo motivo le gonadi maschili presentano una peculiare segmentazione anatomica. La longevità e la tarda età di prima maturità possono essere interpretate co-

La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia

me una strategia adattativa alla vita in ambienti oligotrofici e omeotermici [6] (Figura 2).

#### ***Bathypterois mediterraneus* Bauchot 1962**

Il genere *Bathypterois* rappresenta un piccolo gruppo di clorofthalmidi bentonici adattati alle alte profondità. In Mediterraneo sono presenti due specie, *B. dubius* e *B. mediterraneus*; quest'ultimo è il più abbondante ed è considerato una specie endemica. Carasson e Matallanas (2001) [8] hanno studiato le abitudini alimentari di questo pesce di fondale in quanto è molto abbondante nel Mar delle Baleari. Con i suoi lunghi filamenti branchiali è un filtratore che si ciba di plankton bentopelagico ed in particolare di copepodi calanoidi; come prede secondarie predilige organismi endo o epibentonici, tanaidacei, cumacei e mysidiacei. La piccola taglia e la strategia alimentare favoriscono questa specie in ambienti oligotrofici e per questo la sua abbondanza aumenta a profondità maggiori di 1400 metri [9] (Figura 3).

#### ***Cataetx alleni* (Byrne, 1906)**

In Mediterraneo il genere *Cataetx* è rappresentato da due specie: *C. laticeps* e *C. alleni*, entrambe associate a profondità maggiori di 1000 metri. *C. alleni* è stato osservato per la prima volta nel 1971 nel Mar Ligure [10]. Nel Mar delle Baleari, dove sono stati condotti studi sulla sua dieta, è la specie batiale maggiormente eurifaga. I suoi filamenti branchiali permettono di catturare piccole prede quali crostacei isopodi, anfipodi e policheti, occasionalmente anche pesci bentonici. Le abitudini alimentari variano con la profondità ed anche con la stagionalità. La scarsa specializzazione alimentare è probabilmente una strategia di questa specie per sopravvivere in un ambiente dove le risorse sono scarse [11] (Figura 4).

#### ***Acanthephyra eximia* Smith 1866 e *Acanthephyra pelagica* (Risso 1816)**

I crostacei decapodi sono uno dei gruppi dominanti della megafauna nelle comunità dei fondali profondi del Mediterraneo. *A. eximia* è una specie ampiamente distribuita, la sua presenza è nota in Atlantico e Indo Pacifico occidentale, fino ad oltre 4000 m e può vivere in prossimità di sorgenti idrotermali. *A. eximia* e *A. pelagica* sono distribuite in tutto il Mediterraneo [12]. Ricerche svolte nel Mar delle Baleari e nel Mar Ionio confermano la maggiore abbondanza di *A. eximia* rispetto a

*A. pelagica* a profondità tra 600 e 1500 metri [13]. *A. pelagica*, ritenuta da molti essere una specie pelagica, è stata classificata da Sardà *et al.* (2005) come neobentonica per le caratteristiche della forma del cefalotorace, ed è interessante osservare che *A. pelagica* è una delle prede principali di *A. eximia* [14, 15] (Figura 5).

#### ***Stereomastis sculpta* (Smith, 1880)**

*S. sculpta* è una delle specie più caratteristiche ed abbondanti delle comunità dei fanghi profondi del Mediterraneo occidentale. Vive principalmente tra i 1400 e i 2300 m ed i 3 individui campionati, prima segnalazione per le acque toscane, provengono dalla cala numero 4 che è stata la più profonda. La sua presenza è stata registrata nel Mar delle Baleari ma non nel Mar Ionio [13]. Secondo Cartes e Abellò (1992) [16] occupa una nicchia trofica simile al polichelide *Polycheles typhlops* (catturato nelle cale 2, 3, 7 e 9) in quanto simili per taglia e morfologia, e sembra che la presenza di *S. sculpta* marchi il confine inferiore della distribuzione di *P. typhlops*. *S. sculpta* è maggiormente adattata a vivere in ambienti marini profondi in quanto onnivora e microfaga; gli adulti si cibano di prede sedentarie ed anche di materiale organico inerte, mentre i giovani sono predatori più attivi su piccole prede quali i peracaridi [16].

#### ***Galiteuthis armata* Joubin, 1898**

*G. armata*, cefalopode della famiglia Cranchiidae, è una specie meso-batipelagica che vive ad oltre 1000 metri di profondità. Di origini atlantiche, è distribuita dal Mare del Nord al Golfo di Guinea, in Atlantico occidentale negli Stretti della Florida ed è stata segnalata anche in Nuova Zelanda [17, 18]. In Mediterraneo è l'unica specie rappresentante del genere *Galiteuthis*; è stata campionata durante un progetto di ricerca nel Mar Ionio orientale [19] ed è preda occasionale del cetaceo grampo *Grampus griseus* [20]. L'unico esemplare catturato nel corso di questa ricerca risulta la prima segnalazione per le acque toscane (Figura 6).

#### ***Onychoteuthis banksii* (Leach 1817)**

*O. banksii*, cefalopode della famiglia Ommastrephidae, è ampiamente distribuito negli oceani Atlantico, Pacifico ed Indiano raggiungendo profondità di circa 800 metri. In Mediterraneo è stata segnalata nel Mar delle Baleari ed è una preda frequente di *Thunnus alalunga*, *Stenella coeruleo-*



*leoalba* e *Xiphias gladius* nel Mediterraneo orientale. Compie ampie migrazioni verticali, scendendo a maggiori profondità durante il giorno [18].

#### ***Mora moro* Risso (1810)**

Gadiforme della famiglia Moridae, *M. moro* è distribuita nell'Atlantico nord-orientale e nel Mediterraneo tra 500 e 2500 metri di profondità [21]. Nelle campagne scientifiche svoltesi in Toscana settentrionale a profondità inferiori a 650 metri, questa specie è stata raramente catturata e sempre in scarse quantità. La maggiore abbondanza relativa riscontrata in questa ricerca a profondità di circa 1000 metri è coerente con i campionamenti effettuati nello Ionio orientale e nel Mare delle Baleari [9] dove *M. moro* è una delle specie dominanti tra 800 e 1300 m. Nel Mare delle Baleari individui maturi sono stati trovati durante tutto l'anno ad eccezione dell'estate; il periodo riproduttivo è più lungo a profondità maggiori. Le femmine raggiungono la maturità a 34 cm di lunghezza totale ed i maschi a 32, le gonadi presentano strutture simili a quelle dei gadiformi che vivono a minori profondità [22].

#### ***Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 e *Galeus atlanticus* Vaillant 1888**

Le due specie di gattucci boccanera sono morfologicamente molto simili ed il loro areale di distribuzione è in parte coincidente. *G. melastomus* ha un'ampia distribuzione, dall'Atlantico nord-orientale al Mediterraneo, mentre *G. atlanticus* è circoscritto alle coste spagnole mediterranee e a quelle atlantiche di Portogallo e Marocco. In seguito a frequenti errori identificativi sono state svolte delle analisi genetiche che hanno confermato l'esistenza di due specie separate [23]. Parte degli individui catturati durante la campagna scientifica oggetto di questo lavoro, quelli pescati a profondità maggiore, presentano delle peculiari caratteristiche nel pattern di colorazione e nella morfologia generale che fanno sospettare non si tratti di *G. melastomus*, la specie comunemente presente nel Mar Ligure. Per questo motivo l'applicazione di tecniche genetiche e più dettagliate misurazioni morfometriche e meristiche, attualmente in corso, proveranno a validarne l'identificazione.

#### ***Aristeus antennatus* Risso (1816)**

Il gambero rosso è una delle più importanti specie target della pesca commerciale del Mediterraneo

ed è intensamente sfruttata tra 500 e 900 metri di profondità. Durante questa ricerca, svoltasi a maggiori profondità, la maggior parte degli individui catturati erano maschi e misuravano meno di 35 cm di lunghezza del carapace (LC). La presenza di individui giovani è coerente con quanto descritto in precedenti ricerche nel Mare delle Baleari, dove gli stadi post-larvali (<10 mm LC) e giovanili (<20 mm LC) sono stati trovati solo a più di 1000 m di profondità nel periodo invernale. In seguito i giovani di *A. antennatus* compiono migrazioni ontogenetiche verso i fondali meno profondi [24].

La composizione specifica verificata nei fondi batiali intorno a 1000 metri di profondità nel Mar Ligure risulta simile a quella riscontrata da D'Onghia *et al.* (2004) [9] nel Mar delle Baleari per la presenza ai primi posti di *A. rostratus*, *L. lepidion* e *G. melastomus*, a differenza di ciò che è stato riscontrato nel Mar Ionio, dove prevalgono *M. moro* e *G. melastomus*. Tale differenza potrebbe essere dovuta ad una maggiore produttività del bacino occidentale, dove specie come *A. rostratus*, che si nutrono di macroplankton gelatinoso, potrebbero essere favorite [9]. Non bisogna però dimenticare che la composizione specifica delle comunità demersali non dipende solo dalla profondità e dalla regione geografica ma anche dal periodo del campionamento, a causa delle variazioni della produttività negli strati più superficiali. Inoltre, oltre i 1500 metri di profondità, la composizione in specie cambia profondamente a favore di specie medio-piccole e con diverse strategie trofiche. Sarebbe quindi necessario continuare ad indagare in periodi diversi dell'anno ed a maggiori profondità per aumentare le conoscenze sulla biodiversità dell'area.

#### **Conclusioni**

L'ambiente marino profondo è stato inizialmente investigato con il fine di trovare nuove risorse da sfruttare. In Mediterraneo i risultati ottenuti non hanno in genere giustificato gli elevati investimenti necessari per questo tipo di prelievo. In compenso, con il procedere delle ricerche, sono emerse caratteristiche tali da rendere questo ambiente un'area veramente ricca per la biodiversità e un importante habitat da preservare anche per la

La macrofauna dei fondi batiali intorno a mille metri di profondità tra Capo Corso e il Banco di Santa Lucia



Figura 1: *Centroscyrnus coelolepis*.



Figura 2: *Alepocephalus rostratus*.



Figura 3: *Bathypterois mediterraneus*.



Figura 4: *Cataetyx alleni*.



Figura 5: *Acanthephyra eximia*.



Figura 6: *Galiteuthis armata*.

salvaguardia di specie che sono sfruttate a profondità minori. È il caso delle popolazioni mediterranee del gambero rosso *A. antennatus*, le cui aree di nursery si trovano in ambienti non sottoposti alla pesca, con la conseguenza che gli esemplari giovanili hanno la possibilità di accrescersi prima di essere catturati, riuscendo quindi a mitigare il sovrasfruttamento.

Le specie dei mari profondi sono morfologica-

mante e funzionalmente adattate a vivere ad alte profondità, con poca luce e poca disponibilità di cibo; gli adattamenti fisiologici e biochimici riguardano: lento metabolismo, bassi contenuti lipidici e proteici ed alti contenuti d'acqua. Il tasso metabolico basso permette a queste specie di raggiungere anche età di circa 100 anni, con alte taglie di prima maturità. Per questo motivo queste popolazioni sono particolarmente vulnerabili ai disturbi an-

tropici ed una eventuale attività di sfruttamento di queste risorse sarebbe insostenibile [3]. Gli habitat profondi del Mediterraneo sono considerati unici per le loro caratteristiche e sono attualmente salvaguardati mediante la raccomandazione GFCM/2005/1 ed il Regolamento (CE) n. 1967/2006 Capo II art. 3, che vietano l'uso di draghe trainate e di reti da traino per la pesca a profondità superiori a 1000 metri.

### Bibliografia

- [1] Gage, J.D. 2003. Food inputs, utilization, carbon flow and energetics. In: Tayler P.A., ed. 2003 Ecosystem of the deep oceans. Elsevier. pp 313-380.
- [2] Emig, C.C., Geistdoerfer, P. 2004. The Mediterranean deep-sea fauna: historical evolution, bathymetric variations and geographical changes.- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Maintenon, Article 2004/01 (CG2004\_A01\_CCE-PG).
- [3] CIESM, 2003. Mare Incognitum ? Exploring Mediterranean deep-sea biology. CIESM Workshop Monographs n°23, 128 pages, Monaco < [www.ciesm.org/publications/Heraklion03.pdf](http://www.ciesm.org/publications/Heraklion03.pdf)>.
- [4] Stefanescu, C., Morales-Nin, B., Massutí, E. 1994. Fish assemblages on the slope in the Catalan Sea (western Mediterranean): influence of a submarine canyon. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 74: 499-512.
- [5] Sardà, F., Calafat, A., Mar Flexas, M., Tselepidis, A., Canals, M., Espino, M., Tursi, A. 2004. An introduction to Mediterranean deep-sea biology. *Sci. Mar.*, 68(Suppl. 3):7-38.
- [6] Follesa, M.C., Porcu, C., Cabiddu, S., Davini, M.A., Sabatini, A., Cau, A. 2007. First observations on the reproduction of *Alepocephalus rostratus* Risso, 1820 (Osteichthyes, Alepocephalidae) from the Sardinian Channel (Central-Western Mediterranean). *Marine Ecology* 2007, 28 (Suppl. 1): 75-81.
- [7] Figueiredo, I., Moura, T., Neves, A., Gordo, N.S. 2008. Reproductive strategy of leafscale gulper shark *Centrophorus squamosus* and the Portuguese dogfish *Centroscymnus coelolepis* on the Portuguese continental slope. *Journal of Fish Biology*, 73: 206-225.
- [8] Carasson, M., Matallanas, J. 2001. Feeding ecology of the Mediterranean spiderfish, *Bathypetris mediterraneus* (Pisces: Chlorophthalmidae), on the western Mediterranean slope. *Fish. Bull.*, 99:266-274.
- [9] D'Onghia, G., Politou, C.Y., Bozzano, A., Lloris, D., Rotllant, G., Sion, L., Mastrototaro, F. 2004. Deep-water fish assemblages in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 68(Suppl. 3): 87-99.
- [10] Relini Orsi, L., Relini, G. 1971. Recenti reperti ittologici su fondi fangosi batiali del Mar Ligure. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano*, 3-4: 5-18.
- [11] Carasson, M., Matallanas, J. 2002. Feeding habits of *Cataetx alleni* (Pisces: Bythitidae) in the deep western Mediterranean. *SCI. MAR.*, 66 (4): 417-421.
- [12] Bailey, D.M., Bagley, P.M., Jamieson, A.J., Cromarty, A., Collins, M.A., Tselepidis, A., Priede, I.G. 2005. Life in a warm deep sea: routine activity and burst swimming performance of the shrimp *Acantheephyra eximiain* the abyssal Mediterranean. *Marine Biology*, 146: 1199-1206.
- [13] Company, J.B., Maiorano, P., Tselepidis, A., Politou, C.Y., Plaity, W., Rotllant, G., Sardà, F. 2004. Deep-sea decapod crustaceans in the western and central Mediterranean Sea: preliminary aspects of species distribution, biomass and population structure. *SCI. MAR.*, 68 (Suppl. 3): 73-86.
- [14] Sardà, F., Company, J.B., Costa, C. 2005. A morphological approach for relating decapod crustacean cephalothorax shape with distribution in the water column. *Marine Biology*, 147: 611-618.
- [15] Cartes, R.C., Maynou, F. 1998. Food consumption by bathyal decapod crustacean assemblages in the western Mediterranean: predatory impact of megafauna and the food consumption-food supply balance in a deep-water food web. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 171: 233-246.
- [16] Cartes, J.E., Abelló, P. 1992. Comparative feeding habits of polychelid lobsters in the Western Mediterranean deep-sea communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 84; 139-150.
- [17] Marine Species Identification Portal: <http://species-identification.org>
- [18] Imber, M.J. 1978. The squid families Cranchiidae and Gonatidae (Cephalopoda: Teuthoidea) in the New Zealand region. *N. Z. J. Zool.*, 5(3): 445-484.
- [19] Lefkaditou, E., Maiorano, P., Mytilineou, C. 2001. Cephalopod species captured by deep-water exploratory trawling in the eastern Ionian Sea. *Sci. Coun. Res. Doc. NAFO. no. 01/131*, 9 pp.

- [20] Blanco, C., Raduan, M.A., Raga, J.A. 2006. Diet of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 70 (3): 407-411.
- [21] Whitehead, P.J.P., Bauchot M. L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese E. 1984. Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean (FNAM). Volume I, 510 pp.
- [22] Rotillat, G., Moranta, J., Massuti, E., Sardà, F., Morales-Nin, B. 2002. Reproductive biology of three gadiform fish species through the Mediterranean deep-sea range (147-1850 m). *Sci. Mar.*, 66 (2): 157-166.
- [23] Castilho, R., Freitas, M., Silva, G., Fernandez-Carvalho, J., Coelho, R. 2007. Morphological and mitochondrial DNA divergence validates blackmouth, *Galeus melastomus*, and Atlantic sawtail catsharks, *Galeus atlanticus*, as separate species. *J. Fish Biol.*, 70 (Suppl.C): 346-358.
- [24] Company, J.B., Puig, P., Sardà, F., Palanques, A., Latasa, M., Scharek, R. 2008. Climate Influence on Deep Sea Populations. *PLoS ONE* 3(1): e1431.

## Una interessante *Russula mediterranea* reperita a San Rossore

Umberto Pera<sup>1</sup>

**Parole chiave:** Basidiomycetes, Russulales, Russulaceae, *Russula inamoena*, taxonomy, Tuscany, Italy

*Sulla base di alcuni ritrovamenti avvenuti all'interno del Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, viene descritta Russula inamoena Sarnari, un'entità di creazione abbastanza recente ancora poco discussa e non ancora segnalata nell'area del parco.*

*Viene fornita una descrizione macro e microscopica del taxon, integrata con alcune foto, una tavola al tratto ed un confronto con le specie vicine.*

### Introduzione

**R***inamoena* fa parte della sezione *Ingratae* Quélet-*Foetentinae* Melzer & Zvára, definite da Romagnesi, (1967) "Gruppo molto naturale, fortemente caratterizzato dai peli della cuticola articolati e ramificati; che non ha mai posto problemi quanto alla sua definizione e delimitazione".

Il grande Autore francese divide questa sezione in due gruppi: il gruppo *pectinata* che non è oggetto del presente studio ed il gruppo *foetens*, all'interno del quale le entità con odore fetido, nauseante sono due: *R. foetens* Pers.: Fr. e *R. subfoetens* W.G. Smith.

Una ventina d'anni dopo Singer (1986) suddivide la sezione *Ingratae* in cinque subsezioni: *Fistulosinae* Heim ex Singer, *Subvelatae* Singer, *Farinipedes* Singer, *Felleinae* Melzer & Zvára e *Foetentinae*, quest'ultima costituita da specie a odore grato, di mandorle e specie con odore nauseante. Tra queste, a rappresentare il Vecchio Continente compare la sola *R. foetens*.

Più tardi Bon (1988) divide la sezione *Ingratae* in due sottosezioni: *Pectinatinae* Bon e *Foetentinae* Melzer & Zvára. Quest'ultima divisa in stirpe *Lau-*

*rocerasi* distinta da odori di mandorle amare o lauroceraso e stirpe *Foetens* caratterizzata invece da odori fetidi. All'interno di questo raggruppamento Bon aggiunge a *R. foetens* e *R. subfoetens* altri due taxa: *R. josserandii* Bertault e *R. subfoetens* var. *grata* (Britz.) Romagn.

Più recentemente Reumaux, Bidaud e Moënnelocoz (1996) decidono di conservare il sottogenere *Ingratula* Romagn. all'interno del quale identificano la sezione *Ingratae* suddivisa in tre sottosezioni: *Felleinae* Melzer & Zvára, *Pectinatinae* Bon, *Foetentinae* Melzer & Zvára. Quest'ultima caratterizzata, per quanto riguarda le specie con odore sgradevole, dalla tradizionale presenza di *R. foetens* e *R. subfoetens*, alle quali viene affiancata una varietà nuova: *R. subfoetens* var. *johannis* Moënnelocoz. Un'autentica novità riguarda invece la sistematica di Sarnari (1998). L'Autore

### gli autori

<sup>1</sup> Via Zanardelli, 176  
I - 55049 Viareggio (LU)  
umbertopera@hotmail.com

Una interessante *Russula* mediterranea reperita a San Rossore

italiano, approfondendo le ricerche nell'areale mediterraneo, introduce per la subserie *Foetens*, già forte delle classiche *R. foetens* e *R. subfoetens*, due nuovi taxa con cattivo odore: *R. putida* Sarnari e *R. inamoena* Sarnari.

### Dati sperimentali

Per le foto a colori si è utilizzata una macchina fotografica digitale Nikon P4. Lo studio microscopico è stato condotto con un apparecchio binoculare Nikon Eclipse E 200 dotato di oculari 10x e obiettivi 40x, 60x e 100x (immersione in olio). La struttura globale della cuticola, composta da peli e dermatocistidi è stata studiata tramite un'osservazione in rosso congo ammoniacale. Le spore sono state osservate in reattivo di Melzer successivamente integrato con idrato di cloralio. Le dimensioni sporali sono state ricavate dall'analisi di trenta campioni presi da sporate provenienti da due esemplari. I disegni a mano libera sono stati realizzati con un lapis su carta bianca e successivamente ripassati con pennarello a punta fine. Nella tavola di microscopia la barra di scala corrisponde a 10µm.

Il colore delle spore in massa è indicato secondo il Codice di Romagnesi, (1967) - (C.R.).  
Sistematica adottata: Sarnari, (1998).

### Risultati

Cappello: 89-112 mm, imbutiforme a maturazione. Ocra rossastro scuro al disco, con alcune macule bruno-nerastre. Nettamente più chiaro al bordo dove presenta toni gialli, giallo ocra. Asciutto, fortemente pettinato, tuberculato a maturazione. Orlo ottuso, denticolato.

Gambo: 13-21 x 59-68 mm, subcilindrico, leggermente svasato all'apice, con superficie irregolare, gibbosa; rugoso longitudinalmente. Biancastro, dopo la raccolta ingiallisce notevolmente, con macchie color ruggine più o meno estese, dovute anche alla manipolazione.

Carne: non molto spessa, molle, un po' più compatta sotto la cuticola e nella corteccia del gambo (circa 25 mm). Altrove bambagliosa, nel gambo presenta alcune nette cavernosità. Biancastra appena fratturata, diviene ben presto giallina, poi nella corteccia del gambo assume toni gialli più

decisi. Giallo bruno all'inserzione tra gambo e cappello, all'interno delle cavernosità e alla base del gambo. Stesso colore nelle parti erose.

Reazioni macrochimiche: Guaiaco positivo, intenso. Fe SO<sub>4</sub> rosa-arancio. Anilina arancio vivo, non testato personalmente (Sarnari, 1998; Macarro, 2008).

Lamelle spesse, abbastanza spaziate, intervenate, senza lamellule, forcate all'inserzione, ottuse in avanti, con rare forcazioni a metà della lunghezza, leggermente ventricose, non molto alte (circa 13 mm) giallo crema con filo più scuro negli esemplari maturi, con tendenza a macchiarsi di bruno nelle parti erose.

Odore: complesso, non intenso se non dopo energico sfregamento, evocante *R. foetens* ma molto meno sgradevole; con sentori misti di gomma e di pesce come *R. praetervisa* Sarnari; sapore moderatamente acre.

Sporata: crema pallido. II b - C.R.

Spore subglobose, 6,5-8,5 x 6,5-7,5 µm, ornate da aculei a estremità ottusa lunghi fino a 1,5 µm uniti da creste formanti un reticolo incompleto.

Rivestimento pileico formato da peli ad estremità ottusa, larghi 2,5-4 µm, associati a dermatocistidi non molto sviluppati, con ventre intorno ai 5 µm di larghezza. Subcilindrici o appena fusiformi, attenuati all'estremità.

Habitat: boschi caldi, sotto *Quercus*.

Raccolte studiate:

Pisa, Parco di San Rossore (PI), al livello del mare, bosco misto con olmo, leccio e quercia, 23-09-2007 *legit* U. Pera. Stessa località, bosco di leccio, 07-10-2007, *legit* U. Pera. Marina di Vecchiano, tenuta del Troncolo (PI), al livello del mare, bosco di leccio con cisto, 30-10-2008, *legit* U. Pera. Pisa, Parco di San Rossore (PI), al livello del mare, bosco di leccio, 25-10-2009, *legit* U. Pera.

Iconografia:

Sarnari, (1994: 9); Sarnari, (1998: 435-436); Boccardo et al., (2008: 440-441); Macarro, (2008: 5).

### Discussione

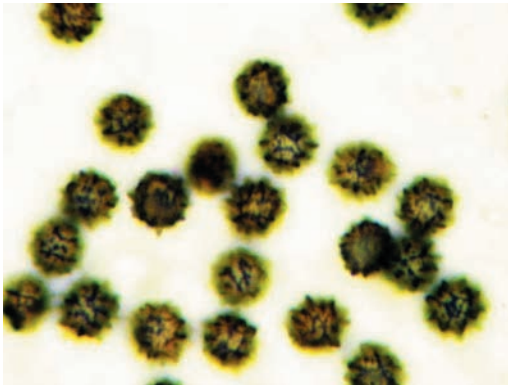
Sarnari, (1998) ascrive *R. inamoena*, per i colori bruno-rossastri del cappello, il margine dello stesso ornato da scanalature e l'odore sgradevole della carne, al sottogenere *Ingratula* Romagn.; l'assenza di velo generale la colloca nella sezione *Ingratae* Quél. all'interno della quale è posta nella



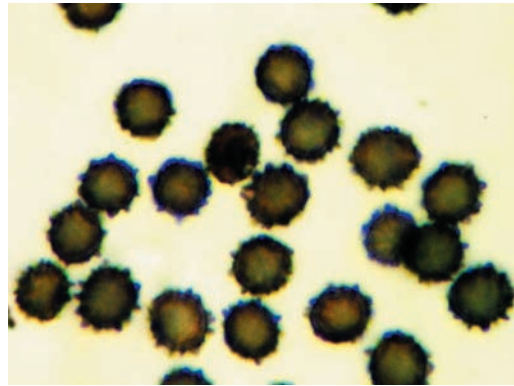
*Russula inamoena* (25-10-2009). Foto U. Pera.



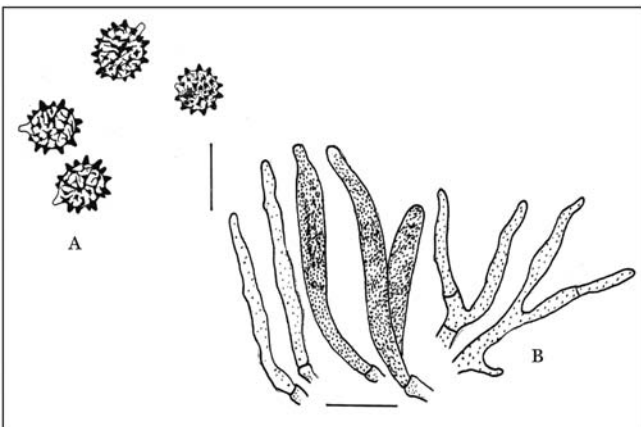
*Russula inamoena* (07-10-2007). Foto F. Giannoni.



*Russula inamoena*, ornamentazione sporale. Foto U. Pera.



*Russula inamoena*, profilo sporale. Foto U. Pera.



*Russula inamoena*, A: spore; B: rivestimento pileico. Tavola U. Pera.

subsezione *Foetentinae* (Melzer & Zvára) Singer, caratterizzata da specie con dermatocistidi di modeste dimensioni.

La media statura e l'odore sgradevole che caratterizzano *R. inamoena*, sono elementi tipici della serie *Foetens* Sarnari ad int. (= *Foetentinae* s. Bon), in particolare l'odore che richiama sentori di ipoclorito con note fruttate è tipico della subserie *Foetens* nella quale le specie con carne ingiallente, come la nostra, sono state inserite dall'Autore umbro nella stirpe *Subfoetens*.

Le specie più vicine e confondibili con *R. inamoena*, sono quelle che gravitano intorno al *typus* del sottogenere: *R. foetens*.

Da questa, la nostra si distingue macroscopicamente per l'assenza di glutine sul cappello, la statura inferiore, la carne ingiallente e l'odore meno accentuato. Al microscopio le spore subglobose ornate da grossi aculei ottusi parzialmente uniti tra loro da creste dividono ulteriormente le due specie.

La carne giallastra sotto la corteccia del gambo separa *R. inamoena* anche da *R. putida* Sarnari, una specie estremamente simile a *R. foetens*, caratterizzata da ornamentazione sporale costituita da aculei lunghi fino a 1µm riuniti da creste in un reticolo incompleto (Pierotti, 2004).

Il sosia naturale di *R. inamoena* è comunque *R. subfoetens*, con la quale condivide l'omonima stirpe, anche se questa si presenta generalmente con una taglia più massiccia. Le differenze con quest'ultima, anch'essa a carne ingiallente, risiedono nella diversa reazione della carne al KOH, giallo cromo in *R. subfoetens*, appena giallina in *R. inamoena* e soprattutto nella morfologia sporale che vede la prima caratterizzata da spore oblunghe ornate da basse verruche riunite da un esile reticolo ben differenti da quelle di *R. inamoena*.

Occorre altresì citare *R. josserandii*, caratterizzata da spore con aculei fondamentalmente isolati non più lunghi di 1 µm e odore dapprima di burro, poi fetido con la maturazione. (Bertault, 1978). Questa tuttavia, viene posta dal Sarnari in probabile sinonimia con *R. subfoetens*.

#### Bibliografia

- R. Bertault, *Russules du Maroc*. Bull. Soc. Mycol. Fr. 1978, 94 (1): 5.
- M. Bon, *Clé monographique des russules d'Europe*. Doc. Mycol. 1988, 18 (70-71): 1.
- M. Boccardo, M. Traverso, A. Vizzini, M. Zotti, *Funghi d'Italia*. Zanichelli. Bologna: 2008.
- A. M. Macarro, *Algunas especies interesantes del género Russula Pers., sección Ingratae* Quél., subsección *Foetentinae* Melzer & Zvára., Lactarius. 2008, 17: 1.
- A. Pierotti, *Il genere Russula Pers. 1797 in provincia di Livorno (Toscana, Italia)*, 1. *Russula putida* Sarnari 1998. Mycol. Monten. 2004, 7: 119.
- P. Reumaux, A. Bidaud, P. Moënné-Loccoz, *Russules rares ou méconnues*. Ed. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie. Marlioz: 1996.
- H. Romagnesi, *Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Bordas. Paris: 1967.
- M. Sarnari, *Russula nuove o interessanti dell'Italia Centrale e Mediterranea – XXV* contributo. Boll. Assoc. Micol. Ecol. Romana. 1994, 33: 3.
- M. Sarnari, *Monografia Illustrata del Genere Russula in Europa. Tomo primo*. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici. Vicenza: 1998.
- R. Singer, *The Agaricales in Modern Taxonomy, 4th edition*. Koeltz Scientific Books. Koenigstein: 1986.



## Le capacità cognitive dell'Asino dell'Amiata: la permanenza dell'oggetto e la memoria spaziale

Paolo Baragli\*<sup>1</sup>, Elisa Paoletti<sup>1</sup>, Manuel Mengoli<sup>1</sup>, Franco Martelli<sup>1</sup>, Claudio Sighieri<sup>1</sup>

**Parole chiave:** permanenza dell'oggetto, memoria spaziale, asino dell'Amiata.

*Il concetto di permanenza dell'oggetto e di memoria spaziale sono abilità cognitive dimostrate in molte specie animali e questo non rappresenta una sorpresa, se consideriamo il grande valore adattativo ed evolutivo che possono avere tali abilità nelle interazioni sociali, nella ricerca del cibo e nella difesa dai predatori. Nonostante sia stato dimostrato come molte specie animali possiedano tali capacità cognitive, ad oggi nessuno studio scientifico ha mostrato come gli asini in generale ne siano in possesso. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di estendere questo tipo di indagini, su permanenza dell'oggetto e memoria spaziale, all'Asino dell'Amiata, utilizzando un apparato a scelta doppia, nel quale gli animali dovevano recuperare un oggetto target (del cibo) dopo un certo tempo di ritardo (10 e 30 secondi) dalla scomparsa. Sono stati impiegati 8 asini, femmine, di razza Amiatina, del nucleo di conservazione della razza della Regione Toscana, stabulate presso il Dipartimento di Clinica Veterinaria dell'Università di Pisa. Il gruppo ha eseguito il compito richiesto con un risultato medio al di sopra della soglia di casualità, sia con il tempo di ritardo di 10 secondi ( $n = 6$  soggetti, 84 esiti positivi su 120 prove, test Binomiale:  $P = 0,000$ ) che di 30 secondi ( $n = 2$  soggetti, 27 esiti positivi su 40 prove, test Binomiale:  $P = 0,010$ ). Gli Asini dell'Amiata impiegati in questo studio hanno così dimostrato di essere in grado di codificare la scomparsa di un oggetto „target“ e recuperarne il concetto di esistenza dalla memoria, così come la relativa disposizione spaziale, anche se l'oggetto non è più direttamente visibile.*

### Introduzione

**G**li asini (*Equus asinus*) vivono accanto al genere umano da millenni e sono stati un supporto fondamentale per molte attività economiche. Nonostante questo stretto legame con il genere umano, molto poco sappiamo sulle loro abilità cognitive e, ad oggi, l'unica evenienza riguarda la capacità di discriminare stimoli diversi [1] e, ad oggi, nessuna indagine scientifica ha dimostrato come gli asini possano comprendere il concetto di permanenza dell'oggetto.

Le conoscenze sul comportamento di asini e cavalli sono spesso accompagnate da miti e credenze e si ritiene che possano essere gestiti solo attra-

verso l'uso di risposte condizionate [2].

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare il concetto di permanenza dell'oggetto in

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Fisiologiche, Gruppo di Ricerca ETOVet, Università di Pisa, viale delle Piagge 2, 56124, Pisa

\* Autore per corrispondenza:  
Paolo Baragli, pbaragli@vet.unipi.it

un gruppo di Asini di razza Amiatina. Per prima cosa è stato verificato se gli asini sono in grado di recuperare un oggetto di loro interesse scomparso dietro una barriera. L'abilità di aggirare un ostacolo è stata investigata in maniera estensiva negli studi sulla cognizione animale, con l'uso di barriere posizionate fra l'animale stesso ed un oggetto da recuperare. Questa prova, chiamata *test di detour*, richiede che l'animale abbandoni una chiara visione dell'oggetto e che si allontani da esso, mentre gira attorno alla barriera per recuperarlo [3] [4]. La barriera può essere opaca, piuttosto che trasparente, per impedire così la vista dell'oggetto target posizionato sul lato opposto. Quando si usa una barriera opaca, all'animale è completamente impedita la vista dell'oggetto ed il comportamento di aggiramento della barriera (comportamento di detour) che pone in atto per recuperare l'oggetto, consente di studiare il concetto di permanenza dell'oggetto. Questo concetto si riferisce alla consapevolezza che un oggetto continua ad esistere, anche se non è più direttamente visibile [5].

Questo concetto cognitivo, la permanenza dell'oggetto, è molto diffuso nel regno animale [6], ed ha un grande valore adattativo, dal punto di vista evolutivo. Per esempio, la permanenza dell'oggetto è utile negli scambi sociali, o nella ricerca del cibo, dove molto spesso è richiesto ad un individuo di cercare un oggetto che non è più visibile direttamente. Negli ultimi 25 anni, test standardizzati sono stati impiegati per valutare la permanenza dell'oggetto in molte specie animali, tra cui cani [7], gatti [8], scimpanzé e orango [9], gorilla [10], pappagalli [11], quaglie [4] e polli domestici [12].

Successivamente, dopo aver verificato che gli asini mostrano un chiaro interesse a recuperare un oggetto scomparso, la capacità di questi animali di tenere a mente le informazioni dell'oggetto scomparso, così come la sua disposizione spaziale è stata testata in presenza di due barriere, invece di una. In questa seconda parte abbiamo usato una procedura in cui al problema di detour è stata aggiunta la classica prova a risposta ritardata [13], molto utilizzata per valutare la durata della memoria in specie diverse, come cane (che può mantenere una memoria spaziale per le informazioni visive fino a 240 sec, [14]) e gatto (testati con intervalli fino a 60 sec, [15]). Anche i pulcini di 5 giorni di vita possono avere memoria di un

oggetto bersaglio che scompare e recuperarlo dopo più di 180 sec [16] [17]. Per recuperare l'oggetto dopo che questi è scomparso, gli animali devono essere in grado di rappresentarlo nella propria mente e mantenerlo in memoria per avere informazioni temporali e spaziali necessarie per recuperarlo.

## Materiali e Metodi

### *Animali e condizioni di mantenimento*

Per l'intero esperimento sono state impiegate 8 femmine di Asino dell'Amiata ( $4,2 \pm 1,4$  anni), facenti parte del gruppo di conservazione della razza della Regione Toscana. Tutte le asine erano abituate ad essere maneggiate dalle persone ed erano tenute insieme, in un paddock (75 x 75 m), con acqua e fieno a disposizione ad libitum, presso il Dipartimento di Clinica Veterinaria dell'Università di Pisa.

### *Design generale dell'esperimento*

L'esperimento è stato suddiviso in tre parti consecutive. Nella fase di Familiarizzazione (fF) una singola barriera opaca è stata utilizzata e a ciascun animale è stato offerto un secchio di cibo in grado di muoversi e sparire dietro la barriera. Immediatamente dopo la scomparsa dell'oggetto l'animale era lasciato libero di cercarlo ed era rinforzato se aggirava correttamente la barriera

Solo se il soggetto mostrava di essere motivato a cercare e recuperare l'oggetto scomparso, si cedeva con la fase successiva. Nella fase di *Pre Test* (fPT) gli animali eseguivano la stessa prova come in fF, ma con un ritardo di 10 o 30 sec dalla scomparsa dell'oggetto a quando l'animale era lasciato libero. L'importanza di questa fase consiste nel fatto che, per poter procedere alla fase successiva, gli animali devono essere in grado di ricordarsi l'oggetto scomparso. A questo punto gli animali prendevano parte alla fase di *Permanenza dell'Oggetto* (fPO), in cui il cibo era fatto muovere e scomparire dietro l'una o l'altra di due barriere identiche, mentre l'animale stava guardando.

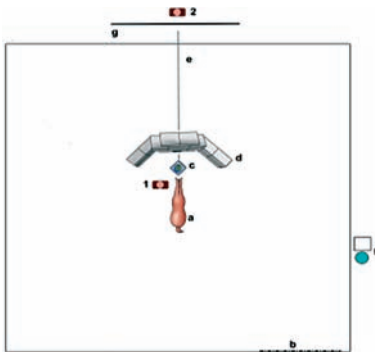
Dopo un tempo di ritardo prestabilito di 10 o 30 sec l'animale era lasciato libero di cercare il cibo.

### *Apparato*

L'apparato era posizionato in un recinto di forma quadrata (16 x 16 m) con recinzione in legno, che

permetteva ai soggetti di mantenere un contatto visivo ed uditivo con l'ambiente circostante e con altri animali. Un cancello di 2 metri permetteva ad animali e sperimentatori di entrare ed uscire dal recinto.

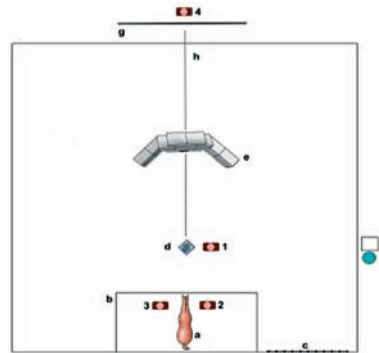
Nella fF è stata impiegata solo una barriera (330 cm in larghezza e 160 cm in altezza, con 140 cm di lunghezza delle parti laterali, dirette verso la parte della barriera dove era tenuto l'animale, Figura 1). La barriera, vista dall'alto, era di forma trapezoidale senza la base maggiore, con le parti laterali inclinate di 45° rispetto alla parte centrale. A metà della parte centrale, a livello del terreno era presente un'apertura di forma quadrata (altezza di 40 cm e larghezza di 50 cm) attraverso la quale l'oggetto bersaglio (cibo) spariva dalla parte opposta. La barriera era costituita da un insieme di blocchi truciolati della misura approssimativa di 90 x 40 x 50 cm normalmente usati per sistemare la lettiera del box. Il cibo era posto in un secchio di plastica bianca (diametro di 40 cm e altezza di 20 cm), posto su un carrello (30 x 30 cm). Il carrello (con il secchio) poteva essere sottratto alla visione dell'animale con una corda (2 mm di diametro) passante per un'apertura nella barriera.



*Figura 1. Apparato utilizzato nella fase di Familiarizzazione*

*a) posizione di partenza dell'asino; b) cancello d'ingresso; c) carrello con il secchio del cibo; d) barriera di blocchi di truciolo; e) corda per tirare il carrello dalla parte opposta della barriera; f) posizione della telecamera; g) pannello in legno. In questa fase erano presenti due sperimentatori: 1) teneva l'asino per la cavezza; 2) tirava il carrello con il secchio del cibo dalla parte opposta della barriera.*

Nella fPT un'area di partenza, adiacente al cancello e della misura di 2 x 3 m, era disegnata sul terreno con del gesso. In questa fase era usata una barriera identica a quella usata nella fF (compreso il carrello con il secchio), posizionata al centro del recinto (Figura 2), esattamente di fronte all'area di partenza, cioè a circa 8 metri dagli asini.



*Figura 2. Apparato utilizzato nella fase di Pre Test*  
*a) posizione di partenza dell'asino; b) area di partenza; c) cancello di entrata; d) carrello con il secchio del cibo; e) barriera di blocchi di truciolo; f) posizione della video camera; g) pannello in legno; h) corda per tirare il carrello dalla parte opposta della barriera. Distanza d-b: 3 m e d-e: 5 m. In questa fase erano presenti quattro sperimentatori: 1) prendeva il secchio dal carrello, si avvicinava all'asino e gli faceva mangiare del cibo dal secchio, quindi riposizionava il secchio sul carrello; 2) e 3) tenevano l'asino mediante la cavezza, uno per lato; 4) tirava il carrello con il secchio del cibo.*

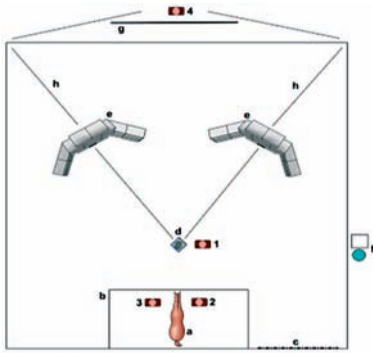
Per la fPO, erano impiegate due barriere identiche alle precedenti (Figura 3), posizionate a circa 3,5 m dai lati del recinto ed a circa 6 metri dal fondo della recinzione, in maniera simmetrica l'una dall'altra e rispetto all'area di partenza.

Per tutte e tre le fasi il cibo consisteva di circa 500 gr di fiocchi di cereali.

#### *Sperimentatori*

Due sperimentatori erano impegnati per la fF e quattro per la fPT e la fPO. Per un totale di otto persone: sette addestrate ad eseguire i compiti richiesti nelle tre fasi, che si alternavano in modo che nessuno eseguisse lo stesso compito per più

Le capacità cognitive dell'Asino dell'Amiata: la permanenza dell'oggetto e la memoria spaziale



**Figura 3.** Apparato utilizzato nella fase di Permanenza dell'Oggetto

a) posizione di partenza dell'asino; b) area di partenza; c) cancello di entrata; d) carrello con il secchio del cibo; e) barriera di blocchi di truciolo; f) posizione della video camera; g) pannello in legno; h) corda per tirare il carrello dalla parte opposta della barriera, la corda veniva trasferita dalla barriera di sinistra a quella di destra e viceversa quando l'apparato era risistemato fra una prova e l'altra. Distanza d-b: 3 m e d-e: 5 m. In questa fase erano presenti quattro sperimentatori come nella fase di Pre Test.

di un giorno (per evitare l'effetto Clever Hans) L'ottava persona era deputata a tirare il carrello ed alla valutazione diretta dei risultati (vedi Figure. 1, 2 e 3 per i dettagli).

#### Procedura

In tutte e tre le fasi, uno sperimentatore era posizionato fuori del recinto, dietro un pannello in legno (fuori dalla vista dell'animale) e tirava il carrellino lontano dall'animale attraverso la barriera. Nella fF e nella fPT il carrellino era tirato direttamente attraverso la barriera, mentre nella fPO era necessario usare due pulegge perché le due barriere non erano in linea con lo sperimentatore posizionato fuori dal recinto, dietro il pannello in legno. Nel primo giorno di ciascuna fase, ogni asino era portato dentro il recinto e lasciato libero di esplorare per circa 10 min, per abituarti alla presenza dell'apparato. In questo periodo all'interno del recinto non era presente cibo.

#### Fase di Familiarizzazione

In questa fase ciascun soggetto era tenuto per la

cavezza da uno sperimentatore di fronte alla barriera (a circa 1 metro di distanza). Il secchio con il cibo era posizionato sul carrello, a circa 50 cm davanti agli arti anteriori dell'animale. Per prima cosa, mentre all'animale era permesso di mangiare, il secondo sperimentatore, posizionato dietro la barriera di legno fuori dal recinto (perciò fuori dalla vista dell'animale), muoveva il lentamente il carrello tirando la corda.

Non appena il cibo era scomparso completamente attraverso l'apertura e dietro la barriera, l'animale veniva liberato (appena liberato l'animale, lo sperimentatore si muoveva velocemente verso il cancello del recinto). Aggirando la barriera, l'animale poteva raggiungere il secchio sul lato opposto e mangiare il cibo. A questo punto la prova era considerata conclusa con successo. Se il soggetto non riusciva ad aggirare la barriera entro 5 minuti (tempo limite della prova) la prova era considerata non superata e, in questo caso, l'animale non riceveva alcun rinforzo (cioè non poteva mangiare nel secchio). Questa fase terminava quando l'animale aggirava la barriera per tre volte con un massimo di cinque tentativi.

#### Fase di Pre Test

Questa fase era eseguita in due giorni consecutivi. All'inizio ciascun animale era a turno portato all'interno del recinto e tenuto da due sperimentatori nell'area di partenza e la prova della fase precedente era ripetuta *una* volta. In seguito, il carrello con il secchio del cibo era posizionato sempre più lontano dalla barriera, partendo da una distanza di 1 metro fino a 5 metri rispetto alla posizione iniziale dell'animale.

Questa procedura era eseguita per abituare gli animali a prestare attenzione al carrello con il cibo, mentre questo scompariva dietro la barriera. Il secondo giorno il carrello era posizionato ad una distanza maggiore del giorno precedente (5 metri) e quindi era fatto scomparire dietro la barriera. La fPT terminava quando l'animale si dimostrava in grado di recuperare il cibo dietro la barriera in tre prove consecutive, partendo dalla distanza maggiore.

#### Fase di Permanenza dell'Oggetto

Almeno 24 ore dopo la fine della fPT tutti i soggetti avevano preso parte alla fPO.

Questa comprendeva 20 prove divise in 5 sessioni di 4 prove ciascuna, una sessione al giorno.

In questa fase erano usate due barriere, posizionate al centro del recinto come precedentemente descritto. Dietro a ciascuna barriera, in corrispondenza dell'apertura per il carrello, era posizionata una scatola di legno nella quale era nascosto il carrello con il secchio del cibo.

All'inizio di ciascuna prova l'animale era tenuto nell'area di partenza da due sperimentatori, mentre un terzo sperimentatore gli offriva il secchio con il cibo, permettendogli di mangiare il cibo. Quindi il terzo sperimentatore poneva il secchio sul carrello, 3 m davanti agli arti anteriori dell'animale e usciva dal recinto. Il quarto sperimentatore (posizionato fuori dal recinto) tirava il carrello con il secchio del cibo dietro ad una delle due barriere (con l'aiuto delle pulegge). Mentre il secchio spariva gli sperimentatori si assicuravano che l'animale seguisse il carrello, verificando la posizione della testa e delle orecchie dell'animale. La barriera, dietro la quale il carrello spariva, cambiava di prova in prova seguendo una sequenza semi casuale (Sinistra - Destra; S-D-S-D / S-S-D-D / S-D-S-D / S-S-D-D / S-D-S-D; [18]). Quando il carrello era scomparso dietro la barriera (dentro la scatola in legno) il soggetto era trattenuto nell'area di partenza dai due sperimentatori per il periodo di ritardo (10 o 30 sec), quindi lasciato libero di cercare il cibo.

Sei asine hanno eseguito la prova con 10 sec di ritardo (gruppo A), mentre altre due asine hanno svolto la prova con un ritardo di 30 sec (gruppo B). Ciascuna prova terminava quando l'animale aggirava una delle due barriere, in modo il lato opposto della barriera fosse visibile all'animale (quando le asine orientavano la loro testa verso il retro della barriera dopo averla attraversata al passo).

Solo la prima barriera era considerata una scelta eseguita correttamente.

Nel caso contrario (se aggirava l'altra barriera) era considerata o non corretta.

Fra una prova e la successiva passava un minimo di 5 minuti per permettere il riposizionamento dell'apparato (cambiare posizione alla corda con il carrello ed il secchio, da una barriera all'altra). Durante questo intervallo l'animale era portato fuori dal recinto e posizionato in modo da impedirgli la visione dell'apparato.

A causa delle scatole in legno, in questa fase il cibo contenuto nel secchio non poteva essere trovato dall'animale dietro a nessuna barriera, perciò nessun rinforzo diretto è stato concesso all'animale e

ciò per evitare l'apprendimento del criterio di esecuzione, che avrebbe permesso l'esecuzione delle prove senza far ricorso all'uso della memoria.

Per mantenere alta la motivazione degli animali a cercare il secchio alla fine di ciascuna prova (una prova era considerata valida se la scelta, corretta o non corretta, era fatta entro 5 min dalla liberazione dell'animale) agli animali era permesso di mangiare una piccola quantità di cibo, un biscotto ai cereali, diverso da quello contenuto nel secchio. Un piatto contenente il biscotto ai cereali era posizionato dietro a ciascuna barriera, in tal modo una identica quantità di cibo poteva essere trovata sia dietro alla barriera corretta che a quella non corretta.

Anche se non ci sono evidenze che gli asini siano in grado di seguire tracce odorose, abbiamo aggiunto tale possibilità con un secondo secchio, identico a quello posizionato sul carrello, posto prima dell'inizio di ciascuna prova dentro il box di legno della barriera non corretta. Questo secondo secchio conteneva la stessa quantità dello stesso cibo di quello posto sul carrello. Inoltre nella prova con 30 sec di ritardo un coperchio a pressione è stato posto sul secchio, subito dopo che lo sperimentatore lo metteva sul carrello, per ridurre ogni possibile traccia di odore del cibo. Le prove eseguite durante la fPO sono state videoregistrate con videocamera digitale (Everio GZ-MD21E, JVC) e i video sono stati analizzati in cieco da una persona non coinvolta nell'esperimento, come controllo dei risultati registrati sulla scheda.

#### *Analisi dei dati*

Il numero delle **scelte corrette** vs non corrette nelle 20 prove è stato considerato individualmente per ciascun asino e per il gruppo intero ed analizzato statisticamente con test Binomiale. I risultati sono stati espressi anche in percentuale sul totale delle prove, pertanto ciascun soggetto poteva ottenere una percentuale variabile da un minimo di 0 (nessuna scelta della barriera corretta) ad un massimo di 100 (scelta esclusiva della barriera corretta), con il valore di 50% che rappresentava il livello di scelta casuale.

La differenza nella performance rispetto al procedere delle sessioni è stata analizzata considerando la percentuale di scelte corrette in ciascuna sessione di quattro prove, per verificare il possibile effetto apprendimento, considerando che gli animali sono stati comunque rinforzati, anche quando

Le capacità cognitive dell'Asino dell'Amiata: la permanenza dell'oggetto e la memoria spaziale

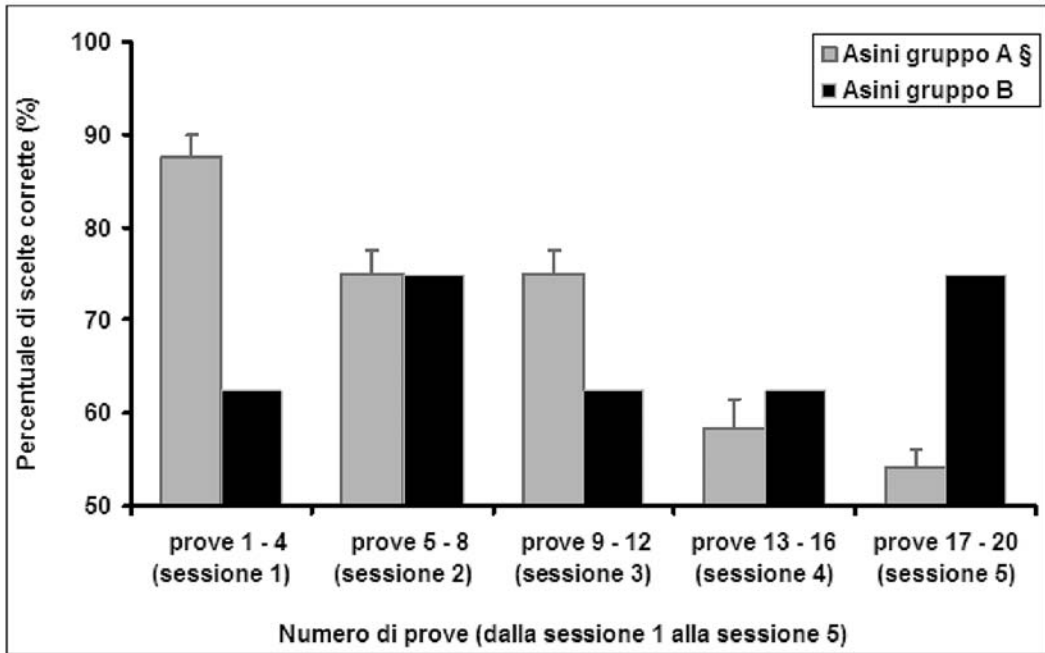


Figura 4. Percentuale di scelte corrette nelle cinque sessioni.

L'analisi statistica ha rivelato una diminuzione significativa (\$) della percentuale di scelte corrette per le asine del gruppo A con il succedersi delle sessioni (ANOVA per misure ripetute,  $P = 0,028$ ).

aggravavano la barriera non corretta. È stato analizzato anche il tempo di risposta (numero di secondi che passavano dal momento in cui l'animale è stato liberato dall'area di partenza, alla fine del periodo di ritardo, a quando aggirava una delle due barriere), comparando il tempo medio, in secondi, delle scelte corrette *vs* quello delle scelte non corrette con il test *t*.

### Risultati

Nella fF una delle asine ha fallito nell'eseguire l'aggiramento della barriera entro il tempo limite dei 5 min alla prima prova, nonostante questo tutto il gruppo soddisfaceva il criterio (tre aggiramenti con un massimo di cinque tentativi) per passare alla fase successiva. Il tempo medio di esecuzione dell'aggiramento nella fF non variava significativamente fra la prima e la terza prova positiva (Friedman test,  $p > 0.05$ ). Anche nella fPT tutti gli

animali raggiungevano il criterio assegnato (tre consecutivi aggiramenti con un ritardo di 10 sec, dalla distanza più elevata), senza che variasse il tempo medio impiegato (Friedman test,  $p > 0.05$ ). Per quanto riguarda la fPO i risultati individuali sono riportati in Tabella 1a (per le asine del gruppo A) e in Tabella 1b (per le asine del gruppo B). Nel complesso le asine di entrambi i gruppi hanno eseguito un numero maggiore di scelte corrette e per sei asine ciò accadeva al di sopra della soglia di casualità (Lauretta non eseguiva un numero di scelte corrette significativo, mentre Mafalda eseguiva un numero di scelte corrette vicino alla significatività statistica). I risultati delle asine del gruppo A sono stati significativamente sopra il livello di casualità (i.e. 50%; media  $\pm$  ES = 70,0  $\pm$  2,2;  $t_5 = 8,945$ ;  $p = 0,0003$ ). Nessuna differenza è stata evidenziata nel tempo medio impiegato per eseguire le scelte, corrette e non corrette (media delle prove corrette:  $n = 84$ , media  $\pm$  ES = 28,2  $\pm$  3,3 sec; media delle prove non corrette:  $n = 36$ , media

$\pm$  ES = 26,7  $\pm$  3,4 sec;  $t_{118} = 0,153$ ;  $p = 0,879$ ). L'analisi dell'andamento delle scelte nelle cinque sessioni di prove per le asine del gruppo A ha evidenziato una diminuzione delle scelte corrette con il procedere delle sessioni (ANOVA per misure ripetute;  $F_{4,20} = 3,408$ ;  $p = 0,028$ ).

Anche i risultati delle asine del gruppo B nel complesso sono al di sopra della soglia di casualità (i.e. 50%; media  $\pm$  ES = 67,5  $\pm$  2,5;  $t_2 = 9,899$ ;  $p = 0,010$ ),

mentre non ci sono differenze nel tempo medio di risposta fra scelte corrette e non corrette (media scelte corrette:  $n = 27$ , media  $\pm$  ES = 31,6  $\pm$  3,8 sec; media scelte non corrette:  $n = 13$ ; media  $\pm$  ES = 34,8  $\pm$  4,9 sec;  $t_{38} = 0,496$ ;  $p = 0,623$ ). L'andamento della performance di questo gruppo inoltre non mostra differenze significative con il procedere delle sessioni (ANOVA per misure ripetute:  $F_{4,4} = 0,111$ ;  $p = 0,972$ ).

**Tabella 1. Numero di scelte corrette e non corrette, percentuale di successo sul numero totale di prove e coefficiente del test Binomiale per le asine del gruppo A (Tabella 1 a) e del gruppo B (Tabella 1 b).**

Fra parentesi il tempo di risposta (media  $\pm$  SE, in secondi) per le scelte corrette e non corrette.

**Tabella 1a**

Asini	Numero di prove corrette e tempo di risposta	Numero di prove non corrette e tempo di risposta	Prove corrette (%)	Test Binomiale
Creamy	14 (20.6 $\pm$ 3.1)	6 (17.5 $\pm$ 1.6)	70	0.037
Emiliana	14 (30.8 $\pm$ 3.4)	6 (28.5 $\pm$ 2.8)	70	0.037
Lella	15 (18.0 $\pm$ 4.0)	5 (16.0 $\pm$ 3.0)	75	0.015
Nadia	14 (46.1 $\pm$ 6.2)	6 (35.8 $\pm$ 1.4)	70	0.037
Lauretta	12 (33.9 $\pm$ 4.3)	8 (44.9 $\pm$ 4.7)	60	0.120
Tiziana	15 (19.9 $\pm$ 3.9)	5 (17.2 $\pm$ 3.0)	75	0.015
<b>Total</b>	<b>84 (28.2<math>\pm</math>3.3)</b>	<b>36 (26.7<math>\pm</math>3.4)</b>	<b>70</b>	<b>0.000</b>

**Tabella 1b**

Asini	Numero di prove corrette e tempo di risposta	Numero di prove non corrette e tempo di risposta	Prove corrette (%)	Test Binomiale
Mafalda	13 (29.7 $\pm$ 3.7)	7 (29.9 $\pm$ 3.9)	65	0.052
Primetta	14 (33.4 $\pm$ 3.9)	6 (40.5 $\pm$ 5.7)	70	0.037
<b>Total</b>	<b>27 (31.6<math>\pm</math>3.8)</b>	<b>13 (34.8<math>\pm</math>4.9)</b>	<b>70</b>	<b>0.010</b>

### Discussione e Conclusioni

Nel presente lavoro abbiamo investigato i concetti di *permanenza dell'oggetto* e di *memoria spaziale* in un gruppo di Asine dell'Amiata (*Equus asinus*).

È stata effettuata una serie di prove in cui l'oggetto del desiderio (cibo) era fatto scomparire dietro

ad una barriera opaca e le asine erano poste in condizione di recuperare l'oggetto del desiderio entro un ritardo di 10 e 30 sec.

I dati riportati dimostrano che le asine sanno conservare l'immagine mentale di un oggetto anche quando non è più direttamente visibile. Come molte altre specie animali, anche gli asini sembra-

no essere in grado di codificare, mantenere in memoria e correttamente recuperare dalla loro memoria la disposizione spaziale di un oggetto scomparso, così come la sua esistenza.

La validità dello schema di Piaget per comparare gli studi cognitivi sulla permanenza dell'oggetto è stata discussa da Pepperberg [19].

In accordo con altri autori il valore dello schema di Piaget non risiede nella sua specificità (quale particolare tipo di prova o quale livello può essere raggiunto) ma nell'idea che lo sviluppo cognitivo progredisce attraverso sequenze fisse e applicabili alle diverse specie animali [19].

I nostri risultati sembrano supportare tale ipotesi. Ovviamente, ulteriori studi sono necessari per stabilire le capacità temporali della memoria degli asini, anche se i nostri risultati sembrano indicare che lo studio di queste abilità cognitive è possibile anche in specie fino ad oggi non considerate per questo tipo di indagini.

Alcuni risultati dell'esperimento potrebbero essere dovuti ad una variabilità individuale legata a fattori emotivi o motivazionali, piuttosto che alla mancanza di abilità cognitive, come suggerito per altre specie [20]. Simili ragionamenti potrebbero spiegare la riduzione della performance delle asine con 10 sec di ritardo, che sembra essere indicativa di una riduzione della motivazione, forse dovuta alla strategia di rinforzo utilizzata.

### Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano la Prof Lucia Regolin (Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova) e la Dr Rosa Rugani (Centro Interdiparti-

mentale della Mente e del Cervello, Università di Trento) per i consigli sul design sperimentale. Ringraziano inoltre il Prof Francesco Camillo (Direttore del Dipartimento di Clinica Veterinaria, Università di Pisa) per aver permesso l'impiego delle asine.

### Bibliografia

- [1] Proops L, Burden F, Osthaus B, *Anim Cogn*, 2009, 12:75. [2] Hanggi EB, *AAEP Proceedings*, 2005, 51:246. [3] Wynne CDL, Leguet B, *Behav Processes*, 2004, 67:281. [4] Zucca P, Milos N, Vallortigara G, *Anim Cogn*, 2007, 10(2):243. [5] Piaget J, *Behaviour and evolution*, Pantheon, New York, 1978. [6] Gómez JC, *TRENDS in Cogn Sci*, 2005, 9(3):118. [7] Fiset S, LeBlanc V, *Anim Cogn*, 2007, 10:211. [8] Fiset S, Doré FY, *Anim Cogn*, 2006, 9(1):62. [9] Call J, *J Comp Psychol*, 2001, 115:159. [10] Natale F, Antinucci F, Spinozzi G, Poti P, *J Comp Psychol*, 1986, 100:335. [11] Pepperberg IM, Funk MS, *Anim Learn Behav*, 1990, 18:97. [12] Regolin L, Vallortigara G, Zanforlin M, *Anim Behav*, 1995, 50:203. [13] Hunter WS, *Behaviour Monograph*, 1913, II:1. [14] Fiset S, Beaulieu C, Landry F, *Anim Cogn*, 2003, 6:1. [15] Fiset S, Doré FY, *Anim Cogn*, 2006, 9(1):62. [16] Regolin L, Rugani R, Pagni P, Vallortigara G, *Behav Brain Res*, 2005, 157:1. [17] Vallortigara G, Regolin L, Rigoni M, Zanforlin M, *Anim Cogn*, 1998, 1:17. [18] Fellows BJ, *Psychol Bull*, 1967, 67:87. [19] Pepperberg IM, *Anim Cogn*, 2002, 5:177. [20] Regolin L, Vallortigara G, Zanforlin M, *Anim Behav*, 1994, 47:123.



## Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro

Roberto Bedini<sup>1</sup>, Gianfranco Sartoni<sup>2</sup>, Lisa Bonechi<sup>1</sup>, Juri Pistolesi<sup>1</sup>

**Parole chiave:** biocenosi, fondali, caratterizzazione.

*Nell'area del Porto di Porto Azzurro, e precisamente nei pressi del molo foraneo, è stato effettuato uno studio di impatto ambientale delle strutture a mare previste per il prolungamento di tale molo.*

*I campionamenti e le fasi successive di analisi, sono state indirizzate alla caratterizzazione della comunità macrobentonica sia animale che vegetale per fornire un quadro generale della situazione dei fondali sia del porto che delle aree limitrofe. Inoltre si è proceduto all'individuazione dei limiti superiori della prateria di Posidonia oceanica in 3 diverse direzioni per calcolarne la distanza attuale dalla testa del molo e per valutare se l'intorbidimento conseguente ai lavori avrebbe potuto interferire in maniera significativa con le praterie. Il fondale, prevalentemente fangoso e le presenze di animali e vegetali individuate specialmente sessili, mostrano uno stato già degradato della situazione in atto proprio di un'area portuale utilizzata da molti anni.*

*Le praterie di Posidonia oceanica sono risultate molto distanti dall'attuale diga foranea da prolungare e quindi, presumibilmente, non saranno interessate dalle opere in corso.*

### Introduzione

Su incarico della ditta Sales S.p.a. è stato effettuato uno studio conoscitivo delle biocenosi presenti nelle aree del porto di Porto Azzurro (Isola d'Elba) in previsione dell'allungamento del molo foraneo di circa 50 m.

È noto che lo studio delle biocenosi costiere è necessario per conoscere gli ecosistemi di una data area e valutare la situazione in atto. L'analisi della componente zoobentonica di fondo molle dà indicazioni valide per valutare lo stato di stress ambientale considerando le specie campionate come indicatrici delle caratteristiche ambientali (Crema *et al.*, 1983; Bilyard *et al.*, 1987; Thomson, 2003).

Lo scopo di questo studio è stato quello di verificare se erano presenti nell'area interessata dai lavori

specie cospicue, animali o vegetali, di particolare pregio naturalistico o specie inserite nelle liste di quelle protette o comunque da salvaguardare.

### gli autori

<sup>1</sup> Istituto di Biologia ed Ecologia di Piombino, Piazza Bovio 3 \ 4 57025 Piombino, bedini@biomare.it museomare@biomare.it

<sup>2</sup> Università di Firenze, Dipartimento di Biologia vegetale, Via La Pira 50121 Firenze, gsartoni@unifi.it

Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro

Particolare riguardo è stato posto nel determinare le eventuali specie sessili che maggiormente potranno risentire della posa in opera delle strutture e le specie che sarebbero potute risultare di rilevante importanza ecologica e naturalistica.

È stata inoltre rilevata la distanza dal molo della prateria di *Posidonia oceanica*, fanerogama marina endemica del Mediterraneo che costituisce uno dei più importanti ecosistemi marini costieri da tutelare.

## Materiali e Metodi

Sul fondale interessato dal prossimo posizionamento delle opere di consolidamento ed allungamento della scogliera e del molo sopraflutto è stata individuata un'area di forma rettangolare, con lunghezza di 80 m e larghezza di 60 m, all'interno della quale sono stati effettuati i campionamenti (Fig. 1).

I 7 transetti (T0-T6) sono distanti circa 13 m l'uno dall'altro e lungo ciascuno di essi sono stati effettuati i campionamenti e i rilievi random sul fondale secondo le metodologie riportate di seguito.

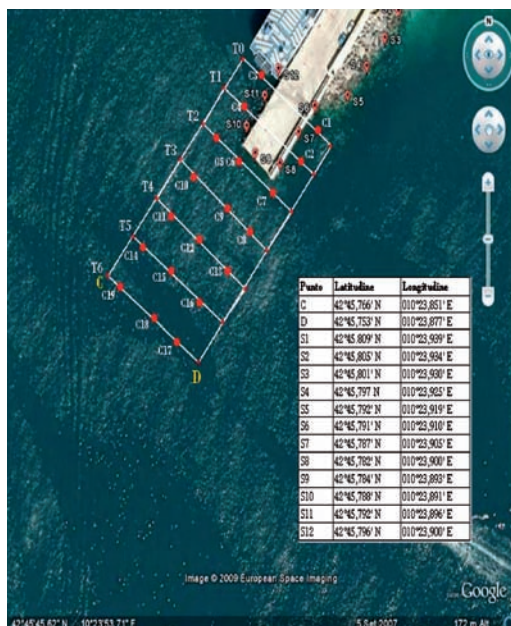


Figura 1: Ubicazione dell'area di studio.

## Campionamenti su roccia

Le zone caratterizzate da superficie dura (S1-S12) sono state oggetto di prelievo del materiale di copertura mediante la metodologia del "grattaggio" (Cinelli *et al.*, 1977; Sarà *et al.*, 1978), che consente di determinare accuratamente specie difficilmente identificabili "sul campo". Utilizzando martello e scalpello sono pertanto state asportate superfici di 20 x 20 cm, subito raccolte all'interno di sacchetti di polietilene e chiuse con elastici per impedire la dispersione del materiale raccolto.

Tutto il materiale campionato è stato trasportato all'Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino per essere esaminato.

## Campionamenti su fondo molle

In immersione sono stati effettuati campionamenti di sedimento (C1-C19) utilizzando un campionatore di volume noto manovrato a mano (tipo *corer*) per una profondità di circa 6-8 cm nel substrato, chiudendo i campioni in sacchetti di polietilene (Cinelli *et al.*, 1976; Sarà *et al.*, 1978; Abbiati, 1991).

## Visual census

Percorrendo in immersione con ARA i transetti (Giaccone e Sortino, 1974) partendo dal punto più a largo, si è provveduto ad identificare le specie cospicue sessili e natanti annotandone nome specifico ed abbondanza (Bianchi *et al.*, 1991; Harmelin-Vivien *et al.*, 1975; Balduzzi *et al.*, 1994).

## Risultati

### Visual census

Il transetto 0, interrotto dalla presenza del molo, ha una profondità di circa 9 m. Il fondale è costituito da fango e da sassi, sicuramente derivanti dalle rocce del molo. Nella parte iniziale, quella che guarda all'esterno del porto, sono presenti numerosi esemplari di *Holothuria tubulosa*, mentre nel lato interno è da segnalare una scarsissima visibilità.

Il transetto numero 1 presenta una profondità di circa 9 m e molto simile al precedente, sia per quanto riguarda il tipo di fondale, sia per la scarsa visibilità riscontrata nella parte del molo che guarda il lato interno del porto.

Il transetto numero 2 presenta una profondità di

circa 10 metri. Il fondo è fangoso, ma sono visibili le rocce antistanti il molo, caratterizzate da una copertura vegetale e presenza di invertebrati caratteristici del tipo di substrato, cioè numerose stelle marine *Echinaster sepositus* e spugne *Spirastrella cunctatrix*.

Il fondale poi si erge rapidamente lungo una piccola scarpata di massi a protezione del muro verticale del molo di attracco colonizzato da numerosi esemplari di *Arbacia ligula*.

Il transetto numero 3 presenta molte rocce e sassi, in considerazione della vicinanza del molo, con gli apici di questi coperti da un popolamento vegetale comunque piuttosto povero dovuto molto probabilmente alla scarsa visibilità data dal sedimento in sospensione. Il popolamento vegetale è costituito principalmente da *Codium bursa* e *Halimeda tuna*.

Il transetto numero 4, con un fondale fangoso di circa 15 m di profondità, presenta all'inizio del percorso dei rilievi di alcune decine di centimetri formati da residui vegetali. Sono inoltre presenti numerosi rifiuti.

L'inizio del transetto numero 5 presenta un cavo di acciaio che si è rivelato essere il cavo di ancoraggio del pontone ormeggiato di lato al pontile. Il

fondale presenta numerosi manufatti abbandonati quali copertoni e contenitori che sono luogo di nascondiglio e di caccia di una fauna ittica rappresentata da *Coris julis* e *Chromis chromis*.

A circa metà del percorso il fondale presenta anche delle rocce che rappresentano il luogo ideale per un'abbondante popolazione di crinoidi della specie *Antedon mediterranea*. Le rocce, a prima vista appaiono comunque di origine antropica, forse resti di "corpi morti" per ormeggi.

Lungo il transetto numero 6 il substrato, alla profondità di circa 15 metri, appare costituito da fango intervallato alcune volte da rilievi di qualche decina di centimetri che potrebbero essere "matte" di *Posidonia oceanica* ormai morta. La fauna è costituita principalmente da numerosi esemplari di *Holothuria tubulosa* e dal polichete sedentario *Myxocola infundibulum*.

Sulla superficie del substrato ci sono residui vegetali la cui provenienza appare essere dovuta al popolamento algale e alla prateria di *Posidonia oceanica* della vicina Punta S. Giovanni a meno di 200 metri di distanza dal sito di studio. La presenza di questi dossi e dei residui vegetali indica che anche nella zona, in passato, era presente la *Posidonia oceanica*.

Lista faunistica	GRATTAGGI												TRANSETTI							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
<b>Porifera</b>																				
<i>Spirastrella cunctatrix</i>											X				X					
<b>Nemertina</b>																				
<i>Paradrepanophorus crassus</i>										X										
<i>Tubulanus nothus</i>	X																			
<b>Sipuncula</b>																				
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>			X		X	X	X	X					X							
<i>Golfingia (Golfingia) elongata</i>					X					X	X									
<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris</i>					X			X		X						X				
<i>Nephasoma (Nephasoma) capilleforme</i>																			X	
<i>Phascolion (Phascolion) strombi</i>															X	X				
<i>Phascolosoma (Phascolosoma) granulatum</i>					X	X	X	X		X		X								
<i>Sipunculide non det.</i>																			X	
<b>Mollusca Polyplacophora</b>																				
<i>Acanthochitona fuscicularis</i>										X										
<i>Callochiton septemvalvis</i>					X	X														
<i>Chiton (Rhyssoplax) olivaceus</i>					X					X					X					

Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro

Lista faunistica Specie	GRATTAGGI												TRANSETTI							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
<b>Mollusca Gastropoda</b>																				
<i>Alvania lineata</i>	X																			
<i>Calliostoma laugierii</i>							X			X										
<i>Diodora gibberula</i>									X											
<i>Fusinus rostratus</i>					X										X					
<i>Hypselodoris tricolor</i>						X														
<i>Nassarius incrassatus</i>					X	X			X		X	X								
<i>Ocenebrina edwardsi</i>																X				
<i>Vermetus triquetrus</i>							X	X	X											
<i>Vexillum (Pusiolina) tricolor</i>												X								
<b>Mollusca Bivalvia</b>																				
<i>Abra alba</i>															X			X	X	
<i>Arca noae</i>					X		X		X	X										
<i>Arca tetragona</i>							X													
<i>Cardita trapezia</i>															X					
<i>Chama gryphoides</i>									X			X								
<i>Chlamys varia</i>					X															
<i>Corbula gibba</i>															X		X	X		
<i>Dosinia lupinus</i>															X	X				
<i>Euspira pulchella</i>																	X			
<i>Gastrochaena dubia</i>							X				X									
<i>Hiatella arctica</i>		X																		
<i>Hiatella rugosa</i>			X																	
<i>Macra stultorum</i>																		X		
<i>Mytilaster minimus</i>													X							
<i>Pandora inaequalis</i>																X				
<i>Pitar rudis</i>																	X			
<i>Plagiocardium papillosum</i>																		X	X	
<i>Striarca lactea</i>					X	X			X	X		X								
<i>Tellina (Moerella) donacina</i>															X	X		X	X	
<i>Tellina pulchella</i>															X					
<i>Tellina serrata</i>																				X
<b>Polychaeta Errantia</b>																				
<i>Alitta succinea</i>		X																		
<i>Arabella (Arabella) iricolor</i>																			X	
<i>Ceratonereis costae</i>	X	X		X			X	X		X		X		X						
<i>Dorvillea rubrovittata</i>									X											
<i>Drilonereis filum</i>														X		X	X	X	X	
<i>Eteone lactea</i>				X																
<i>Eulalia venusta</i>																	X			
<i>Eulalia viridis</i>				X																
<i>Eunice aphroditois</i>					X															
<i>Eunice harassii</i>				X																
<i>Eunice pennata</i>									X											
<i>Eunice rousseaui</i>						X				X										
<i>Eunice torquata</i>	X						X	X	X		X									
<i>Eunice vittata</i>				X												X				
<i>Glycera alba</i>														X				X		
<i>Glycera convoluta</i>														X		X				
<i>Glycera rouxi</i>														X	X	X	X			X
<i>Goniada emerita</i>																	X			

Lista faunistica	GRATTAGGI												TRANSETTI						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Harmothoe extenuata</i>						X			X								X		
<i>Harmothoe impar</i>							X	X	X										
<i>Hediste diversicolor</i>														X					
<i>Hyalinoecia brementi</i>														X			X	X	
<i>Hyalinoecia fauveli</i>																		X	
<i>Laetmonice histrix</i>																			X
<i>Lepidoneis anulligera</i>							X												
<i>Lepidonotus clava</i>								X	X		X								
<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>																			X
<i>Lumbrineris coccinea</i>	X			X		X			X			X							
<i>Lumbrineris gracilis</i>									X								X	X	
<i>Lumbrineris impatiens</i>														X			X	X	
<i>Lumbrineris latreilli</i>				X		X			X							X	X		X
<i>Lysidice ninetta</i>					X	X	X	X	X	X	X	X			X				
<i>Malmgreniella lunulata</i>										X									
<i>Marphysa belli</i>							X								X	X	X	X	X
<i>Marphysa sanguinea</i>														X		X	X		
<i>Mysta picta</i>																X		X	
<i>Myxicola infundibulum</i>																			X
<i>Neanthes fucata</i>									X										X
<i>Nematonereis hebes</i>		X	X		X	X	X	X	X	X		X					X	X	X
<i>Nephtys hombergii</i>														X		X	X	X	X
<i>Nereis caudata</i>														X					
<i>Nereis pelagica</i>										X				X					
<i>Nereis perivisceralis</i>								X											
<i>Nereis rava</i>	X	X		X		X	X			X		X				X			
<i>Nereis zonata</i>	X										X								X
<i>Nothria conchylega</i>														X					
<i>Ophiodromus pallidus</i>							X												
<i>Palolo siciliensis</i>	X		X					X			X	X							
<i>Paranaitis kosteriensis</i>										X				X					
<i>Perinereis cultrifera</i>	X		X				X	X	X										
<i>Perinereis marioni</i>		X	X	X							X	X							
<i>Pirakia punctifera</i>										X					X		X		X
<i>Platynereis coccinea</i>		X		X	X			X			X							X	X
<i>Platynereis dumerilii</i>	X	X	X		X			X			X	X		X		X	X		
<i>Sigalion mathildae</i>														X		X			
<i>Sthenelais boa</i>																X			
<i>Syllidae non det.</i>											X								
<i>Syllis corallicola</i>									X										
<i>Syllis cornuta</i>								X											
<i>Syllis gracilis</i>						X		X	X	X					X		X		
<i>Syllis hyalina</i>								X											
<i>Syllis prolifera</i>								X											
<i>Syllis rosea</i>						X	X	X											
<i>Syllis variegata</i>						X	X	X	X					X		X			
<i>Syllis westheidei</i>							X								X				
<i>Trypanosyllis zebra</i>											X						X		
<b><u>Polychaeta Sedentaria</u></b>																			
<i>Ampharetidae non det.</i>															X				
<i>Amphicteis gunneri</i>														X					
<i>Amphitrite johnstoni</i>											X								

Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraffutto del porto di Porto Azzurro

Lista faunistica Specie	GRATTAGGI												TRANSETTI						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Amphitrite variabilis</i>												X							
<i>Amphitritides gracilis</i>																X			
<i>Anobothrus gracilis</i>										X				X					X
<i>Apoprionospio caspersi</i>																	X		
<i>Aricidea capensis bansei</i>															X				
<i>Branchiomma lucullanum</i>	X																		
<i>Cauleriella caputesocis</i>																X	X		
<i>Chaetozone setosa</i>				X															
<i>Chone duneri</i>											X						X		
<i>Cirratulus cirratus</i>		X														X	X		
<i>Clymenura clypeata</i>											X						X	X	
<i>Dodecaceria concharum</i>					X	X		X	X			X							
<i>Euclymene lumbricoides</i>															X				X
<i>Euclymene oerstedii</i>														X			X	X	X
<i>Euclymene palermitana</i>															X				
<i>Euclymene santandarensis</i>														X	X		X		
<i>Eupolymnia nebulosa</i>				X												X			
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>								X											
<i>Flabelligera affinis</i>										X						X			X
<i>Heterocirrus sp.</i>																			X
<i>Hydroides norvegicus</i>		X																	
<i>Hydroides pseudouncinatus</i>					X			X	X										
<i>Lanice conchilega</i>				X												X		X	
<i>Megalomma vesiculosum</i>																		X	
<i>Melinna palmata</i>								X									X	X	X
<i>Neoamphitrite edwardsii</i>																	X		
<i>Notomastus latericeus</i>															X				
<i>Orbinia cuvieri</i>														X	X	X		X	X
<i>Paradoneis armata</i>														X	X		X		
<i>Paraonis fulgens</i>														X	X				
<i>Pherusa flabellata</i>															X				
<i>Pherusa monilifera</i>																			X
<i>Pherusa plumosa</i>																X	X		
<i>Phylo foetida</i>															X				
<i>Pista cristata</i>																			X
<i>Pista elongata</i>																		X	X
<i>Polycirrus denticulatus</i>						X													
<i>Polycirrus medusa</i>												X	X				X		
<i>Polyophthalmus pictus</i>		X																	
<i>Pomatocerus triquetus</i>	X			X				X	X		X								
<i>Protoaricia oerstedii</i>												X							
<i>Raphidrilus nemasoma</i>					X									X					
<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>														X	X	X	X	X	X
<i>Serpula concharum</i>	X											X							
<i>Serpula vermicularis</i>					X		X	X	X	X	X	X							
<i>Spirobranchus polytrema</i>	X	X						X				X							
<i>Tharyx marioni</i>																			X
<i>Vermilopsis langerhansi</i>					X	X													
<i>Vermilopsis striaticeps</i>								X	X	X		X							
<b>Crustacea Stomatopoda</b>																			
<i>Squilla mantis</i>																	X		

Lista faunistica	GRATTAGGI												TRANSETTI							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
<b>Crustacea Decapoda</b>																				
<i>Achaeus cranchii</i>							X	X												
<i>Alpheus dentipes</i>						X		X		X	X	X								
<i>Alpheus macrocheles</i>												X								
<i>Athanas nitescens</i>		X			X			X	X	X	X									
<i>Calcinus tubularis</i>						X		X												
<i>Callinassa subterranea</i>																				X
<i>Cestopagurus timidus</i>										X			X	X						
<i>Clibanarius erythropus</i>								X	X	X										
<i>Dromia personata</i>										X										
<i>Galathea strigosa</i>					X															
<i>Lissa chiragra</i>								X												
<i>Megalopa di Brachiuro</i>										X										
<i>Pagurus anachoretus</i>							X													
<i>Pilumnus hirtellus</i>	X							X	X			X								
<i>Thorulus cranchii</i>					X			X									X			
<b>Crustacea Cumacea</b>																				
<i>Iphinoe serrata</i>														X						
<b>Crustacea Anisopoda</b>																				
<i>Leptochelia savignyi</i>			X												X					
<i>Tanais dulongii</i>	X	X	X			X	X	X	X		X		X			X				
<b>Crustacea Amphipoda</b>																				
<i>Amphitoe helleri</i>									X											
<i>Amphitoe ramondi</i>			X																	
<i>Caprella equilibra</i>						X														
<i>Ceradocus orchestiipes</i>							X		X											
<i>Elasmopus pocillimanus</i>															X					
<i>Elasmopus rapax</i>							X				X	X	X							
<i>Gammarus aequicauda</i>							X		X											
<i>Lembos sp.</i>							X													
<i>Leucothoe spinicarpa</i>				X			X		X					X	X					
<i>Liljeborgia dellavallei</i>													X							
<i>Lysianassa costae</i>							X													
<i>Maera inaequipes</i>	X			X			X		X			X								
<i>Maera shieckei</i>					X															
<i>Pontocrates arenarius</i>																			X	
<i>Stenothoe tergestina</i>				X																
<b>Pycnogonida Pantopoda</b>																				
<i>Anoplodactylus pygmaeus</i>													X							
<b>Bryozoa</b>																				
<i>Cellepora pumicosa</i>					X															
<b>Echinodermata</b>																				
<i>Arbacia lixula</i>															X					
<i>Amphiura chiajei</i>										X				X					X	X
<i>Antedon mediterranea</i>																		X		
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>															X					
<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>														X						X
<i>Ophiura albida</i>																	X			

Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro

Lista faunistica Specie	GRATTAGGI												TRANSETTI						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Tunicata</b>																			
<i>Microcosmus vulgaris</i>									X										
<b>Osteichthyes</b>																			
<i>Chromis chromis</i>																		X	
<i>Coris julis</i>																		X	
<b>Rhodophyta</b>																			
<b>Corallinales</b>																			
<b>Corallinaceae</b>																			
<i>Amphiroa rigida</i>							X	X					X	X					
<i>Corallina elongata</i>						X	X					X	X						
<i>Jania adhaerens</i>		X	X		X	X	X		X			X							
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>														X					
<b>Gelidiales</b>																			
<b>Gelidiaceae</b>																			
<i>Gelidium pusillum</i>								X	X										
<b>Gigartinales</b>																			
<b>Caulacanthaceae</b>																			
<i>Caulacanthus ustulatus</i>					X			X	X										
<i>Feldmannophycus rayssiae</i>						X													
<b>Cystocloniaceae</b>																			
<i>Rhodophyllis divaricata</i>													X						
<b>Kallymeniaceae</b>																			
<i>Meredithia microphylla</i>								X	X										
<b>Peyssoneliaceae</b>																			
<i>Peyssonelia bornetii</i>		X			X	X	X				X								
<i>Peyssonelia crispata</i>					X						X								
<i>Peyssonelia rosa-marina</i>								X	X		X								
<i>Peyssonelia rubra</i>											X								
<i>Peyssonelia stoechas</i>												X							
<b>Ceramiales</b>																			
<b>Ceramiaceae</b>																			
<i>Acrothamnion preissii</i>						X				X			X						
<i>Ceramium bisporum</i>											X								
<i>Pleonosponium borneri</i>					X														
<b>Delesseriaceae</b>																			
<i>Apoglossum ruscifolium</i>												X							
<b>Dasyaceae</b>																			
<i>Heterosiphonia crispella</i>					X						X								
<b>Rhodomeleaceae</b>																			
<i>Herposiphonia secunda</i>									X										
<i>Lophosiphonia cristata</i>	X	X	X	X															
<i>Lophosiphonia obscura</i>	X		X																
<i>Womersleyella setacea</i>					X														
<b>Heterokontophyta</b>																			
<b>Phaeophyceae</b>																			



Lista faunistica	GRATTAGGI												TRANSETTI							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
<b>Sphacelariales</b>																				
<u>Sphacelariaceae</u>																				
<i>Sphacelaria cirrosa</i>						X														
<i>Sphacelaria fusca</i>		X		X			X					X								
<i>Sphacelaria plumula</i>						X	X													
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	X	X	X	X																
<u>Stypocaulaceae</u>																				
<i>Halopteris filicina</i>	X		X	X	X	X	X			X	X	X								
<b>Cutleriales</b>																				
<u>Cutleriaceae</u>																				
<i>Fase Aglaozonia parvula di Cutleria multifida</i>						X	X		X			X								
<b>Dictyotales</b>																				
<u>Dictyotaceae</u>																				
<i>Dictyota sp.</i>				X					X			X	X							
<i>Padina pavonica</i>	X									X										
<b>Chlorophyta</b>																				
<b>Cladophorales</b>																				
<u>Anadyomenaceae</u>																				
<i>Anadyomene stellata</i>									X											
<u>Cladophoraceae</u>																				
<i>Cladophora coelothrix</i>						X						X								
<i>Cladophora dalmatica</i>	X																			
<i>Cladophora prolifera</i>					X	X	X				X	X	X							
<i>Cladophora socialis</i>		X				X	X	X	X											
<b>Halimedales</b>																				
<u>Udoteaceae</u>																				
<i>Flabellia petiolata</i>											X									
<i>Halimeda tuna</i>						X	X						X				X			
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>								X	X			X	X							
<b>Dasycladales</b>																				
<u>Dasycladaceae</u>																				
<i>Dasycladus vermicularis</i>					X															
<b>Bryopsidales</b>																				
<u>Codiaceae</u>																				
<i>Codium bursa</i>																	X			

Studio di impatto delle opere a mare per l'allungamento e il consolidamento del molo sopraflutto del porto di Porto Azzurro

In Figura 2 sono identificati i punti in cui è stato individuato il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*.



Fig. 2 - Le linee verdi indicano la distanza del limite superiore delle prateria dalla testa del molo.

Il primo percorso termina al punto POS 1, alla profondità di 17 m e durante il tragitto non è mai stata trovata la fanerogama marina.

Il secondo percorso termina al punto POS 2, dove si trova il limite della posidonia così come nel punto POS 3, al termine del terzo tragitto.

Di seguito sono riportate le coordinate in WGS 84 dei tre punti individuati.

Punto	Latitudine	Longitudine
Pos 1	42°45'.589 N	010°23'.965 E
Pos 2	42°45'.716 N	010°23'.817 E
Pos 3	42°45'.734 N	010°23'.790 E

Le distanze tra l'attuale molo ed i punti registrati sono rispettivamente di circa 180 m (POS 3), 185 m (POS 2) e circa 350 m (POS 1).

### Conclusioni

La Fig. 1 evidenzia tutta l'area che è stata indagata in maniera molto accurata compresa la scogliera limitrofa alla piccola spiaggia utilizzata

per la balneazione. Osservando la lista floristica dei grattaggi si può notare che la situazione ambientale appare migliore dalla stazione S4 in poi per quanto riguarda la scogliera di rinforzo al molo.

Le parti in roccia o cemento appaiono colonizzate dalle specie incrostanti sessili, sedentarie o erranti proprie delle strutture portuali e che colonizzano le future strutture a mare dopo l'allungamento del pontile. I fondali dove le stesse insisteranno che fanno parte, anche se solo parzialmente, dell'area studiata, mostrano uno stato di notevole disagio ambientale proprio di un'area portuale utilizzata da molto tempo. Il substrato è prevalentemente fangoso e presenta forme animali tipiche di questo tipo di ambiente.

Molte delle specie campionate sono caratteristiche di fondali con evidente stato di stress; l'allungamento del pontile insisterà quindi su fondali già alterati da attività antropiche.

È stato importante individuare il limite superiore delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti e la loro distanza dal molo. Osservando la Fig. 2 si può notare che i punti POS 1, POS 2 e POS 3, che indicano l'inizio del limite superiore della prateria, individuati dal nostro battello e dai nostri biologi in immersione, sono posti rispettivamente a circa 350 e 180 m di distanza dal molo. L'allungamento di 50 m del molo con il conseguente intorbidimento delle acque dovuto ai lavori e allo sversamento a mare di materiale da costruzione non dovrebbe quindi, data la distanza, interferire con le praterie in maniera significativa.

Pertanto, dato il tipo di fondale e le specie sessili presenti il danno arrecabile agli ecosistemi attualmente presenti potrebbe essere considerato come un disturbo ambientale incapace di modificare la struttura delle biocenosi presenti in quest'area, correlabile a livelli di perturbazioni lievi e facilmente recuperabili (Sutherland, 1981).

### Ringraziamenti

Si ringraziano per il supporto alle operazioni di campionamento la Capitaneria di Porto di Portoferraio e la Delegazione di Spiaggia di Porto Azzurro.

## Bibliografia

- Abbiati, M. 1991. Metodi di campionamento biologico subacqueo. In: *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*. Pisa, I.S.S.D.: 67-83.
- Balduzzi, A., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti, R., Cerrano, C., Cocito, S., Cotta, S., Diviacco, G., Degli'Innocenti, F., Morgigni, M., Morri, C., Pansini, M., Salvatori, L., Senes, L., Sgorbini, S., Tunesi, L. 1994. Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinara (Mar Ligure). *Atti X Congr. A.I.O.L.*: 603-617.
- Bianchi, C. N., Coccito, S., Morri, C., Sgorbini, S. 1991. Rilevamento bionomico subacqueo. In: *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*. Pisa, I.S.S.D.: 67-83.
- Bilyard, G. R. 1987. The value of benthic in fauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Poll. Bull.*, **18**: 581-585.
- Cinelli, F., Fresi, E., Mazzella, L. 1976. Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro nel Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo (Macrofite e Isopodi liberi). *Arch. Oceanogr. Limnol.* **18**(3): 169-188.
- Cinelli, F., Fresi, E., Mazzella, L., Pansini, M., Pronzato, R., Svoboda, A. 1977. Distribution of phyto and zoocenosis along a light gradient in a superficial marine cave. In: B. F. Keagan, P. O'Ceidig, P. S. S Boaden (Eds.): *Biology of benthic organisms*, Pergamon Press, Oxford: 173-183.
- Crema, R., Bonvicini Pagliai, A. M., Cognetti Variabile, A. M., Morselli, I., Zunarelli Vandini, R. 1983. Ruolo della comunità macrozobentoniche nel monitoraggio biologico dell'ambiente marino costiero. In: *Eutrofizzazione dell'Adriatico. Ricerche e linee di intervento*. Regione Emilia Romagna: 379-384.
- Giaccone, G., Sortino, M., Pizzi-longo, L. 1974. Zonazione della vegetazione marina delle isole Egadi. *Lav. Ist. Bot. E Giard. Col. Palermo*, **25**: 166-183.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G. 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichthyologique. *Trav. Sci. Parc Nation. Port Cros*, **1**: 47-52.
- Sarà, M., Balduzzi, A., Boero, F., Pansini, M., Pessani, D., Pronzato, R. 1978. Analisi di un popolamento bentonico di Falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. *Bul. Mus. Ist. Biol. Univ.*, **46**.
- Sutherland, J. P. 1981. The fouling community at Beaufort, North Carolina: a study in stability. *Am. Nat.* **118**: 499-519.
- Thomson, B. W., Riddle, M. J., Stark, J. S. 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Mar. Poll. Bull.*, **46**: 232-243.

## Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

Roberto Bedini<sup>1</sup>, Gianfranco Sartoni<sup>2</sup>, Filippo Ferrario<sup>1</sup>, Paolo Bralia<sup>1</sup>

**Parole chiave:** monitoraggio, benthos, industrie

*Nell'area marina prospiciente l'insediamento della industrie metalmeccaniche di Piombino sono state costruite grandi vasche a mare per lo stoccaggio ed il trattamento dei rifiuti industriali. Si è proceduto allo studio della comunità bentoniche dei fondali adiacenti allo scopo di avere un quadro preciso della situazione ecologica attuale per verificare nel tempo eventuali variazioni. L'area appare già degradata dagli scarichi a mare sia delle industrie che del fiume Cornia e del canale delle Terre Rosse. Sarà importante quindi un controllo assiduo nel tempo della situazione dei fondali soprattutto perché nelle vicinanze c'è il litorale utilizzato per la balneazione che va da Piombino a Follonica frequentato da migliaia di persone durante la stagione estiva.*

### Introduzione

Su incarico dell'autorità Portuale di Piombino è stato effettuato uno studio pluridisciplinare sulle presenze bentoniche in una vasta area del litorale della città di Piombino prospiciente la zona industriale. La cartografia del benthos è essenziale sia per la conoscenza degli ecosistemi in una data area che per gli aspetti finalizzati a necessità di intervento e gestione del territorio (Bartlett, 2000; Villa, et al, 2002).

Lo studio del macrobenthos di fondo molle è un buono strumento per il monitoraggio ambientale marino. Le comunità bentoniche di fondo molle possono essere usate infatti come "indicatori" delle caratteristiche ambientali (Crema *et al*, 1983; Bolyard, 1987; Thomson, 2003).

Da uno studio ancora in corso con il CNR di Pisa, Istituto per i Processi Chimico-Fisici è stata evidenziata la presenza, in quantità rilevanti, di metalli pesanti nei sedimenti che, uniti all'intorbidimento delle acque alla foce degli scarichi a mare,

hanno provocato un evidente degrado ambientale quantomeno nelle aree limitrofe agli stessi.

### Materiali e metodi

In una vasta area che si estende dal litorale del Quagliodromo alla zona antistante il molo "ILVA"

### gli autori

<sup>1</sup> Istituto di Biologia ed Ecologia Marina,  
Piazza Bovio, \_ 57025 Piombino (Li),  
bedini@biomare.it;  
museomare@biomare.it;

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia Vegetale  
Università di Firenze,  
Via La Pira, 4 50121 Firenze,  
gsartoni@unifi.it

sono stati posizionati 9 transetti di 350 metri in senso ortogonale alle linee di riva. È stata utilizzata una corda piombata che ogni 50 metri presentava un segnalino di identificazione della lunghezza raggiunta per un totale di 7 segnalini. Una boa di segnalazione con ancora è stata posizionata al termine del transetto.

I transetti sono stati identificati e trascritti con l'utilizzo di GPS e bussola.

Il Visual census è stato effettuato in immersione con ARA percorrendo il transetto lungo il profilo batimetrico (Giaccone e Sortino, 1974) provvedendo ad identificare le specie cospicue sessili e natanti, annotando e fotografando le specie osservate e la loro abbondanza (Bianchi et al 1991; Harmelin-Vivien et al, 1975; Balduzzi et al, 1994). La profondità è stata misurata ogni 100 metri.

Su fondo molle sono stati effettuati campionamen-

ti di sedimento su superfici di cm. 20 x 20 per una profondità di circa 10 cm. nel substrato chiudendo i campioni in sacchetti di polietilene (Cinelli et al, 1976; Sarà et al, 1978; Abbiati, 1991).

Le zone caratterizzate da superficie dura sono state oggetto di prelievo del materiale di copertura mediante la metodologia del "grattaggio" (Cinelli et al., 1977; Sarà et al., 1978), che consente di determinare accuratamente specie difficilmente identificabili "sul campo". Utilizzando martello e scalpello sono pertanto state asportate superfici di 20 cm x 20 cm, subito raccolte all'interno di sacchetti di polietilene e chiuse con elastici per impedire così al materiale raccolto di venire disperso. Il materiale è stato poi messo in contenitori di plastica, riposto in borse frigo e trasportato all'Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino per effettuare l'esame.

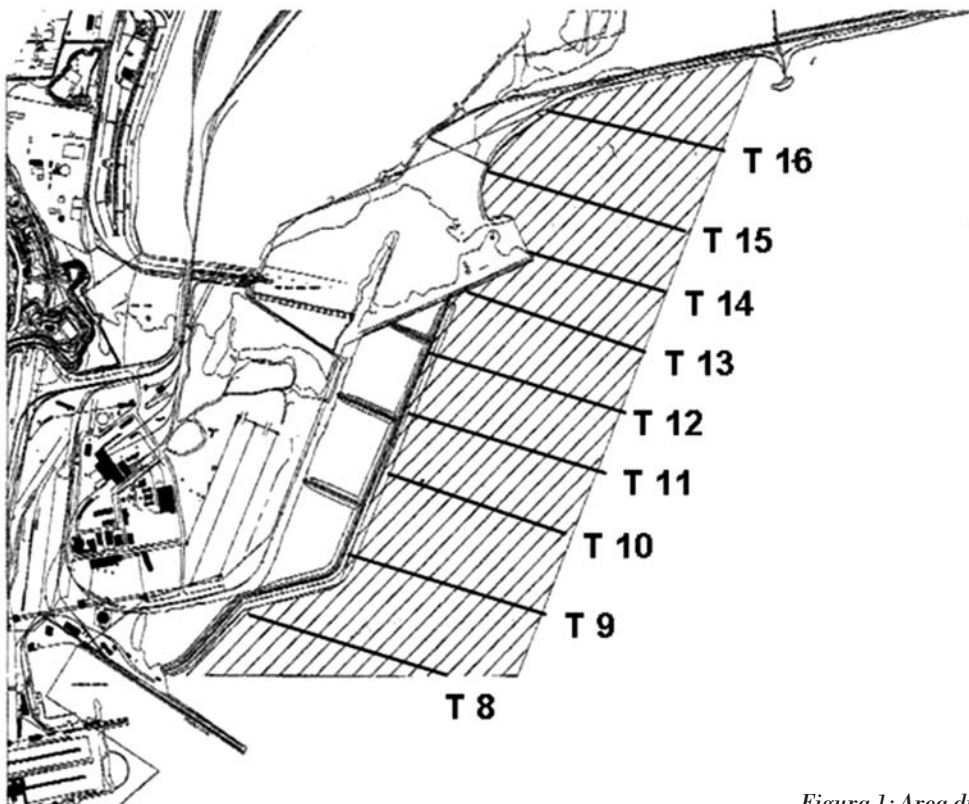


Figura 1: Area di studio.

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

**Risultati**

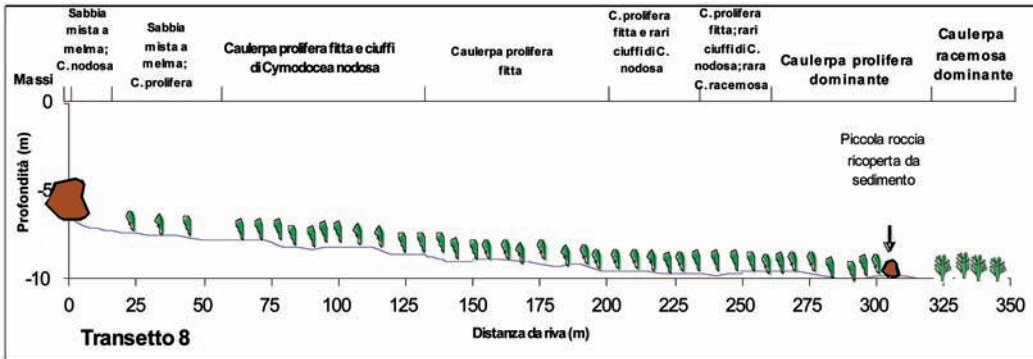


Figura 2: Profilo transetto 8.

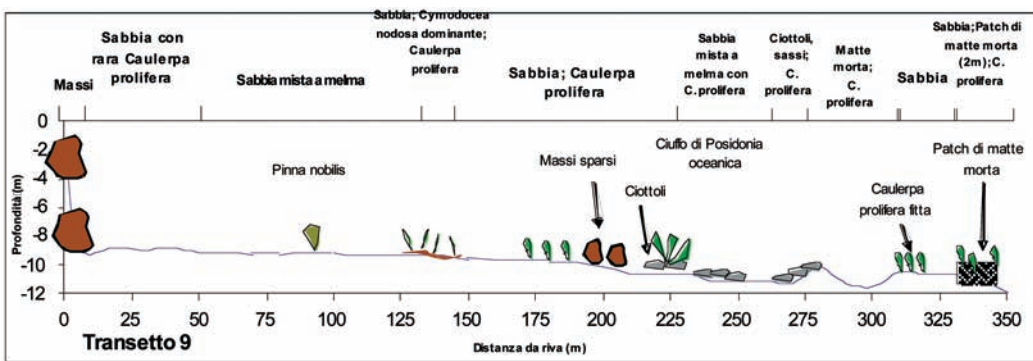


Figura 3: Profilo transetto 9.

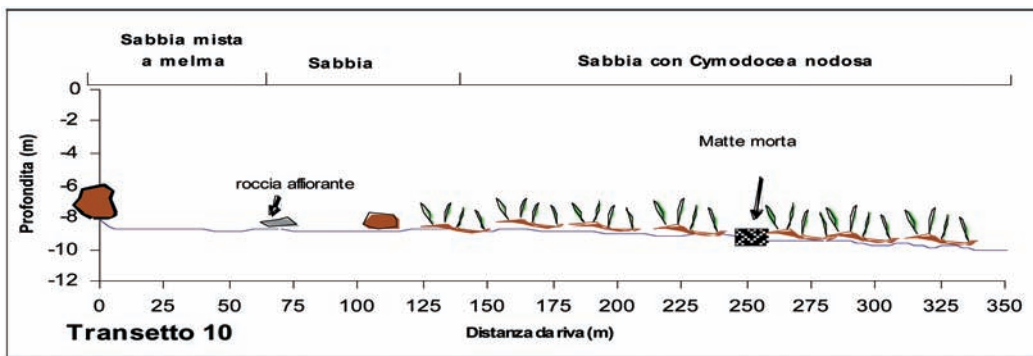


Figura 4: Profilo transetto 10.

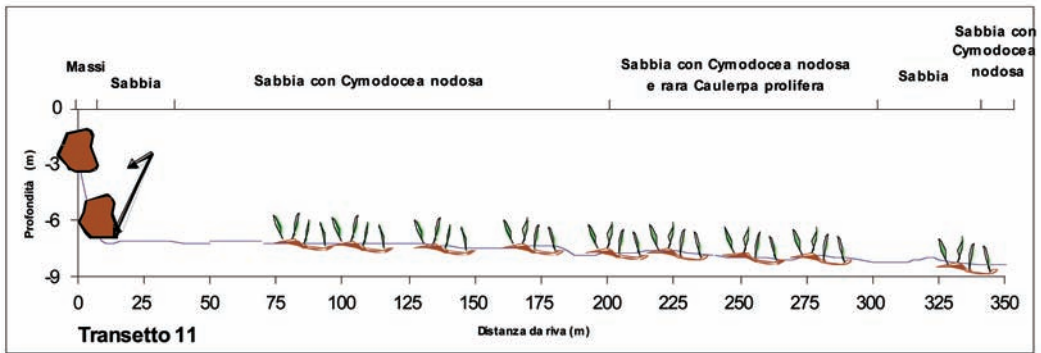


Figura 5: Profilo transetto 11.

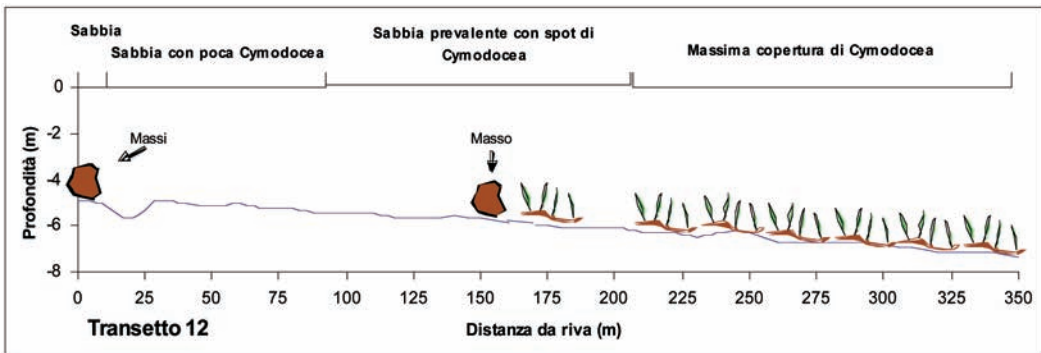


Figura 6: Profilo transetto 12.

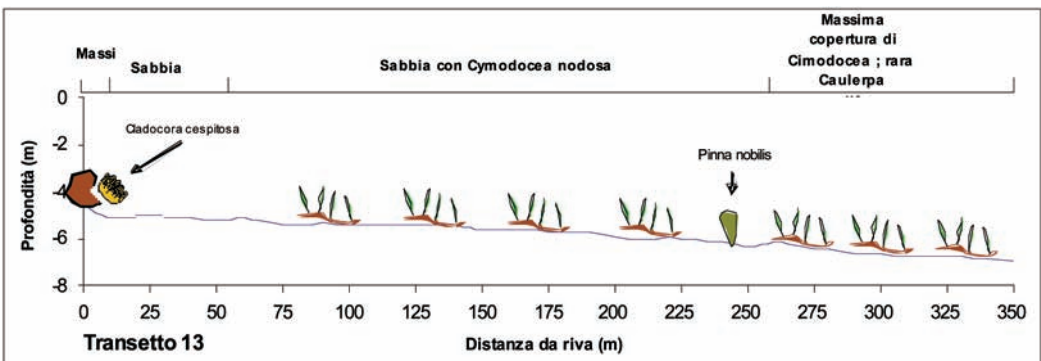


Figura 7: Profilo transetto 13.

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

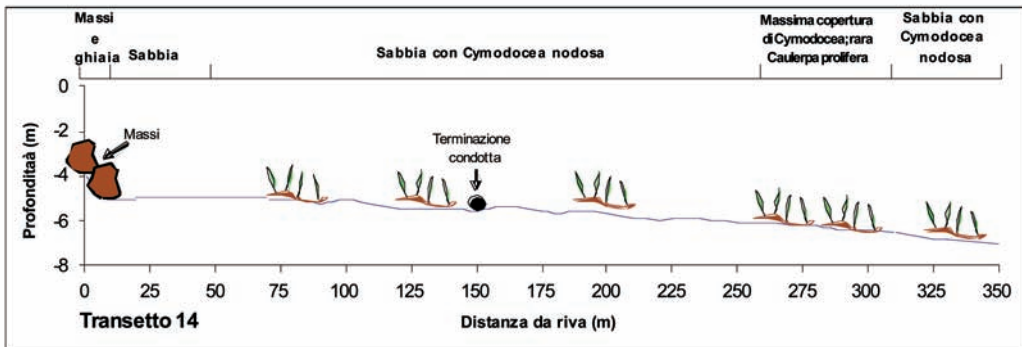


Figura 8: Profilo transetto 14.

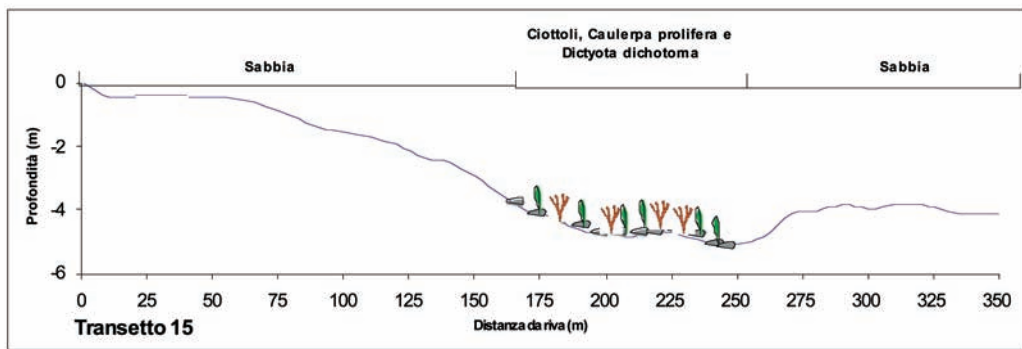


Figura 9: Profilo transetto 15.

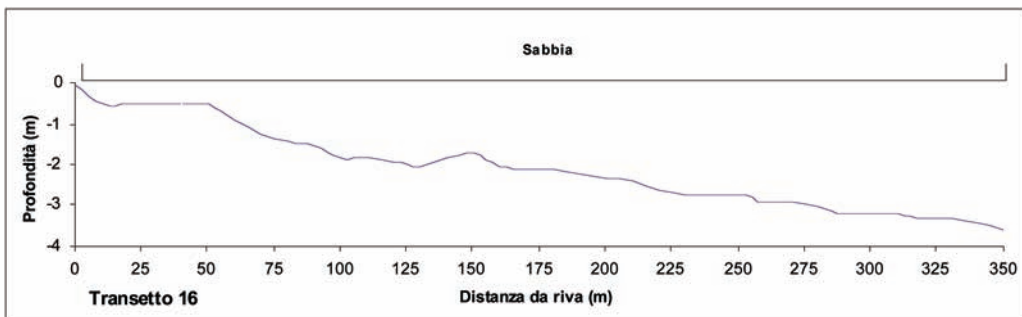


Figura 10: Profilo transetto 16.



Tabella 1: Lista faunistica

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
ANELLIDI	<i>Ammotrypane aulogaster</i>	2								
	<i>Ampharete acutifrons</i>			1	1					
	<i>Amphicteis gunneri</i>	6						3		
	<i>Amphictene auricoma</i>	1								
	<i>Anobothrus gracilis</i>	1	1	2						
	<i>Aphrodita aculeata</i>		1							
	<i>Aponuphis bilineata</i>							1		
	<i>Aponuphis brementi</i>				1	3	3			
	<i>Apoprionospio caspersi</i>					3	4		2	4
	<i>Arabella iricolor</i>									
	<i>Aricidea capensis bansei</i>								2	
	<i>Aricidea jeffreysii</i>	1								
	<i>Armandia polyophtalma</i>	1								
	<i>Audouinia tentaculata</i>		1							
	<i>Brada villosa</i>	1								
	<i>Capitella capitata</i>	1						1		
	<i>Ceratonereis costae</i>						1	3		
	<i>Chaetozone setosa</i>		1	1		1				
	<i>Chone duneri</i>						1	1		
	<i>Chone filicaudata</i>									1
	<i>Cirratulus cirratus</i>	2		1				1		
	<i>Cirriformia tentaculata</i>	1						1		
	<i>Clymene collaris</i>					1				
	<i>Clymene santanderensis</i>		1					3		
	<i>Clymenura clypeata</i>	7		1	1				5	3
	<i>Dasybranchus caducus</i>	1					1	1		
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	9				1			1	
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	1								
	<i>Drilonereis filum</i>	1	2		1		7			
	<i>Eteone lactea</i>									
	<i>Euclymene collaris</i>				2		1			

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Euclymene lumbricoides</i>	9		5	4			1	1	
	<i>Euclymene oerstedii</i>	12	3	8		5	1			
	<i>Euclymene palermitana</i>									
	<i>Euclymene santandarensis</i>	2			1					
	<i>Eulalia venusta</i>				1					
	<i>Eunice vittata</i>	2		1			1	1		
	<i>Eupolymnia nebulosa</i>								1	
	<i>Exogone naidina</i>		1							
	<i>Flabelligera affinis</i>	1	1							
	<i>Flabelligera diplochaitos</i>	1								
	<i>Gibberula miliaria</i>							1		
	<i>Glycera rouxi</i>	2	1			2		1		
	<i>Glycera unicornis</i>	1					2	1		
	<i>Goniada emerita</i>	1					2			
	<i>Goniada maculata</i>			1	1					
	<i>Goniada norvegica</i>					1				
	<i>Harmothoe extenuata</i>								1	
	<i>Harmothoe imbricata</i>						1			
	<i>Harmothoe lunulata</i>							1		
	<i>Harmothoe sp.</i>			1						
	<i>Heteromastus filiformis</i>	1								
	<i>Hyalinoecia brementi</i>		1						1	4
	<i>Hyalinoecia fauveli</i>						1			1
	<i>Kefersteinia cirrata</i>		1							
	<i>Lagisca extenuata</i>		1							
	<i>Laonice cirrata</i>	1								
	<i>Lepidonotus squamatus</i>							1		
	<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>		1							
	<i>Lumbrineris fragilis</i>	1	1	1		1	1			
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	2			1	2	4	2		1

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	16		6	1	14	14	9		7
	<i>Lumbrineris paradoxa</i>	1							1	2
	<i>Lumbrineris tetraura</i>					1				
	<i>Lumbrineris sp.</i>		1							
	<i>Lysidice ninetta</i>		2			1		1		
	<i>Magelona papillicornis</i>			1	1	5	5	6	7	6
	<i>Magelona rosea</i>	1								
	<i>Maldane glebifex</i>	5			1		7	3		
	<i>Marphysa bellii</i>	1				1				
	<i>Marphysa sanguinea</i>	4								
	<i>Megalomma vesiculosum</i>		1	2	1					
	<i>Melinna palmata</i>	3	4							
	<i>Myriochele heeri</i>					16				
	<i>Nainereis laevigata</i>									1
	<i>Neanthes caudata</i>						1			
	<i>Neanthes succinea</i>		3							
	<i>Nematonereis unicornis</i>		1			2				
	<i>Nephtys caeca</i>								1	
	<i>Nephtys cirrosa</i>						1		1	2
	<i>Nephtys hombergii</i>		1		1	1	1	3	5	4
	<i>Nephtys hystricis</i>					1		1		
	<i>Nephtys sp.</i>		1							
	<i>Nereis coccinea</i>	1								
	<i>Nereis sp.</i>					1				
	<i>Nerine bonnierii</i>								3	1
	<i>Nerine cirratulus</i>						1			
	<i>Nicomache lumbricalis</i>	1			1					
	<i>Nothria conchylega</i>		1							
	<i>Notomastus latericeus</i>	5					3	2	2	
	<i>Onuphis eremita</i>			2		1		2		
	<i>Ophelia bicornis</i>	1	1					3		

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Orbinia cuvieri</i>			1				1		
	<i>Owenia fusiformis</i>	7	3	1	6		1	4	4	
	<i>Paradoneis lyra</i>	1								
	<i>Paraehlersia ferrugina</i>	1								
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	2								
	<i>Pelogenia arenosa</i>							1	3	
	<i>Perinereis cultrifera</i>	1	1							
	<i>Pherusa flabellata</i>	1							3	
	<i>Pherusa monilifera</i>							1		
	<i>Phyllodoce maculata</i>								1	
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	1							
	Phyllodocide non det.			1						
	<i>Phylo foetida</i>									5
	<i>Pisione remota</i>	1				2		1	1	1
	<i>Pista cristata</i>	1	2	1					2	
	<i>Platynereis coccinea</i>	1	1							
	<i>Platynereis dumerilii</i>						5	1		
	<i>Polycirrus medusa</i>	1								
	<i>Polycirrus sp.</i>			1						
	<i>Polyopthalmus pictus</i>	2	3				2	1		
	<i>Praxillella gracilis</i>					1				
	<i>Prionospio malmgreni</i>	1								
	<i>Protoarcia oerstedii</i>					1				
	<i>Psammolyce arenosa</i>		1				1			
	<i>Raphidrilus nemasoma</i>	1	1			1				
	<i>Scalissetosus pellucidus</i>			1						
	<i>Scolarcia typica</i>	1				1				
	<i>Scolelepis foliosa</i>	2				2			1	
	<i>Scolelepis fuliginosa</i>							2		
	<i>Scoloplos armiger</i>	1							2	3

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Sigalion mathildae</i>		1			5				
	<i>Sphenia binghami</i>									
	<i>Spio filicornis</i>	1							2	1
	<i>Spio multioculata</i>		1							
	<i>Sthenelais boa</i>		1					1		
	<i>Stylarioides plumosa</i>		1							
	<i>Sygalion mathildae</i>			7	5				2	4
	<i>Syllis garciai</i>	2				2				
	<i>Syllis gracilis</i>					1				
	<i>Syllis hyalina</i>						1		1	
	Syllide non det.				1		1			
	<i>Terebellides stroemi</i>	2								
	<i>Tharyx marioni</i>	1								
CROSTACEI	<i>Acanthonix lunulatus</i>							1		
	<i>Achaeus cranchii</i>									
	<i>Alpheus dentipes</i>							1		
	<i>Ampelisca diadema</i>		1	1	1	2	4	1		1
	<i>Ampelisca gibba</i>							1		
	<i>Apseudes latreillii</i>	10	8	6	7	5	4	9	3	2
	<i>Bathyporeia leucophthalma</i>	1		1	1	1	1	3		2
	<i>Bathyporeia megalops</i>						2			
	<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>						1	1		
	<i>Ceradocus orchestipes</i>		1	9						
	<i>Clibanarius erythropus</i>		1				1		2	
	<i>Crangon crangon</i>			1						
	<i>Cypridina mediterranea</i>			1						
	<i>Dexamine spiniventris</i>	2	1		1					
	<i>Diogenes pugilator</i>					3	1	1	4	1
	<i>Echinogammarus foxi</i>			1						

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Elasmopus rapax</i>			1						
	<i>Gammarus aequicauda</i>						1			
	<i>Harpinia crenulata</i>		1							
	<i>Harpinia dellavallei</i>					2		1		
	<i>Harpinia</i> sp.					1				
	<i>Hyale camptonyx</i>									
	<i>Hyale schmidtii</i>					1				
	<i>Iphimedia serratipes</i>						1			
	<i>Iphinoe serrata</i>					1	3			
	<i>Lembos spiniventris</i>					1				
	<i>Leptocheilia savignyi</i>	1						2		
	<i>Leucothoe serraticarpa</i>		1							
	<i>Leucothoe</i> sp.									1
	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	1	1		2		1	2		
	<i>Liljeborgia dellavallei</i>	1		1		1				
	<i>Liocarcinus vernalis</i>							1		
	<i>Lysianassa costae</i>					1	1			
	<i>Lysianassa longicornis</i>	1	2	2	1	1	1			1
	<i>Macropodia rostrata</i>	1								
	<i>Maera</i> sp.	1								
	<i>Paraphoxus oculatus</i>					1				
	<i>Peltocoxa mediterranea</i>						1	1		
	<i>Pisidia longicornis</i>	1								
	<i>Pontocrates arenarius</i>			1	1	1	5	2		1
	<i>Portunus latipes</i>									1
	<i>Sirpus zariquieyi</i>						1			
	<i>Socarnes filicornis</i>	2								
	<i>Sphaeroma serratum</i>		1							
	<i>Stenothoe elachista</i>				1			2		
	<i>Stenothoe tergestina</i>					2				
	<i>Tryphosella minima</i>						1			

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Urothoe elegans</i>	1			1		2	1		
	<i>Urothoe grimaldii</i>	1		4	3	3	3	5		4
	<i>Urothoe pulchella</i>									2
MOLLUSCHI	<i>Abra alba</i>		1							
	<i>Abra nitida</i>	1								
	<i>Anomia ephippium</i>							2		
	<i>Antalis vulgaris</i>	1							1	
	<i>Calliostoma laugierii</i>	1								
	<i>Capsella variegata</i>				1					
	<i>Cerastoderma edule</i>						4			
	<i>Chama gryphoides</i>	1						2		
	<i>Corbula gibba</i>	2								
	<i>Cylichna cylindracea</i>	1	1							
	<i>Dentalium vulgare</i>		3							
	<i>Dosinia lupinus</i>		3	2	1	3		1	3	
	<i>Gastrochaena dubia</i>								2	
	<i>Gibberula miliaria</i>							1		
	<i>Gouldia minima</i>	1								
	<i>Hiatella striata</i>								3	
	<i>Irus irus</i>							1	1	
	<i>Mactra stultorum</i>		2							
	<i>Modiolus barbatus</i>								1	
	<i>Modiolus barbatus</i>								1	
	<i>Neverita josephina</i>				1					
	<i>Parvicardium exiguum</i>	1								
	<i>Pharus legumen</i>				1					
	<i>Pitar rudis</i>	1	1							
	<i>Ruditapes decussatus</i>						5	1	4	
	<i>Scrobicularia plana</i>						1			

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

	Area	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Gruppo sistematico	Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
	<i>Tellina donacina</i>					1				
	<i>Tellina pulchella</i>	1	1			1			1	1
	<i>Tellina serrata</i>	1		1						
SIPUNCULIDI	<i>Aspidosiphon muelleri</i>							3		
	<i>Golfingia elongata</i>					1	1			
	<i>Phascolion strombi</i>						1	10	4	
	<i>Phascolosoma granulatum</i>					1	2	7	1	
	<i>Thysanocardia catharinae</i>		1							
	<i>Thysanocardia procera</i>		1							
ECHINODERMI	<i>Amphipholis squamata</i>	2				1		1		
	<i>Amphiura chiajei</i>	1	3						1	
	<i>Amphiura filiformis</i>				1				1	
	<i>Astropecten spinulosus</i>									1
	<i>Echinocardium cordatum</i>						1			
	<i>Ophiopsila aranea</i>	1								
	<i>Ophiothrix fragilis</i>									
	<i>Phyllophorus urna</i>		1			1			1	
NEMERTINI	<i>Cephalothrix linearis</i>								1	
	Nemertino non det.							1		
	<i>Tubulanus nothus</i>								1	
OSTEITTI	<i>Ophidion barbatum</i>			1						
CHELICERATI	<i>Anoplodactylus pygmaeus</i>						1			



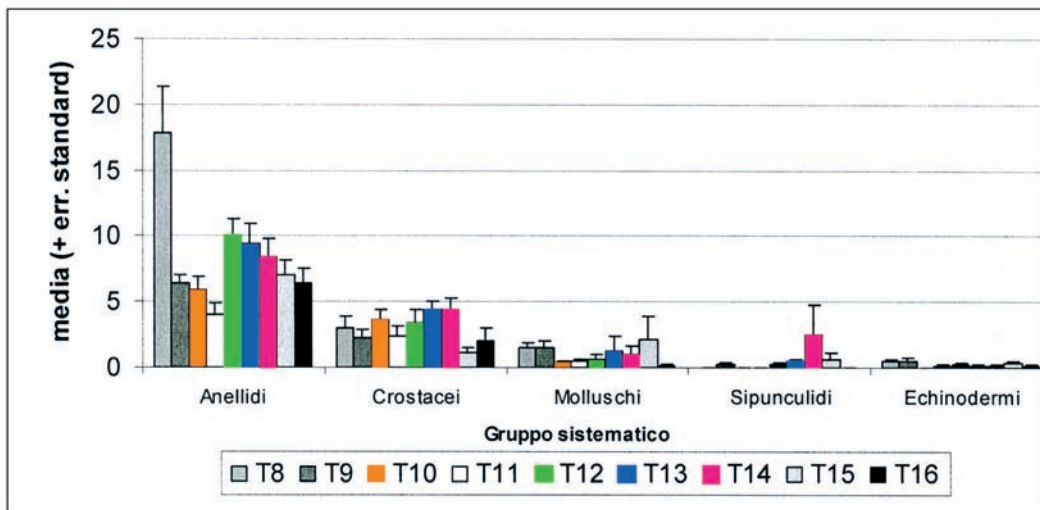


Figura 11: Il grafico mostra il numero medio di individui, con il relativo errore standard, per gruppo sistematico in ogni transetto.

## Conclusioni

Le specie animali determinate indicano che l'area che va dal transetto 8 al transetto 16 appare degradata sia per la vicinanza del porto turistico che per quella degli insediamenti industriali oltre agli sbocchi a mare del fiume Cornia e del canale delle Terre Rosse. La componente zoobentonica è risultata essere quella caratteristica di fondali dove è in atto una situazione di stress ambientale.

Il Cornia è risultato infatti, in una indagine effettuata dal nostro Istituto e dal CNR di Pisa ed ancora in corso, interessato dalla presenza di rilevanti quantità di cromo nei sedimenti che, uniti all'intorbidimento delle acque prodotto dallo sversamento a mare del fosso delle Terre Rosse, rendono l'area marina antistante abbastanza degradata. La presenza in questa area di specie considerate indicatori della buona qualità delle acque (ad es. *Cladocora cespitosa*) è da considerarsi il risultato di adattamento negli anni della progenie della specie alla situazione ambientale come già dimostrato dal nostro Istituto essere avvenuto in altre aree limnitrofe (Analysis Of Macrobenthic Community Structure In Relation To Different Environmental Conditions In Three Harbours In The North Tyrrhenian Sea (Italy). Preliminary Study. *Mediterranean Marine Science*. Vol. 4/2, 2003, 83-97).

Dato che in questa area sono state costruite vasche di colmata per lo stoccaggio e smaltimento di sedimenti marini sarebbe auspicabile che controlli e indagini subacquee fossero condotti periodicamente per valutare la situazione in progress.

Il confronto con una ricerca effettuata lungo le coste piombinesi nel 2000 (Indagine preliminare sulle biocenosi del promontorio di Piombino, tra Salivoli e Torre del Sale (Provincia di Livorno). *Biologia Marina Mediterranea*. Vol. 9, fascicolo 1, 2002, parte seconda.) ci permette di valutare i cambiamenti avvenuti in aree sovrapponibili con quelle indagate con la presente e cioè i transetti T9 del 2000 con il transetto 1 del 2008, 10, 11 e 12 del 2000 con 13, 15 e 16 del 2008. Nel confronto le biocenosi sembrano addirittura meglio strutturate oggi rispetto al passato in conseguenza dei maggiori controlli sugli scarichi industriali a mare. La parte maggiormente danneggiata appare, oggi come allora, l'area che va dal transetto 13 al transetto 16 per i motivi sopra esposti. È stata registrata solo una presenza più alta di anellidi nel transetto 8 nelle vicinanze di uno scarico a mare. Da notare che l'alga invasiva tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh, 1873, da noi segnalata nella ricerca del 2000, ha avuto un'espansione notevolissima essendo presente pressoché in tutti i transetti.

Indagine sulla biocenosi di fondali marini contigui a vasche di colmata per lo stoccaggio di rifiuti industriali della città di Piombino

Per quanto riguarda le altre popolazioni fitobentoniche la situazione è molto simile a quella riscontrata per lo zoobenthos. La zona antistante le vasche di colmata ha evidenziato popolazioni algali poco strutturate e in evidente stato di stress.

#### Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione offerta la Capitaneria di Porto di Piombino e la Port Authority.

Tabella 2: *Lista floristica.*

Specie	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Acetabularia acetabulum	X			X					
Acrothamnion preissii	X	X					X		
Balliella cladoderma				X					
Bryopsis corymbosa				X					
Caulerpa prolifera	X	X		X		X	X	X	
Caulerpa racemosa var. cylindracea	X	X				X			
Cladophora coelothrix		X							
Cladophora dalmatica		X							
Codium vermilara							X		
Corallina elongata			X	X			X		
Dasya rigidula				X					
Derbesia tenuissima			X	X			X		
diatomee coloniali				X					
Dictyota dichotoma	X	X						X	
Dipterosiphonia rigens				X					
Erythrotrichia carnea				X					
Gelidium sp.							X		
Herposiphonia tenella		X							
Heterosiphonia crispella				X					
Pterosiphonia pennata							X		
Pterothamnion plumula		X							
S. cornu-cervi				X					
Stylonema alsidii				X					
Stypocaulon scoparium	X								

## Bibliografia

- Abbiati, M. 1991. Metodi di campionamento biologico subacqueo. In: *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*. Pisa, I.S.S.D.: 67-83.
- Balduzzi, A., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti, R., Cerrano, C., Cocito, S., Cotta, S., Diviacco, G., Degli'Innocenti, F., Morgigni, M., Morri, C., Pansini, M., Salvatori, L., Senes, L., Sgorbini, S., Tunesi, L. 1994. Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinara (Mar Ligure). *Atti X Congr. A.I.O.L.*: 603-617.
- Bartlett, D. J. 2000 Working on the frontiers of science: applying GIS to the coastal zone. In: Wright, G.; Bartlett, D. J. (eds.), *Marine and coastal geographical information systems*, Taylor & Francis, Philadelphia, Pennsylvania: 11-24.
- Bianchi, C. N., Coccito, S., Morri, C., Sgorbini, S. 1991. Rilevamento bionomico subacqueo. In: *Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo*. Pisa, I.S.S.D.: 67-83.
- Bilyard, G. R. 1987. The value of benthic in fauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Poll. Bull.*, **18**: 581-585.
- Cinelli, F., Fresi, E., Mazzella, L. 1976. Ricerche sui popolamenti bentonici di substrato duro nel Porto di Ischia. Infralitorale fotofilo (Macrofite e Isopodi liberi). *Arch. Oceanogr. Limnol.* **18**(3): 169-188.
- Cinelli, F., Fresi, E., Mazzella, L., Pansini, M., Pronzato, R., Svoboda, A. 1977. Distribution of phyto and zoocenosis along a light gradient in a superficial marine cave. In: B. F. Keagan, P. O'Ceidig, P. S. S. Boaden (Eds.): *Biology of benthic organisms*, Pergamon Press, Oxford: 173-183.
- Crema, R., Bonvicini Pagliai, A. M., Cognetti Variabile, A. M., Morselli, I., Zunarelli Vandini, R. 1983. Ruolo della comunità macrozobentoniche nel monitoraggio biologico dell'ambiente marino costiero. In: *Eutrofizzazione dell'Adriatico. Ricerche e linee di intervento*. Regione Emilia Romagna: 379-384.
- Giaccone, G., Sortino, M., Pizzi-longo, L. 1974. Zonazione della vegetazione marina delle isole Egadi. *Lav. Ist. Bot. E Giard. Col. Palermo*, **25**: 166-183.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G. 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichthyologique. *Trav. Sci. Parc Nation. Port Cros*, **1**: 47-52.
- Sarà, M., Balduzzi, A., Boero, F., Pansini, M., Pessani, D., Pronzato, R. 1978. Analisi di un popolamento bentonico di Falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. *Bul. Mus. Ist. Biol. Univ.*, **46**.
- Thomson, B. W., Riddle, M. J., Stark, J. S. 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Mar. Poll. Bull.*, **46**: 232-243.
- Villa, F.; Tunesi, L.; Agardy, T. 2002. Optimal zoning of marine protected areas through spatial multiple criteria analysis: the case of Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Cons. Biol.*, **16** (2).

## Una lepre lessepsiana

Gianni Neto<sup>1</sup>

Ormai da molti anni stiamo assistendo al continuo ingresso in Mediterraneo, attraverso il canale di Suez, di specie provenienti dal Mar Rosso. Dall'anno della sua inaugurazione, era il 1869, ha avuto inizio la migrazione di specie tropicali nell'area mediterranea. In un primo momento si è assistito ad un passaggio relativamente lento, poi, complici molteplici cause, fra le quali la ridotta portata d'acqua del Nilo dovuta allo sbarramento di Assuan, con conseguente perdita di una sorta di barriera d'acqua dolce che ostacolava l'ingresso di specie viventi in acque con salinità elevata. Il progressivo aumento della temperatura del Mediterraneo ha ulteriormente agevolato il passaggio da un mare all'altro. Fatto sta che oggi le specie lessepsiane (dal nome dell'ingegnere francese Ferdinand Marie de Lesseps che aprì il canale), presenti sono, secondo i dati del CIESM (Mediterranean Science Commission), oltre 300. Il soggetto di queste immagini è una lepre di mare che da qualche anno fotografo nelle acque della Calabria. La cosa curiosa, e per certi versi interessante, è come sia giunto alla sua determinazione e abbia appreso, in quella circostanza, di essere stato il primo a segnalarla nelle acque italiane. La lepre in questione l'ho incontrata per la prima volta nel 1999, era una specie che non avevo mai visto, così ho scattato diverse foto, poi, una volta a casa, è iniziata la ricerca per arrivare alla determinazione della specie. L'animale, dal corpo di colore giallo-verdognolo lungo fino ad una ventina di centimetri, presenta un disegno mazzato di colore chiaro. L'aspetto è molto simile alla nostra lepre di mare, da cui differisce per i rinofori, più sottili e in posizione più arretrata, pressoché tra i lobi di parapodiali. Dai testi in mio possesso, e dopo essermi consultato con altre persone, arrivo alla conclusione che si tratti di *Phyllaplysia lafonti*. Certo di questa classificazione, invio alcune im-

magini ad un sito internet tedesco, con il quale collaboro, che si occupa di Opisthobranchi. Passano alcuni mesi e ricevo una mail nella quale mi si chiede la data e il luogo del primo avvistamento, a fare la richiesta non è una persona qualsiasi, ma il Prof. Bill Rudman dell'Australian Museum di Sydney, il quale ha riconosciuto nelle mie immagini l'*Aplisia Syphonota geographica*. Questa lepre è originaria dell'Indo Pacifico ed era stata segnalata, fino ad allora, solo nelle coste della Turchia, per le acque italiane si trattava di una novità. Questo piccolo aneddoto ci fa riflettere su come sia sempre più precaria la salvaguardia della biodiversità del nostro mare. La lepre l'ho vista anche negli anni successivi e, come dimostrano le immagini, si trova perfettamente a suo agio negli ambienti sabbiosi misti a vegetazione, tanto che si riproduce regolarmente.

### gli autori

<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale  
di Rosignano Solvay, Associazione  
"AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO",  
Via Monte alla Rena, 41-43  
57013 Rosignano Solvay (LI);  
musrosi@tiscali.it



*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 3*

## Il Parapandalo

Gianni Neto<sup>1</sup>

I gamberi, tutti, nessuno escluso, hanno sempre attirato l'attenzione dei subacquei, in particolare dei fotografi, che ambiscono ad avere in archivio il maggior numero di specie possibile di questi piccoli, ma coloratissimi animali. Nel Mediterraneo ne vivono un'infinità di specie, alcune talmente piccole che ci si accorge di averli fotografati solo quando si osservano con attenzione le immagini al computer o con il lentino da diapositiva, altre abbastanza grandi da essere ben visibili all'osservatore attento, e altre ancora che vivono in simbiosi con alcuni organismi, e solo con quelli, come attinie, gorgonie e crinoidi. I gamberi appartengono al phylum degli Artropodi, il "Tipo" più vasto e complesso di tutto il regno animale, in quanto vi appartengono all'incirca il 90% delle specie conosciute. Basta pensare solo agli Insetti per quanto riguarda le terre emerse e ai Crostacei per gli ambienti oceanici, rappresentanti del gruppo di artropodi dominante, per farsi un'idea della vastità di questo gruppo. Nei gamberi, come nella maggior parte dei crostacei, il torace e il capo sono fusi assieme a formare un cefalotorace ricoperto da una piastra detta carapace, ma tutto il corpo, compresi gli arti, sono formati da diversi segmenti congiunti, ricoperti da una sostanza dura chiamata chitina che forma una corazza: l'esoscheletro. Ecco perché i crostacei sono obbligati, in fase di crescita, a cambiare "pelle", ovvero a fare la muta. Il gambero che vediamo in queste foto è uno dei più belli e appariscenti che possiamo osservare nei nostri mari. Possiede un carapace liscio dal colore rosso pallido, con striature longitudinali rosse separate da quattro linee di colore rosso e giallo dorato con un rostro lungo quanto il carapace, munito di dentelli fissi da entrambi i lati. È un gambero elegante, con lunghe antenne di colore rosso alla base che schiariscono sino a diventare bianche verso l'apice, le zampe sono rosso vivo.

*Plesionika narval* (il vecchio genere era *Parapandalus*, da cui il nome comune), cioè il Parapandalo, essendo una specie fotofoba, abita in prevalenza nelle grotte sottomarine, dove è possibile rinvenirne sciame composti anche da centinaia di individui. Raggiunge dimensioni massime di dieci-dodici centimetri. Essendo amante del buio, per riuscire a fotografarlo senza necessariamente andare ad infilarsi in grotte, magari profonde, è sufficiente attendere la notte. Possiamo incontrarlo già a tre metri di profondità, mentre vaga alla ricerca dei piccoli organismi di cui si nutre, se poi ci immergiamo nel periodo durante il quale le femmine portano sotto all'addome le uova, lo spettacolo è assicurato. Decine di gamberi dai colori sgargianti, sui quali domina il bel blu delle uova (dato dalla presenza di una carotenoproteina che viene sintetizzata nell'ovario e poi passata all'uovo), che fuggono veloci nel fascio della torcia. Per riuscire ad avvicinarli senza farli fuggire, il consiglio è di non illuminarli direttamente, ma rivolgere la luce, meglio se flebile, leggermente di lato.

### gli autori

<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, Associazione "AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO", Via Monte alla Rena, 41-43 57013 Rosignano Solvay (LI); [musrosi@tiscali.it](mailto:musrosi@tiscali.it)



*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 3*

## La Vipera, o Serpente di mare

Gianni Neto<sup>1</sup>

Serpente di mare, Vipera di mare, nomi che possono in inganno, non si tratta, infatti, di un rettile, ma sono i nomi comuni con i quali è conosciuto un raro appartenente alla famiglia degli Anguilliformi. Si tratta di pesci caratterizzati da un corpo allungato, con scaglie assenti o ridotte, dall'assenza delle pinne pelviche e spesso anche di quelle pettorali. Appartengono a questa famiglia le murene, i gronghi e le anguille, tanto per citare solo i più noti, ma anche il pesce che vedete in queste immagini, l'*Ophisurus serpens*. È una specie cosmopolita, presente dall'Atlantico orientale al Pacifico occidentale, dall'Oceano indiano al Mediterraneo occidentale. Nei mari italiani è raro ovunque, ma con un po' di fortuna e con la voglia di immergersi in ambienti poco usuali alla maggior parte dei subacquei, ovvero quelli sabbiosi e fangosi, lo si può incontrare. Dovremo, però, considerarci fortunati se avremo la possibilità di scorgerlo nella posizione più usuale, e cioè completamente infossato nel sedimento, con solo la testa sporgente e pronto a ritrarla molto velocemente. È un pesce dal corpo cilindrico molto allungato e leggermente compresso nella parte posteriore, con testa conica, muso affilato e mascelle lunghe e sottili. In diverse parti del capo e sulla mandibola esistono dei pori, simili a quelli che sono disposti lungo la linea laterale e che appaiono molto evidenti come punti neri. La pelle è nuda, caratteristica della famiglia, spessa e ricoperta da muco, la pinna dorsale si estende con la stessa altezza verso la coda, dove risulta più elevata, e termina poco prima dell'estremità codale, che non possiede alcuna pinna, così come risultano assenti quelle ventrali. La testa, come detto, è la parte che più facilmente riusciremo ad osservare, e non potremo fare a meno di notare la grande bocca, con un'apertura che corrisponde all'incirca alla metà della lunghezza di tutta la tes-

ta. Gli occhi, circolari con pupilla tonda e iride dorata, sono ricoperti da una membrana. La colorazione predominante è ocra giallastra che diviene dorata sui fianchi e perlacea sul ventre. Impressionante è la bocca, con la mascella leggermente prominente sulla mandibola, che porta nella parte anteriore due grandi denti acuminati seguiti da altri più piccoli, conici, acuti e disposti in due serie. La mandibola è armata da una sola fila di denti simili a quelli mascellari e nel palato sono presenti tre o quattro grandi denti a pugnale, inclinati indietro e seguiti da molti altri più piccoli. Una dentatura di tutto rispetto, che, essendo in dotazione ad un pesce che può raggiungere i due metri e mezzo di lunghezza, sebbene non sia molto grosso, potrebbe causare qualche problema in caso di attacco. Eventualità non tanto rara, parlo per esperienza personale, avendo subito più volte l'attacco di questo pesce. In verità non ho mai preso alcun morso, ma è un'esperienza poco piacevole vedersi arrivare addosso una saetta di quasi due metri con intenzioni poco amichevoli. Evidentemente ho avuto la sventura di incontrare quasi sempre soggetti nervosi, e sempre di giorno. È più facile incontrare il serpente di mare durante il periodo della riproduzione, che avviene nei mesi estivi, quando si avvicina alla costa e si trova a profondità variabili

### gli autori

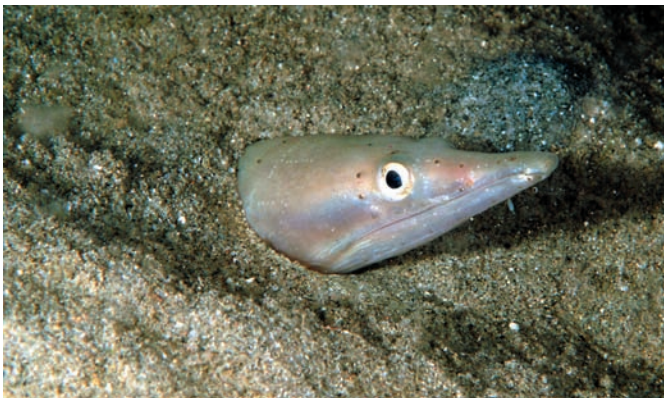
<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, Associazione "AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO", Via Monte alla Rena, 41-43 57013 Rosignano Solvay (LI); [musrosi@tiscali.it](mailto:musrosi@tiscali.it)



dai trenta ai cinquanta metri. Naturalmente le ore notturne sono le migliori per avvicinarlo (mai subito attacchi di notte) e, con molta fortuna, trovarlo anche fuori tana.



*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 3*

## Il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, una realtà sul territorio

Alessandro Lenzi, Laura Leoni, Carlo Baldacci, Bruno Brizzi, Carla De Santi, Valentina Domenici, Enzo Feri, Pierluigi Lenzi, Giacomo Luppichini, Elvezio Montesarchio, Pier Paolo Piombanti e Marcello Santinelli

**Parole chiave:** musei, scienze naturali, territorio, didattica, scuole.

Il Museo di Storia Naturale nasce quasi per gioco nel 1966 quando, nei locali della Biblioteca Comunale, in Piazza Risorgimento a Rosignano Solvay, vennero esposte le collezioni degli insetti raccolti dai ragazzi ospiti della colonia montana di Gavinana (PT). La sede attuale (dall'autunno del 1993) è in via Monte alla Rena 41/43 presso la Scuola Elementare "Europa", a circa 150 metri dal mare. All'esterno del fabbricato, nell'ampio cortile, è sorto un Orto Botanico dove si possono osservare piante ed essenze tipiche della Macchia Mediterranea, delle dune costiere e di altri ambienti particolari delle nostre zone. L'interno del Museo comprende tre sale espositive ed una sala per conferenze, seminari, proiezioni e ancora tre locali più piccoli adibiti a ufficio e laboratori con strumenti scientifici, computer e schedari. Le collezioni esposte, frutto di anni di paziente lavoro di ricerca sul territorio e di donazioni, sono varie e interessanti. Nella prima sala, che viene utilizzata anche per l'allestimento di mostre tematiche (Figura 1), sono presentate numerose conchiglie del Mediterraneo ed esotiche, coleotteri, farfalle, aracnidi e rettili delle nostre zone (Figura 2). Delle altre due, una è dedicata esclusivamente alla zoologia, particolarmente all'ornitologia (Figura 3), con una eccezionale collezione di uccelli acquatici, l'altra raccoglie minerali, fossili, una spermatoteca con raccolta di semi di piante selvatiche ed un erbario con oltre mille specie di piante tipiche del nostro comune, presentato in maniera originale. E' inoltre presente anche un erbario micologico dei funghi delle nostre macchie. Nella sala delle conferenze (Figura 4) sono ubicate una biblioteca scientifica con testi specifici e una diateca

con oltre cinquemila diapositive a carattere naturalistico. Ogni sala è provvista di pannelli didattici riguardanti le varie discipline delle scienze naturali. La parte espositiva, pur di notevole interesse, non rappresenta che uno solo degli aspetti del Museo di Storia Naturale. Infatti questa struttura è ormai da anni un centro culturale attivo e dinamico che, attraverso iniziative e manifestazioni varie, sta diventando ogni giorno di più un centro di riferimento per tutti coloro che sono interessati ad approfondire argomenti naturalistici. La sua gestione è affidata dal 1992 all'Associazione "Amici della Natura Rosignano". L'Associazione garantisce, attraverso i propri iscritti, l'apertura del Museo e durante tutto l'arco dell'anno organizza conferenze a carattere scientifico, corsi, mostre e gite guidate a scopo culturale-scientifico sul territorio del Comune di Rosignano Marittimo. All'interno del Museo lavorano attivamente, a titolo gratuito, e in maniera continua gruppi appartenenti a vari settori: botanica, micologia, biologia marina, malacologia, mineralogia e ornitologia. La loro attività si svolge in due direttrici: una scientifica, volta

### gli autori

**Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, Associazione "AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO", Via Monte alla Rena, 41-43 57013 Rosignano Solvay (LI); musrosi@tiscali.it**

alle uscite sul territorio per la ricerca di campioni di studio, l'altra didattica in costante collaborazione con le scuole primarie e secondarie presenti nell'area comunale. Ogni anno il Museo ha un numero di visitatori medio intorno alle 4000-5000 unità, e il numero degli studenti in visita in occasione di visite guidate e iniziative per le scuole è ogni anno di circa 500-600 unità.

Negli ultimi anni, il Museo è sempre più spesso coinvolto in attività culturali sul territorio, come l'organizzazione di cicli di conferenze, presentazioni di libri e giornate di approfondimento, nell'ambito della settimana scientifica. L'Associazione "Amici della Natura Rosignano" conta attualmente circa cento soci e per la gestione delle innumerevoli attività fa riferimento ad un Comitato Direttivo, eletto ogni tre anni dagli stessi soci, e di un Comitato Scientifico di cui fanno parte circa una

decina di soci attivi. Tra le attività svolte dall'Associazione si pone in evidenza la pubblicazione di un periodico, l'"INFORMATORE", prodotto interamente dai soci in cui oltre alle notizie intorno alla vita dell'Associazione, vengono pubblicati articoli a firma degli stessi soci. Da quel lontano 1966 il Museo è cresciuto di importanza, incrementando l'entità e la varietà delle collezioni e coinvolgendo un buon numero di appassionati volontari che hanno reso possibile, con impegno e dedizione, la sua continuità nel tempo, malgrado i numerosi trasferimenti di sede.

Negli ultimi anni inoltre il Museo si è fatto promotore di numerosi iniziative culturali di interesse regionale, come l'Organizzazione del Congresso di Scienze Naturali sull'ambiente toscano, Codice Armonico, ormai alla sua terza edizione.

Il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, una realtà sul territorio



Figura 1: Allestimento di una mostra didattica per le scuole del territorio.



Figura 2: Piccola stanza dedicata alle collezioni di insetti, rettili e conchiglie.



Figura 3: Sala di Ornitologia.



Figura 4. Sala delle proiezioni e delle conferenze.

## Sesso e Orchidee

Gianluca Bedini\*<sup>1</sup>, Luciano Filippi<sup>2</sup>

**Parole chiave:** fotografia scientifica, erotismo, orchidea, insetti, mitologia, storia, apparato sessuale.

*Le fotografie inedite proposte in questa sede sono state scattate in laboratorio nel corso di studi legati all'impollinazione delle orchidee da parte degli insetti, attualmente nostro principale campo di applicazione. Le immagini ritraggono parti anatomiche isolate dai fiori di alcune orchidee che hanno una incredibile somiglianza con i genitali umani. Il testo che accompagna le immagini facendo loro da corollario, trae spunto da tale somiglianza per fare un excursus su quegli aspetti che legano il mondo delle orchidee a quello della sessualità umana.*

*Una introduzione di tipo mitologico cita le principali leggende che riguardano queste piante a partire da quella sull'origine del loro nome (orchis = testicolo) e una rivisitazione storica racconta di come tale "chiave di lettura erotica" sia evidente a partire da Teofrasto, Plinio il Vecchio, Dioscoride, Giovanni Battista Della Porta, Hyeronimus Tragus, Athanasius Kirker (per citare autori occidentali) e si sia diffusa praticamente in tutto il mondo.*

*Il testo affronta poi il tema dei filtri magici e delle "medicine", derivati da tali piante, che venivano utilizzati per curare malattie veneree, impotenza maschile e sterilità femminile o per fare innamorare le persone. Per giustificare l'interesse erotico che da sempre lega gli uomini alle orchidee, tali piante vengono descritte dal punto di vista botanico, con particolare attenzione alle peculiarità "scabrose".*

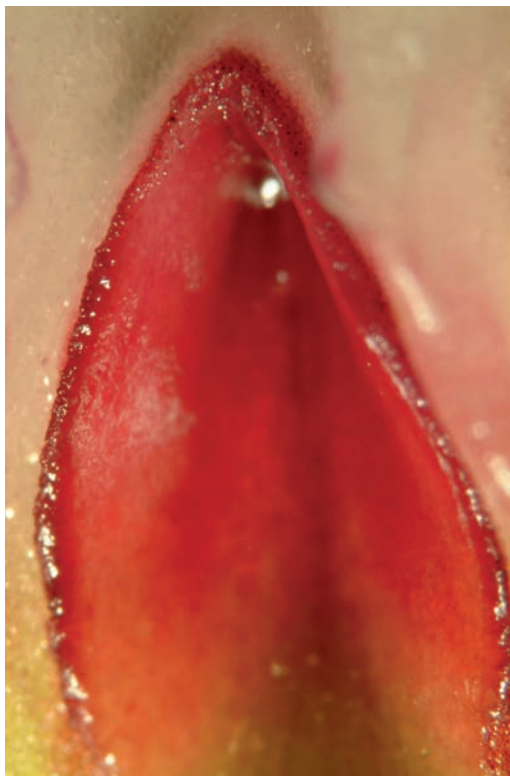
*Infine viene affrontato il tema della confusione sessuale che queste piante provocano ad altri esseri viventi come gli insetti che cercano addirittura di avere rapporti sessuali con i fiori.*

**N**el contesto di una ricerca scientifica volta ad approfondire i meccanismi dell'impollinazione di alcune orchidee da parte di particolari api solitarie, osservazioni microscopiche sulla morfologia fiorale hanno portato alla "scoperta" della presenza di alcune forme "curiose" nell'anatomia del fiore che sembrano ricordare altri particolari anatomici inerenti la sfera della sessualità umana. Nella storia del rapporto della specie umana con le orchidee, questo tipo di considerazioni, pur basate su "riscontri" più macroscopici, sembrano non essere una novità.

Questa breve comunicazione, assieme alle immagini inedite che vengono proposte, vuole es-

sere semplicemente un breve riassunto del percorso che ha portato l'uomo ad avvicinarsi con sempre più rispetto e fascino al mondo delle orchidee.

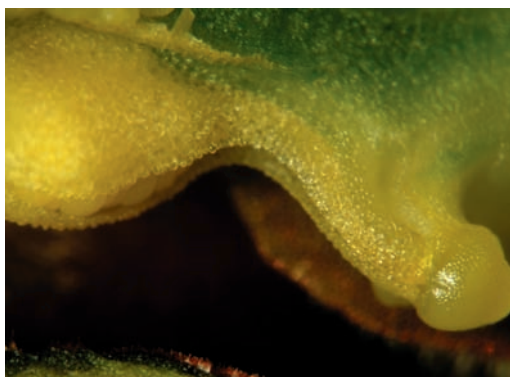
Vuole una leggenda che tanto, tanto tempo fa, al tempo in cui gli dei onoravano i mortali della loro presenza su queste terre, vivesse nell'antica Grecia un giovane molto bello e assai focoso di nome Orchis. Egli era figlio di una ninfa e di un satiro, e pensava, in virtù della sua straordinaria bellezza e dei suoi natali, di potersi comportare a suo piacimento nei confronti delle fanciulle più affascinanti e graziose, e che queste fossero tenute ad assecondarlo nei suoi desideri più lussuriosi.



*Figura 1: Barlia robertiana. Particolare del ricettacolo femminile.*



*Figura 3: Orchis italica. Labello.*



*Figura 2: Ophrys crabronifera. Particolare della teca che racchiude i pollinaria.*

#### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie legnose, Sezione Entomologia Agraria, Università di Pisa, Via S. Michele degli Scalzi, 2 56124 Pisa  
gianlucabedini@virgilio.it

<sup>2</sup> Gruppo Italiano Ricerca Orchidee Spontanee, via Napoli, 30, 57023 Cecina (LI),  
luciano.filippi6@tin.it

\* autore per corrispondenza.



Figura 4: *Orchis simia*. Labello.

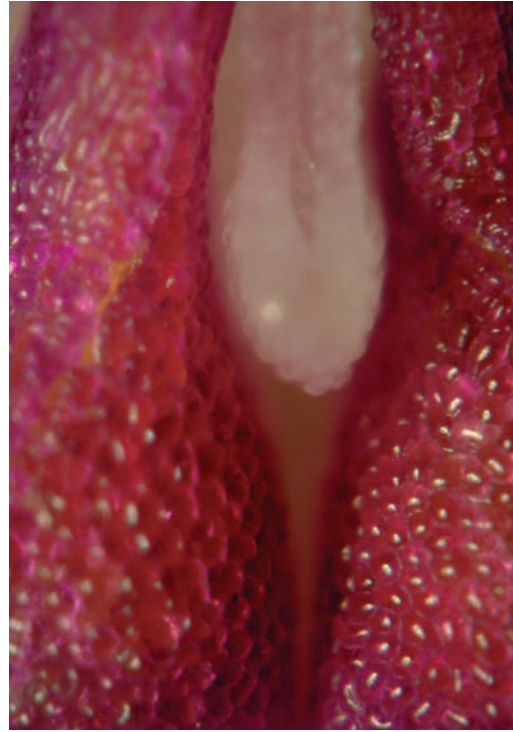


Figura 5: *Orchis morio*. Particolare delle teche che racchiudono i pollinaria.

Questo suo atteggiamento lo portò al gesto estremo e sacrilego di tentare di violentare una delle sacerdotesse di Dioniso durante una festa in suo onore.

Tale sconsiderato crimine non passò assolutamente inosservato ai vigili occhi di Moira, ovvero l'incarnazione del rigoroso rispetto del proprio fatto, che punì il suo desiderio di onnipotenza facendolo sbranare dalle belve feroci.

Gli dei misericordiosi, però, non vollero che del bellissimo giovane si perdesse oltre al corpo anche il ricordo, e in sua memoria fecero quindi nascere dai suoi resti una pianticella i cui due tuberi sotterranei riproducevano con la loro forma i testicoli che erano stati causa della sua morte. In effetti, in onore della straordinaria somiglianza di taluni di questi tuberi con le strutture anatomiche maschili, le orchidee derivano il loro nome dal termine greco *orchis*, ossia testicolo.

Parlando di lussuria e di divinità citate nelle leggende che fioriscono attorno alle orchidee, non si può non citare Venere, la dea dell'amore, che secondo uno dei miti che la riguardano perse una scarpetta proprio mentre stava inseguendo il suo amato Adone. La scarpetta perduta venne ritrovata da un mortale che provò a raccoglierla, ma questa subito si trasformò in una bellissima orchidea, *Cypripedium calceolus*, con i fiori del colore dell'oro con cui la scarpetta della dea era stata confezionata.

Sempre per rimanere nell'antica Grecia, fu Teofrasto, filosofo vissuto tra il IV e III secolo prima di Cristo, il primo a usare il nome *Orchis* per indicare dal punto di vista botanico e medico quel particolare gruppo di piante le cui radici, triturate ed essiccate, erano usate nella farmacopea tradizionale greca e dell'Asia Minore come energetici e stimolanti.



Figura 6: *Orchis papilionacea*. Particolare delle teche che racchiudono i pollinaria.

Nell'antica Roma, persino Plinio il Vecchio (23-79 d.C.), uomo dedito allo studio ed alla lettura e sempre intento ad osservare i fenomeni naturali, si fece distrarre dai richiami di tipo sessuale delle orchidee, che descrisse attribuendo ad esse nomi che facevano riferimento a tale loro caratteristica: il nome del genere *Serapias*, ad esempio, deriva dalla divinità egizia Serapide che incarnava in sé anche alcune delle caratteristiche di Dioniso, dio greco della fecondità.

Un altro filosofo dell'antichità, Dioscoride, nato in Cilicia attorno al 77 d.C., divenne famoso, tra le altre cose, per avere formulato la "dottrina dei segni", secondo la quale le piante sarebbero state adatte a curare quelle parti del corpo umano cui somigliavano: se, ad esempio, il gheriglio della noce poteva giovare alle malattie del cervello, l'orchidea, grazie alle sue radici a forma di testicolo, avrebbe sicuramente portato aiuto nei casi di infe-

condità e in tutte le complicazioni relative ai genitali maschili. Tale teoria ebbe un successo strepitoso e rimase in voga fino al 1600, diffusa dall'opera *Phytognomonica* di Giovanni Battista Della Porta, che fu il più accreditato esponente di questo pensiero.

Uno dei miti più antichi relativi al buon funzionamento delle orchidee come rimedio all'infertilità arriva dal Giappone e narra di come la moglie di un imperatore, dopo un lunghissimo periodo di sterilità, fosse riuscita a mettere al mondo tredici figli in rapida successione semplicemente inebriandosi con il profumo del *Cymbidium ensifolium*, il cui nome in lingua nipponica (Ju-san-tai-ho) significa "tredici grandi tesori".

La dottrina dei segni influenzò anche il pensiero di persone come il botanico tedesco Hieronymus Tragus (1495-1554) che, non riuscendo a capire il meccanismo di riproduzione delle orchidee (i loro semi microscopici non erano ancora stati identificati e riconosciuti come tali), lo spiegò dicendo che queste piante nascevano in quei terreni che venivano involontariamente bagnati dagli spermatozoi degli uccelli che si accoppiavano.

Tale teoria venne accettata anche da altri studiosi, compresi uomini di Chiesa, come il gesuita Athanasius Kirker (1602-1680), anch'egli di origine tedesca, al quale sembrò di ravvisare una significativa conferma nelle dichiarazioni di molti pastori che riferivano di aver notato che le orchidee erano molto abbondanti proprio nei pascoli in cui gli animali si accoppiavano.

Un'altra teoria piuttosto singolare dell'età rinascimentale è da attribuire all'inglese John Parkinson (1567-1650), farmacista ed erborista reale alla corte di Giacomo I e Carlo I. Egli, oltre a descrivere e classificare alcune piante endemiche della Gran Bretagna e altre piante esotiche e a ricordare che i farmacisti consideravano scontato che tutte le radici di orchidea avessero proprietà afrodisiache, formulò una teoria secondo la quale esisterebbe un rapporto fra le orchidee ed il sesso dei nascituri.

Naturalmente, partendo dai presupposti storico-culturali appena elencati, le orchidee non potevano non entrare a far parte della preparazione di filtri d'amore e amuleti. Nell'arcipelago delle Molucche, ad esempio, i semi del *Grammatophyllum scriptum* venivano utilizzati per confezionare un filtro capace di fare innamorare qualunque donna lo avesse inavvertitamente ingerito.





Figura 7: *Barlia robertiana*. Fiore ancora chiuso in boccio.

In Africa sudorientale, per praticare sesso prima del matrimonio senza incorrere in gravidanze non programmate, le ragazze di alcune tribù preparavano un impiastro con gli pseudobulbi di due specie appartenenti al genere *Ansellia*, note come “orchidee leopardo”, e portavano braccialetti confezionati con i loro fiori. Interessante è anche il fatto che, bruciando l'apparato radicale di queste piante, si pensava che il fumo sviluppato avesse la proprietà di proteggere dagli incubi; come se cattivi sogni e contraccezione “fantasiosa” avessero un qualche collegamento fra di loro.

Sempre per rimanere nel campo dell'esoterismo, pare che di notte, lungo il corso dei fiumi della Nuova Guinea si aggiri un fantasma che si manifesta sotto le sembianze di una ragazza nuda e costantemente in preda al desiderio sessuale. Chiunque le capiti a tiro viene sedotto e costretto a darle soddisfazione; quindi a prima vista, un incontro con un tale fantasma sembrerebbe essere

per molti una cosa addirittura auspicabile; il rovescio della medaglia è, però, che chi non fosse in grado di dare piena soddisfazione alla ragazza, si ritroverebbe la notte seguente ad essere tormentato da numerose e dolorose malattie veneree. In questi casi l'unica cura possibile, secondo gli abitanti locali, deriverebbe dall'orchidea *Dendrobium duruagle*. È interessante notare che nelle zone infestate dal fantasma la parola “duruagle” significa “donna di facili costumi”.

In base ai soli esempi appena riportati, si potrebbe essere indotti a pensare che questo tipo di credenze esoteriche, che legano le orchidee alla sfera della sessualità, siano appannaggio esclusivo di popolazioni lontane; invece, anche in Europa ci sono leggende simili. Alle nostre latitudini, infatti, da tempo immemorabile le nostrane *Orchis maculata* e *Orchis latifolia* sono state ritenute importanti antidoti contro l'impotenza maschile e la sterilità femminile indotte dalle arti magiche delle streghe malvagie. Sempre le *Orchis*, pare fossero gli ingredienti principali di un misterioso composto chiamato “salep”, diffuso sia in Europa che in Oriente soprattutto nel periodo medievale. Tale prodotto era una farina ricavata dalla macinatura di bulbi pelati ed essiccati, che veniva mescolata ad alcune spezie e aggiunta ai cibi e alle bevande per ottenere una sorta di panacea di tutti i mali, e un potente afrodisiaco.

A chi fosse interessato a cercare di provare qualcuno dei rimedi finora rammentati è comunque importante far notare non solo che ovviamente non funzionano, ma che talvolta si possono addirittura ottenere effetti indesiderati. Basti pensare al *Dendrobium nobile*, che è stato vastamente coltivato in Cina fin dai tempi della dinastia Han (200 a.C. 200 d.C) per i suoi molteplici e notevoli impieghi, tra i quali anche il suo effetto afrodisiaco... Recentemente è stata individuata in questa specie la presenza di molte sostanze interessanti, tra le quali anche la dendrobina, capace di provocare seri sintomi di avvelenamento!

Ma cosa sono queste orchidee? E cosa hanno di così diverso dalle altre piante per riuscire a stimolare la nostra fantasia in modo così legato alla sfera della sessualità?

Innanzitutto i fiori, cioè le strutture che sono adibite alla riproduzione sessuale.

È opportuno considerare non solo la loro parte più appariscente, ma anche la loro struttura anatomica più intima.

Tra le angiosperme (cioè le piante dotate di strutture fiorali evolute) alcune specie hanno due tipi di fiori; quelli maschili e quelli femminili, mentre nella maggior parte dei fiori conosciuti le componenti maschili (stami e antere) e femminili (pistillo e stigma) sono presenti contemporaneamente all'interno dello stesso fiore. Le orchidee, uniche nel loro genere hanno fuso assieme le due parti in un organo "androgino" unico, chiamato "colonna" o "ginostemio". Anche il polline di moltissime specie presenta una interessante particolarità; infatti, non è separato in singoli granelli come quello della stragrande maggioranza delle piante, ma è raccolto in masserelle compatte, che tra l'altro mostrano alla vista una certa somiglianza con l'epididimo racchiuso all'interno dei testicoli.

Anche la parte più appariscente del fiore ha subito nell'evoluzione delle orchidee una notevole modificazione strutturale. Innanzitutto il fiore di un'orchidea non è differenziato in un calice ed in una corolla, ed è costituito da tre elementi più esterni chiamati sepali che nel fiore in boccia ne ricoprono altri tre che sono detti petali. Il petalo mediano, detto labello, che differisce in maniera notevole dai due laterali, è quasi sempre quello che va a costituire la parte più vistosa del fiore, la più affascinante e talvolta, ai nostri occhi, la più provocante; come nel caso di *Orchis simia*, o di *Orchis italica* che sembrano riprodurre i corpi di piccoli omuncoli visibilmente dotati di sproorzionati peni.

Insomma, date queste premesse si capisce come mai fin da quando l'uomo ha incontrato le orchidee ne è rimasto affascinato anche (o soprattutto?) per i curiosi innumerevoli richiami di tipo sessuale che questi fiori sembravano emettere, generando in chi li ammirava una sorta di turbamento. Come esempio eclatante di questa nostra "predisposizione" a circondare il mondo di queste piante con un alone di erotismo, citiamo il caso di una delle orchidee più conosciute in tutto il mondo in virtù dell'utilizzo che se ne fa in cucina: la vaniglia (per i botanici *Vanilla planifolia*) già conosciuta dagli Aztechi che la chiamavano tlilxochitl (bacca nera). Da sempre considerata un efficace stimolante del sistema nervoso e una sorta di aiuto per i problemi di impotenza, pare che lo stesso Montezuma ne conoscesse le doti afrodisiache e ne facesse uso prima di far visita alle sue numerosi mogli. Il moderno nome di vaniglia deriva dallo spagnolo "vainilla" (diminutivo di vaina), che significa "piccola vagina". Interessante notare che in



Figura 8: *Cephalanthera rubra*. Parte terminale del ginostemio.

latino vagina è sinonimo di "guscio", "baccello" e che quindi, per uno strano gioco di parole, l'attributo femminile di vagina viene usato per indicare quella parte (nel caso della pianta in questione il frutto dal quale si ricava la droga alimentare) denominata anche baccello che è nell'immaginario collettivo più adatta a descrivere similitudini con il pene. D'altronde, relativamente alle orchidee, questo non è l'unico caso di "ambiguità linguistica": pensiamo ad esempio che col nome femminile di "patatine" gli orchidofili si riferiscono familiarmente a quelle parti dell'apparato radicale che per la loro spiccata similitudine con i testicoli sono state la causa principale dell'attribuzione del nome *Orchis*.

A questo punto può sorgere un dubbio legittimo: siamo solo noi esseri umani che maliziosamente vediamo, nei fiori delle orchidee, tutte queste

caratteristiche legate alla sfera della sessualità, oppure esiste qualche altro animale che si comporta come noi? Proviamo ad indagare sugli insetti, che più di tutti frequentano i fiori: cos'è che spinge, ad esempio, un'ape a visitare un'orchidea? Quale merce di scambio essa offre per convincere l'ape ad interessarsi di lei e quindi ad impollinarla?

Molte specie, come tante altre piante, offrono la classica ricompensa a base di nettare zuccherino; altre, grazie alla particolare conformazione del fiore, offrono agli insetti un rifugio nel quale trovare riparo notturno o innalzare la temperatura del corpo durante il giorno, quando per qualche motivo si trovano in debito di energia; altre ancora attraggono i pronubi offrendo oli essenziali che sono uti-

li soprattutto ad alcune specie di api terricole per mantenere una buona igiene all'interno dei nidi.

La tecnica di "adescamento" più famosa che mettono in atto alcune orchidee resta però senza dubbio quella dell'inganno sessuale. I fiori delle specie appartenenti al genere *Ophrys* sono forse tra i più noti per la loro capacità di riprodurre con le proprie forme ed i propri colori e profumi l'aspetto di attraenti api femmine.

Addirittura l'evoluzione ha portato le diverse specie di *Ophrys* a specializzarsi ognuna nella riproduzione di una singola specie di ape, e la cosa funziona talmente bene che le api che le frequentano sono quasi esclusivamente i maschi delle specie le cui femmine sono riprodotte dalla forma e dal disegno dei fiori.

*Tabella 1: Lista di letture consigliate per approfondire l'argomento.*

Lecture consigliate
<b>Per chi volesse saperne di più sulla storia e sulle leggende delle orchidee:</b>
<b>Il fiore degli dei. L'orchidea dal mito alla storia.</b> Di Luigi Berliocchi. Stampa Alternativa / Nuovi Equilibri. (1996).
<b>Per approfondire la conoscenza sulle orchidee spontanee in Italia:</b>
<a href="http://www.giros.it">www.giros.it</a> : sito ufficiale del Gruppo Italiano per la Ricerca sulle Orchidee Spontanee.
<b>Orchidee spontanee d'Italia.</b> Di Carlo Del Prete e Giuseppe Tosi. Ugo Mursia editore S.p.A. Milano (1988).
<b>Orchidee d'Italia.</b> Di Walter Rossi. Quaderni di Conservazione della Natura, n° 15, Ministero dell'Ambiente - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "A. Ghigi" (2002).
<b>Per avere notizie sulla coltivazione delle orchidee:</b>
<b>Il grande libro delle orchidee.</b> Di Magali Martija-Ochoa. De Vecchi. (2002)
<b>Per approfondire il rapporto delle orchidee con gli insetti pronubi:</b>
<b>Diversi apparecchi col mezzo dei quali Le Orchidee Vengono Fecondate dagli insetti.</b> Di Charles Darwin. Unione Tipografico Editore. Torino. (1883).
<b>Api e Orchidee.</b> Di Gianluca Bedini, Luciano Filippi, Antonio Felicioli e Mauro Pinzauti. Pubblicato su Apitalia n° 563, gennaio 2007, pp. 12-16.

A fugare ogni dubbio sui motivi della frequentazione c'è da dire che questi insetti non si limitano a visitare i fiori senza fare nulla, ma addirittura cercano effettivamente di accoppiarsi con i loro labelli, praticando quelle che vengono definite "pseudocopule".

In effetti resistere alle *Ophrys* è praticamente impossibile: talune di loro sono persino in grado di riprodurre i conturbanti feromoni sessuali delle femmine di molte specie di api, e addirittura alcune, per completare l'opera di adescamento sessuale, offrono ingannevoli stimoli tattili per mezzo di una particolare "peluria" presente sul labello che è posizionata strategicamente in modo da ricordare quella delle api femmine.

Ormai è chiaro. Nel nostro immaginario le orchidee sono indissolubilmente legate al mondo dell'erotismo e le ragioni di questo fatto sembrano essere più che motivate.

A questo punto non ci resta che regalare un'orchidea alla donna che vogliamo conquistare: secondo il linguaggio floreale questi fiori sono il simbolo della raffinatezza e del lusso e si regalano per os-

sequiare la sensualità e l'eleganza. Ma attenzione! Le orchidee spontanee sono tutte protette da leggi regionali e internazionali; alcune sono addirittura inserite nell'Appendice II della Convenzione di Washington sul commercio delle specie in pericolo nota come CITES (Convention on International Trade in Endangered Species). Prelevarle in natura non solo può urtare la sensibilità di chi le riceve (vanificando qualsiasi progetto amoroso di chi le dona, ma addirittura chi le raccoglie può andare incontro a pesanti sanzioni.

Chi volesse comunque regalare un'orchidea può recarsi senza problemi da un fioraio o in un centro per il giardinaggio e acquistarne una coltivata: infatti esistono in commercio piante veramente splendide di tutti i colori e di tutte le forme... e per tutte le tasche: con pochi euro si riesce a comperare uno splendido *Cymbidium*, un'elegante *Phalaenopsis*, un'intrigante *Oncidium*, una magnifica *Cattleya*, un delicato *Dendrobium* e altre orchidee sicuramente molto apprezzate: molto di più di quanto non lo sia, ad esempio, una scatola di cioccolatini.

## La cordierite alterata (*pinite*) dell'isola del giglio

Alessandro Fei

**Parole chiave:** mineralogia, Isola del Giglio, *pinite*, cordierite, granito, pietre ornamentali, colonne, Battistero di Firenze, Duomo di Pisa, Torre di Pisa

*Nell'ambito di un progetto di riordino della mineralogia dell'Isola del Giglio è stata studiata la cordierite alterata (*pinite*), minerale di aspetto micaceo e di colore verdastro presente nel granito, limitatamente ad una zona dell'isola compresa tra Giglio Porto e la Cala delle Cannelle. Tale minerale – attualmente discredito, descritto per la prima volta dallo scultore carrarese Giuseppe Ceccarini nel 1828 – è stato protagonista, tra la fine Ottocento ed i primi del Novecento, di un'aspra querelle scientifica fino ad oggi non completamente risolta. Attraverso indagini ottiche, XRD e SEM è stato possibile descrivere il minerale come una miscela di clinocloro e muscovite, residuo dell'alterazione della cordierite presente nel granito a seguito di fenomeni di autometasomatismo al momento della risalita del plutone quarzo-monzonitico. È stata infine effettuata un'indagine sulle colonne di granito gigliese presenti nei monumenti pisani (Torre di Pisa, Duomo) ed in quelli fiorentini (Battistero): in base alla presenza del suddetto minerale nella roccia si è potuto individuare altresì le zone di estrazione.*

### Introduzione

Lo studio scientifico dei minerali e delle rocce dell'isola del Giglio inizia con un sopralluogo effettuato dal “chiarissimo naturalista” Giovan Battista Brocchi nel 1818; successivamente, grazie al lavoro certosino di illustri studiosi<sup>1</sup>, è stato possibile tracciare una panoramica della litologia e mineralogia gigliese e proporre affascinanti ipotesi sui meccanismi di formazione dell'isola e dei suoi minerali. Fino alla fine degli anni Ottanta del secolo scorso, le pubblicazioni di mineralogia descrittiva segnalavano puntualmente nuove specie gigliesi, tutte rappresentate nel Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio<sup>2</sup>: attraverso le indagini dello scrivente [6], Marinai e Nannoni [9] è stato possibile completare il quadro delle specie mineralogiche e petrografiche reperibili nell'isola.

Attualmente, benché la segnalazione di nuove specie rivesta carattere di eccezionalità<sup>3</sup>, per quanto concerne la classificazione e/o lo studio dei meccanismi minerogenetici permangono ancora delle incertezze: ad esempio fino ad oggi non è stato condotto alcuno studio accurato sulla cordierite alterata (*pinite*), una specie accessoria di colore verde smeraldo dispersa pressoché uniformemente nel granito delle cave situate a sud di Giglio Porto<sup>4</sup> [14].

### gli autori

Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio  
Via Provinciale 9, Giglio Porto,  
Isola del Giglio (GR)

È curioso notare come il minerale sia stato 'scoperto' più volte al Giglio: descritto per la prima volta nel 1828 dallo scultore carrarese Giuseppe Ceccarini<sup>5</sup>, non è stato riconosciuto dalla comunità scientifica fino alla fine dell'Ottocento<sup>6</sup>; per la definitiva segnalazione del minerale bisognerà attendere il 1892, anno in cui Romolo Meli, geologo ed archivistica della Società Geologica Italiana, lo avrebbe rinvenuto sia nel granito della cava presso Bonsere sia nella Gran Cava delle Cannelle [11]. La presenza del minerale – che egli considera un prodotto di alterazione della cordierite – nel granito, per giunta in associazione a pirite e pirrotina, per l'epoca era così insolita da indurre lo studioso romano a classificare la roccia giligiese come *granitite cordieritica*. Gli studi sul granito del Giglio vengono ripresi nel 1916 dal mineralogista fiorentino Federico Millosevich [12] il quale, non riuscendo a reperire alcun cristallo di cordierite inalterata, confuta le ipotesi del Meli e ribattezza *pinitoide* il minerale verdastro giligiese, ipotizzando che derivi dall'alterazione del feldspato.

Occorre arrivare alla fine degli anni Cinquanta per assistere a nuovi studi sul granito giligiese, stavolta ad opera del grande geologo pisano Giorgio Marinelli [10] e del mineralogista fiorentino Giovanni Cocco [3]: costoro, pur descrivendo la roccia dapprima come una granodiorite quindi come una quarzomonzonite, non menzionano più la *pinite* (o il *pinitoide* che dir si voglia)<sup>7</sup>. La comunità scientifica volge le proprie attenzioni verso altre rocce dell'isola<sup>8</sup>, ad eccezione dello scrivente, il quale, in preparazione di studi accurati sul minerale giligiese, effettua delle indagini diffrattometriche sulla cordierite alterata ottenendo risultati del tutto insoddisfacenti<sup>9</sup>. Westerman *et al.* [16] segnalano la presenza di cordierite alterata in pinite, dispersa uniformemente nella cosiddetta *facies dell'Arenella*, senza però analizzarla a fondo. Anche Marinai e Nannoni [9], pur segnalando la presenza di tale minerale nel granito, non vi prestano particolare attenzione, trattandosi di una specie da tempo discreditata.

### Materiali e metodi

I campioni sono stati esaminati al microscopio binoculare ed a quello polarizzante; quindi sono stati analizzati con la tecnica della diffrazione a raggi X per polveri utilizzando la radiazione CoKa

(40 kV, 20 mA) nell'intervallo 5°-70° 2 $\theta$ , processando i dati attraverso il programma XPert della Philips Analytical; infine sono state effettuate osservazioni e microanalisi al SEM, processando i dati con il programma EDAX.

### Risultati

#### *Esame dei cristalli*

Il minerale si presenta sotto forma di masserelle omogenee verde smeraldo, leggermente traslucide, disposte uniformemente nella roccia. La dimensione dei singoli individui si aggira mediamente attorno a 5-10 mm nel senso della lunghezza, ma non sono rari i casi (fig. 1) in cui questi raggiungono dimensioni decisamente ragguardevoli (80-100 mm ed oltre). Nella maggior parte dei casi il minerale risulta disperso nella pasta di fondo, ma non è raro rinvenire grandi ammassi nei quali appare circondato da biotite. Esso risulta inoltre decisamente tenero (durezza 2,5-3) e non presenta tracce di sfaldatura. Alla luce polarizzata si rivela birifrangente biassico, con intensi colori di rotazione, ma i singoli esemplari appaiono uniformi, senza zonature che possano far pensare alla presenza contemporanea di più specie.

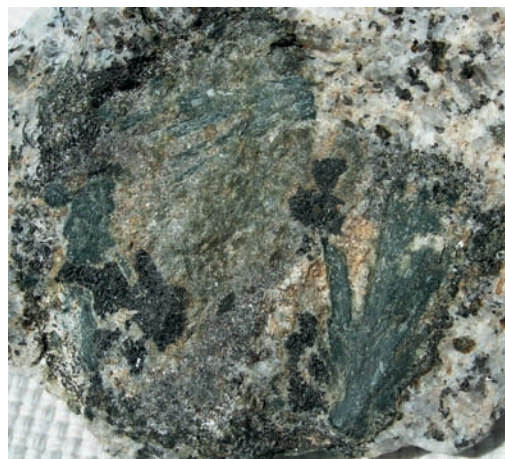


Figura 1: Cristalli di cordierite alterati in pinite (dimensioni reali dei cristalli 55 mm) assieme a biotite, Cava delle Cannelle. N. inv. 274-PN06-GC010

### Indagine diffrattometrica

L'indagine diffrattometrica effettuata presso l'Istituto di Mineralogia dell'Università di Firenze ha evidenziato che il minerale gigliese è una miscela di muscovite e clinocloro, in accordo con quanto riportato da Deer *et al.* [4] per i prodotti di alterazione della cordierite.

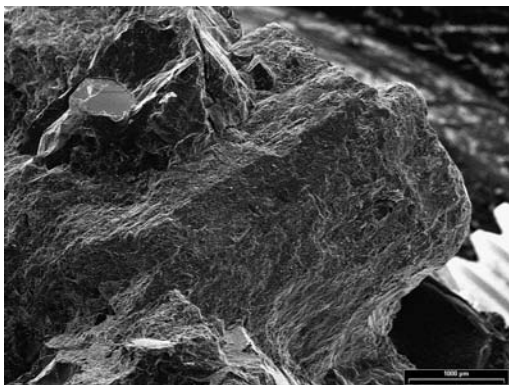


Figura 2: Cristallo di cordierite alterata in pinite (dimensioni reali 1.5 mm). Si noti come la struttura originaria del cristallo si sia mantenuta pressoché intatta.

### Indagine SEM e microanalitica

Anche al SEM il minerale si presenta in masserelle pressoché uniformi, alcune delle quali mantengono la forma originaria del cristallo (fig. 2). La microanalisi (tabella 1) evidenzia inoltre una composizione chimica comparabile con quella della cordierite [4].

L'assenza di  $TiO_2$  permette di escludere che si tratti di biotite: quest'ultima presenta, infatti, una tipica morfologia lamellare.

Alla luce delle moderne tecniche di analisi mineralogica si può quindi affermare che la *pinite* gigliese derivi dall'alterazione della cordierite presente nel granito al momento della sua messa in posto.

### Sulla presenza della pinite gigliese e sulla sua genesi

Contrariamente a quanto riportato da Westerman *et al.* [16] la cordierite alterata in pinite è presente in una zona decisamente ristretta, compresa fra Giglio Porto e la Cala delle Cannelle (fig. 3), dove è accompagnata da granato, biotite e feldspato potassico e più raramente tormalina, pirite e pirrotina.

Figura 3: in grigio si indica l'area dove si rinviene normalmente cordierite alterata in pinite e le principali cave della costa est dell'isola. 1: Cava del Piccione presso Punta dell'Arenella; 2: Cava dello Scallettino del Porto; 3: Cava di Bonsere; 4: Gran Cava delle Cannelle; F: resti della Cava del Foriano, aperta in epoca romana. Altre cave si trovavano presso la Punta del Lazzaretto e la Cala degli Alberi: quest'ultima, situata a sud della Punta di Capo Marino è stata aperta solo recentemente.



Tabella 1: dati microanalitici (% in peso). Pinite: campioni 1-3; Biotite: campioni 4-7.

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	52,52	48,78	46,40	33,17	36,84	42,33	41,49
TiO <sub>2</sub>	0,09	—	—	6,95	3,77	3,32	3,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,86	30,75	29,42	22,31	15,77	18,21	18,64
FeO	3,46	7,40	11,54	26,40	24,32	18,91	19,59
MgO	3,99	5,13	6,03	9,94	9,85	10,00	8,42
MnO	—	—	0,39	0,90	0,40	—	—
K <sub>2</sub> O	8,08	7,94	6,22	0,33	9,05	7,23	8,06
Totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Questa associazione mineralogica è molto simile a quella presente in altri plutoni di quarzomonzoni a cordierite, quali quello del New Hampshire [1], di Loon Lake presso Chandos Township, Ontario [5] o di Città del Capo [15]: in tutti questi casi ci troviamo nelle vicinanze dell'aureola di contatto fra il magma ed altre rocce metamorfiche e si può ritenere che il processo di formazione della cordierite sia dovuto ad episodi di metasomatismo fra frammenti metamorfici e il fuso che li circondava. Non è da escludere, tuttavia, soprattutto per i campioni più grandi<sup>10</sup>, che il minerale sia di origine alloctona, presente all'interno di veri e propri xenoliti, come avviene per il granito di Satzung [8]. Un'interessante ipotesi paragenetica è stata recentemente formulata da Federico Pezzotta: la formazione della pinite sarebbe causata dall'invasione, in una parte profonda del plutone già cristallizzato, di fluidi piuttosto caldi, generati in seguito all'*uplift* del plutone stesso, attraverso le rocce metamorfiche incassanti<sup>11</sup>.

Il plutone gigliese appare quindi molto più complesso ed articolato di quanto descritto dallo stesso Westerman [16], il quale rimarcava la presenza di due – o forse tre – facies distinte: sarebbe forse il caso di “riesumare”, per questa particolare tessitura, la vecchia dicitura *granitite cordieritica* coniata a suo tempo da Meli?

\* \* \*

#### A “caccia” di colonne

Assieme alla consorella Elba, il Giglio è stato nell'antichità una delle principali località marmifere<sup>12</sup> del Mediterraneo e, come già sottolineato dallo scrivente [7], sono numerosi gli esempi di monumenti dell'antichità costruiti con granito gigliese: solo a titolo di esempio si ricorda il porto neroniano di Anzio nonché le varie *villae urbanae* dei primi secoli dell'era cristiana, prime fra tutte la splendida villa di Giannutri e quella del Castellare presso Giglio Porto<sup>13</sup>. Il granito gigliese era molto richiesto anche in epoca medievale: fin dal XII secolo ai cavaatori gigliesi sono state commissionate splendide colonne, utilizzate per la costruzione o l'abbellimento di importanti monumenti quali il Battistero di Firenze, il Duomo di Pisa e la chiesa di Santa Croce in Gerusalemme a Roma, nella quale due giganteschi monoliti sono posti ai lati dell'altare maggiore. Dal XVII secolo la richiesta di colonne gigliesi è regolarmente documentata

[13]: nel 1613 viene eretta una colonna nella chiesa romana di San Grisogono; successivamente dodici colonne vengono innalzate a Napoli nella chiesa dei Gerolamini, otto nella facciata del Palazzo Reale di Napoli e quattro a Palazzo Bonicelli a Roma. L'attività estrattiva prosegue ininterrotta per tutto l'Ottocento, scolpendo colonne anche imponenti, come quella eretta nella piazza del Duomo di Orbetello in onore del Granduca di Toscana Ferdinando III. Fino ai tempi nostri, infine, sono rimaste attive cave di granito [13], per la realizzazione di banchine e marciapiedi<sup>14</sup>.

Le cave storicamente documentate (fig. 4) sono tutte situate attorno al paese di Giglio Porto: la più importante, quella detta *del Foriano*, è stata sommersa dall'abitato<sup>15</sup>. La Cava di Bonsere e la Gran Cava delle Cannelle, come si evince dalla stessa figura, sono situate nella zona ricca di cordierite: pertanto, attraverso un esame litologico delle colonne stesse, è possibile tentare di individuarne la provenienza<sup>16</sup>. È ovvio che una tale indagine non può essere condotta su tutte le colonne ascritte come gigliesi: il materiale estratto in altre cave della costa est – quelle presso la Punta del Lazzaretto, la Cala degli Alberi o la Cava del Piccione – non presenta infatti caratteristiche macroscopiche tali da poter essere macroscopicamente distinto dal granito elbano o da quello di altre località.

#### Le colonne del Battistero di Firenze

Delle diciotto colonne presenti nel “bel San Giovanni” ve ne sono ben dodici di granito (fig. 4), otto delle quali, come vedremo, risultano essere di provenienza gigliese.

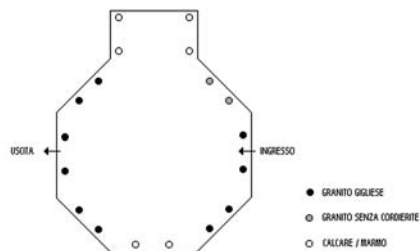


Figura 4: schema dell'interno del Battistero di Firenze, disposizione delle colonne e materiale con cui sono costruite. In nero si indica il granito di sicura provenienza gigliese, in grigio il granito senza cordierite, in bianco il calcare o il marmo. Il disegno non è in scala.





*Figura 5a: interno del Battistero di Firenze, grossa plaga di pinite in una colonna.*



*Figura 5b: interno del Duomo di Pisa, transetto sinistro, grossa plaga di pinite in una colonna.*

La tessitura macroscopica della roccia è uniforme, senza inclusi irregolari di biotite riscontrabili comunemente in campioni sardi o alpini; il granato è del tutto assente, così come la tormalina; le plaghe di pinite appaiono ellissoidali e di dimensioni ragguardevoli.

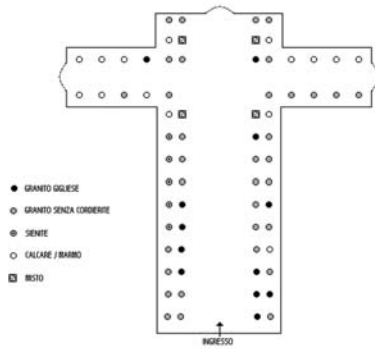
Nelle due colonne vicino all'uscita (fig. 5a) sono presenti delle plaghe molto grandi (diametro ca. 250 mm): si ritiene che siano proprio queste le colonne identificate dal Ceccarini come gigliesi. Molto probabilmente lo scultore carrarese, in base alle indicazioni del Da Morrona<sup>17</sup> nonché sulla sua esperienza diretta, identificò come gigliese la colonna del Duomo di Pisa (fig. 5b) e, per analogia, riconobbe come gigliese la colonna del Battistero fiorentino (fig. 5a)<sup>18</sup>.

Una tessitura analoga a quella delle colonne sopraccitate è comune nella zona compresa fra gli scogli dello Smeraldo presso Bonsere e la Gran Cava delle Cannelle.

#### *Le colonne del Duomo di Pisa*

Dal punto di vista litologico, i monumenti pisani possono essere considerati un *pot-pourri* di materiali di recupero e pietre ornamentali.

Nel 1595, a seguito di un incendio, parte della navata centrale del Duomo andò distrutta: vennero pertanto commissionate ai gigliesi ben ventiquattro maestose colonne di granito [2]. Delle settanta colonne presenti all'interno del Duomo ben 47 sono di granito<sup>19</sup>, ed undici di esse (fig. 6) presentano plaghe di pinite (fig. 5b): come si evidenzia da una frattura fresca presente in una colonna situata presso l'altare maggiore, la struttura macroscopica della roccia è uniforme, senza evidenti inclusi di biotite; sono altresì presenti piccole inclusioni di granato e di tormalina, nonché alcune masse relle verdastre, di dimensioni da millimetriche a centimetriche. Sebbene i diversi monoliti presentino leggere differenze fra le tessiture – cosa che potrebbe avallare l'ipotesi di provenienza da varie cave anziché da una sola – è molto probabile che



*Figura 6: schema dell'interno del Duomo di Pisa, disposizione delle colonne e materiali di cui sono costituite. In nero si indica il granito di sicura provenienza gigliese; in grigio il granito senza cordierite, in bianco il calcare o il marmo, un cerchio con un punto indica la sienite, un cerchio inscritto in un quadrato indica materiale misto senza granito. Il disegno non è in scala.*

la maggior parte delle colonne del Duomo pisano provengano dalla Gran Cava delle Cannelle, dove la tessitura sopra descritta è molto frequente.<sup>20</sup>

#### *Le colonne della Torre di Pisa*

Nel basamento della Torre di Pisa sono presenti quattro piccole colonne di granito ingiallite dal tempo. Nelle due adiacenti la porta di ingresso si notano interessanti inclusioni di pinite (fig. 7) del tutto simili al materiale che proviene dalla zona della villa del Castellare, a sud della Cava del Foriano. È facile ritenere che tali monoliti siano stati estratti prima della costruzione della Torre – probabilmente dagli antichi romani – e che siano stati riciclati al momento della costruzione della Torre, inseriti nel basamento con funzione non tanto strutturale quanto ornamentale.

#### **Altre colonne gigliesi nei monumenti pisani**

Sul sagrato del Duomo è presente una colonna isolata, detta “del bacchino”, eretta nel 1600. La presenza, sul lato ovest, di un'interessante plaga di biotite con al centro una masserella di pinite sembra avallare un'origine gigliese del materiale: in caso affermativo la tessitura che più assomiglia a questa è quella presente nella zona a sud di Giglio Porto.



*Figura 7: inclusi di pinite (grigio) e di schörlite (nero) presenti in una colonna nella porta di accesso della Torre di Pisa. Tale tessitura è molto comune nel granito gigliese della costa est.*



*Figura 8: inclusi di pinite (grigio) a forma di mezzaluna presenti nella “colonna del bacchino” sul sagrato del Duomo di Pisa. Tale tessitura ricorda molto quella delle plache di pinite presenti nelle colonne del Battistero di Firenze e del Duomo di Pisa di cui in figg. 5a e 5b.*

### *Altre colonne presenti nei monumenti italiani*

Fermi restando i limiti dell'analisi litologica sinora descritta, si può affermare che in diversi altri monumenti storici italiani siano presenti monoliti di granito la cui tessitura ricorda molto da vicino quella gigliese:

- le colonne della basilica di San Piero a Grado presso Tirrenia (PI)
- le colonne del Foro di Cesare a Roma
- la colonna presente nella Piazza del Campo di Siena
- le colonne della basilica di Santa Croce in Gerusalemme a Roma
- le colonne della chiesa di San Grisogono in Trastevere a Roma
- le colonne del porticato "pompeiano" del giardino della Reggia di Caserta

Si auspica pertanto che tali monumenti<sup>21</sup> possano divenire in futuro oggetto di ulteriori indagini, al fine di rendere sempre più completo il quadro relativo alla "mappatura" del granito gigliese all'interno del patrimonio architettonico italiano.

### **Ringraziamenti**

Si ringrazia, per il costante aiuto offerto durante lo svolgimento delle indagini, il personale del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze (in particolare il sig. Pierluigi Parrini), il personale del Centro Interdipartimentale di Microscopia Elettronica dell'Università di Firenze, i dott. Fabbri ed Osticresi del Museo dell'Opera del Duomo di Firenze, il dott. Guidi del Museo dell'Opera del Duomo di Pisa, il dott. Armando Schiaffino, e Walter Marinai, Vice Direttore del Museo. Un particolare ringraziamento va al dott. Federico Pezzotta del Museo Civico di Storia Naturale di Milano per i preziosi consigli ed al prof. Paolo Orlandi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Pisa.

### **Note**

<sup>1</sup> Fra i tanti si ricordano Emanuele Repetti, Lorenzo Pareto, Giuseppe Meneghini, Antonio e Giovanni D'Achiardi, Romolo Meli, Carlo De Stefani, Ernesto Manasse, Federico Millosevich, e più recentemente Giorgio Marinelli, Giovanni Cocco, Renzo Mazzanti, Guido Carrobbi, Francesco Rodolico e Paolo Orlandi.

<sup>2</sup> Da ora in poi *Museo*.

<sup>3</sup> Negli ultimi due anni lo scrivente ha potuto aggiungere

all'elenco due nuove specie: nel 2006 in un blocco di anfibolite sono state individuate masserelle rosate di *lawsonite*, mentre nel 2007, in un affioramento di skarn presente presso il Golfo di Campese, sono stati rinvenuti aggregati fibroso-raggiati di *johansennite*.

<sup>4</sup> Molti autori hanno descritto la cordierite nel granito gigliese, come si evince dall'*excursus* storico della presente *Introduzione*, tuttavia, ad oggi, permangono numerose discrepanze sia sull'origine della cordierite nel granito gigliese sia – soprattutto – sull'ubicazione di tale minerale nel granito stesso.

<sup>5</sup> Lo scultore redige un *pamphlet* (*Lettera di Giuseppe Ceccarini scultore al signor Vanelli di Carrara relativa al granito dell'isola del Giglio* – Roma presso Giuseppe Salviucci e figlio, 1828) contro la decisione della commissione papale di non utilizzare il granito gigliese per scolpire quaranta colonne da utilizzare nella navata grande della Basilica di S. Paolo di Roma: per dimostrare che tale pietra ornamentale è stata fin da tempi antichissimi sfruttata per l'abbellimento di importanti monumenti, fa notare che le colonne del Foro Romano, del Battistero di Firenze e del Duomo di Pisa sono costruite con una varietà di granito tipica dell'isola del Giglio, caratterizzata dalla presenza di un minerale in "lamelle verdastre".

<sup>6</sup> Il minerale non è menzionato nella monumentale *Mineralogia della Toscana* di Antonio D'Achiardi (Pisa, Nistri, 1872-73), vera e propria *summa* delle conoscenze ottocentesche della mineralogia toscana. Molto probabilmente l'illustre studioso pisano, pur avendo effettuato una capillare ricerca bibliografica, non ha preso in considerazione la nota del Ceccarini in quanto questa riguardava l'utilizzo della roccia gigliese nell'architettura e non un vero e proprio studio scientifico sul granito. Al tempo di D'Achiardi il minerale era già noto, tanto che il grande mineralogista bolognese Luigi Bombicci (*Corso di Mineralogia*, 2° edizione grandemente variata ed accresciuta. Bologna, tip. Fava e Gragnani, 1873-75), padre della moderna didattica delle Scienze, nel 1873 ne aveva effettuato perfino l'analisi chimica: purtroppo, applicando pedissequamente il criterio in voga secondo il quale ad ogni composto "daltonide" deve corrispondere necessariamente una precisa formula chimica, definisce almeno una decina di specie, il cui nome verrà rapidamente screditato (quali *esmarkite*, *dysyntribite*, *groppite* o *hygrofillite*), che presentano lo stesso aspetto della pinite gigliese, la cui composizione chimica differisce per poche frazioni percentuali in peso. Alcuni dei nomi riportati dal Bombicci (*cataspilite*, *peploite*, *pinnite*, *poliargite*, *policroilite*) sono comunque giunti fino ad oggi, come si evince dai cataloghi mineralogici reperibili su Internet. L'elenco completo dei sinonimi della pinite (più di venti!) è riportato dallo scrivente [6].

<sup>7</sup> Ciò può essere dovuto al fatto che, mentre Meli e Millosevich hanno prelevato il granito solo nelle cave della costa est adducendo che si trattava di rocce di frattura fresca, Cocco effettua una vera e propria campagna di campionamento su tutta l'isola (la presenza di pinite è circo-

scritta alle cave a sud di Giglio Porto) e Marinelli analizza il granito gigliese in relazione alla sua somiglianza con quello elbano.

<sup>8</sup> Il lavoro di Lazzarotto, Mazzanti e Mazzoncini sul promontorio del Franco (*Geologia del promontorio Argentario (Grosseto) e del promontorio del Franco (Isola del Giglio - Grosseto)*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 1964, 83:1) apre infatti la strada ad uno studio moderno delle rocce sedimentarie e delle ofioliti presenti sull'isola.

<sup>9</sup> Sono stati effettuati degli spettri di diffrazione X di cordieriti alterate di Roccatederighi: il minerale risulta solo parzialmente cristallino, con pochi riflessi ascrivibili alla muscovite tipo 2M1 [7]. La differenza macroscopica fra il minerale gigliese e quello di Roccatederighi e la scarsa cristallinità di quest'ultimo indussero lo scrivente a desistere dalle ricerche.

<sup>10</sup> Oltre al campione di cui alla fig. 1, nel Museo è conservata una masserella di cordierite alterata in pinite di forma approssimativamente cilindrica alta 160 mm e di diametro 40 mm (n. inv. 330-PN05-GC009).

<sup>11</sup> Si tratta di una comunicazione personale: l'illustre studioso milanese descrive efficacemente questo processo affermando "è come se il granito con pinitizzazione fosse stato "bollito" in loco da una fase fluida", mediante un processo di autometasomatismo. La presenza di pirite, magnetite e pirrotina nel granito della Cava delle Cannelle – segnalata fin dal 1892 dal Meli – è una riprova indiretta di questa ipotesi paragenetica.

<sup>12</sup> Il termine va inteso in senso architettonico di *pietra ornamentale* e non di marmo propriamente detto.

<sup>13</sup> E' certo che per la costruzione della basilica di San Piero a Grado presso Pisa e del porticato "pompeiano" dei giardini della Reggia di Caserta sono state utilizzate colonne di granito provenienti dagli scavi archeologici di epoca romana. Vi sono indizi che molti monumenti romani, tra cui i Fori Imperiali, presentino granito gigliese, ma al momento non sono stati effettuati studi accurati a riguardo. Certo è che le pietre ornamentali usate nella Roma imperiale sono un *mélange* quanto mai disparato: ad esempio, la Colonna della Giustizia presente in Piazza Santa Trinita a Firenze, proveniente dalle Terme di Caracalla, è sì di granito, ma la sua tessitura è ben diversa da quella tipica del granito gigliese.

<sup>14</sup> Blocchi squadrati di granito gigliese, la cui tessitura è del tutto analoga a quella osservabile presso la Gran Cava delle Cannelle, sono visibili sulla scogliera di Querciana presso Livorno.

<sup>15</sup> Si tratta della zona denominata ancor oggi *Alle colonne* [7]. Dell'antica Cava del Foriano descritta accuratamente da Giovan Battista Brocchi nel 1818 ne resta la sommità, sulla strada provinciale, appena superata la curva per la Cala delle Cannelle.

<sup>16</sup> Si sottolinea che l'obiettivo della presente indagine è non tanto lo studio della provenienza delle colonne di granito presenti nei monumenti toscani, quanto semmai

la verifica di alcune segnalazioni ottocentesche relative alla presenza di colonne di granito gigliese nei monumenti storici.

<sup>17</sup> Alessandro Da Morrona, *Pisa illustrata nelle arti del disegno*, Pisa, Pieraccini, 1787-93 vol. 1, pag. 51 e segg.

<sup>18</sup> Sia il già citato Ceccarini (1828) sia lo scrittore fiorentino Pietro Thouar (*Rapporto degli studi accademici nell'anno 1844, letto dal Segretario degli Atti Pietro Thouar nell'Adunanza Solenne del dì 11 dicembre 1844* — Atti dell'I. R. Accademia economico-agraria dei Georgofili di Firenze, vol. XX, pag. 231) affermano che tutte le colonne granitiche del Battistero provengono dal Giglio: sulla base di ciò, quest'ultimo chiede alla prestigiosa Accademia dei Georgofili di intercedere presso il Granduca affinché venga accelerato il lavoro di restauro del porto gigliese, al fine di poter riattivare al più presto l'estrazione ed il commercio della pregiata pietra [7]. Ciononostante le due colonne sul lato destro rispetto all'entrata (si veda la fig. 4) presentano una tessitura molto diversa da quella delle altre, con grosse plaghe di plagioclasio ed inclusi di biotite, che ricorda molto da vicino quella osservata dallo scrivente presso Grotta d'Oggi all'Isola d'Elba.

<sup>19</sup> Gli altri materiali utilizzati per la costruzione delle colonne restanti sono: sienite (noto presso i marmisti come "granito rosso") in cinque di esse, marmo/calcare per quindici e serpentino/calcare per i pilastri centrali.

<sup>20</sup> Una colonna presenta una struttura decisamente curiosa: sul basamento, di granito bianco – molto probabilmente elbano – è riscontrabile una parte di granito decisamente giallastro, nel quale la pinite è del tutto assente. Potrebbe essere una delle colonne distrutte nell'incendio del 1595 della quale è rimasto solo il basamento. Curiosamente – ma non vi sono elementi sufficienti per avallare questa ipotesi – la tessitura della roccia sovrastante ricorda molto da vicino quella della *facies di Pietrabona* descritta da Westerman *et al.* [16] come zonatura del granito gigliese. Sebbene vi siano testimonianze sia scritte che dimostrano inoppugnabilmente che nella zona di Sparavieri, nella costa nordovest, sono state aperte cave di granito, non si può affermare che tali cave fossero attive nel XVI secolo.

<sup>21</sup> Nel preziosissimo regesto del Meli [11] sono citati molti altri monumenti in cui sembra essere presente granito gigliese.

## Bibliografia

[1] Barker., F.: Phase relations in cordierite-garnet bearing Kinsman quartz monzonite and the enclosing schist, Lovewell Mountain Quadrangle, New Hampshire, *The American Mineralogist*, 1961, 16: 1166.

[2] Casini, C.: I restauri seicenteschi del Duomo di Pisa, *Bollettino storico pisano*, 1986, 60.

- [3] Cocco, G.: Considerazioni geochemiche-petrografiche sulla granodiorite dell'isola del Giglio. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, 1959, 66.
- [4] Deer, W. A., Howie, R.A., Zussmann, J.: An introduction to the rockforming minerals, Longman Scientific & Technical, Londra:1992<sup>2</sup>.
- [5] Dostal, J.: The origin of garnet-cordierite-sillimanite bearing rocks from Chandos Township, Ontario. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1975, 49:163.
- [6] Fei, A.: Isola del Giglio: note di geologia e mineralogia. Notiziario del Gruppo Mineralogico Fiorentino, 1984, XI/3-4: 3.
- [7] Fei, A.: Civiltà mineraria all'Isola del Giglio. Pacini editore, Pisa: 1989.
- [8] Gottesmann, B., H. Förster, H.: Sekainanite from the Satzung granite (Erzgebige, Germany): magmatic or xenolithic?, European Journal of Petrology, 1974, 16.
- [9] Marinai, V., Nannoni, R.: I minerali dell'isola del Giglio, Pacini editore, Pisa: 1994.
- [10] Marinelli, G.: Le intrusioni terziarie dell'Isola d'Elba. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, 1959, 66: 50.
- [11] Meli, R.: Cenni sul granito dell'isola del Giglio e bibliografia scientifica (principalmente geologica) relativa al granito del Giglio. Rendiconti della Società Geologica Italiana, 1892, 14.
- [12] Millosevich, F.: Studi litologici sull'isola del Giglio. II: il granito. Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, 1916, 25.
- [13] "Il granito del Giglio" in Isola del Giglio - Tradizioni e mestieri: <http://www.isoladelgiglio.net/mestieri.Htm> (visto il 2/11/2009)
- [14] Pinite mineral information and data: <http://www.mindat.org/min-9410.html> (visto il 2/11/2009)
- [15] Villaros, A.: The Cape Granite Suite: a short introduction: <http://academic.sun.ac.za/geology/undergraduate/G314/The%20Cape%20Granite%20Suite.doc> (visto il 2/11/2009)
- [16] Westerman, D.S., Innocenti, F., Tonarini, S., Ferrara, G.: The Pliocene intrusions of the Island of Giglio: Memorie della Società Geologica Italiana, 1993, 49: 345

## Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli - PI)

Andrea Corti\*<sup>1</sup>, David Michelotti<sup>2</sup>, Maurizio Forli<sup>3</sup>

**Parole chiave:** Gastropoda, Pliocene, Zancleano, Toscana

*Sono state investigate le malacofaune fossili associate ad almeno 5 orizzonti sedimentari affiorati nel corso di 10 anni di escavazioni nella cava di inerti di Marti nel comune di Montopoli (Pisa, Toscana occidentale, Italia). La località, posta in riva sinistra al torrente Chiecina, si inserisce nel complesso neoautoctono con formazioni geologiche ascrivibili al pliocene inferiore e medio. La serie stratigrafica si compone di una successione di orizzonti ben delineati, costituiti, a partire dal piano di campagna, da sabbie grossolane a granulometria decrescente al tetto delle quali si delinea un letto di sedimentazione sabbioso-limoso con fossili molto abbondanti, evidenti tracce di bioturbazione e caratterizzato dalla presenza frequente di echinidi fossori. Questo livello si separa nettamente dal superiore costituito da argille limoso-sabbiose di colore azzurro al taglio fresco in cui i macrofossili sono più rarefatti rispetto al livello precedente. La sommità della sezione è caratterizzata da almeno altri due orizzonti di sedimentazione costituiti da sabbie frammiste a ghiaie fini, intervallati da depositi limosi a filliti. Complessivamente la sezione documenta il passaggio da un ambiente francamente marino di spiaggia sommersa ad uno acquaticolo di delta.*

*La raccolta dei molluschi è stata effettuata durante ricerche di superficie con risultati quantitativi più abbondanti in occasione o successivamente alla escavazione di inerti. Sono stati setacciati, inoltre, circa 0,7 m<sup>3</sup> di sedimenti per la raccolta degli esemplari di più piccole dimensioni. Sono state identificate complessivamente oltre 400 specie, per lo più di ambiente litorale, di cui oltre 300 gasteropodi. Lo studio delle biofacies è stato inoltre implementato mediante la distribuzione relativa dei taxa identificati. Particolare attenzione è stata rivolta alle specie della famiglia Turridae, risultate particolarmente abbondanti negli strati inferiori della sezione. Sono inoltre descritte alcune specie, in particolare alcuni bivalvia (e.g. Pholadomya sp.), risultate rare o poco segnalate per il pliocene inferiore-medio della Toscana.*

### Introduzione

I depositi neoautoctoni della Toscana sono stati oggetto di studi e indagini sulle malacofaune ad esso associate sin dalla metà del XVIII secolo. È tuttavia a partire dal XIX secolo che tali indagini assumono una connotazione sistematica sia in Toscana che in altre regioni italiane caratterizzate dalla abbondanza di giacimenti fossiliferi pliocenici.

Ancora oggi in ragione dell'affioramento di nuovi giacimenti ed alla attività di ricercatori ed appassionati, le malacofaune fossili toscane suscitano interesse e permettono di incrementare e approfondire il loro inquadramento nel contesto dell'evoluzione paleogeografica della regione.

Il presente contributo si inserisce in questo contesto e presenta alcune osservazioni sulle malacofaune fossili associate a livelli stratigrafici emersi

in una cava di estrazione di inerti in località Marti, nel comune di Montopoli (Pisa). In tali associazioni sono state rinvenute, inoltre, specie poco segnalate o rare nel pliocene toscano di cui si fornisce una caratterizzazione tassonomica.

### Dati sperimentali

Le malacofaune indagate sono state rinvenute in una colonna stratigrafica emersa progressivamente durante le fasi di coltivazione di una cava di inerti situata in sinistra orografica del torrente Chiecina, nell'omonima valle sottostante l'abitato di Marti (Figura 1). Tale sezione, evidentemente inclinata con orientazione nord-sud, si compone di una serie di livelli riconducibili a diverse tipologie di sedimenti e chiaramente distinguibili per gli ambienti di sedimentazione. La parte superiore della colonna stratigrafica si compone di livelli sedimentari riconducibili cartograficamente alle bancate di litofacies sabbiose (sabbie p3) e argilloso-sabbiose e limose (p2) presumibilmente sormontanti un complesso basale trasgressivo del ciclo pliocenico (in prevalenza sabbie di Gambassi), come riportato negli studi sugli elementi geologico-morfologici in prossimità di Montopoli [1].

Le indagini sulla malacofauna sono state effettuate in particolare sui termini inferiori della serie, come di seguito identificati.

Il termine inferiore (livello SB) della serie di livelli fossiliferi è costituito da uno strato di spessore compreso tra 20 e 30 cm di sabbie gialle grossolane caratterizzate dall'abbondanza di esemplari a valve unite di *Laevicardium oblongum* (GMELIN, 1791) con superficie di strato con orientazione prevalentemente unimodale, a cui è associata un'abbondante ed eterogenea malacofauna tra cui risultano particolarmente abbondanti i gasteropodi spesso particolarmente ben conservati (Figura 2);. In tale livello, inoltre, si rinvengono abbondanti resti di foraminiferi (markers biostratigrafici) riconducibili al genere *Cibicoides*. Il livello è esente da fenomeni di bioturbazione e sembra caratteristico di un ambiente di deposito a bassa energia.

Il livello SB prosegue con caratteristiche litologiche simili, ma con sabbie a granulometria decrescente, particolarmente ricche di conchiglie di bivalvi a valve separate sormontate da depositi a *Mo-*

*diolus* (Figura 3); contraddistinte dall'abbondanza di *Callista chione* (LINNE', 1758), spesso a valve unite, dalla frequente presenza di *Pelecycora gigas* e *Gigantopecten latissimus* (BROCCHI, 1814) in cui si rinvengono abbondanti i gasteropodi. La progressiva rarefazione dei marker biostratigrafici e soprattutto le caratteristiche della sezione trasversale di questo livello contraddistinta da depositi di bivalvi soprastanti con fossili concordanti, hanno suggerito di considerarlo come livello separato da quello precedente SB, di seguito denominato SC, dello spessore di circa 40-50 cm.

Proseguendo in altezza si rileva una netta separazione con un'altro livello sedimentario costituito da sabbie limose grigio-giallastre dello spessore di circa 50-60 cm, denominato livello SD. Questo orizzonte sedimentario è risultato caratterizzato dalla presenza di resti vegetali (legno e foglie) e da resti fossili di bivalvi e gasteropodi spesso fortemente demineralizzati. Nel livello SD sono stati rinvenuti frequentemente, spesso in associazioni di 2-4 esemplari, endoscheletri di echinidi (*Schizaster* sp.), parti o individui incompleti di decapodi ed evidenti e frequenti tracce di bioturbazione.

La serie si continua con uno strato omogeneo (livello SE) di sabbie limoso-argillose di colore grigio-azzurro dello spessore di circa 4 metri alla base del quale si rinvengono esemplari di echinidi e sporadicamente fossili di conchiglie, tra cui risultano più comuni i bivalvi quali *Ensis ensis* (LINNE', 1758) e *Spisula* sp.

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, via Risorgimento 35, 56126 Pisa, mcandrea@dcci.unipi.it.

<sup>2</sup> Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, via Risorgimento 35, 56126 Pisa.

<sup>3</sup> via Grocco 16-I 59100 Prato.

\* autore per corrispondenza.

Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli – PI)



*Fig. 1a. Riferimento cartografico della parte settentrionale della valle del Chiecina e ubicazione (indicata dall'asterisco) della cava di inerti.*



*Fig. 1b. Veduta complessiva della cava di inerti di Marti.*





*Fig. 2. Particolare della parte inferiore del livello fossilifero SB.*



*Fig. 3. Particolare dello strato superiore del livello fossilifero SB.*

Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli – PI)

Gli esemplari fossili nei 4 livelli (SB-SE) sono stati raccolti sia mediante campionamenti sporadici durante le fasi di escavazione. Nel caso, invece, dei livelli SB e SC il campionamento è stato effettuato anche secondo il metodo del volume (bulk sample), accertando, in questi casi, volumi minimi rappresentativi compresi tra 15 e 20 dm<sup>3</sup>.

## Risultati

### Descrizione della Malacofauna

Le analisi delle malacofaune sono state estese a tutti i livelli stratigrafici della sezione indagata, tuttavia i rilievi più interessanti sia dal punto di vista quantitativo (numero dei taxa) che di specie interessanti sono stati ottenuti analizzando i livelli SB e SC. In questi due livelli sono stati raccolti oltre 3400 individui di gasteropodi e 1200 di bivalvi. Le analisi tassonomiche si sono concentrate preliminarmente sui gasteropodi di cui sono stati classificati tentativamente oltre 320 taxa. Le analisi dei bivalvi sono in corso di completamento, tuttavia sono già stati identificati oltre 90 taxa a cui si devono aggiungere almeno 4 taxa riferibili a agli scafopodi ed uno ai polioplacofori (*Craspedochiton altavillensis* SEGUENZA, 1876) rinvenuto nel livello SC.

Il livello SB si connota per essere il più rappresentativo in termini di numero e frequenza dei taxa. La famiglia Rissoidae è risultata rappresentata con 14 specie, la più frequente delle quali è *Alvania* (*Alvania*) *beani* (HANLEY in THORPE, 1844). Altrettanto interessante è la frequenza di individui di specie della famiglia Trivinae, in particolare *Trivia* sp. e *T. dimidiata* (BRONN, 1831), ad indicare per il livello SB un ambiente di sedimentazione di tipo infralitorale con rocce, caratteristica, questa, confermata dall'abbondante rinvenimento in questo livello di esemplari a valve unite di bivalvi sessili quali *Chama gryphoides* (LINNE', 1758) e *Pseudochama gryphina* (LAMARCK, 1819) oltre ad esemplari di *Lima* spp. e *Spondylus crassica* (LAMARCK, 1819). Associati esclusivamente al livello SB sono stati rinvenuti esemplari di specie della famiglia Epitonidae, tra cui si citano, in particolare, *Acrilloscala geniculata* (BROCCHI, 1814) e *Cirsotrema cochlea* (SOWERBY G.B.II, 1844). Nell'ambito dei Muricoidea il livello SB si connota per il rinvenimento di specie della sottofamiglia Muricopsinae quali *Favartia absona* (JAN, 1832) nota fino al pleistocene, con specie viventi affini

nelle zone tropicali e subtropicali, e specie a distribuzione cronostatigrafica miocenica-pleiocenica quali *Favartia incisa* (BRODERIP, 1832) e *Favartia excisa* (GRATELOUP, 1833), quest'ultima meno frequente e documentata per il pliocene della Toscana. Sempre tra i Muricoidea, la serie stratigrafica investigata si connota per l'abbondanza di *Pollia plicata* (BROCCHI, 1814) (260 esemplari), il cui rinvenimento si estende ai livelli SB, SC e SD, ma con frequenza relativa assolutamente più elevata nel livello SB.

Di notevole interesse è la frequenza di specie della famiglia Nassariidae (Tabella 1). I taxa più rappresentati, soprattutto nel livello SC, sono risultati *Nassarius* (*Uzita*) *prismaticus* (BROCCHI, 1814) e *Nassarius* (*Hinia*) *musivus* (BROCCHI, 1814), quest'ultima con due distinte forme: una forma definibile classica tipicamente piramidale e slanciata, associata ad una forma con giri più corti della precedente e complessivamente più globosa (Figura 4).

La famiglia Nassariidae nell'affioramento oggetto dello studio si connota per l'abbondanza di *Nassarius* (*Amyclina*) *crebico* (BELLARDI, 1882) (Figura 4), specie esclusivamente pliocenica poco diffusa negli affioramenti della Toscana e solitamente più comune in quelli dell'Italia settentrionale [2].

Particolarmente rappresentata è risultata la superfamiglia Conoidea. Complessivamente sono stati classificati 67 taxa. Nell'ambito della famiglia Conidae, nei livelli SB, ed in misura minore quello SC, gli esemplari numericamente più abbondanti (244 su un totale di 310) appartengono a *Conus* (*Chelyconus*) *striatulus* (BROCCHI, 1814).

Il livello SB si connota anche per la frequenza di Terebridae tra cui gli esemplari di *Terebra acuminata* (BORSON, 1820), *Strioterebrum pliocenicum* (SACCO, 1891), e *Subula fuscata* (BROCCHI, 1814) sono numericamente più abbondanti. Unitamente a *Terebra postneglecta* (SACCO, 1891) *Hastula costulata* (BORSON, 1820), *Hastula farinesi* (FONTANNES, 1880), anch'esse rinvenute nel livello SB, tali specie sono tutte caratterizzate da una distribuzione cronostatigrafica ristretta al Miocene (Serravalliano e Tortonian) ed al Pliocene.

Ma il livello SB della sezione di Marti si è rivelato particolarmente interessante per l'abbondanza di individui della famiglia Turridae (Tabelle 2 e 3) con ben 53 taxa rappresentati. Tra le specie più abbondanti si segnalano *Clavatula rustica* (BROCCHI, 1814) e *Clavatula* (*Trachelochetus*)

Tabella 1. Elenco dei taxa e frequenza degli individui della Famiglia Nassariidae.

Familia	NASSARIIDAE	IREDALE, 1916	livello	esemplari
<i>Nassarius (Amyclina) crebicosulatus</i>	(BELLARDI, 1882)		SB	41
<i>Nassarius (Gussonea) tersus</i>	(BELLARDI, 1882)		SB	7
<i>Nassarius (Amyclina) semistriatus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB-SC	31
<i>Nassarius (Hima) asperulus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	28
<i>Nassarius (Hima) productus</i>	(BELLARDI, 1882)		SB	2
<i>Nassarius (Hima) pygmaeus</i>	(LAMARCK, 1822)		SB-SC	2
<i>Nassarius (Hima) incrassatus</i>	(MÜLLER, 1766)		SB	10
<i>Nassarius (Hima) volpedanus</i>	(BELLARDI, 1882)		SB	2
<i>Nassarius (Hima) serraticosta</i>	(BRONN, 1831)		SB	1
<i>Nassarius (Hima) libassi</i>	(DE STEFANI & PANTANELLI 1878)		SB	92
<i>Nassarius (Hinia) musivus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB-SC	120
<i>Nassarius (Hinia) reticulatus</i>	(L., 1758)		SB	1
<i>Nassarius (Hinia) cf. corrugatus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	1
<i>Nassarius (Niotha) clathratus</i>	(BORN, 1778)		SB-SC	17
<i>Nassarius (Plicarcularia) gibbosulus</i>	(L., 1758)		SC	1
<i>Nassarius (Sphaeronassa) mutabilis</i>	(L., 1758)		SB-SD	7
<i>Nassarius (Uzita) prismaticus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB-SD	125
<i>Nassarius (Uzita) cf. bugellensis</i>	(BELLARDI, 1882)		SB	4
<i>Nassarius (Uzita) angulatus</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	2
<i>Demoulia conglobata</i>	(BROCCHI, 1814)		SC	1
<i>Cyclope (Cyclope) neritea</i>	(L., 1758)		SB-SC	3

*romana* (DEFRANCE, 1826). Entrambe sono specie molto note per il pliocene (Zancleano e Piacenziano) della Toscana, comuni nei giacimenti riferibili ecologicamente alle associazioni infralitorale e circa litorale e rinvenute nei livelli a sabbie gialle (SB e SC) della sezione stratigrafica (Tabella 2). La sottofamiglia Crassispirinae è risultata invece rappresentata quasi esclusivamente nel livello SB, tra queste è stata identificata tentativamente una specie di recente costituzione, *Crassispira leonardiana* (Ceregato & Della Bella) che si distingue sia da *C. brocchii*, che da *C. sejuncta* per i caratteri morfo-dimensionali della teleoconca e soprattutto per la particolarità della protoconca [3]. *C. leonardiana* è stata rinvenuta in associazioni con specie

tipicamente infralitorali in giacimenti risalenti allo Zancleano-Piacenziano inferiore.

Altra specie riconducibile allo Zancleano-Piacenziano inferiore e poco nota nel Pliocene della Toscana è *Compsodrillia matheroni* (BELLARDI, 1877), specie riconosciuta, invece, dal Miocene medio del Piemonte [3]. Anche *C. matheroni* è ritenuta specie infralitorale, ed è stata rinvenuta in 3 esemplari esclusivamente nel livello SB.

Sempre nell'ambito dei Conoidea, il livello SB della sezione si è rivelato particolarmente interessante per la varietà dei taxa delle sottofamiglie Belinae e Raphitomininae, rappresentate, rispettivamente da 16 e 17 taxa (Tabella 3).

*Bela megastoma* (BRUGNONE, 1862), *Bela turgi-*

Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli - PI)

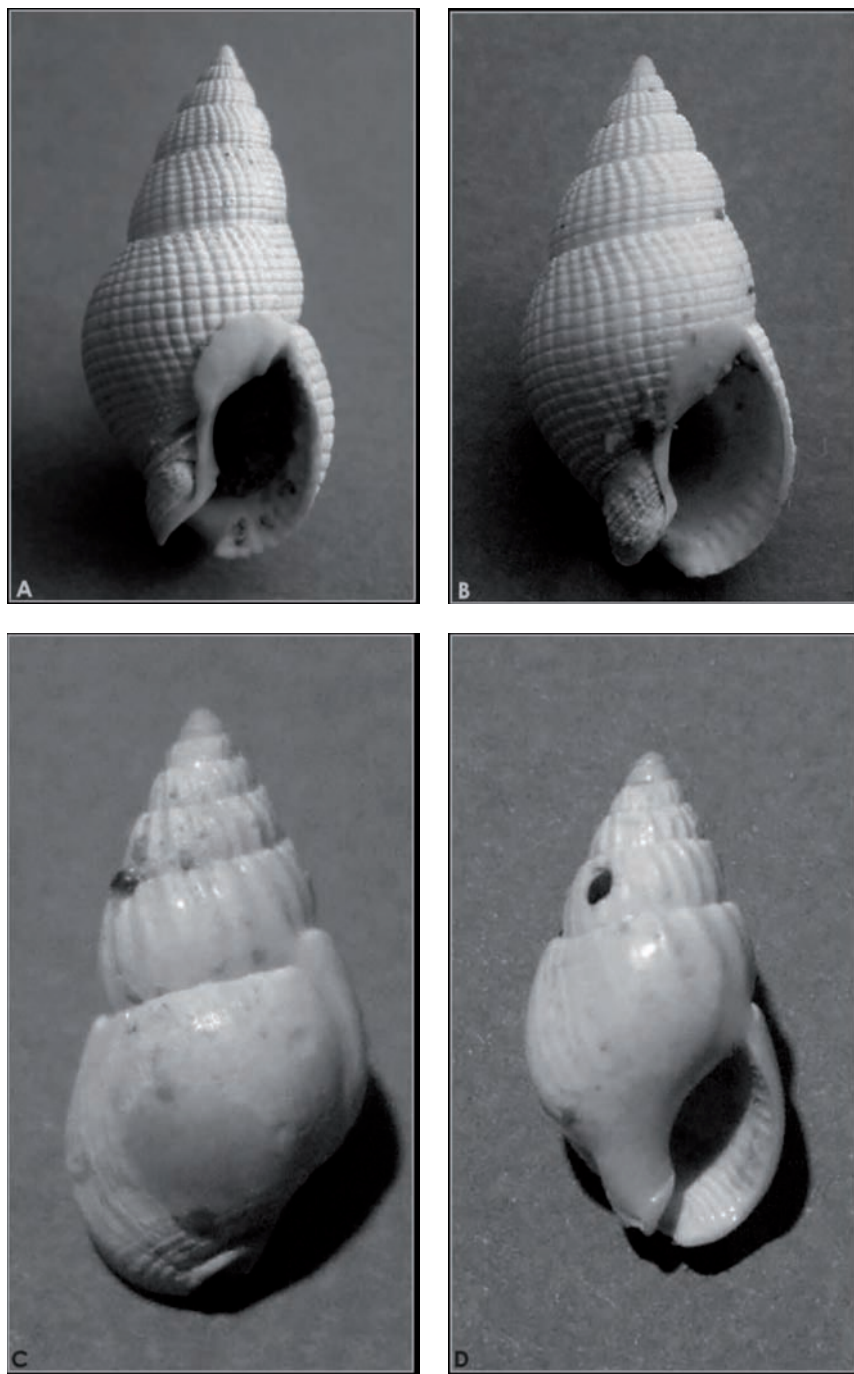


Fig. 4. a-b. *Nassarius (Hinia) musivus*, c-d *Nassarius (Amyclina) crebicosulatus*.

Tabella 2. Elenco dei taxa e frequenza degli individui della famiglia Turridae.

Familia	TURRIDAE	SWAINSON, 1840	livello	esemplari
Subfamilia	CLAVATULINAE	H.&A. ADAMS		
<i>Clavatula interrupta</i> (BROCCHI, 1814)			SB-SD	22
<i>Clavatula interrupta</i> (BROCCHI, 1814) forma tuberculifera			SB	1
<i>Clavatula rustica</i> (BROCCHI, 1814)			SB-SC	87
<i>Clavatula (Trachelochetus) romana</i> (DEFRANCE, 1826)			SB-SC	146
<i>Comitas intermedia</i> (BRONN, 1831)			SB-SC	24
Subfamilia	CRASSISPIRINAE	MORRISON, 1966		
<i>Crassispira sejuncta</i> (BELLARDI, 1847)			SB-SC	8
<i>Crassispira brocchii</i> (BONELLI in BELL. & MICHEL., 1840)			SB	21
<i>Crassispira cf. sejungenda</i> (BELLARDI, 1877)			SB	9
<i>Crassispira cf. geslini</i> (DES MOULINS, 1842)			SB	6
<i>Crassispira leonardiana</i>			SB	4
<i>Crassispira</i> sp.			SB	4
<i>Haedropleura septangularis</i> (MONTAGU, 1803)			SB	3
<i>Haedropleura bucciniformis</i> (BELLARDI, 1847)			SB	1
<i>Haedropleura cf. secalina</i> (PHILIPPI, 1844)			SB	3
<i>Haedropleura</i> sp. 1			SB	4
<i>Haedropleura</i> sp. 2			SB	1
Subfamilia	ZONULISPIRINAE	McLEAN, 1971		
<i>Compsodrillia matheroni</i> (BELLARDI, 1877)			SB	3
Subfamilia	DRILLINAE	MORRISON, 1966		
"Crassopleura" <i>sigmoidea</i> (BRONN, 1831)			SB	5
<i>Crassopleura incrassata</i> (DUJARDINI, 1837)			SB	6
<i>Crassopleura</i> sp.			SB	1
Subfamilia	CLATHURELLINAE			
<i>Clathurella fuchsi</i> (BELLARDI, 1877)			SB	2

da (FORBES in REEVE, 1843) costituiscono i taxa più rappresentati nella sottofamiglia Belinae. Per quanto riguarda la sottofamiglia Raphitoniinae, *Comarmondia gracilis* (MONTAGU, 1803) è risultata numericamente più abbondante. Infine per quanto riguarda la descizione generale della Malacofauna rinvenuta, di particolare interesse è risultata l'analisi del setacciato micropa-

leontologico del livello SB. In questo livello sono stati rinvenuti numerosi taxa, oltre a quelli della citata Rissoidae, delle famiglie Adeorbidae, Cecidae, Eulimidae, Pyramidellidae, Acteonidae e Cylichnidae. Tra i taxa di quest'ultima famiglia si segnala la frequenza relativamente abbondante di *Acteocina knockeri* (SMITH E.A., 1872) solo recentemente segnalata per il Pliocene della Toscana [4].

Le associazioni a molluschi fossili negli orizzonti sedimentari della cava di Marti (Montopoli – PI)

Tabella 3. Elenco dei taxa e frequenza degli individui delle sottofamiglie *Belinae* e *Raphitoninae*.

Subfamiglia	BELINAE	BELLARDI, 1875	livello	esemplari
<i>Bela megastoma</i>	(BRUGNONE, 1862)		SB	14
<i>Bela nebula</i>	(MONTAGU, 1803)		SB	2
<i>Bela</i> cf. <i>submarginata</i>	(BONELLI M.S., BELLARDI, 1847)		SB	2
<i>Bela turgida</i>	(FORBES in REEVE, 1843)		SB	14
<i>Bela vulpecula</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	7
<i>Agathotoma angusta</i>	(JAN in SISMONDA, 1842)		SB	2
<i>Clathromangelia elvirae</i>	(OLIVERIO, 1995)		SB	1
<i>Mangelia ambigua</i>	(BRUGNONE, 1862)		SB	2
<i>Mangelia attenuata</i>	(MONTAGU, 1803)		SB-SC	8
<i>Mangelia</i> cf. <i>mitreola</i>	BONELLI m.s. BELLARDI, 1877 ?		SB	5
<i>Mangelia unifasciata</i>	(DESHAYES, 1835)		SB	2
<i>Mangelia</i> cf. <i>tenuicostata</i>	(BRUGNONE, 1862)		SB	4
<i>Mangelia</i> cf. <i>costata</i>	(DONOVAN, 1804)		SB	8
<i>Mangelia</i> cf. <i>jerbaensis</i>	(DELLA BELLA & SPADA, 1997)		SB	2
<i>Mangelia</i> sp.1 ?			SB	1
<i>Mangelia</i> sp.2 ?			SB	1
Subfamiglia	RAPHITOMINAE	BELLARDI, 1847		
<i>Raphitoma erinaceus</i>	(BELLARDI, 1836)		SB	1
<i>Raphitoma hispida</i>	(BELLARDI in SEGUENZA, 1875)		SB	3
<i>Raphitoma hispidula</i>	(JAN IN BELLARDI, 1847)		SB	4
<i>Raphitoma histrix</i>	(JAN IN BELLARDI, 1847)		SB	2
<i>Raphitoma</i> cf. <i>michaudi</i>	(BELLARDI, 1877)		SB	2
<i>Raphitoma nevropleura</i>	(BRUGNONE, 1862)		SB	2
<i>Raphitoma purpurea</i>	(MONTAGU, 1803)		SB	1
<i>Raphitoma raynevali</i>	(BELLARDI, 1877)		SB	7
<i>Raphitoma linearis</i>	(MONTAGU, 1803)		SB	4
<i>Raphitoma harpula</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	2
<i>Raphitoma echinata</i>	(BROCCHI, 1814)		SB	1
<i>Raphitoma</i> cf. <i>desmoulinsi</i>	(BELLARDI, 1847)		SB	1
<i>Comarmondia gracilis</i>	(MONTAGU, 1803)		SB	13
<i>Comarmondia inflata</i>	(DE CRISTOFORI & JAN, 1832)		SB	3
<i>Comarmondia ligustica</i>	(BELLARDI, 1877)		SB	1
<i>Comarmondia</i> cf. <i>stria</i>	(CALCARA, 1840) ?		SB	3
<i>Philbertia philberti</i>	(MICHAUD), 1829)		SB	1

*Parte tassonomica*

Di seguito si riportano alcune osservazioni tassonomiche relative a due bivalvi poco segnalati per il Pliocene della Toscana. Alla famiglia Mytilidae è stata assegnata una specie di cui sono stati raccolti n 5 esemplari completi e una valva sinistra. La specie in questione è stata ricondotta ad *Arcoperna sericea* (BRONN, 1831). Altro esempio di specie poco nota o rappresentata è relativo a 3 esemplari di un Pholadomyidae che è stato classificato sulla base delle caratteristiche generali del genere *Pholadomya*, ovvero conchiglia di medie e grandi dimen-

sioni, da ovoide a trigonale, molto inequilaterale e piuttosto convessa nella regione anteriore. Umboni arrotondati e prominenti. Valve beanti posteriormente con seno palleale largo e poco profondo. Valve esternamente quasi lisce o con accentuate coste radiali tubercolate e pieghe od ondulazioni concentriche.

*Classis* BIVALVIA

*Familia* MYTILIDAE

*Arcoperna sericea* (BRONN, 1831) (Figura 5, a-d)  
Descrizione originale: *Testa glóbosocordata*,



Fig. 5. a-d. *Arcoperna sericea*.

*marginè cardinali posteriore brevi, tenui sericea, longitudinaliter elegantissime striolata, striolis exilibus densis (Bronn).*

Nelle osservazioni originali di Sacco [5] si evidenzia che la *A. sericea* è “una specie avente una notevole estensione nel tempo e nello spazio già apparendo nel Miocene dell’Inghilterra”. Anche le motivazioni circa la rarità dei reperti venivano individuate da Sacco: “è alquanto rara in causa della fragilità del suo guscio”.

Gli esemplari esaminati, in tutto 6, di cui 5 a valve unite, sono stati rinvenuti nella parte superiore del livello SB in associazione con *Modiolus adriaticus* (LAMARCK, 1819). Nel caso dell’esemplare raffigurato si osserva che la conchiglia ha forma romboidale inequilaterale di dimensioni ridotte max 25 mm di lunghezza e 18 mm di larghezza fortemente convessa. Gli umboni, arrotondati e prominenti, superano posteriormente il margine caudale. Il guscio è lucido madreperlaceo con anelli di accrescimento concentrici poco evidenti e ornamentazione radiale molto fitta che le conferisce a livello microscopico un aspetto a trama regolare ed uniforme. Tutti gli esemplari esaminati sono tra loro simili e riconducibili morfologicamente a quello raffigurato da Sacco [5].

*Classis* BIVALVIA

*Familia* PHOLADOMYIDAE

*Pholadomya puschi* (GOLDFUSS, 1840) (Figura 6, a-b)

Descrizione originale: *Testa minus ovata, quadrangulatio; margo superus rector, posticus subtruncatus.*

In base alle caratteristiche morfologiche degli esemplari raccolti (3), la specie dovrebbe essere riconducibile al gruppo *Ph. candida* Sow. Secondo Sacco [6] si tratta di specie multiforme nota, tuttavia, soltanto fino al Miocene. Pertanto la classificazione tassonomica è da considerare con prudenza. L’esemplare riportato in Figura 5, delle dimensioni di 70 x 45 mm si avvicina per numero di coste, dimensioni e morfologia complessiva a *Ph. Puschi* var. *quaesita* raffigurata da Sacco [6]. La conchiglia ha guscio sottile, madreperlaceo, percorso da 13-14 coste oblique decorrenti in senso postero-anteriore, che si interrompono in prossimità del margine anteriore, fortemente beante. Gli esemplari, come nel caso di *A. sericea* sono stati tutti rinvenuti nella parte sommitale del livello SB.

## Discussione

La sezione stratigrafica di Marti, nel suo complesso si costituisce di una serie di livelli sedimentari spesso ben delineati che, a partire dalla base, testimoniano il passaggio da ambienti di sedimentazione tipicamente marini caratterizzati, tuttavia, da depositi riferibili a diverse profondità. Nelle parti superiori, poi, si riscontrano depositi più tipicamente alluvionali con filliti ben conservate fino alla sommità in cui si ripresentano ambienti di sedimentazione di tipo lagunare.

Di particolare interesse per l’abbondanza dei taxa è risultato il livello inferiore, SB, della serie. La malacofauna fossile raccolta da questo livello suggerisce un ambiente di tipo infra-circalitorale a bassa energia, con rocce e fortemente produttivo, circostanza questa suggerita dall’abbondanza di predatori e dalle dimensioni relativamente ridotte degli esemplari campionati e che testimonia un rapido rinnovamento delle popolazioni. È da notare che tra i bivalvi campionati, alcuni sono risultati significativi per i riferimenti cronostatigrafici secondo le “Mediterranean Pliocene Molluscan Unit” (MPMU) ricostruite da Monegatti e Raffi [7]. In particolare il rinvenimento di *Gigantopecten latissimus* contestualmente ad *Hinnites crispus* (BROCCHI, 1814) e *Strombus coronatus* (DEFRANCE, 1818) suggeriscono che almeno la malacofauna associata ai livelli SB e SC può essere ricondotta alla unità MPMU1, ovvero a quella relativa allo Zancleano e Piacenziano inferiore. La presenza, inoltre di *Pelecycora gigas* (LAMARCK, 1818) e *Callista italica* (DEFRANCE, 1818), rinvenute nei medesimi livelli, conferma il rilievo cronostatigrafico soprattutto per quanto riguarda lo Zancleano-Piacenziano inferiore e suggerisce che l’ambiente di sedimentazione indagato era associato a climi temperato-caldi, oggi tipici della fascia tropicale e subtropicale.

## Ringraziamenti

Gli autori ringraziano David Macchia per la preparazione delle figure dei reperti fossili.



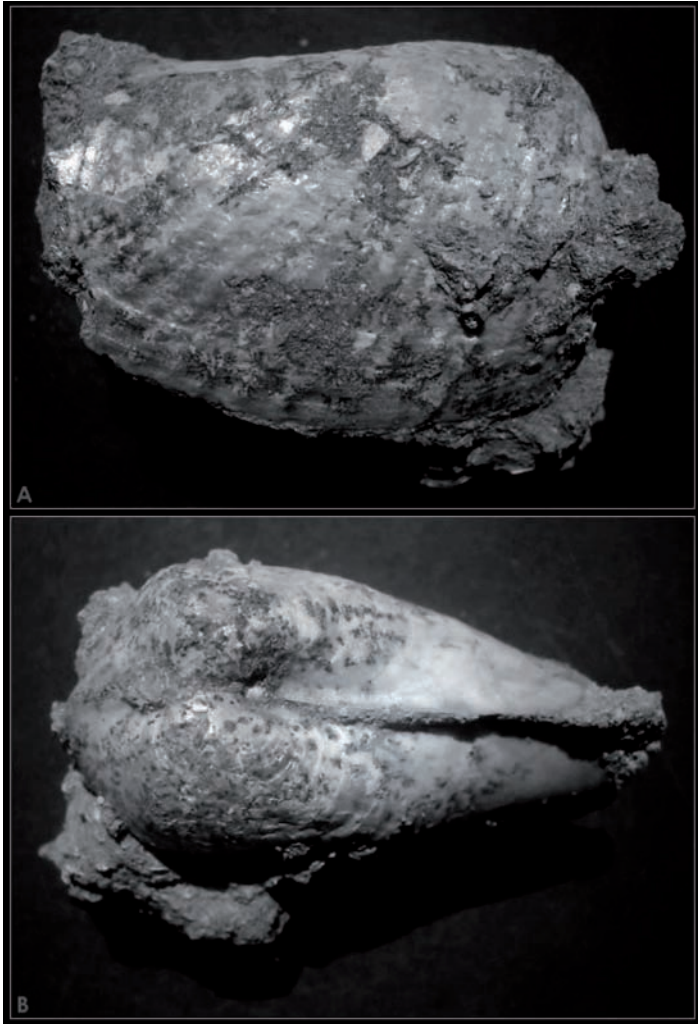


Fig. 6. a-b. *Pholadomya puschi*.

#### Bibliografia

- [1] S. Dominici, R. Mazzanti, C. Nencini, in *Le colline di San Miniato (Pisa) la natura e la storia. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno*, vol. 14 suppl. 1, 1995.
- [2] C. Chirli, *Malacofauna Pliocenica Toscana, Vol.2 Superfamiglia Muricoidea*, Stamperia e Legatoria Pisana, Pisa, 2000.
- [3] D. Scarponi, G. Della Bella, *Molluschi marini del plio-pleistocene dell'Emilia Romagna e della Toscana, Vol.1 Drillidae e Turridae*, Editografica

srl, Bologna, 2003.

- [4] L. Ragaini, F. Bernieri, *Boll. Malacol.*, 2007, 43: 147.
- [5] F. Sacco, *I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria, parte XXV*, Carlo Clausen, Torino, 1898.
- [6] F. Sacco, *I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria, parte XXIX*, Carlo Clausen, Torino, 1901.
- [7] P. Monegatti, S. Raffi, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2001, 165:171.

## Effetti a breve e a lungo periodo dell'immissione in atmosfera di gas endogeni da una sorgente naturale

Fabio Baroni<sup>1</sup>, Luigi A. Di Lella<sup>1</sup>, Elena Neri\*<sup>1</sup>, Anastasia Pisani<sup>1</sup>, Giuseppe Protano<sup>1</sup>, Francesco Riccobono<sup>1</sup>

**Parole chiave:** Geochimica dei gas, attività teletermali, sorgente naturale, putizza, elementi in traccia, particolato atmosferico, trapianti lichenici, campionatori passivi, H<sub>2</sub>S.

*Il presente lavoro di ricerca si è occupato dello studio della geochimica dei gas immessi in atmosfera da una sorgente naturale (putizza) ubicata lungo una faglia situata nell'area di Pian del Poggiaccio (Comune di Sovicille, Siena), con particolare riferimento ad alcune specie ecotossiche (Sb, As, Hg) caratterizzanti queste emissioni.*

*I prelievi dei fluidi emessi dalla putizza sono stati effettuati secondo le linee guida del metodo EPA n° 29 del 2000 in parte modificato.*

*Lo studio ha anche preso in considerazione la dispersione nell'ambiente circostante di alcune specie chimiche, tra cui As, Hg, Sb, Fe, Cu e Pb, tramite un monitoraggio effettuato con trapianti lichenici di breve e lungo periodo e del gas H<sub>2</sub>S, la cui concentrazione in aria è stata stimata attraverso campionatori passivi, ubicati in opportune stazioni di prelievo.*

*La geochimica dei costituenti maggiori presenti nei gas emessi dalla putizza vede la CO<sub>2</sub> quale costituente largamente maggioritario, seguita in ordine di abbondanza da N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>+Ar ed H<sub>2</sub>S.*

*Per quanto riguarda gli elementi in traccia studiati nei gas emessi dalla putizza, il mercurio mostra le concentrazioni più elevate e risulta circa 5 volte più abbondante dell'antimonio. Viceversa i risultati ottenuti dai trapianti lichenici rivelano fenomeni di accumulo molto marcati per antimonio, piuttosto evidenti per arsenico ed impercettibili per mercurio.*

*L'inversione dei rapporti di accumulo nei licheni rispetto alle immissioni in aria di antimonio, arsenico e mercurio, consentono di scartare l'ipotesi che le emissioni della putizza siano la fonte diretta dei fenomeni di accumulo osservati.*

*I dati disponibili e l'ottima correlazione delle concentrazioni di antimonio e arsenico con quelle di un elemento geogenico quale il ferro permettono di spiegare i processi di accumulo osservati, che sono da attribuire al locale pulviscolo atmosferico arricchito certamente in antimonio e arsenico. Le concentrazioni di H<sub>2</sub>S, rilevate da campionatori passivi ubicati in prossimità della putizza, raggiungono spesso dei valori in aria che superano il limite indicato dalla OMS per la protezione della salute umana.*

### 1. Introduzione

La gran parte dei fenomeni di inquinamento da elementi pesanti, tossicologicamente pericolosi, è legato ad attività umane, ma la dispersione di questi elementi nell'ambiente segue

anche altre vie legate a processi, dinamiche e proprietà intrinseche ai fenomeni naturali.

Risulta quindi chiaro come la presenza di immissioni naturali di agenti inquinanti meriti di essere approfondita, sia perché potrebbe rivelarsi talora incisiva, sia perché un fondo naturale eventual-

mente anomalo necessita comunque di essere ben conosciuto quando ci si accinge allo studio ambientale di una qualsiasi regione.

Baroni et al. (2000) [1] hanno segnalato come le concentrazioni di alcuni elementi pesanti registrino impatti significativi sul comparto biologico in aree dove è nota la presenza di una pur blanda attività idrotermale.

In un lavoro di tesi (Ciofi, 2001) [2] sono state studiate le possibili ripercussioni sull'ambiente di alcune modeste attività teletermali associate a un sistema di faglie in alta Val d'Elsa nella zona di Pian del Poggiaccio (comune di Sovicille, SI).

Lo scopo della presente ricerca è stato quello di valutare la geochimica dei gas svolti da una putizza fornendo, in particolare, dei riferimenti quantitativi riguardo alle specie presenti e segnatamente a quelle maggiormente ecotossiche (Sb, As, Hg). Lo studio si è anche proposto di rilevare la dispersione delle varie specie chimiche nell'ambiente circostante tramite trapianti lichenici di breve e lungo periodo e le concentrazioni in aria di  $H_2S$  tramite campionatori passivi, ubicati in opportune stazioni di prelievo.

## 2. Materiali e metodi

### 2.1. Area di studio

L'area di studio, indicata con il toponimo di Pian del Poggiaccio, è situata in Toscana meridionale, nella provincia di Siena e ricade all'interno del comune di Sovicille al margine sud-occidentale del gruppo montuoso della Montagnola Senese, a circa 4 km a NW della località Colonna di Montarrenti. In questa area sono presenti delle emanazioni gassose dette "putizze" per il penetrante odore di uova marce (dovuto all' $H_2S$ ).

Nell'area di Pian del Poggiaccio sono stati individuati tre punti di emissione gassosa, allineati lungo una ipotetica faglia già oggetto di studio nel 1971 da parte di Stea [3] (Fig. 1). La ricerca è stata incentrata sulla putizza collocata a ridosso di Podere Poggiaccio, che è quella principale in quanto a emissioni gassose. Questa ricopre un'area di forma pressappoco circolare (diametro di circa 20m) dove sono evidenti patine di un precipitato a grana fine di colore grigio-biancastro. Tutta l'area è interessata da emanazioni gassose fredde attraverso numerosi condotti, bocche e fessure naturali.

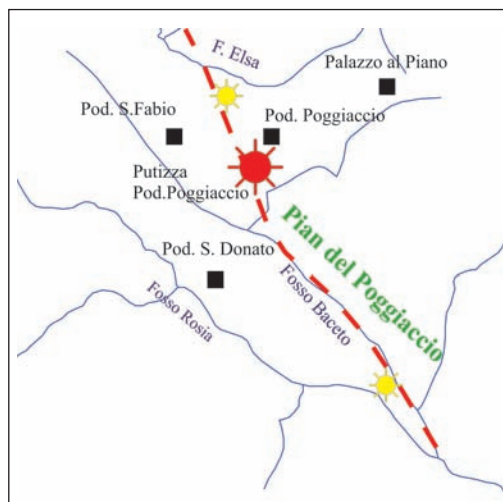


Figura 1: Ubicazione delle emergenze gassose nell'area di Pian del Poggiaccio e traccia di una ipotetica faglia, con direzione NW-SE, che collega le suddette emanazioni gassose.

### 2.2. Campionamento delle emanazioni gassose

#### 2.2.1. Determinazione di $H_2S$ e altri costituenti maggiori nei gas emessi con l'utilizzo di fiale da 250mL

Per la determinazione del contenuto di  $H_2S$  e di altri costituenti maggiori collegati alle emanazioni gassose provenienti dalla putizza, sono state impiegate delle fiale in vetro da 250 mL. Il metodo consiste nell'utilizzo di un imbuto in acciaio inox collegato tramite un tubo in silicone a una fiala da 250 mL munita di due rubinetti, tipo "rotaflo" in PTFE, collegata, anche essa tramite un tubo in silicone, ad un campionatore di aria a basso flusso modello PF 11202-EGOTT (Fig. 2).

### gli autori

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti", Sezione  
di Geochimica Ambientale,  
Università degli Studi di Siena,  
via Laterina 8, 53100 Siena.

\* e-mail: neri.elena@gmail.com

Effetti a breve e a lungo periodo dell'immissione in atmosfera di gas endogeni da una sorgente naturale

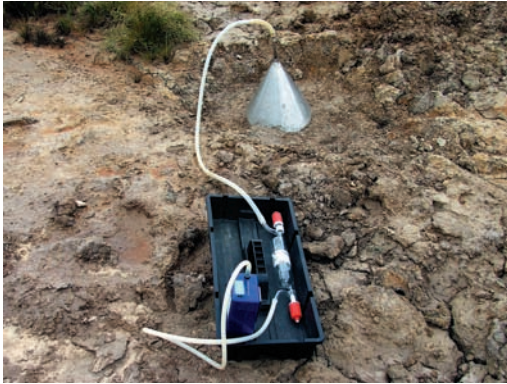


Figura 2: Strumentazione per il campionamento dei gas della putizza con il metodo delle fiale da 250 mL.

### 2.2.2. Metodica di campionamento dei costituenti maggiori nelle emissioni

All'interno della putizza, una volta individuata la bocca di emissione idonea, si provvede a scavare una piccola trincea circolare attorno alla bocca stessa. All'interno di questa trincea viene posizionato l'imbuto parzialmente coperto alla base con della terra e collegato alle fiale di cui al punto precedente. Il flusso di aspirazione viene tarato per il prelievo di circa 1L di gas al minuto per un totale di 30L.

Concluse le fasi di aspirazione relative a due diversi campioni, le fiale sono trasportate in laboratorio per il dosaggio di  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $O_2+Ar$ ,  $N_2$ ,  $CH_4$  e  $CO_2$ .

### 2.2.3. Determinazione di As, Sb e Hg con il metodo dei gorgogliatori

La metodologia per il fissaggio e la stabilizzazione delle specie As, Sb e Hg, ha seguito la procedura del metodo EPA n° 29 edizione 2/2000 "Determination of metal emissions from stationary sources" [4] leggermente modificato.

Il metodo originale, se applicato direttamente all'analisi del mercurio su matrici gassose di natura endogena, presenta difficoltà insormontabili a causa della presenza della specie  $H_2S$  che costituisce un interferente non trascurabile. Per ovviare a questa interferenza presente sia nell'analisi del mercurio che dell'arsenico e dell'antimonio, è possibile correggere il metodo suddetto promuovendo l'ossidazione del metallo con un eccesso di un agenti ossidanti.

Il procedimento di fissaggio per il mercurio si è basato sull'ossidazione con l'impiego di una soluzione 0.253M di  $KMnO_4$  e 1.8M di  $H_2SO_4$ . Il fissaggio e la stabilizzazione, per quanto riguarda l'arsenico e l'antimonio, si è basato sull'ossidazione tramite una soluzione 0.72M di  $HNO_3$  e 3.5M di  $H_2O_2$ .

### 2.2.4. Procedura di campionamento delle specie As, Sb ed Hg

Selezionata una bocca di emissione, sopra di essa è stato collocato un imbuto di plastica, sigillandolo in maniera il più possibile "ermetica" con del fango posto alla base.

Il gas è stato aspirato e fatto gorgogliare attraverso le soluzioni acide ed ossidanti, per garantire il passaggio in soluzione e la stabilizzazione delle specie di As, Sb e Hg presenti in fase gassosa.

Il sistema di campionamento è costituito da un imbuto in plastica collegato al sistema di aspirazione tramite un tubo in silicone. Per eliminare la possibile interferenza di particelle solide ultrafini, all'uscita dell'imbuto e prima del sistema di raccolta del gas è stato collocato un filtro in lana di quarzo. Il sistema di assorbimento per le specie chimiche da analizzare è costituito da sette gorgogliatori disposti in serie e una pompa di aspirazione con contatore volumetrico del gas campionato (modello PF 11202-EGOTT) (Fig. 3).



Figura 3: Campionamento di As, Sb e Hg con il metodo dei gorgogliatori.

### 2.3. Monitoraggio dell'aria

#### 2.3.1. Determinazione di As, Hg, Sb, Cu, Zn e Pb attraverso l'utilizzo di trapianti lichenici

I licheni epifiti utilizzati in questo studio per i trapianti appartengono alla specie *Evernia prunastri*. Gli esemplari sono stati raccolti in una vasta area boschiva non antropizzata della provincia di Siena e, previo trattamento in laboratorio sono stati trapiantati nell'area di studio.

Dopo il periodo di esposizione i campioni sono stati avviati alla fase analitica (Di Lella, 2006) [5].

#### 2.3.2. Procedure di campionamento

I licheni sono stati trapiantati su delle specie arboree ubicate nei pressi della putizza e, con l'intento di posizionare i licheni lungo la direzione dei venti dominanti, sono state scelte quattro opportune stazioni (Fig. 4).

In ogni stazione sono stati trapiantati dei licheni per una esposizione sia trimestrale che annuale.

Il periodo di monitoraggio con l'ausilio dei trapianti lichenici è stato protatto dal 2006 al 2009.



Figura 4: Collocazione delle stazioni dei trapianti lichenici e dei campionatori passivi.

#### 2.3.3. Determinazione dell' $H_2S$ in aria attraverso campionatori passivi

Oltre alla quantificazione della concentrazione di  $H_2S$  in uscita dalle bocche di emissione della putizza, si è anche provveduto a determinare la concentrazione in aria di questo gas sia in quattro punti equidistanti dalla putizza (1CP, 2CP, 3CP, 4CP) che nelle stazioni dove sono stati trapiantati i licheni (Fig. 4).

I campionatori passivi sono dei dispositivi in grado di catturare le specie chimiche presenti nell'aria senza aspirazione forzata, non prevedendo l'utilizzo di alcun sistema di pompaggio.

Per questa ricerca sono stati impiegati campionatori *Radiello* brevettati dalla Fondazione Salvatore Maugeri-I.R.C.C.S del Centro di Ricerche Ambientali di Padova. Nella fase di campionamento sono state seguite le metodologie del Manuale Radiello® (C.R.A., 2003) [6]. I campionatori passivi sono rimasti esposti per una settimana.

## 3. Risultati

### 3.1. I gas in uscita dalla putizza di Podere Poggiaccio

#### 3.1.1. Metodo delle fiale da 250 mL per la determinazione di $H_2S$ e altri costituenti maggiori

La geochimica dei costituenti maggiori tra quelli presenti nei gas emessi dalla putizza di Podere Poggiaccio vede la  $CO_2$  quale costituente largamente maggioritario (85.82 % v/v). L'anidride carbonica è seguita in ordine di abbondanza da  $N_2$  (7.88 % v/v),  $CH_4$  (5.22 % v/v),  $O_2+Ar$  (0.69 % v/v) ed  $H_2S$  (0.38 % v/v).

#### 3.1.2. Metodo dei gorgogliatori per la determinazione di As, Sb e Hg

I dati ottenuti con il metodo dei gorgogliatori disposti in serie hanno evidenziato la presenza di As, Sb e Hg nelle emanazioni della putizza, sotto forma di composti volatili.

Per quanto riguarda l'arsenico, la concentrazione minima di  $90.36 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  e quella massima di  $204.66 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  sono state misurate nei primi due campionamenti; mentre gli ultimi due prelievi hanno riscontrato un valore molto simile tra loro ( $128.86$  e  $127.07 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). La media dei quattro prelievi è risultata essere di  $137.74 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Le concentrazioni di antimonio, rispetto a quelle dell'arsenico, sono decisamente omogenee in tutti e quattro i prelievi. Il minimo valore è risultato essere di  $37.26 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  nel terzo prelievo e il massimo di  $48.56 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  nel quarto, con media di  $43.59 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Per quanto concerne il mercurio, le concentrazioni sono molto simili nei primi due campionamenti, intorno ai  $270 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , mentre gli ultimi due prelievi mostrano i due valori estremi rispettivamente

Effetti a breve e a lungo periodo dell'immissione in atmosfera di gas endogeni da una sorgente naturale

con un minimo di  $184.36 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  e un massimo di  $379.27 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , con una media dei quattro prelievi di  $276.49 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Dei tre elementi in traccia studiati, l'Hg è quello che presenta le concentrazioni più elevate nei gas emessi dalla putizza. Il mercurio risulta circa 5 volte più abbondante dell'antimonio che tra le tre specie è quella quantitativamente meno rappresentata.

### 3.2. *Trapianti lichenici*

#### 3.2.1. *Bioaccumulo degli elementi chimici*

Come è possibile osservare in figura 5, dove sono riportate le mediane dei bioaccumuli relativi ai licheni esposti per tre mesi nelle quattro stazioni di monitoraggio, Sb e As sono gli unici elementi che hanno evidenziato un discreto accumulo rispetto ai licheni di controllo. Il mercurio, nonostante sia quello che dei tre elementi indagati presenta le concentrazioni maggiori nei gas svolti dalla putizza, presenta dei valori decisamente inattesi nei licheni esposti per tre mesi, con concentrazioni comparabili a quelle dei licheni di controllo.

Mercurio e arsenico hanno mostrato i valori mediani più alti ( $0,39$  e  $0,13 \text{ mg/g}$ ), e i contenuti massimi rispettivamente di  $0,48$  e  $0,30 \text{ mg/g}$  nella stazione 1, che è ubicata in prossimità della putizza. L'antimonio ha i valori mediani più alti ( $0,43 \text{ mg/g}$ ) nelle stazioni 3 e 4. La stazione 3 ha anche registrato il valore massimo di Sb ( $1,01 \text{ mg/g}$ ). Per i tre elementi le concentrazioni minime e i valori mediani più bassi si hanno nella stazione 2, che ricade in prossimità di un bosco relativamente distante dalla putizza e dalla S.S. Maremmana 541. In figura 6 sono riportati gli istogrammi per Pb, Cu e Zn. Dalla figura si evince che per questi tre elementi, non svolti dai gas in uscita dalla putizza di Podere Poggiaccio, non ci sono accumuli degni di nota nelle stazioni prese in esame.

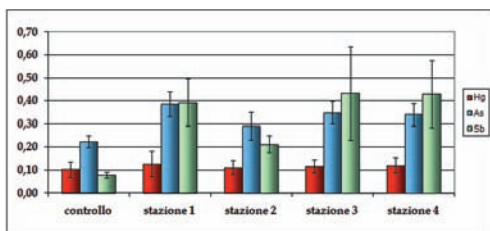


Figura 5: Confronto tra le mediane di Hg, As e Sb ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , p.s.) sui licheni trimestrali.

I contenuti mediani di Fe nei licheni esposti per tre mesi, non presentati in figura, hanno rivelato degli accumuli rispetto ai valori mediani dei licheni di controllo ( $410 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ). La stazione 1 ha riportato i valori più elevati di accumulo con concentrazioni di  $781,88 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . Le stazioni 3 e 4 hanno evidenziato dei forti accumuli (con mediane rispettivamente di  $736,31$  e  $677,32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ); anche per Fe, è la stazione 2 che presenta i valori mediani più bassi ( $521,96 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

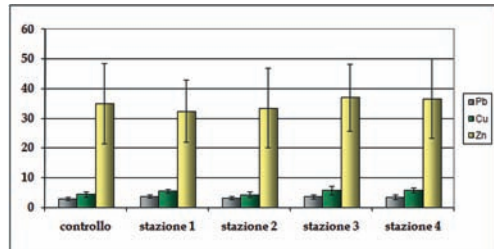


Figura 6: Confronto tra le mediane di Pb, Cu e Zn ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , p.s.) sui licheni trimestrali.

Nella figura 7 sono riportati gli istogrammi delle concentrazioni mediane per Hg, As e Sb e i relativi controlli dei licheni esposti per un anno, nelle stazioni prese in esame.

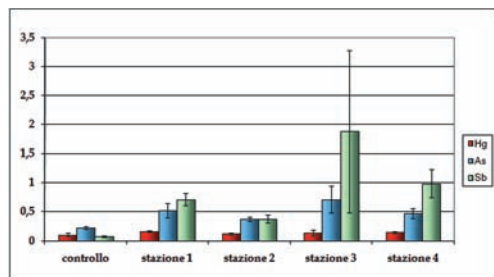


Figura 7: Confronto tra le mediane di Hg, As e Sb ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , p.s.) sui licheni annuali.

Gli istogrammi sottolineano che l'antimonio è l'elemento con gli accumuli più elevati. La concentrazione mediana più alta ( $1,88 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e il valore massimo ( $2,86 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) sono stati registrati nella stazione 3. Le concentrazioni mediane più basse ( $0,38 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e il valore minimo ( $0,36 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) sono

stati rilevati nella stazione 2.

Anche l'arsenico presenta i valori mediани più alti ( $0,71 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e la concentrazione massima ( $0,88 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) nella stazione 3 ed il valore mediano più basso ( $0,37 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e il minimo ( $0,33 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) nella stazione 2.

Come nei licheni ad esposizione trimestrale anche in quelli esposti per un anno le concentrazioni del mercurio non hanno mostrato accumuli percepibili rispetto al controllo.

La figura 8 mostra i contenuti mediани di Pb, Cu e Zn dei licheni esposti per un anno ed i valori del controllo. I contenuti di questi elementi delle quattro stazioni non rivelano accumuli degni di nota rispetto al controllo.

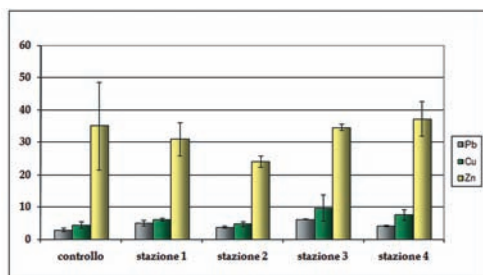


Figura 8: Confronto tra le mediane di Pb, Cu e Zn ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , p.s.) sui licheni annuali.

I contenuti mediани di Fe, non riportati in figura, nei licheni esposti per un anno hanno rilevato accumuli significativi rispetto ai valori mediани dei licheni di controllo ( $410 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ). La stazione 3 riporta i valori mediани di accumulo più alti con concentrazioni di  $1868,78 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . Anche le stazioni 1 e 4 evidenziano dei forti accumuli (con mediane rispettivamente di  $900,86$  e  $1172,26 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ), mentre

la stazione 2 presenta i valori mediани più bassi ( $893,26 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

In tabella 1 sono riportati, per confronto, i contenuti mediани di antimonio, arsenico, mercurio, ferro, rame, zinco e piombo nei licheni esposti per tre mesi e per un anno.

Come si può osservare in tabella, i contenuti mediани più elevati di sei dei sette elementi analizzati si ritrovano nei licheni esposti per un anno. Da questo trend si discosta lo zinco, che presenta tuttavia delle leggere perdite rispetto al valore di controllo sia nei licheni annuali che in quelli trimestrali.

Dal confronto tra i licheni esposti per un anno e quelli esposti per tre mesi si rileva che antimonio, ferro e arsenico presentano gli incrementi maggiori, rispettivamente del 114%, 54% e 50%.

Tenendo di conto la composizione dei gas emessi dalla putizza, dove le concentrazioni di mercurio sono nettamente superiori a quelle di arsenico e di antimonio, si poteva ipotizzare una maggiore concentrazione di Hg rispetto ad As e Sb nei licheni trimestrali e soprattutto in quelli annuali, cosa che non si è verificata.

### 3.2.2. Correlazioni tra elementi chimici

Mediante il test di Pearson sono state determinate le correlazioni tra gli elementi chimici nei licheni annuali. I dati indicano un elevato grado di correlazione che lega tra loro elementi presenti nelle emanazioni della putizza come As e Sb ad elementi di origine geogenica come Fe e Cu (Tab. 2). Questo grado di correlazione avvalorava l'ipotesi di una loro origine comune. In realtà le emanazioni della putizza non costituiscono in via diretta la causa di questi fenomeni di accumulo. Il collegamento tra elementi in traccia presenti nelle emissioni ed elementi di origine geogenica consente di attribuire detti fenomeni di accumulo al particolato

Tabella 1: Confronto tra le mediane delle concentrazioni di As, Hg, Sb, Fe, Pb, Cu e Zn calcolate sui licheni di controllo e sui trapianti lichenici trimestrali e annuali.

mediane	Sb	As	Hg	Fe	Pb	Cu	Zn
<b>Controllo</b>	0.08	0.23	0.10	410.01	2.96	4.49	35.11
<b>Trimestrali</b>	0.36	0.34	0.12	678.73	3.45	5.45	34.95
<b>Annuali</b>	0.77	0.51	0.14	1046.17	4.29	6.30	32.21

Effetti a breve e a lungo periodo dell'immissione in atmosfera di gas endogeni da una sorgente naturale

atmosfera localmente arricchito (particelle di suolo in sospensione) in Sb e As. Un arricchimento di questi elementi nel suolo della zona è stato per altro dimostrato da Ciofi (2001) [2].

**Tabella 2: Matrice di correlazione tra le concentrazioni degli elementi analizzati nei licheni annuali.**

	As	Hg	Sb	Fe	Cu	Zn
Hg	0.14					
Sb	0.85**	-0.18				
Fe	0.76*	0.17	0.67*			
Cu	0.82**	-0.13	0.96***	0.68*		
Zn	0.51	0.38	0.40	0.43	0.45	
Pb	0.75*	0.31	0.68*	0.82**	0.59	0.42

\* significatività per  $p < 0.05$

\*\* significatività per  $p < 0.01$

\*\*\* significatività per  $p < 0.001$

### 3.2.3. Cattura dell' $H_2S$ attraverso campionatori passivi

Nella tabella 3 sono riportate le concentrazioni di  $H_2S$  rilevate nei due campionamenti effettuati con i campionatori passivi.

**Tabella 3: Concentrazioni di  $H_2S$  rilevate nel primo e nel secondo campionamento ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).**

	primo campionamento	secondo campionamento
sigle	$H_2S$ ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	$H_2S$ ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
stazione 1CP	199.01	196.75
stazione 2CP	74.30	69.72
stazione 3CP	194.29	157.23
stazione 4CP	168.44	109.74
stazione 1	35.48	53.00
stazione 2	7.03	41.67
stazione 3		38.87
stazione 4		41.08

Sia nel primo che nel secondo campionamento, i massimi valori ottenuti, pertinenti alle stazioni 1 e 3, superano il valore di  $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  indicato dalla OMS (WHO, 1987) [7] come concentrazione media giornaliera per prevenire i rischi sulla salute umana. Il valore indicato dalla OMS è superato anche nella stazione 4CP nel primo campionamento (Tab. 3).

I campionatori passivi collocati nelle stazioni dove sono stati installati i trapianti lichenici trimestrali e annuali hanno mostrato una concentrazione di  $H_2S$  che è funzione della distanza dalla putizza.

## 4. Conclusioni

Sulla base dell'analisi dei dati possono essere tratte le conclusioni di seguito riportate che, per comodità espositiva e chiarezza, saranno sviluppate per punti.

1) La geochimica dei costituenti maggiori tra quelli presenti nei gas emessi dalla putizza di Podere Poggiaccio vede la  $CO_2$  quale costituente largamente maggioritario. L'anidride carbonica è seguita in ordine di abbondanza da  $N_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2+Ar$  ed  $H_2S$ . Nel complesso tale composizione è molto simile a quella dei *gas incondensabili* associati al vapore geotermico estratto in Toscana meridionale (Larderello e Mt. Amiata) per la produzione di energia elettrica. D'altra parte la somiglianza dei gas svolti dalla putizza con i gas geotermici non meraviglia, in quanto si tratta di fluidi aventi una comune origine nell'idrotermalismo innescato dall'elevato flusso termico esistente in Toscana meridionale, talora con temperature di  $500-600^\circ\text{C}$  a profondità dell'ordine di 5-6 Km (Marinelli, 1971) [8].

In particolare le concentrazioni di  $H_2S$ , come evidenziato dai dati basati su campionatori passivi, raggiungono, in prossimità della putizza, valori di concentrazione in aria che superano il valore indicato dalla OMS per la protezione della salute umana stimato in  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media nelle 24 ore (WHO, 1987) [7]. Questi valori, inoltre, sono di tre ordini di grandezza superiori al livello massimo riscontrato in aree incontaminate ( $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , IN-CHEM, 2008) [9].

2) Nei gas emessi dalla putizza sono presenti quantità misurabili di As, Hg ed Sb. Questi costituenti in traccia sono certamente presenti sotto forma di composti volatili. Resta, tuttavia, indeterminata la



effettiva speciazione nel gas di As ed Sb. Il mercurio invece, per le proprietà del metallo allo stato elementale e per le conoscenze acquisite sulla speciazione nei gas geotermici, dovrebbe, almeno per la gran parte, essere presente nella forma Hg<sup>0</sup>.

3) Dei tre elementi in traccia studiati, il mercurio è quello con le concentrazioni più elevate nei gas emessi dalla putizza. L'Hg risulta, per altro, circa 5 volte più abbondante dell'antimonio che tra le tre specie è quella quantitativamente meno rappresentata.

Anche in questo caso, come per gli elementi maggiori, i rapporti quantitativi tra i tre elementi in traccia sono molto simili a quelli rilevati nei gas dei campi geotermici della Toscana meridionale per la produzione di energia elettrica, dove è possibile notare una dominanza di Hg, su As e Sb, nel gas in ingresso alle turbine delle centrali geotermiche (Riccobono et al., 1996) [10].

4) I licheni, sia con esposizione trimestrale che annuale, rivelano fenomeni di accumulo molto marcati per Sb, piuttosto evidenti per As ed impercettibili per Hg.

5) L'inversione dei rapporti di accumulo nei licheni rispetto alle immissioni in aria di queste sostanze, unitamente ai dati di correlazione tra le varie specie, consentono di scartare l'ipotesi che le emissioni della putizza siano la fonte diretta dei fenomeni di accumulo osservati.

6) I dati di ottima correlazione di Sb e As con elementi geogenici quali Fe e Cu permettono di spiegare i processi di accumulo osservati, attribuendoli a fenomeni legati al particolato atmosferico arricchito in Sb e As. Ciò risulta, per altro, del tutto coerente con quanto illustrato da Ciofi (2001) [2] circa la geochimica dei suoli circostanti la putizza.

7) Le emissioni della putizza relative ad As, Hg ed Sb non sembrano, in definitiva, essere in grado di influenzare incisivamente la qualità dell'aria circostante come ben evidenziato dai risultati derivanti dai licheni trapiantati.

8) La deposizione delle emissioni, con specifico riferimento all'Sb, sono nel lungo periodo in grado di influenzare la geochimica del suolo nelle adiacenze dei centri di emissione e spiegano i risultati ottenuti da Ciofi (2001) [2] su suolo e piante di questa area.

9) Restano da chiarire sia la speciazione effettiva di As, Sb ed Hg nel gas emesso, sia le dinamiche deposizionali e post-deposizionali di queste specie chimiche.

## 5. Ringraziamenti

Si ringrazia il laboratorio di analisi e prove tecnologiche dell'Enel di Larderello diretto dal Dr. Alessandro Lenzi per il prezioso supporto tecnico-scientifico.

## 6. Bibliografia

- [1] F. Baroni, G. Protano, F. Riccobono, G. Sabatini, Essential and toxic elements in roe deer blood (Siena Country, Italy). In Trace elements in the environment - Their distribution and effects. Elsevier. Amsterdam: 2000.
- [2] R. Ciofi, L'incidenza di fenomeni di contaminazione naturale nella diffusione ambientale di elementi pesanti tossici nella provincia di Siena. Università degli studi di Siena. Siena: 2001.
- [3] B. Stea, Rend. Soc. It. Min. Petr. 1971, 27: 439.
- [4] EPA (Environmental Protection Agency), Determination of metal emissions from stationary sources. 2/2000, 29.
- [5] L. A. Di Lella, C. Gaggi, S. Loppi, V. Nicolardi, T. Pisani, G. Protano, F. Riccobono, I licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: un'applicazione a piccola scala dell'area urbana di Siena. In Codice Armonico - Primo Congresso di Scienze Naturali della Regione Toscana. Zadigroma editore. Roma: 2006.
- [6] C.R.A. - Manuale Radiello®. Centro di Ricerche Ambientali, Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, I.R.C.C.S, Padova Ed., 02/2003.
- [7] WHO (World Health Organization), Air Quality Guidelines for Europe. Regional Publications, European series. Copenhagen: 1987.
- [8] G. Marinelli. Rend. Soc. It. Min. Petr. 1971, 27: 298.
- [9] INCHEM - Hydrogen sulphide: human health aspects. Coince International Chemical Assessment, 2008: 53.
- [10] F. Riccobono, G. Sabatini, Indagine per la valutazione degli effetti sull'ambiente delle emissioni aerodisperse degli impianti geotermoelettrici dell'area amiatina: studio geochimico delle acque e dei sedimenti fluviali dell'area compresa tra i bacini del T. Paglia e del T. Siele. Relazione tecnica di settore svolta nell'ambito della Convenzione tra l'Università di Siena e ENEL Spa. Siena: 1996.

## Uno sguardo alle Secche di Vada

Pablo Bicchielli<sup>1</sup>, Fabio Dell'Omo<sup>1</sup>, Renzo Mazzanti<sup>2</sup>, Roberto Mazzei<sup>3</sup>, Dino Scardigli<sup>1</sup>,  
Mariano Vannini<sup>1</sup>

**Parole chiave:** morfologia e geologia marina, Toscana

*a Dino Potestà,  
il Maestro per molti anni di quanti  
si sono cimentati nelle immersioni  
delle Secche di Vada*

### Introduzione geografica

Le Secche di Vada, bassofondo roccioso segnalato dal Faro a 7,5 km dalla Punta del Tesorino, località più prossima al litorale nella carta «Mar Tirreno – Italia. Da San Rossore al Canale di Piombino e Isole d'Elba – Capraia - Gorgona» dell'Istituto Idrografico della Marina (figura 1), sono marcate dal progressivo discostarsi verso il largo della batimetrica dei -10 m rispetto al parallelismo con la linea del litorale che ne caratterizza gli andamenti fino alla Bocca del Fine, seguendola da Nord, e fino alla Bocca del Cecina, seguendola da Sud. Tra l'allineamento Punta del Tesorino – Faro, centrale delle secche, si estendono tre settori con profondità minori di -10 m, rispettivamente: il Settore di Terra, quello della Secchina e quello del Faro (rappresentati in celeste nella figura 1). L'isobata dei -20 m (contornata in celeste nella figura 1) perde il parallelismo con il litorale a Sud della Testa di Punta Catena e a Nord della Testa di Scirocco; inoltre segnala l'andamento quasi pianeggiante dei fondali tra i settori della Secchina e del Faro rispettivamente fino alle teste di Greco, di Tramontana, di Maestrale, di Ponente, di Libeccio e di Ostro, al di sotto delle quali le isobate dei-

30 e dei -50 m segnalano il Ciglio di Terra, con il Muraglione fino allo Sperone, e il Ciglio di Fuori, con le Ricadute (successioni di piccoli cigli), dallo Sperone fino alla Puntaccia e da quest'ultima fino alle Puntarelle (figura 1). La Punta dello Sperone dista 12 km dalla Punta Lillatro, in corrispondenza della quale termina la costa rocciosa ed inizia il litorale sabbioso che continua verso Sud e SE per altri circa 40 km fino al Promontorio San Leonardo del rilievo di Populonia. La Puntaccia dista 12 km dal Capo Cavallo, la Bocca del Fine dista 8,8 km dalla Bocca del Cecina, lo Sperone dista 9,2 km dalla Puntaccia; sono questi approssimativamente i quattro estremi entro i quali si estendono

### gli autori

<sup>1</sup> istruttore F.I.A.S.

<sup>2</sup> Museo di Storia Naturale  
di Rosignano Solvay -  
ex ricercatore C.N.R.

<sup>3</sup> ordinario di Micropaleontologia  
Università di Siena



### Le conoscenze naturalistiche esistenti

Gli studi subacquei in aree non interessate da importanti attività economiche, che ne abbiano giustificato le indispensabili e notevoli spese per le attrezzature e gli specialisti (al limite fra studiosi e sportivi), sono stati in genere trascurati se non ritardati nella realizzazione. Ciò tanto più per le Secche di Vada, un'area in età moderna appartata dai traffici marittimi e portuali, fortunatamente non adatta per la pesca a strascico, la più distruttiva per gli ecosistemi vegetali e animali dei fondali, infine rimasta finora soggetta agli scarichi industriali della Società Solvay e delle acque luride dei Comuni di Rosignano M.mo e di Cecina, tre fonti inquinanti tutt'altro che di poco conto ma con il notevole vantaggio della limitatezza del loro numero nell'individuazione di eventuali responsabili. Quanto poi all'impatto sull'ecosistema delle Secche di Vada da parte delle attività turistiche va sottolineato che lo sviluppo di quest'ultime si può considerare contemporaneo all'aumento delle conoscenze naturalistiche subacquee avvenuto maggiormente ad iniziare dagli anni '60 del secolo scorso. Ma negli anni precedenti, da dopo l'Unità d'Italia, fu uno dei compiti principali dell'Istituto Idrografico Militare Italiano, fondato a Genova nel 1872, la pubblicazione di carte nautiche moderne a punti batimetrici dei fondali e curve di livello, fra le quali la prima delle Secche di Vada risale al 1886, e il loro continuo aggiornamento sia nelle tecniche di rilevamento, sia per star dietro ai continui cambiamenti in specie dei paraggi portuali e dei litorali detritici. Fra queste ultime, nel presente lavoro, particolare interesse ha quella del 1960 per la situazione precedente al notevole impatto che gli incrementi delle attività umane, sia dirette che indirette, hanno avuto sulla maggioranza dei litorali italiani e, ovviamente, quella citata all'inizio del capitolo precedente, parzialmente riprodotta in figura 1 e tratta «Dagli elementi in possesso dell'Istituto Idrografico della Marina al 1984».

Precedente di soli due anni ai dati alla base della cartografia presentata in figura 1 è la pubblicazione di Aiello et al. (1982) «Morfologia e geologia delle Secche di Vada». Questa ricerca fu eseguita con l'aiuto esterno, cioè senza finanziamenti diretti, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Università di Firenze e dell'Amministrazione Provinciale di Livorno. Quest'ultima mise a disposizione l'equipaggio e la motobarca Livorno II, agli

altri due Enti apparteneva il personale scientifico in seguito entrato nella nota esplicativa della ricerca che fu eseguita in 28 giorni nei mesi di giugno, luglio e ottobre 1979. Fu impiegato un ecografo ad alta frequenza Raytheon DE-719 B, una benna tipo Van Veen e la raccolta diretta di campioni da due ricercatori dell'équipe scientifica. Per il posizionamento fu impiegato il sistema di triangolazione elettronica Mini Range III Motorola, basato sulla misura dei lati del triangolo (con vertici: in barca, a Rosignano Solvay e a Cecina) e che consente una precisione di qualche metro.

Traiamo dal riassunto della pubblicazione su questo lavoro con piccoli aggiornamenti e chiarimenti esplicativi di termini di esclusivo uso geologico: «Ricordate le modalità impiegate per il rilevamento del fondale e richiamate le conoscenze geologiche generali sul retroterra per facilitare la comprensione delle ipotesi e interpretazioni sulla natura del substrato, viene affrontato lo studio vero e proprio morfologico e geologico.

Dal punto di vista morfologico queste secche formano un vasto promontorio sommerso sul prolungamento della piana di Vada; il fondale non supera generalmente i -20 m e giunge quasi ad emergere nelle vicinanze del Faro, circa 10 km ad occidente di Vada. Il raccordo con la piattaforma circostante (sui lati nord, ovest) avviene intorno all'isobata dei -60 m con un pendio rettilineo assai ben individuabile.

Sul corpo delle secche sono state riconosciute delle zone morfologiche isopiche da terra verso il largo e cioè (secondo la denominazione dei pescatori locali): «I Catini» o fondo con depressioni subcircolari; «Gli Spartiti» caratterizzati da affioramento di rocce stratificate; «Le Ricadute» o piccole scarpate collegate a costruzioni biogeniche del «Coralligeno»; «I Cigli» o scarpate maggiori delimitanti i bordi delle secche. La zona interna delle secche, da circa 2 km dal Faro fino a circa 1 km dal litorale è coperta da un'ampia prateria a Posidonie impiantata su *mattes* [substrato subfossile costituito da sedimenti detritici sottili e, in prevalenza, dai resti delle radici e delle foglie morte delle stesse Posidonie].

Per lo studio geologico sono stati eseguiti vari esami al microscopio dei campioni raccolti [figura 1 fino al campione 27]. È stato riconosciuto che al fondo a «catini» corrisponde un substrato di «Panchina» del Tirreniano [= Pleistocene superiore marino] mentre agli «spartiti» corrispondono

affioramenti di un *Flysch* [associazione di sedimenti clastici depositati in gran parte da correnti marine di torbidità] del Cretacico superiore, paragonabile con i *Flysch* ad Helminthoidea della Liguria [non tanto per associazioni micropaleontologiche precisamente significative quanto per le composizioni mineralogico-petrografiche dei campioni raccolti].

Infine viene indicata la ricostruzione strutturale dell'area delle secche anche in relazione con le zone adiacenti sia in terra sia in mare. Il corpo delle secche sembra traversato più o meno da una faglia diretta circa NNW-SSE (parallela al litorale) che separa, verso est, un *Graben* [= fossa tettonica] riempito [per quanto noto] di sedimenti marini del Pleistocene inferiore da un *Horst* [= pilastro tettonico], verso ovest, corrispondente agli affioramenti subacquei del *Flysch* del Cretacico superiore. La «Panchina» del Tirreniano ricopre in trasgressione eustatica più che altro i sedimenti del Pleistocene inferiore e non sembra interessata da movimenti tettonici.

Questa struttura prosegue verso NW ben oltre l'area delle secche fino all'altezza di Quercianella, circa 12 km a sud di Livorno”.

La stessa nota contiene immagini subacquee (figura 2, ripresa in 9 di figura 1) degli spartiti, cioè degli strati del *Flysch* di Monteverdi M.mo; una immagine della faglia corrispondente al Ciglio di Terra in una località, il Muraglione, a inclinazione verticale e con abbondantissimo rivestimento di «Coralligeno» (figura 3 ripresa in 34 di figura 1);

inoltre contiene un'immagine ancora di strati del *Flysch* di Monteverdi M.mo molto nascosti dal tripudio del «Coralligeno» (figura 4 ripresa in 21 di figura 1); infine contiene lo stereogramma di figura 5, cioè una rappresentazione d'insieme della metà settentrionale delle Secche di Vada tra la Punta Lillatro e il Faro con la sezione geologica W-E in primo piano e la morfologia delle secche e del litorale sullo sfondo.

Al centro della sezione geologica di figura 5 è indicato un piccolo affioramento di Calcare di Rosignano, la nota formazione geologica che, all'altezza della Provincia di Livorno, segnala la trasgressione

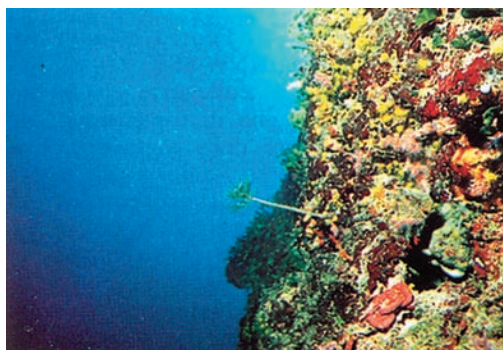


Figura 3: Aspetto del «coralligeno» al Muraglione in un tratto di parete verticale (da Aiello et al., 1982).



Figura 2: Affioramento di strati del *Flysch* di Monteverdi M.mo in 9 di figura 1; ben evidente la stratificazione malgrado il completo ricoprimento di un esile tappeto algale.



Figura 4: Minimo affioramento di *Flysch* di Monteverdi M.mo seminascosto sotto il «coralligeno» nello spicchio alto di sinistra e al centro in alto dietro l'occhiata, fotografato in 21 di figura 1 (da Aiello et al., 1982).

del Miocene superiore, cioè l'inizio di una nuova fase di sprofondamento tettonico dopo la fase parossismale che in precedenza ha coinciso con il sollevamento del paleoAppennino nell'area, appunto della Toscana costiera (Arcipelago Toscano, Alpi Apuane, Monte Pisano, Montagnola Senese, Monti Leoni e rilievi ad Ovest di questo allineamento, compresi come è ovvio i Monti Livornesi). Questa presenza, in sé possibilissima dati gli affioramenti in tutto il contorno dei Monti Livornesi e, in particolare, a Rosignano, da cui il nome alla formazione, nelle Secche di Vada non è corroborata da datazioni ma esclusivamente dalla frase di p. 363 della pubblicazione in oggetto: "Il campione SV 11 ha una composizione analoga a quella del calcare di Rosignano di età messiniana", cioè appunto della parte più alta del Miocene superiore. Va specificato che la faglia presente nella figura 5 è rappresentata tagliare gli strati di letto (Flysch di Monteverdi M.mo e Calcare di Rosignano) e gli strati di tetto (argille del Pleistocene inferiore), ma non gli strati della Panchina che, secondo gli Autori si sarebbero depositi nel Pleistocene superiore, dopo l'attività della faglia.

Nel 1992 usciva la carta «Structural model of Italy» in scala 1:500.000 sotto l'egida del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Progetto Finalizzato Geodinamica, estesa allo studio geologico e a quello geofisico dei fondali marini di tutta l'Italia e del Mediterraneo occidentale. Direttori di questo enorme progetto scientifico, al quale partecipò uno stuolo cospicuo di studiosi dell'università e dell'industria, furono F. Barberi, per il C.N.R., e P. Scandone per il P.F.G. Ovviamente in questa carta

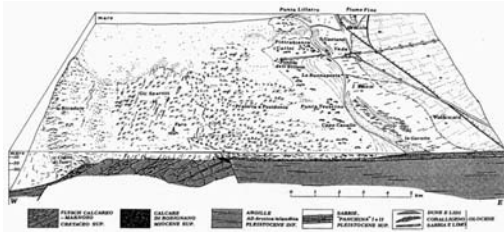


Figura 5: Stereogramma della metà settentrionale delle Secche di Vada per mostrarne la morfologia dei fondali (ritoccata nell'estensione della prateria a Posidonia) e la sezione geologica (da Aiello et al., 1982).

sono rappresentate anche le Secche di Vada. Per quanto riguarda lo stralcio di questa carta riportato in figura 6 sono indicate, affioranti sul fondale marino al di sopra dell'isobata dei -100 m (sottilissima linea in bistro), l'unità 76 (cioè il Flysch a Helmintoidi del Cretacico superiore = Flysch di Monteverdi M.mo) e l'unità 26 (cioè il Calcare di Rosignano del Messiniano) sulla base dello studio di Aiello et al. (1982). Inoltre, sulla base di dragaggi (per gentile informazione del prof. Scandone) questa carta al largo di Castiglioncello sul prolungamento NW delle Secche di Vada, comunque distaccato da queste, riporta presso «i Marmetti» l'affioramento delle unità 77a, 77b (cioè il Complesso ofiolitifero: depositi terrigeni e breccie ofiolitifere (a). Paleocene. Argilliti a Calpionella, radiolariti (a). Cretacico inferiore - Giurese superiore. Basalti, gabbri e serpentiniti (b), Giurese. La stessa carta indica, dai risultati delle prospezioni geofisiche, cioè le isocronopache 0.5 (in rosso) in secondi (2 - ways travel time) due aree marcate in giallo chiaro e note rispettivamente come «di SE Gorgona» e «di Mezzo» rispetto alle Secche di Vada; invece queste ultime sono rappresentate, oltre che dalle formazioni geologiche campionate (76 e 26), da affioramenti definiti «non campionati» del basamento acustico e segnalati con la sigla 0

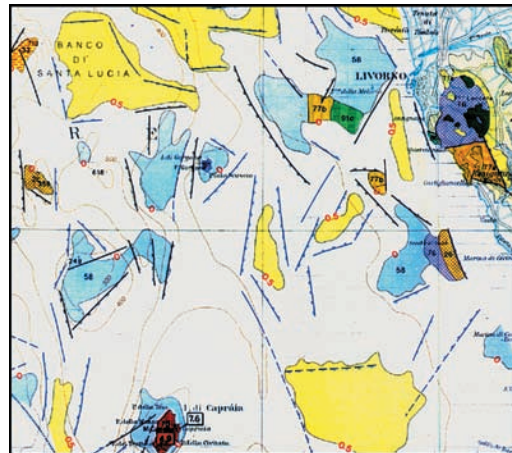


Figura 6: Riquadro delle Secche di Vada e dei fondali circostanti dalla carta «Structural Model of Italy» (1992); il significato dei colori, delle sigle e dei numeri in rosso è spiegato nel testo.

(in rosso) dentro il contorno dell'area 58 (in celeste).

Va precisato che le prospezioni geofisiche sono state eseguite per definire gli spessori della sequenza plio-quadernaria al di sopra degli orizzonti sismici Y o M (cioè del letto dei sedimenti plio-pleistocenici o del Miocene superiore indicato, appunto, da linee sottili racchiudenti le aree marcate dalle cifre (in rosso) 0 = fra il livello del mare e i-500 m (aree in celeste quando «non campionate») e in giallo progressivamente più scuro, marcate dalle cifre: 0,5 tra i-500 e i-1000 m; 1 tra i-1000 e i-1500 m; 1,5 tra i-1500 e i-2000 m; in marrone chiaro 2 al di sotto dei -2000 m. Inoltre in figura 6 sono indicate le faglie normali a linee con dentelli doppi sul labbro abbassato (in nero se in superficie, in blu se sotto la superficie) e a linee senza dentelli le faglie indeterminate (ancora in nero o in blu, come prima). Infine nell'angolo NE della figura 6 sono rappresentati affioramenti dell'unità 77a, 77b (già definita), dell'unità 71a (= depositi clastici ed evaporitici, localmente carbonati biogenici, Messiniano), dell'unità 68 (= depositi terrigeni marini lungo il fianco tirrenico dell'Appennino, Pliocene e Pleistocene inferiore) e dell'unità 64 (= depositi indifferenziati continentali e subordinatamente marini, Quaternario). Nell'insieme questa carta geologica presenta solo gli affioramenti di una certa estensione a causa della piccolezza della scala, per cui per esempio non riporta l'affioramento del Calcere di Rosignano, scelto a Zona tipo di questa formazione, corrispondente alla rocca di questo Comune. Tuttavia la presenza di molte faglie dirette, che separano aree sollevate dalle sprofondate, indica una tettonica di grande sbalzo sviluppatasi in Toscana e nel Tirreno dal Miocene superiore e nell'area della figura 6 indicata dagli *Horst* di Rosignano M.mo, delle Secche di Vada e dei Marmetti e dai *Graben* di Vada, di SE Gorgona e di Mezzo.

Per quanto riguarda più specificamente le Secche di Vada i risultati della geofisica collimano, da un punto di vista generale, con quanto prospettato da Aiello et al. (1982). Infatti mostrano un'area di alto tettonico (unità 58, specificata in senso geologico solo all'altezza del Faro (unità 76 e 26 con faglia diretta NNW-SSE sul lato orientale). Inoltre la geofisica concorda con la presenza di un «Massiccio roccioso del Largo», radicato in profondità, che si prolunga verso NW fino e forse un poco oltre allo Sperone, troncato da una faglia

diretta (il Muraglione) sul lato settentrionale. Una certa differenza la si può notare tra la posizione del Ciglio di Fuori (lungo l'isobata dei -50 m in figura 1) e il termine dell'area di alto tettonico (più vicino all'isobata dei -100 m in figura 6) che di conseguenza si prolungherebbe verso Ovest di almeno 500 m.

Per quanto riguarda il «Triangolo delle Secche di Dietro», rocciose solo in superficie, che oramai sappiamo essere costituito dall'esile spessore di Panchina del Pleistocene superiore mentre al di sotto, almeno ad Est della faglia centrale, è tutta argilla almeno per circa 300 m di profondità, sembra ovvio che la presenza di questo esilissimo livello di Panchina non sia stato registrato da una geofisica condotta alla ricerca delle grandi e più profonde strutture del sottosuolo. In conclusione le Secche di Vada sia dalle ricerche di superficie che da quelle geofisiche del substrato profondo si configurano come costituite da un Massiccio roccioso del Largo, radicato in profondità, e continuato verso terra dal Triangolo delle Secche di Dietro, rocciose solo in superficie.

Nel 1994, sotto l'egida della Regione Toscana e del Centro Ricerche dell'Ambiente marino dell'ENEA veniva stampata la «Carta bionomica dei Mari Toscani» a cura di C.N. Bianchi, F. Cinelli, C. Morri (1993) in scala 1:250.000 e in proiezione di Mercatore. Nello strapuntino in basso a sinistra di questa carta sono riportate, fra l'altro, le seguenti informazioni: «Carta bionomica ottenuta in base ai dati raccolti nel corso di campagne in mare e crociere oceanografiche negli anni 1985, 1986, 1987, 1990, 1992, 1993 a bordo delle imbarcazioni Minerva, Colmar, Delfino, S. Teresa, Vir Service, Alalunga e Tokomaru.

L'estensione delle praterie di fanerogame è stata ricavata tramite fotografia aerea, sonar laterale, telecamera subacquea filoguidata, ed immersione subacquea. La delimitazione dei popolamenti di fondo molle è stata ottenuta per interpolazione tra 218 prelievi, effettuati con benna Van Veen e draghe Charcot.

La posizione dei fondi duri (indagati per lo più con immersione subacquea) è solo indicativa. Informazioni complementari sono state ricavate dalla letteratura».

Segue l'elenco di 12 collaboratori in mare e di 10 fornitori di utili suggerimenti, informazioni e dati. La legenda è suddivisa in:

- «Unità di popolamento» – ambienti confinati, fondi duri infra- e circalitorali, fondi a fanerogame (infralitorali, perennemente sommersi e ben illuminati), fondi biodetritici (circalitorali, maggiormente profondi quindi meno illuminati, a temperatura bassa e stabile), fondi sedimentari terrigeni.
- «Dinamica» – fenomenologie e processi, fattori ecologici, seriazioni e tendenze.
- «Specie cospicue» – caratteristiche di biocenosi, indicatrici, altre.

La figura 7 riporta lo stralcio di questa carta dell'area delle Secche di Vada e contorni, tra la Punta di Castiglioncello e circa 10 km a Sud della Bocca del Cecina. Sono rappresentate le curve di livello dei -5 m (solo tra le bocche del Fine e del Cecina), quella dei -10 m (sulle Secche di Vada ed al loro Sud) e quelle dei -20, -30, -50, -100 m su tutta l'area, in oltre qui di seguito sono fornite informazioni sui diversi colori e le sigle che vi compaiono.

In figura 7 fra le «Unità di popolamento» i fondi duri e circalitorali (in rosso) appaiono solo intorno alla Punta di Castiglioncello (dove termina un lungo affioramento continuo fino da Antignano); sono pure rappresentati da alghe fotofile del «precoraligeno», da secche rocciose, coralligeno di piattaforma e roccia del largo (in rombetti amaranto) con affioramenti piuttosto isolati, sia sopra e alla base del Ciglio di Fuori delle Secche di Vada fino agli affioramenti, completamente isolati fra i fanghi terrigeni dell'orizzonte profondo del circalitorale (in giallo bruno a righe orizzontali celesti) segnalati a 300 e a circa 1200 m rispettivamente a SW ed Ovest dello Sperone, sia con affioramenti completamente isolati fra i fanghi terrigeni costieri, a facies di fanghi fluidi a circa 100 m a NE dello

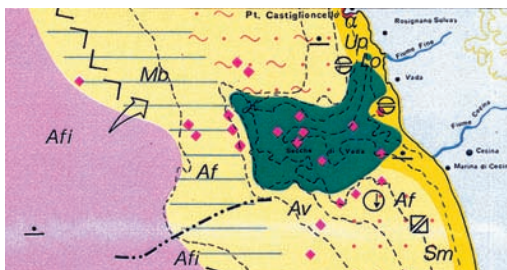


Figura 7: Riquadro dei fondali delle Secche di Vada e circostanti dalla «Carta bionomica dei mari Toscani», il significato dei colori, delle sigle e dei simboli è spiegato nel testo.

Sperone e, ancora, sia poco oltre il limite meridionale delle Secche di Vada isolati fra i fanghi terrigeni costieri di aspetto tipico (in corrispondenza di un prolungamento dell'alveo sommerso verosimilmente del Fiume Cecina). I fondi a fanerogame (infralitorali) della *Posidonia oceanica* (in verde scuro) sono rappresentati alle Secche di Vada, confinati non al di sotto della batimetrica dei -30 m, normale limite superiore del «coralligeno» che in alcuni recessi meno illuminati si insedia anche al di sopra dei -25 m sopra il vasto Massiccio roccioso del Largo. Ma è in corrispondenza del Triangolo delle Secche di Dietro, con un'ampia derivazione fino sulla Testa di Punta la Catena che proviene dalla Testa di Greco, l'area sulla quale lo sviluppo della *Posidonia oceanica* si sviluppa maggiormente nelle forme della prateria. I fondi sedimentari terrigeni, di ambiente infralitorale delle sabbie fini ben calibrate e delle sabbie terrigene in genere (in giallo vivace), si spingono dal litorale fino quasi all'isobata dei -30 m fin sotto la Testa di Punta Catena in prossimità della quale vengono nascosti dalla prateria a *Posidonia* fino quasi alla spiaggia di Vada; fra quest'ultima e la Punta del Tesorino la prateria si dirada e lascia spazio alle sabbie terrigene fino a permettere alcuni affioramenti di Panchina; davanti il Capo Cavallo la prateria a *Posidonia* si prolunga di nuovo fino molto vicino alla spiaggia per poi allontanarsene decisamente verso la Testa di Ostro, dove raggiunge il Massiccio roccioso del Largo. A Sud di quest'ultimo allineamento le *Posidonie* non sono più segnalate nell'area della figura 7, ormai fuori dalle Secche di Vada i fondali si approfondiscono regolarmente verso il largo ad iniziare dalle sabbie fini ben calibrate e sabbie terrigene in genere dell'infralitorale fin verso i -15 m di fondo, passano quindi ai fanghi costieri del circalitorale e oltre i -50 m all'orizzonte profondo dei fanghi di quest'ultimo e, intorno ai -100 m di profondità, assumono le caratteristiche dei fondi detritici dell'orizzonte profondo del circalitorale (figura 7).

Ancora nell'ambito della figura 7 nel tratto di fondo infralitorale tra Castiglioncello e Vada fra le «Specie cospicue» compaiono la cloroficea *Udotea petiolata* (sciafila in senso lato) e la rodoficea *Laurencia obtusa*, alga fotofila; le acque nelle vicinanze della Punta di Castiglioncello sono segnalate in degrado antropico e la vegetazione algale a NW della Testa di Punta Catena e a SW di Vada è considerata in regressione; ancora il fondo infralitorale



tra la prateria a Posidonia e la Bocca del Cecina è segnalato in «diversificazione», come del resto il fondo circalitorale di fronte Rosignano Solvay. Le Secche di Vada funzionano da grande diga suffolta non solo nell'attenuare la prorompente ondatazione di libeccio bensì anche nel deviare le correnti principali e il *drift* litoraneo (prevalenza media della direzione del trasporto dei granuli sciolti sul fondo) tra il lato meridionale e quello settentrionale delle secche. In figura 7, in continuità con il fianco meridionale delle Secche di Vada, è segnato il simbolo di «limite di settore bionomico», corrispondente, come vedremo, con un importante ricircolo delle principali correnti litoranee a Sud delle secche, dove prevale la sedimentazione organica in «fanghi terrigeni costieri» con il polichete *Aponuphis fauveli*, il mollusco *Sphaeronassa mutabilis* e il porifero *Axinella verrucosa* come «specie cospicue»; mentre a Nord delle secche prevale, nel «terrigeno costiero circalitorale», la sedimentazione minerale nella «facies a fanghi fluidi». Inoltre più a largo, sempre in figura 7,

compaiono i «fanghi terrigeni dell'orizzonte profondo del circalitorale», ormai intorno ai -100 m di profondità, con il polichete limicolo *Marphysa bellii* e di nuovo il polichete *Aponuphis fauveli*, quali «specie cospicue»; infine, ancora più al largo ma sempre al di sopra della batimetrica dei -200 m, la figura 7 indica il passaggio ai «fondi detritici infangati e detritici del largo» (in rosa) con l'echinoderma *Amphiura filiformis* «specie cospicua» di una sedimentazione minerale elevata. Il passaggio tra queste due ultime unità più profonde avviene con un prevalente influsso dal largo.

La figura 8 (tratta da Ferretti et al., 1995) rappresenta in sintesi il quadro dei processi di trasporto e di dispersione dei sedimenti nelle acque marine prospicienti la Toscana fino su fondali di -400 m. Per quanto riguarda il tratto di mare che circonda le Secche di Vada, salvo sul lato orientale tra i fiumi Fine e Cecina. La figura 8 evidenzia due ricircoli in senso antiorario: quello, molto ampio Marina di Grosseto-Elba-Pianosa e quello, relativamente molto più piccolo, versante settentrionale delle Secche di Vada-versante meridionale delle Secche della Meloria; un altro ricircolo, di dimensioni intermedie, si svolge in senso orario distaccandosi dalla corrente principale del largo all'altezza della Capraia, raggiungendo il versante meridionale delle Secche di Vada, il Promontorio di Piombino e l'Elba per raggiungere il punto di partenza e chiudere il ricircolo. Il *drift* litoraneo è rivolto verso «levante» (più precisamente verso SSE); gli apporti sedimentari principali, riversati in mare dai fiumi Arno, Cecina ed Ombrone, non giungono direttamente nel tratto di mare in esame perché sbarrati rispettivamente dalle Secche della Meloria e dal basso fondo Elba - Piombino. E' questa una situazione che non favorisce il deposito di spessori notevoli di sedimenti sciolti sui fondali, tanto è vero che i fanghi argillosi e le argille con fanghi (sedimenti molto sottili di provenienza dal largo) si depongono fino sotto costa. Al contrario, questa situazione favorisce l'affioramento, sui fondali, delle rocce del substrato, ovviamente ricoperte da incrostazioni organiche.

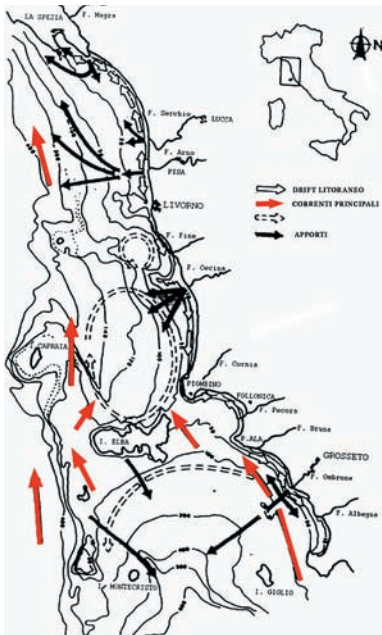


Figura 8: Quadro sintetico dei processi di trasporto e dispersione dei sedimenti nel Tirreno Settentrionale (da Ferretti et al., 1995).

#### Il nuovo studio

Lo studio dell'estate 1979 con la relativa pubblicazione del 1981, uscita nel 1982, nato con mezzi limitati e in origine non destinati al suo svolgimen-

to, fu interrotto quando il C.N.R. ritirò l'attrezzatura per la determinazione del punto in mare e la Provincia di Livorno decise di disfarsi della sua imbarcazione. Dopo più di vent'anni, nell'estate 2008, le ricerche geologiche nelle Secche di Vada sono riprese sotto l'egida della F.I.A.S. (Federazione Italiana Attività Subacquee) ad opera di quattro istruttori di questo Ente, capaci di immersioni fino a -50 m, di uno dei ricercatori C.N.R. del vecchio gruppo che operò nel 1979 e del prof. Roberto Mazzei dell'Istituto di Geologia dell'Università di Siena. Questa nuova ricerca, come la precedente, è nata senza nessun appoggio finanziario, usufruendo delle attrezzature subacquee dei partecipanti, della motobarca Pao-Pao, anch'essa di loro proprietà come l'attrezzatura Garmin per la determinazione del punto in mare e delle attrezzature scientifiche dell'Università di Siena. Gli operatori subacquei di questo nuovo studio sono tutti locali e veterani delle immersioni nelle Secche di Vada, che, per tre di essi, risalgono al tempo delle immersioni a fiato.

Fin dall'estate 2008 è stata eseguita una nuova campionatura (in rosso in figura 1 oltre il campione 27) per arricchire quella eseguita nel 1979



Figura 9: Un tratto del «coralligeno» delle Secche di Vada: al centro, con tutti i polipi estroflessi, l'Antozoo *Corallium rubrum*, circondato dalla madrepora gialla (l'Antozoo *Leptopsammia pruvoti*), ancora al centro, sottostante al corallo il *Tunicato* patata di mare *Halocyntya papillosa*, e, soprastante, un Porifero bianco; sullo sfondo, in sinistra, il Porifero *Crambe crambe* o spugna rossa incrostante e, in primo piano a destra, due esemplari della *Demospongia Dysidea avara*.

(in rosso in figura 1 fino al campione 27). In particolare il campione 30, prelevato poco ad Occidente del Faro, esaminato dal punto di vista del contenuto in nannofossili calcarei, presenta un'associazione relativamente differenziata in termini specifici. Il grado di conservazione dei *taxa* di dimensioni più limitate (prevalenti) è da considerarsi discreto; quello, viceversa, dei *taxa* più grandi è del tutto scarso (le forme sono in genere parzialmente disciolte e/o rappresentate da parti di esse). Tra le specie più diffuse sono da ricordare *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Calculites obscurus*, *Microrhabdulus decoratus*, *Stradneria crenulata*, *Watznaueria barnesae* e *Micula concava*; tra quelle più rare, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Ellipsagelosphaera britannica*, *Biscutum coronum*, *Micula decussata*, *Lithraphidites carniolensis* e *Acuturris scotus*.

Tenendo conto in particolare della presenza di *A. scotus* (secondo Perch-Nielsen, 1985 si distribuisce dalla Zona CC23 alla Zona CC26 di Sissingh, 1977) e di quella di *C. obscurus* (per lo stesso Autore scompare all'interno della Sottozona CC25a), l'associazione risulta appartenere all'intervallo biostratigrafico Zona CC23-Sottozona CC25a. A conferma di questa attribuzione si segnala anche la rara presenza di *A. cymbiformis*, un *taxon* che inizia la sua distribuzione all'interno della Sottozona CC21a e che con la sua *First Common Occurrence* (FCO) marca la base della Sottozona CC25b (Perch-Nielsen, 1985).



Figura 10: Un secondo tratto del «coralligeno» delle Secche di Vada: al centro un anemone bruno (l'Antozoo *Aiptasia mutabilis*), tutto intorno più strati delle Alghe rosse *Peyssonnelia rosamarina* con concrezioni calcaree bianche.

In termini cronostratigrafici il campione 30 è da riferirsi all'intervallo Campaniano sommitale – Maastrichtiano (Cretacico Superiore); la natura del campione di roccia (trattasi di un calcare marnoso) ed il riferimento biocronostratigrafico sono fortemente indicativi della sua appartenenza alla formazione del *Flysch* di Monteverdi M.mo.

A parte gli immediati dintorni del Faro, ovvio crocevia per tutte le direzioni e con fondali «a vista dalla superficie», è stato tentato di campionare prevalentemente i cigli fino al loro fondo; la figura 3 mostra la parete verticale del Muraglione completamente rivestita dal «coralligeno» (figura 9) che, se è la maggiore delizia dei biologi, rappresenta un ostacolo quasi insormontabile a chi cerchi di procurarsi dei campioni delle rocce che sicuramente nasconde. Le stesse alghe calcaree, sempre presenti nell'intreccio foltissimo di esseri vegetali e animali del «coralligeno» diventano dure come rocce (figura 10) similando in questo le bioherme dei mari caldi con la essenziale differenza che il «nostro» «coralligeno» non giunge fino in superficie, superando i -30 m solo nei recessi meno illuminati. Le pareti, ripidissime e spesso verticali, dei cigli trovano nella copertura del «coralligeno» una difesa filtrante dall'erosione dei moti profondi del mare, secondo quanto ci è apparso con la raccolta del campione 35 a -48 m di profondità in una piccola area di roccia scoperta nel Ciglio di Terra (figura 12, in 35 di figura 1). Il Massiccio roccioso del Largo dai -50 ai -30 e/o -25 m è tappezzato da un manto di spessore mal precisabile di «coralligeno». Al di sopra di quest'ultima quota variabile inizia l'area subpianeggiante segnalata dalle diverse «teste» in figura 1 e che raggiunge e pesca meno di -10 m, nell'ambito del Massiccio roccioso del Largo, solo in corrispondenza dei settori del Faro e della Secchina. L'isobata dei -30 m vede l'inizio di ciuffi di *Posidonia oceanica*, il progressivo rarefarsi del «coralligeno» e lo scoprirsi di qualche modesto e raro affioramento roccioso (figura 4 ripresa in 21 di figura 1 e campione 29, presso la Puntaccia), campioni 51 e 52 alla Testa di Tramontana e campioni 14 e 56 poco a Sud del Settore del Faro. La figura 2 (ripresa in 9 di figura 1) corrisponde all'aspetto più tipico (campioni 14, 30 e 56) del *Flysch* di Monteverdi M.mo ma non certo a quello dei suoi affioramenti nel resto delle Secche di Vada: minimi squarci sotto il «coralligeno» imperante! D'altra parte il *Flysch* di Monteverdi M.mo, come del resto tutti i *Flysch*, è costituito da

una successione di strati di mare profondo ognuno proveniente da una «nube di torbidità» (ovviamente sottomarina) che, provenendo da aree anche molto lontane e diverse, trasportano materiali originanti strati a loro volta a differente composizione.

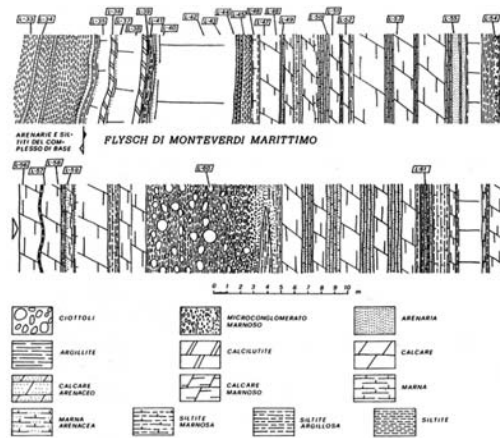


Figura 11: Stratigrafia dei primi 65 m del *Flysch* di Monteverdi M.mo nella Cava di Monterotondo sopra Ardenza nei Monti Livornesi.

Questa diversità di composizione degli strati del *Flysch* di Monteverdi M.mo è molto bene esposta nella cava di Monterotondo di Ardenza nei vicini Monti Livornesi; nella quale gli strati giacendo verticali sono agevolmente visibili in una successione di più di 60 m con un breve e comodo percorso orizzontale (figura 11). In questa cava il *Flysch* di Monteverdi M.mo mostra alla base (primi 11 m) una prevalenza dei banchi di marna arenacea e di calcilutite, quindi, dopo una piccola sequenza di strati decimetrici di arenaria argillitica e di microconglomerato marnoso, compare un grosso banco di marna a base arenacea; al di sopra prevalgono per circa 30 m banchi di calcare marnoso con al letto sequenze laminitiche marnoso-arenacee; segue un grosso banco (circa 10 m) di ciottoli eterometrici in matrice argillitica e marnosa e poi riprendono a prevalere le sequenze di banchi calcareo-marnosi a letti laminitici marnoso-calcarei. Oltre ai tipi litologici di cui sopra, che costituiscono la massa fondamentale della formazione, compare uno strato di calcare (a 19 m dalla

base), due strati di arenaria (a 27, 30 e a 28 m), uno strato di siltite a base arenacea (a 11,50 m), un banco di siltite argillosa con ciottoli nella parte medio-alta (a 29,50 m), uno strato di calcare arenaceo (a 34,50 m) e un banco di siltite marnosa (a 62 m circa). Dalla cava di Monterotondo sono stati prelevati ben 29 campioni per l'esame micropaleontologico atto alla determinazione dell'età e dell'ambiente di sedimentazione di quegli strati (Lazzarotto et al., 1990)... ma gli affioramenti di terra, specialmente nelle cave, sono ben altra cosa di quelli subacquei. Comunque i 62 m degli strati descritti in figura 11 possono rendere un'idea di che cosa è la «formazione» del *Flysch* di Monteverdi M.mo che, fra l'altro, ha uno spessore almeno di alcune centinaia di metri, di strati «gradati», cioè a granelli più grandi e pesi in basso e più minuti e leggeri in alto, in quanto sedimentati con il meccanismo delle onde torbide, «vaganti» in mari molto profondi trasportate dalle grandi correnti oceaniche in recessi talora molto lontani dove le torbide, fermandosi, si depongono in strati «gradati». Dunque il *Flysch* di Monteverdi M.mo si è deposto in mare ma certamente non in corrispondenza di quello attuale, alle Secche di Vada; i geologi ormai si son fatti l'idea che i sedimenti di questo *Flysch* (da 85 a 70 Ma= milioni di anni fa) insieme ad altri più antichi e più recenti si sono depositi in un paleoceanico, che chiamano Tetys, esistito tra l'Eurasia e l'Africa tra i 160 e i 40 Ma, in seguito sono stati coinvolti fino all'emersione in una catena di montagne, coda di SW delle Alpi occidentali da allora in sollevamento, i cui relitti oggi si trovano nel Capo Corso, in Gorgona, all'Elba, all'Argentario e all'Uccellina e, tutti insieme, formarono la «Tirrenide», area emersa insieme a Corsica e Sardegna (antichissimi frammenti staccatisi dal più antico continente europeo) tra i 35 e i 20 Ma, quando iniziarono in parte a sprofondare nel nuovo mare che si apriva (il Mediterraneo occidentale) dietro il sorgere di una nuova catena di montagne: finalmente l'Appennino, ma non esattamente quello del crinale di oggi, bensì un paleoAppennino tutto più occidentale con un paleocrinale lungo le Alpi Apuane, il Monte Pisano, la Montagnola Senese, il Monte Leoni. . . intanto dietro l'arco di questa nuova catena di montagne si formavano dei bacini in sprofondamento che venivano allagati dal mare o da laghi in una nuova paleogeografia in continua complessa evoluzione in quanto con il Miocene superiore (circa 10 Ma) i rapporti delle linee di co-

sta iniziarono a essere determinati non solo dalla tettonica (generalmente molto lenta ma altrettanto potente) ma anche dagli abbassamenti e innalzamenti del livello del mare dovuto agli sviluppi e alle decrescite delle glaciazioni (con ritmi non dei milioni di anni bensì di decine di migliaia).

Fig. 12

Dopo queste sintetiche premesse torniamo alle Secche di Vada, o più precisamente, al suo Massiccio roccioso del Largo perché il Triangolo delle Secche di Dietro, essendo formato esclusivamente da sedimenti quaternari, prima del Quaternario non poteva esistere. La presenza del *Flysch* di Monteverdi M.mo in tutta l'area del Massiccio roccioso del Largo, documentata linearmente da Aiello et al. (1982) dai campioni 21 (la Puntaccia), 14 e 9 (dintorni del Faro), è stata confermata dalla nostra campionatura estesa tutto intorno al Massiccio: 33 (Ciglio di Terra), 35 (lo Sperone in figura 12), 29 (la Puntaccia), 51 e 52 (Testa di Tramontana), 30 e 56 (dintorni del Faro). Altrettanto non si può affermare per la presenza del *Calcare di Rosignano*, suggerita dal campione SV 11 definito:



Figura 12: Nei pressi dello Sperone, al limite del Massiccio roccioso del Largo, è presente un misto tra il fondale «molle» del fango terrigeno costiero, facies a fanghi fluidi (con un'aragosta in agguato (il Crostaceo *Palinurus elephas*) e le concrezioni pseudostratiformi del «coralligeno», formato in prevalenza di Alghe rosse, *Peyssonnelia rosamarina* da una patata di mare (l'Ascidio *Halocynthia papillosa*) e da sparse, madrepore gialle (l'Antozoo *Leptopsammia pruvoti*).

“... un calcare biogenico costituito in prevalenza da frammenti di *Lithotamnium* e da noduli algali. Subordinatamente sono presenti radioli di Echini, Briozoi, Foraminiferi (Rotalidi ed *Elphidium*) ed elementi terrigeni quarzosi e micacei”. Campione senza dubbi molto diverso dai precedenti sicuramente attribuiti al Cretacico Superiore ma non per questo riferibile con certezza al Calcarea di Rosignano in mancanza di fossili sicuramente indicativi. Per di più rimasto unico dopo le nostre ricerche nei fondali della Secchina e delle Puntarelle. D'altra parte già abbiamo chiarito che la presenza del Calcarea di Rosignano sul Massiccio roccioso del Largo delle Secche di Vada, considerato il ben noto affioramento della Punta di Castiglioncello, non pone alcuna difficoltà di carattere generale. Diversamente da un punto di vista strettamente locale tale presenza sul Massiccio roccioso del Largo, unita a quelle della Punta di Castiglioncello e della Rocca di Rosignano, definirebbe l'area di un probabile bacino di sedimentazione del Miocene superiore, esteso in trasgressione fino alle Secche di Vada e occultato per la maggior parte dai ben noti sedimenti delle successive trasgressioni del Pleistocene inferiore e del superiore (Boschian et al., 2006).

Prima di abbandonare il Massiccio roccioso del Largo dobbiamo ricordare la presenza di carsismo, verosimilmente sviluppato negli strati di cal-

care, presenti anche se tutt'altro che preponderanti, nel *Flysch* di Monteverdi M.mo. Le figure 13 e 14 dimostrano l'esistenza del fenomeno da noi riscontrato circa 1 km a NW del Faro in un fondale di circa -10 m; un'altra non riprodotta in figura corrisponde ad una porzione di un piano di faglia, data l'inclinazione di 45°, comune nelle faglie di distensione, e la presenza di blocchi accatastati nei dintorni, tutti per altro ricoperti dal «coralligeno». Più interessanti sono le prime due in quanto aperte senza l'apparente contributo di dislocazioni tettoniche. La figura 13 rappresenta una grotta, cioè una cavità con prevalente sviluppo orizzontale, composta e articolata in cunicoli, ramificazioni, fondo riempito di ghiaino e sabbia grossolana, pareti ovviamente rivestite dal «coralligeno»; è completamente sommersa. L'altra, rappresentata in figura 14, corrisponde a un piccolo riparo sotto strato, verosimilmente anche questo calcarea rivestito di alghe rosse e con la fantastica presenza di tre vermi ciuffo bianco (*Protula tubularia*). Sulle vicende della sommersione del Massiccio roccioso del Largo torneremo nel capitolo successivo.

Il Triangolo delle Secche di Dietro si estende nel Settore di Terra delle Secche di Vada, cioè quello in senso geologico conosciuto in modo migliore per l'abbondanza delle perforazioni della Società Solvay e del Comune di Rosignano M.mo. Il Triangolo è caratterizzato da batimetrie minori di -10 m



Figura 13: Grotta ubicata a circa 1 km a NW del Faro; è completamente rivestita di «coralligeno» e ha fondo in sabbia grossolana; è sicuramente suddivisa in più ambienti, in uno di sinistra compare la metà anteriore di un grosso pesce striato verticalmente.



Figura 14: Letto di strato completamente rivestito di alghe rosse e dal quale pendono tre vermi dal ciuffo bianco (il Polichete *Protula tubularia*) sospesi al soffitto di questo riparo che consente la deposizione di un piccolo deposito di sabbia grossolana.

salvo davanti la Bocca del Fine e alla convergenza settentrionale con la Secchina, secondo quanto già descritto. Semplice nelle linee generali nella sua risalita verso lo zero della linea di spiaggia, l'andamento delle batimetrie di questo settore delle secche è tutt'altro che semplice nei particolari perché corrisponde a un piano inclinato di pochissimi gradi (massimo 3° in figura 5) di due livelli sovrapposti di Panchina, ciascuno talora con un conglomerato di base di ambiente marino di spiaggia, intercalati da un livello di limi continentali che si sono depositati nel corso delle vicende glacioeustatiche dell'interglaciale Tirreniano o compreso fra le fasi glaciali del Riss (= penultimo glaciale) e del Würm (= ultimo glaciale): un primo livello di mare alto (strati della Panchina di Castiglioncello), con paleofalesia anche nell'entroterra di Vada a circa quota 15 m, corrispondente al Tirreniano I di 125 mila anni fa; un livello di torba continentale corrispondente con una regressione glacioeustatica del mare relativamente modesta; un secondo livello di mare alto (strati della Panchina di Antignano) con paleofalesia anche nell'entroterra di Vada a circa quota 8 m, corrispondente verosimilmente al Tirreniano II di 110 mila anni fa, secondo le stratigrafie dei pozzi (Bartoletti et al., 1986 e, per la nomenclatura più recente, Boschian et al., 2006). Nel retroterra di Vada questi tre livelli del Pleistocene superiore sono sormontati da un quarto livello di sabbie rosso-arancio (strati delle Sabbie di Donoratico), in prevalenza eoliche che marcano la regressione würmiana, comunemente ritenuta essersi spinta fino almeno a 100 m al di sotto del livello del mare attuale (in altri termini approssimativamente la batimetrica dei -100 m nelle carte marine può essere presa a indicare la linea di riva durante il massimo abbassamento del Würm III di circa 18 mila anni fa). Ciò significa, secondo quanto indica l'isobata dei -100 m in figura 7, che 18 mila anni fa tutte le Secche di Vada dovevano essere emerse.

In genere emersione significa erosione e senza dubbi sia il Fine che il Cecina dovettero adattare i loro corsi a questo importante abbassamento del livello del mare; tanto più se consideriamo che durante il Tirreniano questo livello fu sicuramente più alto di quello attuale, indipendentemente dalla possibilità di sollevamenti tettonici che, per la zona litoranea della Toscana, sono stati ritenuti trascurabili durante il Pleistocene superiore (Mazzanti, 1995).

Su quanto sembra possibile trarre dall'andamento delle isobate ci siamo già trattenuti nei paragrafi precedenti; a questo punto però, dopo avere precisato che durante il Pleistocene superiore il livello del mare è ripetutamente oscillato fino a giungere ad un minimo nel Würm III, possiamo azzardare una ricostruzione degli eventi subiti dall'area ristretta delle Secche di Vada ad iniziare dal Pleistocene inferiore quando si deposero le argille ad *Arctica islandica* (ora ridefinite come Formazione di Morrona) note, attraverso moltissime perforazioni, sotto il terrazzo del Tirreniano sia nel retroterra di Vada sia nel substrato del Triangolo delle Secche di Dietro e, più che altro, note in molti affioramenti del Valdarno Inferiore e della bassa Val di Cecina. L'area di deposizione di queste argille e dei sedimenti calcareo-arenacei di Montescudaio, che corrispondono ad una sedimentazione più costiera nello stesso episodio marino, in superficie è documentata da Sud di Castiglioncello, con i Conglomerati di Villa Magrini, attraverso l'area delle colline incise dal Fine tra i Monti Livornesi e i Monti di Castellina M.ma fino a Riparbella, costruita sopra i conglomerati-sabbiosi che hanno chiuso questo episodio marino (Boschian et al., 2006), fino alle colline di Montescudaio, Guardistallo, Casale M.mo, Bibbona ancora con i calcari-arenacei di Montescudaio. E' questo l'orlo orientale del Bacino marino di Castiglioncello-San Vincenzo che si prolunga verso NW nel bacino di Antignano fra i Monti Livornesi e la parte centrale delle Secche della Meloria ed è delimitato da un orlo occidentale, tutto sommerso ma confermato dalle prospezioni geofisiche, lungo l'allineamento dei Marmetti, del Massiccio roccioso del Largo e di un alto tettonico di fronte Marina di Castagneto (figura 6). Questi due orli sono costituiti da sistemi di faglie dirette che hanno agito durante il Pleistocene inferiore determinando la sedimentazione nel bacino; la loro attività è ritenuta finita per la presenza indisturbata di sedimenti del Pleistocene medio al di sopra delle faglie dell'orlo orientale di quest'ultimo (Mazzanti e Sanesi, 1987).

Un inquadramento generale su questa fase della tettonica tardiva (cioè plio-quadernaria) dell'area costiera toscana è stato delineato da Boschian et al. (2006): "Nel Pliocene superiore tutta l'area attualmente continentale della Toscana è in emersione, né sappiamo quanto questa emersione abbia interessato anche aree limitrofe ora sommerse dal mare.

Nel Pleistocene inferiore continua il sollevamento epirogenetico [lentissimo innalzamento] della Toscana Costiera, solo interrotto da circoscritti episodi di sprofondamento nel Valdarno Inferiore – Versilia e nel Bacino di Castiglioncello – San Vincenzo dove si sviluppa nuovamente una trasgressione marina che non si estende oltre 30 km verso Est [cioè la sedimentazione delle Argille di Morrone e delle coeve formazioni ad esse più litorali]”.

Nel Pleistocene medio il sollevamento epirogenetico si estende a tutta la Toscana. Le fosse tettoniche, apertesi nel Pleistocene inferiore, si colmano di sedimenti o si svuotano delle acque lacustri; la rete idrografica assume, nelle linee generali, un assetto vicino all'attuale. Tuttavia le conoscenze paleogeografiche in questo intervallo cronologico restano piuttosto incerte per più ordini di motivi: un primo riguarda la variazione della velocità del sollevamento epirogenetico; un secondo è dato dall'incremento delle oscillazioni del livello del mare dipendente dalle variazioni climatiche; un terzo, anch'esso dipendente dalle variazioni del clima, dipende dai cambiamenti degli apporti solidi fluviali sia nelle depressioni continentali sia in quelle marine; un quarto, forse il più grave, consiste nel fatto che, mentre i sedimenti del Pleistocene inferiore possono essere studiati con la collaborazione di geologi e paleontologi, quelli del medio necessitano di un'equipe di specialisti difficile da organizzarsi: geologi, geomorfologi, pedologi, paleontologi, paleontologi, ecc. Salvo in situazioni particolarmente fortunate, come quella della bassa Val di Cecina (Mazzanti e Sanesi, 1987), gli studi nell'ambito del Pleistocene medio si limitano ad aree assai ristrette, quando addirittura ai dati isolati di qualche pozzo o scavo.

Nel Pleistocene superiore è probabile continui il sollevamento epirogenetico dell'intera Toscana ma, per la brevità dell'intervallo cronologico le documentazioni sono scarse e piuttosto insicure; molto importanti, e assai ben documentate, sono invece le oscillazioni climatiche con variazioni fino a 125 m del livello del mare (quota 15 nel Tirreniano, quota -110 nel Würm III) e di conseguenza del livello di base dei fiumi. Nell'Olocene il livello del mare continua a risalire, sia pure oscillando, dai 110 m cioè dal livello che lo aveva caratterizzato circa 18 mila anni fa durante la massima espansione glaciale del Würm III.



Figura 15: La prateria a *Posidonia oceanica*, qui con presenza del *Polichete* (*Sabella spallanzanii*) che ha ritirato i tentacoli all'avvicinarsi del subacqueo.

Limitatamente al Triangolo delle Secche di Dietro, delimitato in profondità dalla faglia che ha al muro il *Flysch* di Monteverdi M.mo e a letto le argille ad *Arctica islandica*, la superficie è tutta costituita da Panchina del Pleistocene superiore, sicuramente appartenente al livello inferiore (Formazione di Castiglioncello) e probabilmente in parte al livello superiore (Formazione di Antignano), come messo in evidenza dagli affioramenti campionati (6 e 17 in figura 1), dai tre affioramenti rocciosi segnalati nella carta di figura 7 e dalla successione dei pozzi lungo il Pontile dell'Etilene (figura 1). Sopra la Panchina lo sviluppo della prateria a *Posidonia oceanica* è molto rigoglioso sul suo letto di *matte* (figura 15) fino all'isobata dei -25/-30 m verso il largo e, a tratti, fino quasi a riva, secondo quanto già esposto. Tuttavia riteniamo che la base della Panchina non si abbassi al di sotto dell'isobata di -15 m per cui, abbassandosi lo sviluppo della *Posidonia* fino ai -25/-30 m deve rimanere una fascia di circa 10/15 m, in corrispondenza dei cigli settentrionale e meridionale del Triangolo delle Secche di Dietro, nella quale al di sotto della *Posidonia* dovrebbero trovarsi direttamente le Argille ad *Arctica islandica*. La presenza di queste ultime, molto più erodibili della stessa Panchina, nelle parti inferiori dei settori dei cigli più esterni del Triangolo delle Secche di Dietro, insieme al riflusso delle masse d'acqua durante le ma-

reggiate della traversia dominante di libeccio (come già osservato) e alle azioni durante i mari più frequenti delle traversie di maestrale, sul ciglio settentrionale, e di scirocco, sul ciglio meridionale, avrebbero finito per «consumare» la Panchina nella forma triangolare che presenta l'affioramento attuale dietro il Massiccio roccioso del Largo. Ma il riconoscimento in superfici subacquee di argille, sia pure del Pleistocene inferiore, dai limi e fanghi attuali è un'impresa disperata e ciò tanto più non molto distante dalla bocca di due fiumi che drenano due bacini nei quali queste argille abbondano.

### Ringraziamenti

Si ringrazia vivamente il ch. Prof. Francesco Cinnelli nell'aiuto dato nelle determinazioni delle specie presenti nel «coralligeno».

### Bibliografia

Istituto Idrografico della Regia Marina. Piano dell'ancoraggio delle Secche di Vada, Foglio 99, scala 1:25.000. Genova, 1886.  
 Istituto Idrografico della Marina Italiana. Piano dell'ancoraggio delle Secche di Vada, Foglio 99, scala 1:25.000. Genova, 1960.  
 Istituto Idrografico della Marina Italiana. Mar Tirreno – Italia. Da San Rossore al Canale di Piombino e Isole d'Elba – Capraia – Gorgona, scala 1:100.000. Genova, 1984.  
 Aiello E., Bartolini C., Gabbani G., Mazzanti R.,

Pranzini E., Vaccari G. Morfologia e geologia delle Secche di Vada (Provincia di Livorno). Boll. Soc. Geol. It., Roma, 1982. 100, 1981: 339-368.  
 Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto Finalizzato Geodinamica, Modello Strutturale Tridimensionale. Structural Model of Italy, scala 1:500.000. Florence, 1992.  
 Regione Toscana, ENEA-Centro Ricerche Ambiente Marino. Carta Bionomica dei Mari Toscani, scala 1:250.000, Pisa 1994. 1993.  
 Ferretti O., Immordino F., Manfredi Frattarelli F. Cartografia sedimentologica dei mari toscani. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. Serie A, suppl. vol. 102, Pisa, 1995: 241-254.  
 Lazzarotto A., Mazzanti R., Nencini C. Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti. Suppl. 2, Quad., Mus. Storia Nat. Livorno, 11, 1990: 1-85.  
 Boschian G., Bossio A., Dall'Antonia B., Mazzanti R. Il Quaternario della Toscana Costiera. Studi costieri, Firenze 2006: 3-207.  
 Bartoletti E., Bossio A., Esteban E., Mazzanti R., Mazzei R., Salvatorini G., Sanesi G., Squarci P. Studio geologico del territorio comunale di Rosignano Marittimo in relazione alla carta geologica alla scala 1:25.000. Suppl. Quad. Mus. Sc. Nat. Livorno, 6, 1986: 33-127.  
 Mazzanti R. Revisione e aggiornamento sui movimenti tettonici deducibili dalle dislocazioni nei sedimenti pleistocenici ed olocenici della Toscana costiera. Studi Geologici Camerti, volume speciale, 1995, Camerino: 509-521.  
 Mazzanti R., Sanesi G. Geologia e morfologia della bassa Val di Cecina. Suppl. 1 Quad. Mus. Storia Nat. Livorno, 7, 1987: 1-27.



## **Analisi dell'evoluzione piezometrica nel periodo 2007-2008 nel settore meridionale della Piana di Lucca (Toscana), area di crisi idrica conclamata**

Michele Ambrosio<sup>1</sup>, Alice Del Sordo<sup>2</sup>, Maria-Teresa Fagioli\*<sup>3</sup>, Roberto Giannechini<sup>4</sup>, Alberto Puccinelli<sup>5</sup>, Angela Sartelli<sup>6</sup>

**Parole chiave:** idrogeologia, piezometria, crisi idrica, Piana di Lucca

*L'area fra la Piana di Lucca e la conca di Bientina è stata, almeno fino alla metà del XVIII secolo, un insieme di aree umide lacustri, fluviali e palustri, in cui affioravano anche numerose risorgive. In meno di 150 anni, la politica delle bonifiche idrauliche e dei prosciugamenti, nonché lo sviluppo di un grande polo industriale cartario ed i numerosi emungimenti acquedottistici hanno progressivamente ridotto, fino all'attuale conclamato stato di crisi, la risorsa idrica sotterranea. Al fine di conoscere la situazione attuale e l'evoluzione temporale della piezometria della falda contenuta nell'acquifero in ghiaie (Conglomerati del Serchio da Bientina Auctt.) nell'ottica di una corretta gestione sostenibile della risorsa idrica, sono stati misurati, sin dal 2007 e con cadenza mensile, i livelli piezometrici in numerosi punti d'acqua presenti nella porzione meridionale della Piana.*

*L'elaborazione delle informazioni, confrontate anche con dati pregressi, ha permesso un'analisi della dinamica dell'acquifero su periodi più lunghi. Le carte piezometriche elaborate nell'arco di un anno idrologico hanno evidenziato la presenza di due minimi chiusi in corrispondenza dei campi-pozzi del Pollino e di Pacconi (Porcari); tali depressioni sono gli effetti di una concentrazione non sostenibile a lungo termine di emungimenti in un quadro di generalizzato abbassamento del livello piezometrico causato da ingenti prelievi in falda, producendo localmente un'inversione della direzione di naturale deflusso, allargando il fronte di richiamo delle acque di falda.*

*Il confronto con carte piezometriche degli anni precedenti ha evidenziato che, dal 1975 al 2008, la superficie piezometrica si è abbassata di circa 2,5 e 5 metri rispettivamente a nord ed a sud dell'area studiata, con medie di 0,08 m/anno nella parte nord e di circa 0,15 m/anno nella parte sud. Questi dati indicano che al momento si sta consumando la riserva idrica contenuta nell'acquifero in ghiaie della piana.*

### **Introduzione**

La Piana di Lucca (figura 1) è delimitata a nord dalle propaggini sud-orientali delle Alpi Apuane e dai rilievi appenninici delle Pizzorne, ad est dalle colline del Monte Albano, ad ovest e sud-ovest dai Monti Pisani ed a sud-est dalle modeste alture delle Cerbaie, che separano la piana dal Valdarno Inferiore. La serie di alture che circonda la piana presenta due aperture: verso Ripafratta ad ovest e verso Bientina a sud-est.

La piana ricade all'interno di un'ampia depressione tettonica con asse maggiore disposto in direzione NO-SE, che iniziò a formarsi nell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene superiore. I rilievi che ne delimitano i confini sono costituiti da rocce appartenenti alla Successione Toscana metamorfica e non metamorfica (Monti Pisani) a sud-ovest, alla Successione Toscana metamorfica e alle formazioni del complesso delle Liguridi s.l. (Alpi Apuane e Pizzorne) a nord-ovest, ai depositi fluviali pleistocenici (Le Cerbaie) ad est, mentre

Analisi dell'evoluzione piezometrica nel periodo 2007-2008 nel settore meridionale della Piana di Lucca (Toscana)

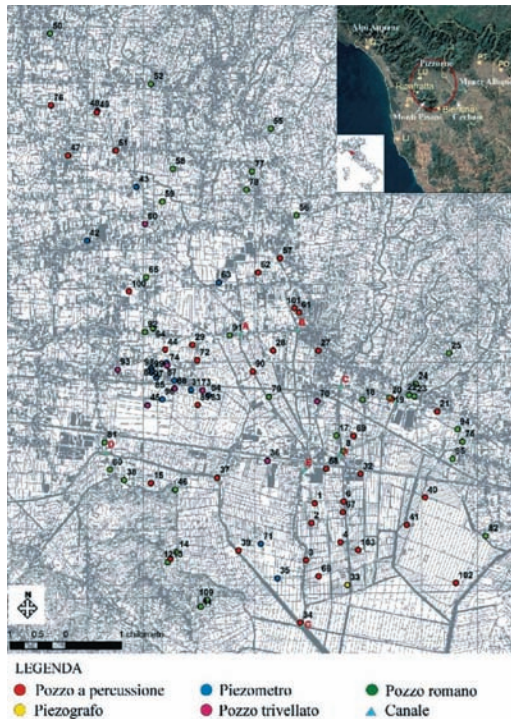


Figura 1: Ubicazione dell'area di studio con indicazione dei punti d'acqua monitorati.

nelle aree di raccordo tra le colline e la pianura sono presenti depositi di conoide e antiche alluvioni terrazzate.

Dal punto di vista idrografico l'area di studio ricade nell'ambito di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, ma il regime della falda della Piana è regolato prevalentemente dalle portate del Fiume Serchio (Baldacci *et alii*, 1994), le cui acque s'infiltrano nei depositi ghiaioso-sabbiosi di subalveo, da cui poi si dirigono negli antichi paleoalvei presenti diffusamente nel sottosuolo di tutta la piana.

Dal punto di vista idrogeologico, nella parte orientale della Piana di Lucca l'acquifero è costituito da un orizzonte sabbioso-ghiaioso con ciottoli, freatico nella porzione settentrionale e semi-confinato o confinato in quella centro-meridionale. Dall'analisi delle sezioni stratigrafiche (Nardi *et alii*, 1987, Baldacci *et alii*, 1994), si ricava infatti che verso nord l'acquifero è privo di copertura di terreni im-

permeabili, mentre giace al di sotto di depositi limoso-argillosi di bassa permeabilità nella parte meridionale (Nardi *et alii*, 1987).

Lo spessore dell'acquifero sabbioso-ghiaioso varia dai 10 ai 15 m nella porzione settentrionale, fino a raggiungere i 40 m nella porzione meridionale. Il maggior spessore dell'acquifero si ritrova in corrispondenza dei paleoalvei del Serchio, mentre nelle zone di interfluvio tale spessore si riduce. La superficie piezometrica, situata generalmente a modesta profondità dal piano di campagna, risulta fortemente depressa in corrispondenza dei consistenti emungimenti delle zone industrializzate o dei campi-pozzi acquedottistici.

In figura 2 è riportato lo schema del modello idrogeologico sulla Valle di Bientina tratto da Baldacci *et alii* (1994). Il sistema acquifero della piana lucchese è ricaricato nella parte nord da flussi provenienti sia da infiltrazioni locali sui rilievi più settentrionali, ma soprattutto dal flusso di subalveo del Fiume Serchio, che si infila nei materiali alluvionali più grossolani presenti nel sottosuolo della

#### gli autori

<sup>1</sup> AF Geoscience and Technology Consulting, Campo (PI), ambrosiom@afgtec.com

<sup>2</sup> Collab. esterno Dip. Scienze Terra, Università di Pisa, alice.delsordo@gmail.com

<sup>3</sup> AF Geoscience and Technology Consulting, Campo (PI), fagiolimt@afgtec.com

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, rgiannechini@dst.unipi.it

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, pucci@dst.unipi.it

<sup>6</sup> Collab. esterno Dip. Scienze Terra, Università di Pisa, angiesarte@yahoo.it

\* autore per corrispondenza

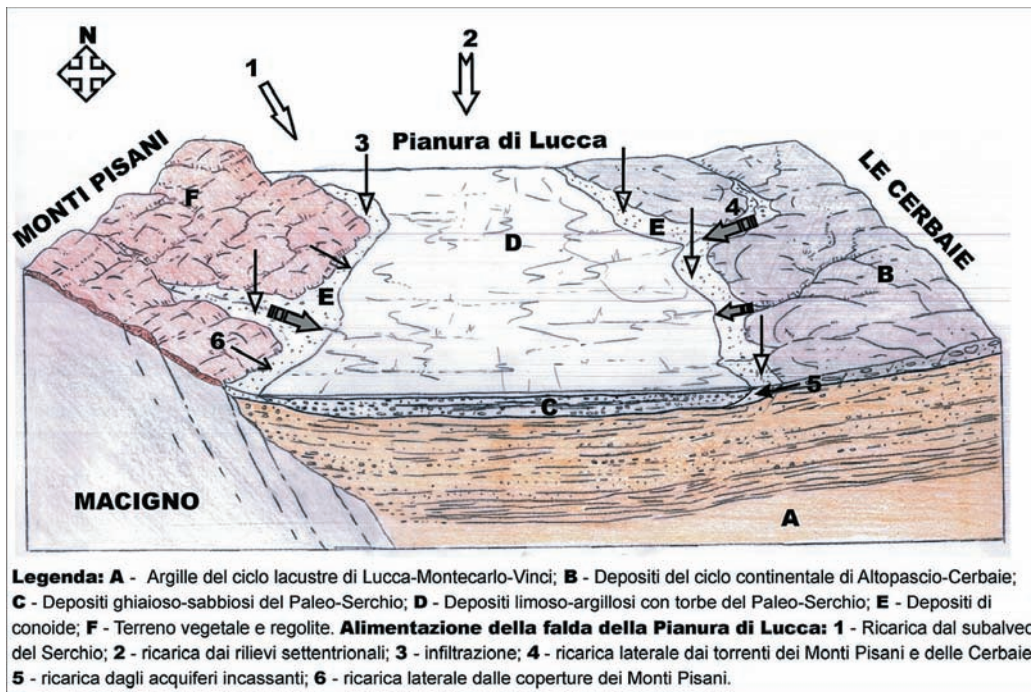


Figura 2: Modello idrogeologico concettuale dell'area compresa tra la Piana di Lucca e la Valle di Bientina (Baldacci et alii, 1994, modificato).

piana. Il sistema è inoltre ricaricato dall'infiltrazione meteorica diretta nei depositi di conoide presenti a ridosso dei versanti collinari e dall'inoltramento dei torrenti che scendono dai rilievi delle Cerbaie e dei Monti Pisani, dalla ricarica degli acquiferi incassanti delle Cerbaie (comunicanti con l'acquifero in ghiaie e sabbie) e dal flusso ipodermico proveniente dai materiali di copertura che ricoprono le formazioni rocciose presenti nelle propaggini orientali dei Monti Pisani.

Il deflusso naturale dell'area oggetto di studio è verso il Padule di Bientina, ovvero SE, ma, negli ultimi anni tale deflusso è stato fortemente ridotto, a causa dei rilevanti emungimenti nell'area a monte della conca di Bientina, che hanno creato coni di depressione con richiamo di cospicui quantitativi idrici da SE. Gli emungimenti hanno determinato nel tempo sia un progressivo abbassamento del livello piezometrico, che fenomeni di subsidenza generalizzata (Brugioni et alii, 2008), accompagnata localmente da formazioni di cavità

(*micro-sinkhole*) che hanno innescato un giustificato allarme nella popolazione residente (Dell'Aringa, 2006; Dell'Aringa et alii, 2009).

Nell'ambito di questo lavoro è stato effettuato il monitoraggio della superficie piezometrica, con cadenza mensile e per un intero anno idrologico, di una porzione della pianura lucchese (parte sud-orientale comprendente il territorio dei comuni di Capannori e Porcari e parte di quello dei comuni di Montecarlo e Altopascio, per un'estensione di circa 63 km<sup>2</sup>). Lo scopo era quello di verificarne l'andamento stagionale nel periodo fine 2007-2008, ma anche di analizzare come la superficie piezometrica si sia evoluta a partire dalla metà degli anni '70. Il lavoro ha contemporaneamente permesso l'implementazione di una rete di monitoraggio, che si auspica possa venir estesa, a breve, a tutta la pianura, consentendo il controllo sistematico della sue risorse idriche sotterranee ed eventualmente l'applicazione di strumenti di modellazione previsionale.

### Dati sperimentali

Il punto di partenza per effettuare un monitoraggio piezometrico è la progettazione di una rete di controllo che dovrebbe prevedere punti di misura, non direttamente soggetti ad emungimento, spaziatosi secondo una maglia regolare. Tale progettazione, quando ragioni di tempo e di budget impongono di impiegare esclusivamente "punti d'acqua" già esistenti, in un'area di intenso emungimento, è fattibile solo se il numero di punti potenziali di misura è molto elevato.

Nell'area di studio la presenza di numerosi pozzi "romani" e trivellati ha permesso di predisporre di una rete di monitoraggio significativa, mitigando in parte le incertezze derivanti dall'assenza di informazione circa l'esatta ubicazione dei tratti filtrati di molti dei pozzi trivellati e consentendo di misurare sempre solo pozzi non in emungimento.

Il censimento dei punti di misura (in prevalenza pozzi e piezometri) è stato effettuato partendo da dati bibliografici e da *database* di enti pubblici, integrato, per le aree più sprovviste, mediante una ricerca in sito. Questa ha consentito sia una verifica delle condizioni logistiche dei pozzi noti, che l'individuazione di pozzi non segnalati. Sono stati selezionati complessivamente 103 punti di misura che intercettano il medesimo acquifero. Durante il periodo di monitoraggio, alcuni pozzi non sono risultati più misurabili perché danneggiati o non più accessibili, riducendo così il numero di punti a 97.

Durante i rilievi sono stati monitorati anche i punti (pozzi e piezometri) all'interno dei campi-pozzi acquedottistici presenti in zona; in questi casi la misura era certamente di tipo dinamico, ovvero con pozzo quasi sempre in emungimento; peraltro, ciò non toglie valore a questi dati, perché in effetti i campi-pozzi sono ormai da considerarsi a tutti gli effetti come facenti parte della dinamicità sistema piezometrico, rendendo forse ancor più realistico il risultato. Nel complesso sono stati monitorati i seguenti campi-pozzi:

- Paganico, al cui interno sono ubicati anche 3 piezometri;
- Pacconi (Porcari), di cui è stato possibile misurare un solo pozzo, peraltro sempre in emungimento e quindi escluso dalle elaborazioni;
- Nuovo Centro (Capannori), che non è stato monitorato direttamente, ma il cui livello statico è stato fornito dal gestore;
- Tazzera (Altopascio), di cui è stato possibile mi-

surare un solo pozzo, anch'esso sempre in emungimento e quindi escluso dalle elaborazioni;

- Pollino (Porcari), di cui è stato misurato un solo pozzo non in emungimento.

Come si può notare dalla figura 1, la distribuzione dei punti di misura non risulta uniformemente spaziata, ma si ha una concentrazione maggiore nelle aree industriali e negli agglomerati urbani, rispetto alle zone agricole.

Il monitoraggio piezometrico è stato effettuato mensilmente dal dicembre 2007 all'ottobre 2008. Ciò ha consentito di verificare il comportamento della falda dopo un periodo particolarmente siccitoso quale quello relativo all'anno 2007 e durante l'anno assai piovoso del 2008. Ciascuna campagna è stata eseguita in un tempo massimo di 2 giorni (ad eccezione della prima, contemporanea al censimento) per garantire una ragionevole sincronicità dei dati. L'elaborazione delle carte piezometriche è stata eseguita sia manualmente (metodo dei piani quotati), che con il programma *Surfer 8* della Golden Software (metodo dell'interpolazione lineare): le mappe vettoriali così ottenute sono state poi inserite in un progetto GIS per il raffinamento. Sono stati quindi interpolati i dati puntuali dei livelli piezometrici rilevati per ciascuna delle 11 campagne. L'equidistanza tra le isolinee è stata scelta pari a 1 metro nell'area di pianura e a 5 metri sui rilievi circostanti per agevolarne la leggibilità.

### Risultati

Dallo studio delle carte piezometriche mensili è stato possibile individuare i mesi di morbida e di magra nell'anno idrologico.

– Aprile 2008: rappresenta la situazione di morbida (figura 3). Si può notare un certo contributo laterale proveniente dai rilievi centro-settentrionali delle Cerbaie, la cui influenza è riscontrabile fino circa all'altezza di Lunata. A sud di Lunata, si nota un diradamento delle isolinee che però, procedendo verso il Padule di Porcari, formano due minimi chiusi, rispettivamente in corrispondenza dei campi-pozzi di Pacconi (Porcari) e del Pollino (Padule di Porcari). Questa diversa condizione deriva dal fatto che a nord di Lunata sono presenti essenzialmente emungimenti ad uso domestico, distanziati e di modesta entità, mentre a sud dell'abitato si trovano una zona industriale cartaria molto sviluppata e campi-pozzi acquedottistici, con emun-

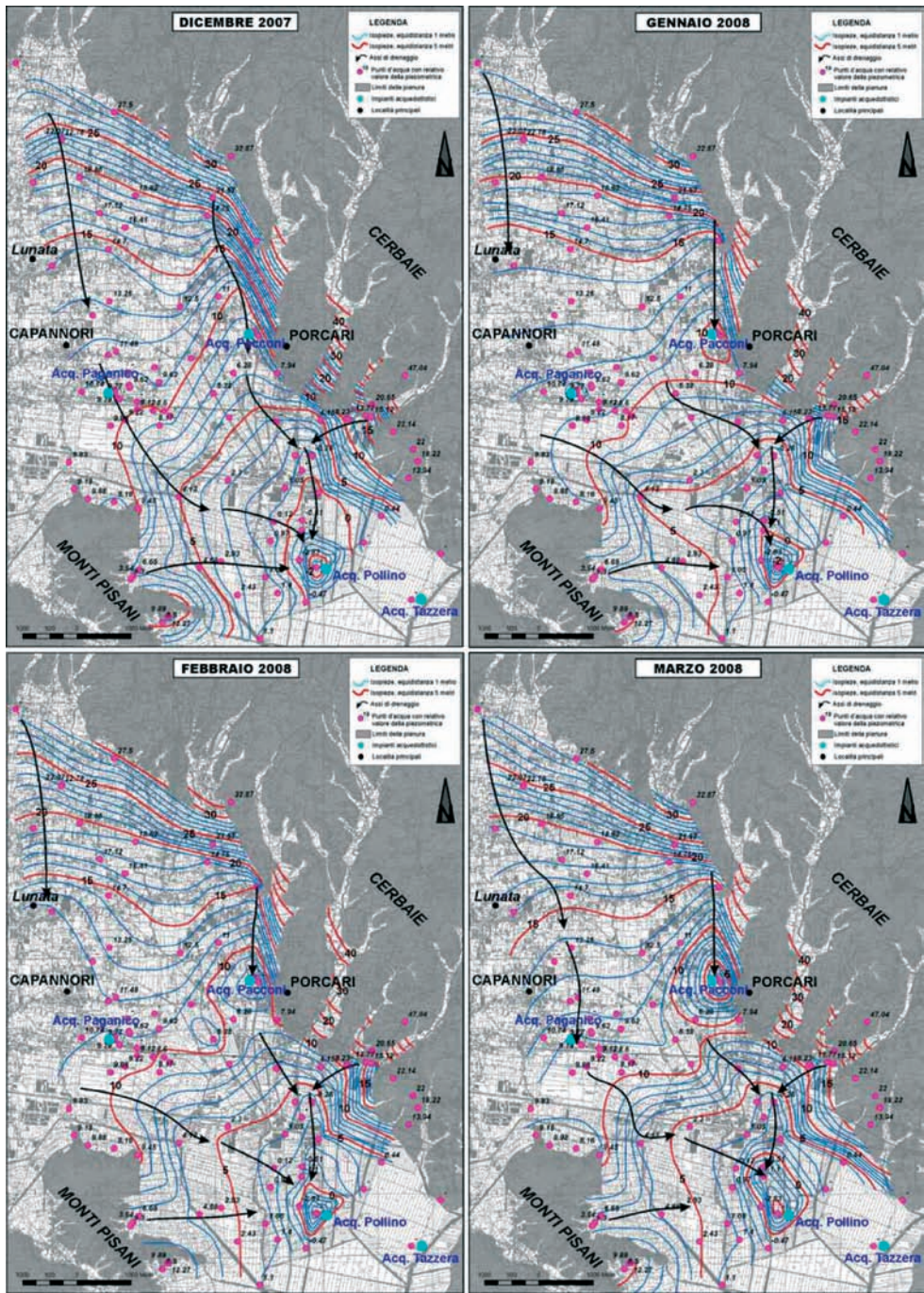


Figura 3: Carte piezometriche dei mesi di dicembre 2007, gennaio, febbraio e marzo 2008.

Analisi dell'evoluzione piezometrica nel periodo 2007-2008 nel settore meridionale della Piana di Lucca (Toscana)

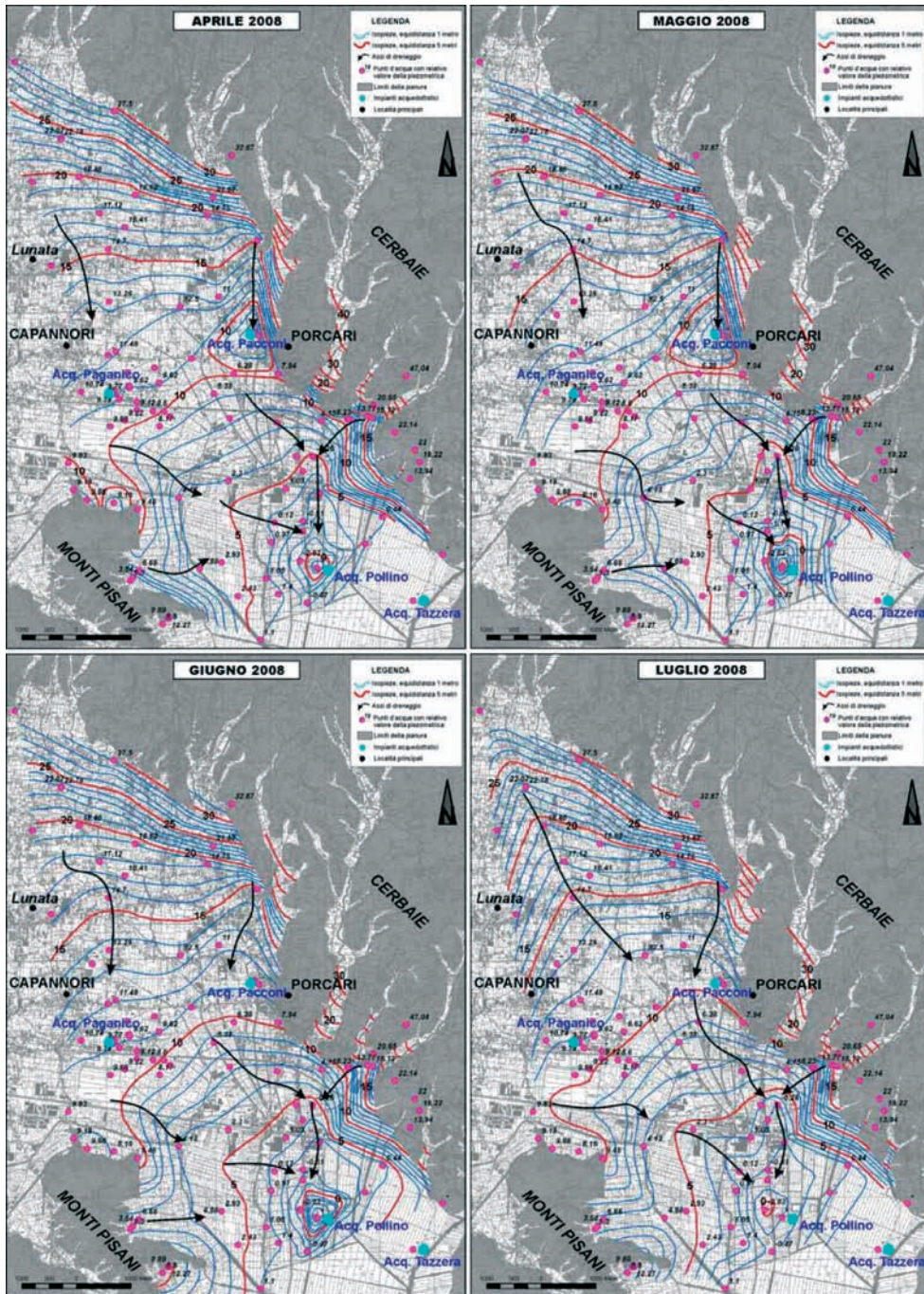


Figura 4: Carte piezometriche di aprile (morbida), maggio, giugno e luglio 2008.

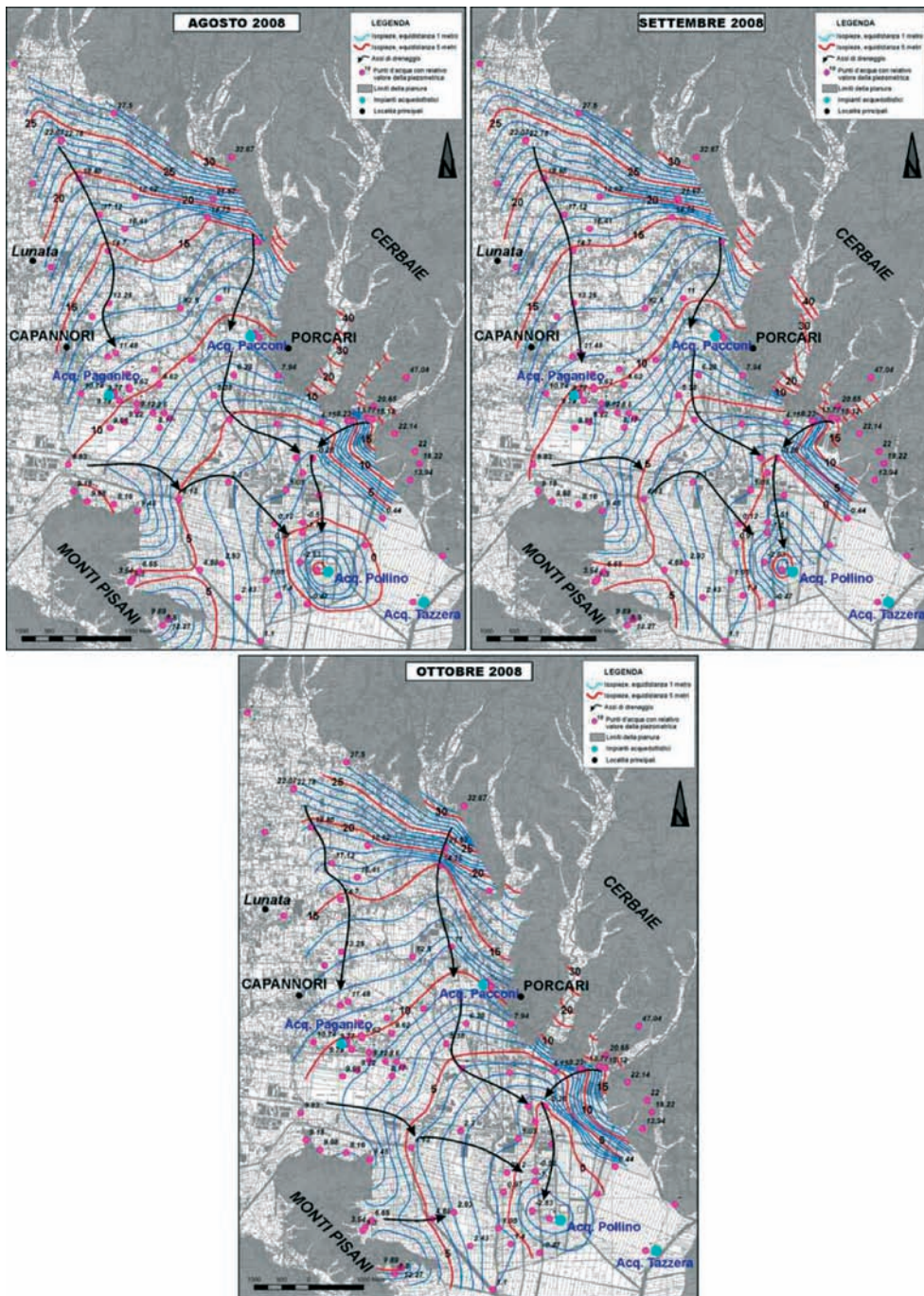


Figura 5: Carte piezometriche dei mesi di agosto, settembre ed ottobre (magra) 2008.

gimenti consistenti. Il minimo piezometrico in corrispondenza dell'impianto di Pacconi è risultato di circa 8 m s.l.m., mentre quello del Pollino ha mostrato un valore al di sotto del livello medio del mare di circa 2 metri.

Le piezometrie mostrano inoltre l'esistenza di apporti provenienti dall'area dei Monti Pisani: in questa zona i Monti Pisani sono costituiti essenzialmente dal Macigno, poco permeabile, e gli apporti sono riconducibili verosimilmente alla circolazione ipodermica nelle sue coperture.

Sono stati individuati due assi di drenaggio con direzione circa N-S, uno dei quali punta verso il minimo chiuso di Pacconi, e altri assi di drenaggio provenienti dalle aree limitrofe al Padule di Porcari che convergono verso il minimo chiuso del Pollino.

– Ottobre 2008: rappresenta la carta di magra (figura 4) dalla quale si nota che le aree di ricarica del sistema acquifero restano invariate rispetto al mese di aprile, mentre le isopieze indicano un abbassamento di circa 1 m nell'area settentrionale e di circa 3 m in quella meridionale. Sulla carta è presente il solo minimo del Pollino, il cui cono di depressione indica sempre un valore di -2 m s.l.m. L'assenza della depressione piezometrica di Pacconi non è dovuta a variazioni idrogeologiche, bensì alla impossibilità di disporre dei dati del campo-pozzi che avrebbero dovuti essere forniti dalla società di gestione. Resta comunque la presenza di uno degli assi di drenaggio provenienti da nord, aventi direzione circa nord-sud, che evidenzia un richiamo di acqua verso questa zona.

Per quanto riguarda gli assi di drenaggio della zona meridionale, la loro geometria resta invariata rispetto al mese di morbida, in quanto la piezometrica dell'area è sostanzialmente controllata dal minimo chiuso del Pollino.

Analizzando in generale le carte piezometriche degli 11 mesi (Figure 3, 4, 5) è stato possibile notare aspetti comuni in tutte le campagne di misura:

- i rilievi delle Cerbaie costituiscono una fonte di ricarica di modesto rilievo per l'acquifero della Piana di Lucca, ricarica proveniente dagli acquiferi incassanti e dai corsi d'acqua che scendono dai rilievi;
- l'area dei Monti Pisani che lambisce la zona di studio contribuisce con modesti quantitativi alla ricarica della Piana.
- sono presenti dei minimi piezometrici in corrispondenza dei campi-pozzi del Pollino e di Pacco-

ni ed in alcuni mesi anche nell'area industriale di Porcari, dove sono situate numerose cartiere. Per quanto riguarda il minimo chiuso del Pollino, le isolinee tendono ad allargarsi verso l'area del campo-pozzi di Tazzera, in quanto anch'esso provoca un forte abbattimento della tavola d'acqua (non è però stato riportato sulle carte in quanto la sua posizione, al limite dell'area indagata, non permette l'interpolazione corretta dei valori piezometrici).

Inoltre è stato possibile osservare che:

- la ricarica proveniente dalle Pizzorne e dalle Cerbaie viene richiamata dai minimi chiusi in corrispondenza dei campi-pozzi di Pacconi e Pollino, mentre la ricarica fornita dai Monti Pisani defluisce in parte verso il Padule di Bientina;
- l'abbassamento generale della tavola d'acqua dal periodo di morbida (aprile 2008) al periodo di magra (ottobre 2008) è risultato pari a 1 metro nella porzione di pianura a nord dell'abitato di Paganico e di circa 3 metri mentre nella parte sud. Questa sostanziale differenza può ragionevolmente ricondursi ad una minore densità ed entità degli emungimenti nella porzione nord rispetto a quella meridionale.

#### **Evoluzione temporale della superficie piezometrica (1975-2008)**

Il confronto con carte piezometriche del passato ha permesso di analizzare il comportamento della falda a partire dagli anni '70. A tale scopo erano disponibili le carte piezometriche relative al 2007 (Seghieri, 2008), quelle del 2005 (Micheletti, 2005) ed infine del 1975 (Nardi *et alii*, 1987).

Seghieri (2008) (figura 6) analizza la piezometrica di morbida (aprile) e di magra (ottobre) relative al 2007 per una zona in parziale sovrapposizione all'area di studio. Confrontando le carte di morbida 2007 e 2008 si può osservare che, a distanza di un anno, la situazione piezometrica si ripresenta simile, con la significativa eccezione del minimo chiuso del Pollino, che si è approfondito di circa 2,6 metri. Comparando le carte di magra 2007 e 2008, si nota che nella prima non compare il minimo di Pacconi (probabilmente ancora imputabile alla mancanza di dati); un'altra differenza apprezzabile riguarda il minimo del Pollino che, nel 2008, sembrerebbe risalito di 1 metro. Peraltro, al momento non si hanno dati per poter dire se tale re-



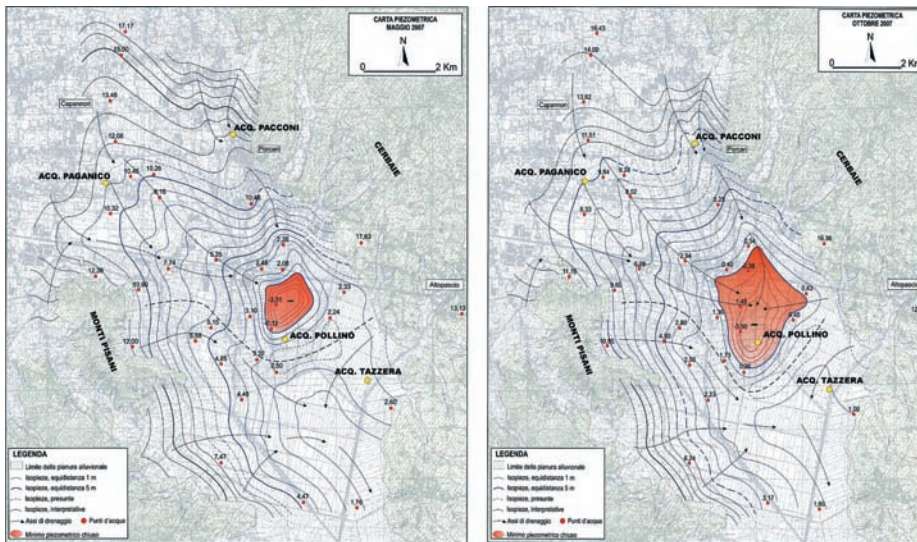


Figura 6: Carte piezometriche dei mesi di maggio ed ottobre 2007 (Seghieri, 2008).

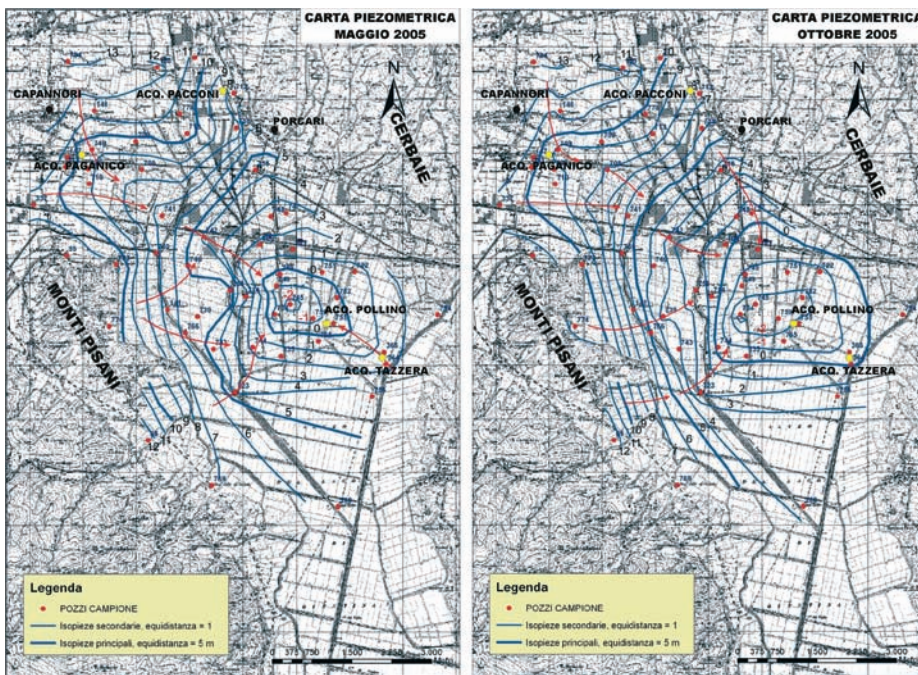


Figura 7: Carte piezometriche dei mesi di maggio ed ottobre 2005 (Micheletti, 2005, in Seghieri, 2007).

Analisi dell'evoluzione piezometrica nel periodo 2007-2008 nel settore meridionale della Piana di Lucca (Toscana)

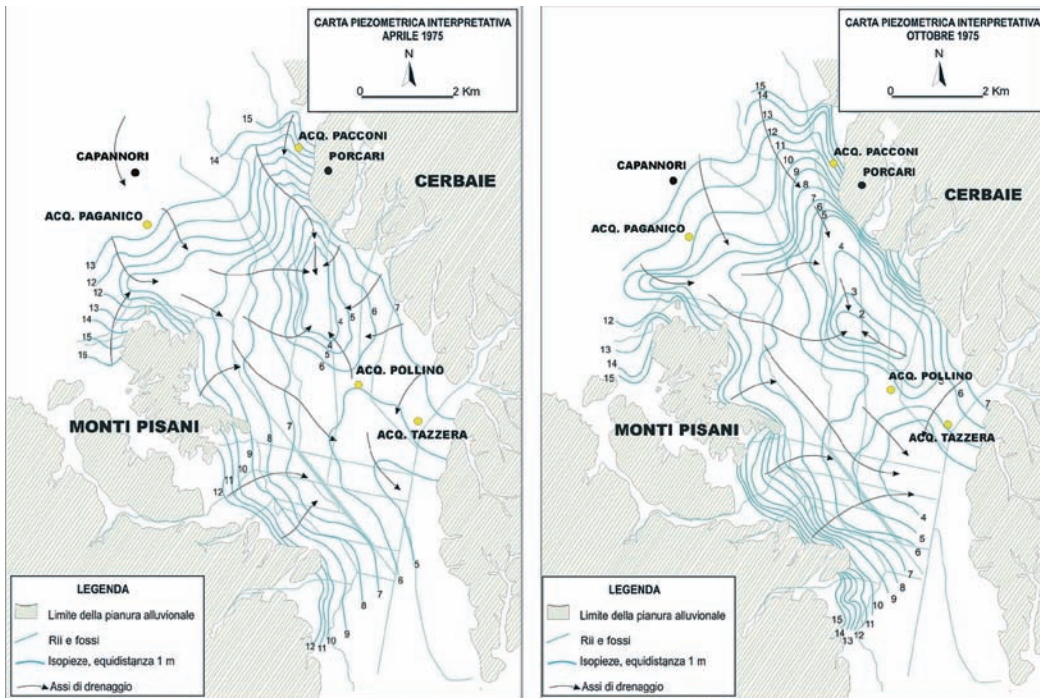


Figura 8: Carte piezometriche dei mesi di aprile ed ottobre 1975 (da Nardi et alii, 1987, in Seghieri, 2007).

cupero sia legato ad una temporanea riduzione degli emungimenti circostanti o corrisponda ad un fenomeno di lungo periodo. La prima ipotesi sembra essere la più ragionevole, in considerazione dell'ubicazione, all'interno di un campo pozzi, del punto di misura. Inoltre, nel mese di ottobre 2008 il pozzo del Pollino è sempre stato in emungimento e non è stato quindi possibile misurarne il livello effettivo.

Confrontando le carte piezometriche 2008 con quelle elaborate da Micheletti (2005), riferite sempre ai periodi di morbida (maggio 2005) e di magra (ottobre 2005) (figura 7) si è potuto osservare che, a distanza di 3 anni, la superficie piezometrica sia ad aprile 2008 che a ottobre 2008 risulta abbassata di circa 1 metro.

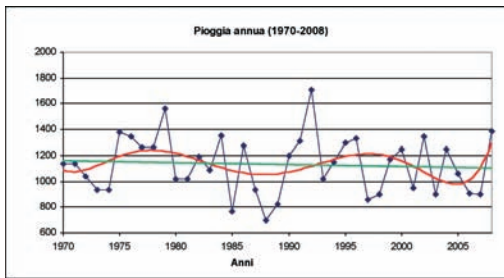
È stato anche effettuato un confronto con le carte piezometriche rilevate da Nardi et alii (1987). La carta di morbida del 2008, rispetto a quella di morbida di aprile 1975 (figura 8), presenta una superficie piezometrica abbassata di più di 2 metri ed il

minimo chiuso nel comune di Porcari leggermente spostato verso sud-ovest, con il fondo della depressione piezometrica approfonditasi di circa 6 metri in 33 anni (da 4 m s.l.m. del 1975 a -2 m s.l.m. attuali).

In merito al periodo di magra, si può osservare dall'ottobre 1975 (figura 8) all'ottobre 2008 si è verificato un generale abbassamento del livello piezometrico di circa 4 metri ed uno spostamento verso sud-ovest del vertice della depressione piezometrica del Pollino.

In sintesi, l'andamento medio di lungo periodo (1975-2008) mostra un abbassamento medio della superficie piezometrica di 8 cm/anno nella porzione nord dell'area di studio, che raggiunge i 15 cm/anno nella parte sud. Se si osserva l'andamento delle piogge dal 1970 al 2008 (figura 9), non si ravvisa un trend tale da giustificare una così importante depressione generale della piezometrica se non imputabile agli emungimenti.

Le misure 2005-2007-2008 segnalano una non



*Figura 9: andamento annuo delle piogge alla stazione pluviometrica di Lucca dal 1970 al 2008, con evidenziato il trend medio (verde) e polinomiale di sesto ordine (rosso) (fonte dati: Annali Idrologici e Centro Funzionale Regionale di Pisa).*

linearità del trend con accelerazioni (2005-2007) ed rallentamenti (2007-2008) del fenomeno.

### Conclusioni

L'analisi dell'evoluzione del livello piezometrico dell'acquifero della Piana di Lucca soffre certamente della discontinuità nella distribuzione temporale dei dati. Si è potuto comunque rilevare un trend di lungo periodo di generale abbassamento e un andamento, sul breve periodo (in tempi recenti), non lineare del fenomeno.

L'analisi di dettaglio del comportamento di breve termine implicherà necessariamente l'impiego di tecniche statistiche per tener conto anche degli effetti della variazione della ricarica meteorica sull'evoluzione della superficie piezometrica; di fatto, resta l'oggettiva evidenza di un sovrasfruttamento della risorsa idrica sotterranea rispetto alla sua capacità di naturale ricarica secondo il ciclo idrologico. Ciò determina inevitabilmente lo sfruttamento

della riserva permanente, aspetto certamente azardato nella gestione della risorsa idrica.

Ogni ulteriore approfondimento rigoroso e quantitativo della problematica necessiterà di dati acquisiti con cadenza regolare, su una rete di misura consolidata per più anni idrologici. Solo un monitoraggio, regolare e sistematico, potrà consentire la piena comprensione dei fenomeni in atto e la progettazione di contromisure efficaci ed efficienti.

### Bibliografia

- F. Baldacci, L. Bellini, G. Raggi, Le risorse idriche sotterranee della Pianura Pisana. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. serie A. 1994, 110: 241-322.
- M. Brugioni, G. Menduni, G. Montini, Lo studio del bacino dell'Arno con interferometria satellitare PSInSARTM. Autorità di Bacino del Fiume Arno. Supplemento ARPA Rivista n° 1 gennaio-febbraio 2008. 2008: 26-28.
- M. Dell'Aringa, Il fenomeno delle cavità di Paganico (LU): studio idrogeologico e geotecnico. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Pisa: 2006, 187 pp.
- M. Dell'Aringa, R. Gianecchini, A. Puccinelli, D. Lo Presti, N. Squeglia, G. D'Amato Avanzi, Contributo alla comprensione del fenomeno delle cavità di Paganico (Piana di Lucca, Toscana). 3° Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana di Geologia Applicata e Ambientale (AIGA), Riasunti: 2009, 219-220.
- A. Micheletti, Studio della subsidenza verificatasi nel territorio della pianura del Comune di Porcari in Provincia di Lucca. Tesi di Laurea inedita. Università degli Studi di Firenze: 2005.
- R. Nardi, G. Nollèdi, F. Rossi, Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1987, 10: 132-160.

## **Principali cause di ricovero di Rondone (*Apus apus*) presso il Centro LIPU CRUMA di Livorno nell'anno 2008: aspetti veterinari e biologici**

Renato Ceccherelli\*<sup>1</sup>, Giuseppe Ceccherelli<sup>1</sup>, Riccardo Gherardi<sup>1</sup>, Gianluca Bedini<sup>1</sup>

**Parole chiave:** Rondone, patologie, recupero

*L'analisi dei ricoveri di Rondone (*Apus apus*) presso il CRUMA (Centro Recupero Uccelli Marini e Acquatici) oltre a fornire dati interessanti per il censimento locale della specie, fornisce dati per una più approfondita analisi di patologia aviaria. Dai dati raccolti è emerso che le principali patologie dei pulli sono attribuibili ad infezioni da *Candida*, da batteri Gram-, grave astenia; al contrario negli adulti le principali cause di ricovero sono di natura traumatica (per traumi con sublussazione della spalla, avulsione traumatica delle remiganti e timoniere o traumi in genere).*

*La diagnosi delle infezioni che colpiscono i pulli consiste semplicemente di un tampone cloacale e di uno del gozzo, seguiti dalla semina su idonei terreni. In questi casi la terapia è mirata e di solito è efficace. Di contro, nei casi di grave astenia, la terapia non è sufficiente a produrre risultati soddisfacenti, anche se praticata tempestivamente al ricovero. La diagnosi è più difficoltosa per gli adulti con sublussazione perché senza un'adeguata preparazione, queste alterazioni non sono osservabili né radiologicamente, né alla palpazione. Il sintomo più vistoso è rilevabile soltanto clinicamente, e consiste nell'incapacità da parte del soggetto di muovere simmetricamente le ali.*

*I ricoveri di Rondone al CRUMA nel 2008 sono stati 298, cifra che rappresenta il 10,5% del totale dei ricoveri. Di questi, 70 erano individui adulti, mentre i restanti 228 erano pulli e giovani. L'87% dei soggetti ricoverati nel Centro sono stati reintrodotti con successo in natura.*

### **Introduzione**

L'analisi dei dati seppur limitati, raccolti nel Centro di Recupero, offre la possibilità di conoscere a fondo lo stato e le caratteristiche di una determinata specie. In questo lavoro è stato possibile stabilire le principali cause di ricovero del Rondone sia in età adulta, sia in fase di pre-vezzamento (*pullus*). È stato altresì possibile valutare in maniera scientificamente corretta l'efficacia di certe tecniche diagnostiche per l'accertamento della condizione sanitaria della specie. Si dimostra così la totale inadeguatezza dell'esame radiografico per la diagnosi della sublussazione

della spalla che è la prima tra le maggiori cause di ricovero dell'adulto.

Scopo principale di questo lavoro è:

1. l'acquisizione di conoscenze più approfondite del comportamento della specie nelle condizioni

### **gli autori**

<sup>1</sup> C.R.U.M.A. – L.I.P.U.

via delle Sorgenti 430 - 57121 Livorno  
cruma.livorno@lipu.it

\* autore per corrispondenza

ambientali fornite dal Centro di Recupero  
2. la divulgazione di informazioni utili per gli addetti ai lavori residenti presso altre strutture simili che siano ugualmente a stretto contatto con l'avifauna selvatica.

## Materiali e Metodi

I dati numerici sono stati raccolti presso il CRUMA (Centro Recupero Uccelli Marini e Acquatici) dal gennaio al dicembre 2008.

I dati sperimentali sono stati ottenuti tramite l'esecuzione di esami batteriologici e micologici in numerosi pullus, oltre che per mezzo dell'esame radiografico dell'articolazione scapolo-omerale degli individui adulti. Gli esami microbiologici sono stati eseguiti introducendo un tampone sterile in cloaca ed uno nell'ingluvie. Ogni tampone viene seminato su piastra cps3 per la crescita di batteri e can2 per la crescita di lieviti. Le piastre vengono incubate a 37° C per 24-36 ore per quanto riguarda la crescita batterica e 48 ore per evidenziare la presenza di lieviti.

## Risultati

Come è possibile notare in figura 1, il numero più elevato di ricoveri si ha nel periodo estivo quando l'ambiente si ripopola di pulli, che rappresentano, tra l'altro, la percentuale più elevata dei ricoveri. Nelle figure 4 e 5, è riportato un esemplare ricoverato presso il Centro per la ricostruzione della superficie portante dell'ala destra (figura 5). I risultati ottenuti attraverso queste analisi ci consentono di trarre le seguenti conclusioni.

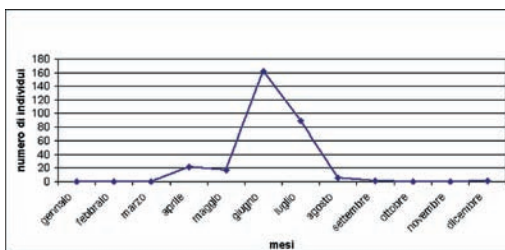


Figura 1: Distribuzione temporale degli arrivi di Rondone (*Apus apus*) presso il CRUMA nel corso dell'anno 2008.

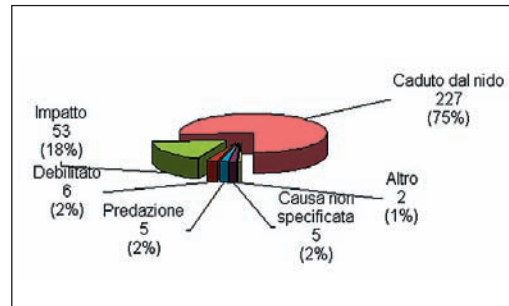


Figura 2: Cause di ricovero in individui di Rondone (*Apus apus*) relativamente all'anno 2008.



Figura 3: Pullus di Rondone (*Apus apus*).



Figura 4: Adulto di Rondone (*Apus apus*) inabile al volo per ablazione traumatica di alcune penne remiganti dell'ala sinistra e di gran parte delle penne timoniere.

Principali cause di ricovero di Rondone (*Apus apus*) presso il Centro LIPU CRUMA di Livorno nell'anno 2008



**Figura 5:** Adulto di Rondone (*Apus apus*). Nella fotografia è visibile il risultato dell'intervento di ricostruzione della superficie portante dell'ala destra per mezzo della tecnica detta *imping* che consiste nel rimpiazzare le penne mancanti o rovinate con penne integre prelevate dalle spoglie di altri individui.

### Conclusioni

I dati salienti emersi da questo lavoro sono:

- La percentuale di esemplari appartenenti alla specie Rondone ricoverati nel 2008 (N= 298) è pari al 10,5% del totale dei ricoverati (N= 2844).
- La maggiore affluenza di ricoveri si ha nel periodo estivo, ed esattamente, nei mesi di giugno e luglio
- La sublussazione della spalla rappresenta la causa maggiore di ricovero per l'adulto. Questa è dia-

gnosticabile soltanto clinicamente con l'osservazione dell'eventuale asimmetria del battito alare di individui trattenuti in mano per le zampe, e non consente l'applicazione di terapie idonee.

- L'avulsione traumatica delle penne è un'altra causa di ricovero per l'adulto. A differenza della sublussazione, questa prevede un'azione terapeutica efficace nella sostituendo con penne sane quelle non più idonee al volo. La tecnica di sostituzione delle penne, detta *imping*, consiste nel recidere prossimalmente il calamo della penna rovinata e aggiungere la penna nuova, privata del calamo, innestando i due monconi ottenuti mediante l'utilizzo di un segmento di ago da siringa ipodermica nelle cavità dei monconi stessi. La struttura viene tenuta salda con l'utilizzo di collanti tipo Loc-tite.

- Le principali patologie del pullus sono causate da infezioni batteriche Gram- e lieviti simili a *Candida albicans*, per le quali sono previste terapie efficaci. Le terapie efficaci sono costituite da antibiotici e antimicotici scelti in base al risultato dell'antibiogramma e dell'antimicogramma. Fra gli antibiotici i più utilizzati sono i fluorochinoloni, amoxicillina e acido clavulanico, cefalosporine, macrolidile. Gli antimicotici invece sono rappresentati da anfotericina B, nistatina, principi tiazolici.

In conclusione, possiamo affermare con una certa confidenza che questo studio ha consentito di standardizzare l'intera gestione della specie Rondone (dall'alimentazione, all'alloggiamento in apposite scatole, ai protocolli clinici e terapeutici, fino al rilascio in natura) sia per gli individui in fase di pre-svezzamento (pulli) che per gli adulti.

## Propagazione agamica di specie dunali del Parco Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli

Arnaldo Galleri<sup>1</sup>, Lara Bertoncini<sup>2</sup>, Elisabetta Moscheni\*<sup>3</sup>, Paolo Vernieri<sup>4</sup>

**Parole chiave:** dune, ecotipi, rinaturalizzazione

*Questo lavoro si inserisce all'interno del progetto "LIFE Conservazione degli ecosistemi costieri nella Toscana settentrionale DUNETOSCA" promosso dal Parco San Rossore-Migliarino-Massaciuccoli allo scopo di salvaguardare e ristabilire gli ecosistemi dunali, spesso soggetti a fenomeni di degrado. Le minacce principali cui sono soggetti tali siti sono legate alla diffusione di specie esotiche, alla scomparsa delle zone umide e alla pressione antropica eccessiva che caratterizza il flusso turistico estivo, che è causa di una fitta ragnatela di sentieri per l'accesso al mare determinando l'impossibilità di sviluppo di piante e il disfacimento di tratti di duna.*

*Nell'ambito del progetto DUNETOSCA era prevista la realizzazione di un vivaio per la produzione di specie dunali, cui attingere il germoplasma fruibile per ripristinare la valenza naturalistica dei siti interessati dal progetto e fungere da serbatoio ex situ di piante autoctone per interventi di reimpianto negli ecosistemi dunali.*

*Con l'obiettivo di risolvere i problemi legati alla moltiplicazione delle varie specie, sono state condotte prove di propagazione vegetativa per: *Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm., *Anthemis maritima* L., *Cistus* spp., *Elymus farctus* (Viv.) Runem., *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. et Smith) Ball, *Otanthus maritimus* (L.) Hoffm. et Link, *Sporobolus pungens* (Schreber) Kunth.*

*I risultati hanno consentito di acquisire nuove informazioni sulla propagazione delle specie considerate e di produrre, per ciascuna di esse, un consistente numero di esemplari che sono stati successivamente piantumati in duna nell'ambito di giornate di sensibilizzazione ecologica.*

### Introduzione

Nell'ultimo secolo l'intenso sviluppo urbano, infrastrutturale e turistico che ha interessato i litorali italiani ha influito notevolmente su uno degli elementi più delicati: la duna costiera, elemento di raccordo fra la terra ed il mare, ecosistema complesso e vulnerabile dalla forte valenza ambientale e paesaggistica.

In particolare, nel contesto territoriale del Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli dove la

ricerca si colloca, sono ancora presenti vasti lembi di dune costiere ben conservati, mentre altri sono minacciati da continue pressioni di originale naturale (erosione) o antropica (turismo balneare). Le specie presenti sono quelle tipiche delle coste sabbiose mediterranee (psammofile), cui si aggiungono specie endemiche e rare ricomprese nell'allegato C della LR 56/2000 tra le specie vegetali protette, come *Solidago littoralis* Savi (Verga d'oro delle sabbie), *Pancratium maritimum* L. (Giglio di mare) e ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus*

L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. et Smith) Ball), diffuso nelle dune consolidate, che forma uno degli habitat prioritari ai sensi delle norme comunitarie e nazionali e regionali derivate.

Per questo motivo dal 2005 al 2008 l'Ente Parco ha coordinato e cofinanziato il progetto LIFE-Natura DUNETOSCA "Conservazione degli ecosistemi costieri nella Toscana settentrionale"; fra le azioni previste, quella relativa alla "Qualificazione di un vivaio forestale per la produzione di ecotipi locali", affidata dal Parco al Centro Interdipartimentali di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa, ha permesso di fornire alle altre azioni di progetto materiale erbaceo ed arbustivo autoctono per interventi di fissazione e consolidamento delle dune e, in generale, di restauro ambientale.

Per *Ammophila littoralis* e *Juniperus oxycedrus* esiste un'ampia letteratura relativa agli aspetti ecologici e collegati alla propagazione [1; 2; 3; 4; 5], mentre sono scarse le informazioni relative alle altre specie [6].

Lo studio si proponeva di approfondire le conoscenze attualmente disponibili e di realizzare un vivaio che potesse fungere da serbatoio *ex situ* di piante autoctone per interventi di reimpianto negli ecosistemi dunali.

### Materiali e Metodi

Tutto il materiale di propagazione è stato raccolto dal marzo 2008 al marzo 2009 nelle aree di Marina di Vecchiano (LU), Marina di Levante (LU) e Calambrone (PI), entro i confini del Parco Regionale, prelevando porzioni vegetative in quattro epoche diverse (fine marzo, fine maggio, inizio ottobre e fine novembre). I trattamenti effettuati sono stati differenti in base alla suddivisione delle specie in tre gruppi. Per ogni trattamento sono state utilizzate 15 talee in tre repliche, collocate in contenitori alveolari di tipo forestale in substrato a base di perlite.

Per il primo gruppo, costituito dalle poacee *Ammophila littoralis*, *Elymus farctus* e *Sporobolus pungens*, è stata prevista la propagazione per divisione dei cespi e trattamenti con formulato commerciale polverulento a base di auxine sintetiche (NAA 0,50 % e 0,75 %) o inoculo di funghi micorrizici coltivati in sabbia [7]. Un'ulteriore prova è stata effettuata prelevando 15 porzioni di rizomi per

specie, posizionate orizzontalmente in seminiera in substrato a base di perlite e non sottoposte ad alcun trattamento.

Per il secondo gruppo, costituito dalle composite *Helichrysum stoechas*, *Otanthus maritimus* e *Anthemis maritima*, è stata prevista la propagazione per talea apicale e gli stessi trattamenti del primo gruppo.

Per il terzo gruppo, costituito dagli arbusti *Cistus incanus*, *Cistus salvifolius* e *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, la propagazione è avvenuta per talea apicale e non apicale, sottoposta a trattamenti con NAA 0,50% e 0,75%.

Le prove sono state svolte in serra fredda dotata di impianto di nebulizzazione con programmatore temporizzato. La frequenza e la durata delle irrigazioni sono variate in funzione dell'andamento climatico stagionale. Come da indicazioni del progetto LIFE, non sono stati effettuati trattamenti fitosanitari. A distanza di tre mesi dall'inizio della prova è stata valutata la percentuale di radicazione che, previa trasformazione in valori angolari, è stata sottoposta ad analisi della varianza multifattoriale [8].

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia delle Piantе Agrarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge, 23 - 56124 Pisa, arnaldo.galleri@gmail.com

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia delle Piantе Agrarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge, 23 - 56124 Pisa, lbertoncini@gmail.com

<sup>3</sup> Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi", Via Vecchia di Marina, 6 - 56122 Pisa, elisabetta.moscheni@avanzi.unipi.it

<sup>4</sup> Dipartimento di Biologia delle Piantе Agrarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge, 23 - 56124 Pisa, pvernier@agr.unipi.it

\* autore per corrispondenza



## Risultati

Primo gruppo (*Ammophila littoralis*, *Elymus farctus* e *Sporobolus pungens*)

Con la divisione di cespi di *E. farctus* non sono state osservate differenze marcate tra il controllo ed i trattamenti, salvo un leggero effetto negativo legato all'applicazione di NAA alla concentrazione più elevata (Fig. 1/1). Riguardo alle epoche di prelievo il periodo primaverile è risultato più favorevole ai fini della radicazione (Fig. 1/2).

Anche per *A. littoralis* non sono stati registrati effetti positivi dei trattamenti con substrato micorrizzato e con impiego di auxine sintetiche (Fig. 1/1). Per quanto riguarda l'effetto medio dell'epoca di prelievo, anche in questo caso i periodi di fine maggio e fine novembre si sono rivelati meno indicati per la raccolta, mentre i migliori risultati sono stati ottenuti prelevando il materiale a inizio ottobre (Fig. 1/2). Anche nel caso del prelievo di rizomi, il periodo di fine maggio è risultato il più sfavorevole

(Fig. 1/3), il che potrebbe essere attribuito alla fase fisiologica (emissione delle infiorescenze).

Sia in *E. farctus* che in *A. littoralis* la propagazione per porzioni di rizomi ha fornito percentuali totali di radicazione decisamente inferiori a quella per divisione dei cespi, soprattutto quando il materiale era prelevato a fine maggio (Fig. 1/3, 1/4).

Per quanto riguarda *S. pungens* l'impiego di substrato micorrizzato ha avuto un leggero effetto di stimolo della radicazione (Fig. 1/1). Assai più rilevante si è dimostrato l'effetto dell'epoca di prelievo del materiale vegetale, come si può osservare dalla quasi totale assenza di talee radicate ottenute da materiale prelevato nel periodo autunnale (Fig. 1/2 e 1/3).

Secondo gruppo (*Anthemis maritima*, *Helichrysum stoechas* e *Otanthus maritimus*)

*A. maritima* ha dimostrato una buonissima attitudine alla radicazione, per tutte le tesi a confronto, e non sono stati evidenziati effetti di rilievo sia ri-

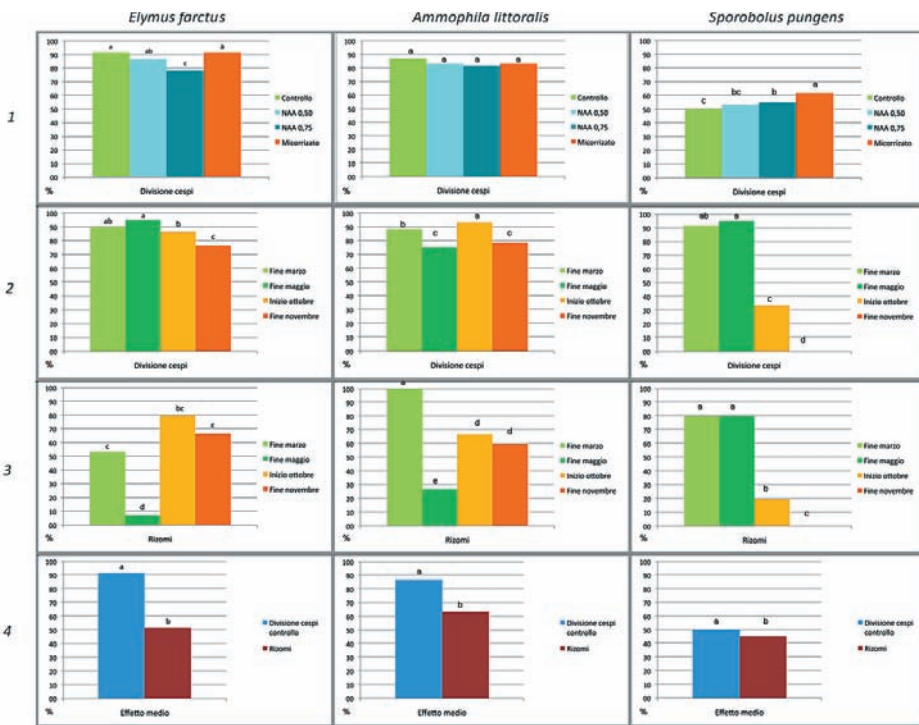


Figura 1: Gruppo 1 - Effetto medio dei trattamenti (1), dell'epoca di prelievo (2/cespi e 3/ rizomi) e del tipo di espianto (4) sulla percentuale di radicazione. Lettere diverse indicano valori diversi ( $P \leq 0.05$ ).

Propagazione agamica di specie dunali del Parco Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli

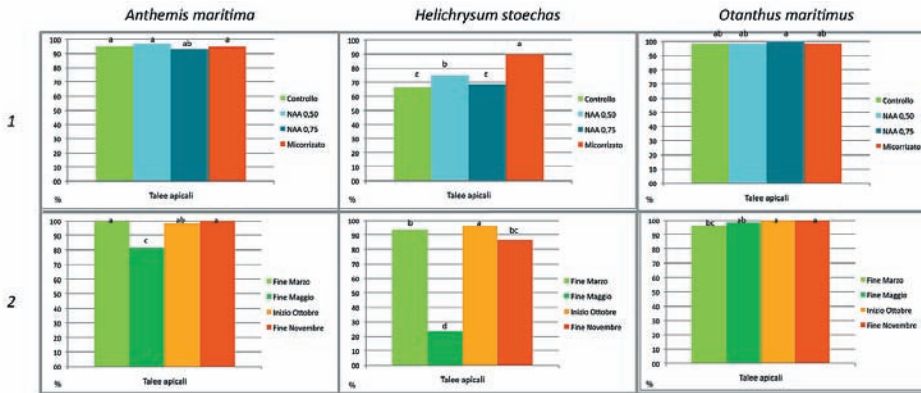


Figura 2: Gruppo 2 - Effetto medio dei trattamenti (1) e dell'epoca di prelievo (2) sulla percentuale di radicazione. Lettere diverse indicano valori diversi ( $P \leq 0.05$ ).

guardo ai trattamenti sia all'epoca di prelievo delle talee (Fig. 2/1 e 2/2).

La radicazione di *H. stoechas* ha risentito favorevolmente dell'applicazione di substrato micorrizzato, mentre l'impiego delle auxine sintetiche non ha fatto registrare differenze rispetto al controllo (Fig. 2/1). Anche in questa specie l'effetto medio dell'epoca di prelievo è stato trascurabile, considerando che le scarse percentuali di radicazione ottenute dai prelievi di fine maggio (Fig. 2/2) sono il risultato di una fisiopatia diffusasi in serra, che non è

stato possibile controllare in quanto il protocollo del progetto LIFE escludeva l'uso di fitofarmaci.

*O. maritimus* ha fatto registrare elevatissime percentuali di radicazione e non sono stati osservate differenze legate ai trattamenti e all'epoca di prelievo delle talee (Fig.2).

Terzo gruppo (*Cistus incanus*, *Cistus salvifolius* e *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*)

Nelle due specie di *Cistus* l'epoca migliore per il prelievo delle talee è risultata quella primaverile,

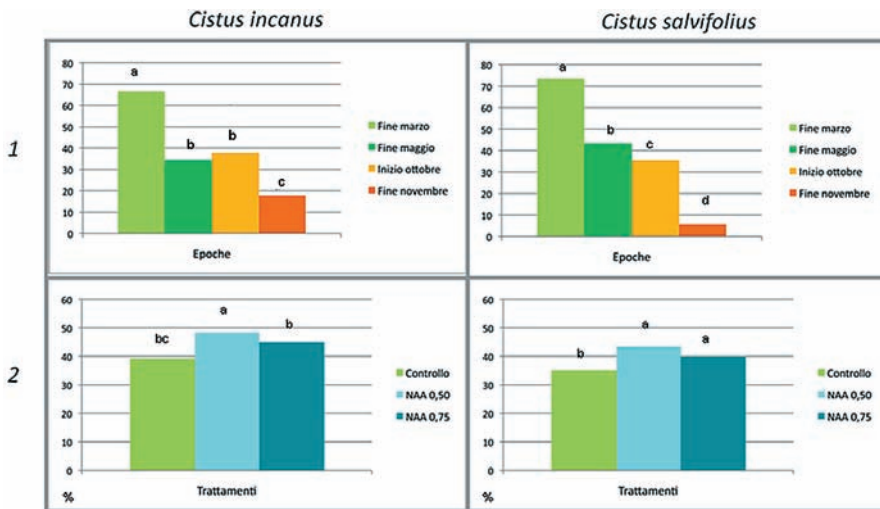


Figura 3: Gruppo 3 - Effetto medio dell'epoca di prelievo (1) e dei trattamenti (2) sulla percentuale di radicazione. Lettere diverse indicano valori diversi ( $P \leq 0.05$ ).



Figura 4: Talee di *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* dopo tre mesi dall'applicazione di fitoregolatori. Si nota la formazione di callo basale e la mancata emissione di radici.

successivamente si è osservato un calo nell'attitudine alla radicazione (Fig. 3/1). I fitoregolatori hanno fatto registrare solo una leggera azione di stimolo sulla radicazione (Fig. 3/2).

Dalle prove su *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* non è emersa alcuna attitudine della specie a produrre talee radicate. Infatti, a distanza di tre mesi dall'inizio della fase di propagazione, in nessun caso è stata osservata formazione di radici pur essendo visibile la formazione di callo basale in gran parte delle talee (Fig. 4).

### Conclusioni

Le prove di propagazione per talea hanno consentito di acquisire nuove informazioni su alcune importanti specie dunali, dimostrando l'efficacia e l'applicabilità in campo vivaistico della propagazione vegetativa per quasi tutte le specie testate,

tranne che per *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, per il quale appaiono necessarie ulteriori ricerche. I recenti risultati ottenuti per seme e attraverso la coltivazione *in vitro* fanno però ritenere che queste tecniche possano essere più adatte per la propagazione dei ginepri (Tilki, 2007).

Questo studio rappresenta un primo passo verso la possibilità di mettere a punto protocolli per la produzione vivaistica attingendo al materiale autoctono per il reimpianto negli habitat d'origine.

### Ringraziamenti

Il lavoro è stato reso possibile grazie al progetto LIFE-Natura DUNETOSCA "Conservazione degli ecosistemi costieri nella Toscana settentrionale" promosso dall'Ente Parco Regionale Migliarino – San Rossore – Massaciuccoli.

### Bibliografia

- [6] L. Bertoncini, P. Vernieri, S. Benvenuti, M. Ginanni, G. Lorenzini, It. Hort. *in corso di stampa*.
- [3] M. Cantos, J. Cuerva, R. Zarate, A. Troncoso, Seed Sci. & Technol. 1998, 26:193.
- [7] M. Giovannetti, Trans. Brit. Mycol. Soc. 1985, 84: 679.
- [1] R.J. Hobbs, C.H. Gimingham, W.T. Band, J. Appl. Ecol. 1983, 20: 659.
- [4] S. Mugnaini, M. Nepi, E. Pacini, L. Sapia, B. Piotto, I ginepri come specie forestali pioniere: efficienza riproduttiva e vulnerabilità. E. Pacini e B. Piotto Editori. Roma: 2004.
- [5] F. Tilki, Seed Sci. & Technol. 2007, 35: 765.
- [2] W.H. Van Der Putten, J. Appl. Ecol. 1990, 27:188.
- [8] R.E. Scossiroli, D.L. Palenzona, Manuale di biometria. Editore Zanichelli. Bologna: 1981.

## Primo ritrovamento in Toscana del gammaride alloctono *Dikerogammarus villosus*

Elena Tricarico\*<sup>1</sup>, Giuseppe Mazza<sup>1</sup>, Gabriele Orioli<sup>1</sup>, Claudia Rossano<sup>1</sup>, Felicita Scapini<sup>1</sup>, Francesca Gherardi<sup>1</sup>

**Parole chiave:** acque interne, Toscana, specie alloctone, *Dikerogammarus villosus*

*Le specie alloctone invasive minacciano gravemente la biodiversità, alterano il funzionamento degli ecosistemi e provocano danni ingenti all'economia e alla salute umana. Una corretta gestione delle specie invasive richiede in primo luogo la conoscenza della "aliodiversità" dell'area di interesse, cioè dell'insieme delle specie alloctone che sono già presenti con popolazioni naturalizzate. La Toscana è una delle regioni del Centro Italia che presenta il maggior numero di specie alloctone animali nelle proprie acque interne: ad oggi, sono presenti 48 specie che rappresentano più del 3% del totale della fauna dulcicicicola regionale. Nel 2008-2009, nell'invaso di Bilancino, area particolarmente ricca di specie alloctone, è stato rinvenuto il crostaceo invasivo *Dikerogammarus villosus*. Di origine ponto-caspica, questo gammaride presenta una notevole plasticità ambientale (colonizza un'ampia varietà di substrati) e un'elevata tolleranza alle fluttuazioni dei parametri ambientali. Predatore onnivoro, si nutre di altri macroinvertebrati (inclusi altri Gammaridi, di cui può causare l'estinzione), larve e uova di pesci. Per l'Italia, la prima segnalazione risale al 2003 nel Lago di Garda. Fino ad oggi, la specie risultava essere presente solo nel Lago di Garda, nel fiume Mincio e nel fiume Po: questa è la prima segnalazione per la Toscana e per tutto il Centro Italia.*

### Introduzione

L'introduzione di specie alloctone invasive rappresenta la seconda minaccia di perdita della biodiversità dopo la distruzione degli habitat [1]. Le specie invasive si riproducono e si diffondono rapidamente nell'ambiente; grazie alla plasticità del loro ciclo biologico, possono adattarsi rapidamente alle costanti trasformazioni dell'ambiente dovute, tra l'altro, al cambiamento climatico; esercitano, inoltre, un impatto che si intensifica con il tempo anche dopo la loro introduzione [2]. Le specie invasive provocano consistenti danni ecologici, dovuti all'estinzione (locale o globale) di specie indigene e ai drastici cambiamenti prodotti agli ecosistemi [3, 4]; causano

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze  
via Romana 17, 50125 Firenze

elena.tricarico@unifi.it  
m.beppe81@libero.it  
gabrie.orioli@gmail.com  
claudia\_rossano@libero.it  
felicita.scapini@unifi.it  
francesca.gherardi@unifi.it

\* autore per corrispondenza

elevati danni socioeconomici, dovuti ai costi diretti gravanti sulle attività produttive, ai costi indiretti relativi ai servizi forniti dagli ecosistemi e ai costi sociali, indotti dalla diffusione di virus, batteri e altri parassiti [5-7]. I danni conseguenti alla comparsa e colonizzazione di un ambiente da parte delle specie invasive sono dunque “esternalità” negative per la società, spesso irreversibili. Molteplici sono le attività associate all'introduzione, intenzionale o accidentale, di specie alloctone, quali l'acquacoltura, l'agricoltura, il commercio di animali da compagnia e il commercio tramite web [7, 8]. La deregolarizzazione dei mercati nazionali e internazionali ha inoltre indebolito le barriere per il commercio e la sorveglianza. Il problema delle specie invasive deve quindi essere affrontato in modo prioritario per la salvaguardia della biodiversità e per la tutela delle attività produttive e della salute umana. Una corretta gestione delle specie invasive richiede in primo luogo la conoscenza della allodiversità dell'area di interesse, cioè dell'insieme delle specie alloctone che vi sono già presenti con popolazioni naturalizzate. E' necessario poi comprendere la dinamica e le cause di introduzione al fine di prevenire o controllare future invasioni e di ridurne gli effetti. Uno studio preliminare ha mostrato come, per le acque interne, la Toscana sia una delle regioni più “invasive” del Centro Italia, a causa, probabilmente, della intensa attività economica e commerciale che insiste sul territorio: ad oggi, sono presenti 48 specie alloctone, che rappresentano più del 3% della fauna dulcacqua regionale [9]. In particolare, l'invaso di Bilancino, un lago artificiale in Provincia di Firenze costruito per l'approvvigionamento idrico del ca-

poluogo toscano, costituisce un'area ad alta concentrazione di allodiversità: nonostante la sua recente messa in opera (2002), annovera già 14 specie alloctone (Tabella 1) [17]. L'invaso di Bilancino (43° 58'41"N, 11° 16'54"E; altitudine: 255 m sopra il livello del mare) è situato in una zona prevalentemente agricola, vicino ad un'autostrada particolarmente trafficata (A1); è considerato un lago oligotrofico (azoto totale TN: 0.83 mg/l; azoto nitrico NO<sub>3</sub>: 0.5 mg/l; clorofilla a: 2.3 mg/m<sup>3</sup>), con un basso tasso di ossigeno disciolto durante l'estate nello strato ipolimnico (<20%) e una trasparenza dell'acqua non ottimale (in media 3.3 m) [19]. L'invaso ha sei immissari (Lora, Calecchia, Tavaiano, Sieve, Sorcella e Stura) e un solo emissario (Sieve). Nel 2008-2009, durante i campionamenti del macrobenthos condotti lungo le rive del lago, è stato rinvenuto per la prima volta il crostaceo invasivo *Dikerogammarus villosus*.

#### **Dikerogammarus villosus**

*Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Figura 1), noto come “gamberetto killer” per la sua aggressività e voracità, è un crostaceo anfipode d'acqua dolce di origine ponto-caspica [10]. Con l'apertura del canale Danubio-Meno-Reno (1992), ha invaso rapidamente l'Europa dell'Est, utilizzando come corridoi ecologici il Danubio e il Reno e diventando una seria minaccia per le specie indigene. Oltre a spostarsi attivamente attraverso i canali che uniscono i corpi idrici, il suo vettore d'introduzione più probabile sembra essere il trasporto accidentale nelle acque di zavorra [11-13].

**Tabella 1: Le specie alloctone nelle acque dell'invaso di Bilancino.**

Phylum/Divisione	Famiglia	Specie	Descrittore	Area nativa
Cnidaria	Olindiidae	<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	Lankester, 1880	Cina
Mollusca/Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	(J.E. Gray, 1843)	Nuova Zelanda
Mollusca/Gastropoda	Physidae	<i>Haitia acuta</i>	(Draparnaud, 1805)	Nord America
Mollusca/Bivalvia	Dreissenidae	<i>Dreissena polymorpha</i>	(Pallas, 1771)	Regione ponto-caspica
Mollusca/Bivalvia	Unionidae	<i>Anodonta woodiana</i>	(Lea, 1834)	Est Asia
Arthropoda/Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>	(Girard, 1852)	Centro-Sud USA, Nord-Est Messico
Osteichthyes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	(Linnaeus, 1758)	Nord America
Osteichthyes	Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lacépède, 1802	Nord America
Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa, Nord-Centro Asia
Osteichthyes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	(Linnaeus, 1758)	Europa, Asia
Osteichthyes	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	(Rafinesque, 1820)	Nord America
Osteichthyes	Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	(Rafinesque, 1818)	Nord America
Osteichthyes	Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Linnaeus, 1758	Asia, Europa
Mammalia	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	(Molina, 1782)	Sud America



Figura 1: Due esemplari di *Dikerogammarus villosus* in accoppiamento (fotografia di C. Rossano).

La specie presenta una notevole plasticità ambientale: colonizza un'ampia varietà di substrati ed è tollerante alle variazioni di temperatura (0-30°C), di salinità (fino a 20‰) e ossigeno (anche a bassi livelli) [14]. *Dikerogammarus villosus* esibisce anche un polimorfismo nella pigmentazione legato molto probabilmente al substrato occupato: gli individui possono infatti presentare quattro *pattern* (strisce scure verticali, due bande scure orizzontali, a macchie, una colorazione uniforme) [15]. Grazie alle sue mandibole, più grandi e potenti di quelle delle altre specie di Gammaridi, è un vorace predatore: si nutre di altri macroinvertebrati, inclusi altri Gammaridi, di uova e larve di pesci [12]. Si riproduce sessualmente una volta all'anno, quando la temperatura dell'acqua supera i 13°C: una femmina può produrre fino a 200 uova [16]. La crescita e la maturazione sessuale sono veloci: gli individui giovanili crescono di 1-3 mm al mese durante l'inverno e di 2-2.5 mm in due settimane durante il periodo primaverile; le femmine sono mature quando raggiungono le dimensioni di 6 mm (tra le 4 e 8 settimane di vita) [16]. A causa della sua voracità, compete con i Gammaridi indigeni, causandone l'estinzione, minaccia le popolazioni di pesci e altera le catene alimentari degli ambienti dulcacquicoli [12]. La specie può essere un ospite intermedio di parassiti Acantocefali, che attaccano pesci e uccelli. A causa dei molteplici impatti provocati, *D. villosus* è stato inserito nella lista delle 100 peggiori specie alloctone in Europa, lista prodotta dagli esperti del consorzio europeo DAISIE (*"Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe"*, progetto europeo finanziato dal Sesto Programma Quadro).

### Ritrovamenti nell'invaso di Bilancino

La specie sembra essere l'unico Gammaride presente a Bilancino ed è stata rinvenuta in 5 siti: 2 situati nella parte nord del lago, 2 a sud e 1 a est, presso il molo della stazione di Publiacqua, la società che gestisce la diga di Bilancino. I campionamenti sono stati effettuati nei 5 siti in Ottobre 2008 e in Aprile 2009, lungo il litorale del lago fino a 2 m di distanza dalla sponda e a 60 cm in profondità. Gli esemplari sono stati raccolti con un retino a maglie fini (0.5 mm) in un transetto di 50x50 cm scelto a caso e conservati in provette con etanolo al 75%. La densità media non è risultata essere differente tra Ottobre e Aprile (Ottobre: 210±88 ind/m<sup>2</sup>; Aprile: 369±175 ind/m<sup>2</sup>) e la sex ratio è spostata sempre verso le femmine (maschi=335, femmine= 510). Nei primi 4 siti, *Dikerogammarus* occupa habitat con prevalenza di substrato a ghiaia, come già osservato nel Lago di Garda [12], anche se a volte viene rinvenuto sotto sassi in substrati fangosi o dentro tronchi, mentre nel sito presso il molo di Publiacqua è stato trovato nelle druse del mitile zebra *Dreissena polymorpha*, un'altra specie invasiva di origine ponto-caspica. Le due specie si trovano spesso in associazione: la presenza di *Dreissena*, oltre a offrire a *Dikerogammarus* rifugio e nutrimento tra gli interstizi che si creano nelle sue druse, sembra favorirne l'invasione attraverso le alterazioni che induce nell'habitat colonizzato [12].

### Conclusioni

La prima segnalazione di *D. villosus* in Italia risale al 2003 nel Lago di Garda, dove probabilmente è arrivato o come contaminante delle partite di pesci da ripopolamento o con barche provenienti da altri laghi europei dove è già presente [11, 12]. Fino ad oggi, la specie risultava essere presente solo nel Lago di Garda, nel fiume Mincio e nel fiume Po. Il suo ritrovamento nell'invaso di Bilancino rappresenta la prima segnalazione per la Toscana e per tutto il Centro Italia, e costituisce una evidenza preoccupante di come la specie si stia diffondendo ulteriormente in Italia. L'introduzione a Bilancino potrebbe essere avvenuta accidentalmente o con le immissioni di pesci da ripopolamento o attraverso le barche utilizzate nelle attività sportive di navigazione presenti nell'invaso (canoa, windsurf, vela). La specie potrebbe essere arrivata anche insieme a *Dreissena*, già presente nell'invaso dal 2005 [17], e, dopo una fase iniziale di sta-

bilizzazione, essere in espansione solo adesso. La stretta associazione trovata con *Dreissena* è in accordo con quanto trovato in studi precedenti [12] e con la teoria dell'*invasional meltdown* [18], secondo la quale un gruppo di specie alloctone può favorire l'arrivo e la stabilizzazione di altre specie alloctone, soprattutto quando le specie provengono dalla stessa area come *Dreissena* e *Dikerogammarus*. L'invaso di Bilancino si conferma quindi non solo un *hot spot* di alloverdiversità ma anche un probabile *hub* per la diffusione di specie potenzialmente invasive: è possibile ipotizzare che l'invasione di *Dikerogammarus*, similmente a quanto sta accadendo per *Dreissena* [17], possa seguire il corso del fiume Sieve, uno degli emissari dell'invaso, e arrivare fino al fiume Arno. Ulteriori studi sono quindi necessari per monitorare la Sieve, l'Arno e gli altri siti della Toscana e dell'Italia Centrale, dove *D. polymorpha* è già presente, per verificare l'eventuale presenza e impatto di *D. villosus*

#### Ringraziamenti

Si ringrazia la Prof.ssa Sandra Casellato del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova per l'identificazione della specie e l'Ing. Paolo Grossi di Publiacqua per il supporto logistico offerto durante i campionamenti. Lo studio è stato in parte finanziato dal progetto ALT ("Atlante delle Specie Alloctone in Toscana") cofinanziato dalla Regione Toscana, dal Comune di Scarperia e dall'Università di Firenze.

#### Bibliografia

- [1] E.O. Wilson, *The future of life*. Vintage Books. New York, U.S.A: 2003.
- [2] M. Elliott, *Mar. Poll. Bull.* 2003, 46: 275. Biological pollutants and biological pollution - an increasing cause for concern.
- [3] D.M. Lodge, *Trends Ecol. Evol.* 1993, 8: 133. Biological invasions: lessons for ecology.
- [4] P.M. Vitousek, C.M. D'Antonio L.D. Loope, R. Westbrooks, *Amer. Scient.* 1996, 84: 468. Biological invasions as global environmental change.
- [5] R.N. Mack, D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout, F.A. Bazzaz, *Ecol. Appl.* 2000, 10: 689. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control.
- [6] F. Gherardi, *Biological invasions in inland waters: an overview*. In: Gherardi F. (ed.) *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 2007.
- [7] F. Gherardi, *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 2007.
- [8] P.E. Hulme, *J. Appl. Ecol.* 2009, 46: 10. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization.
- [9] E. Tricarico, S. Cianfanelli, E. Lori, A. Nocita, F. Gherardi, 2008. La xenodiversità animale delle acque interne italiane: la situazione in Toscana. *Codice Armonico 2008*, Secondo Congresso di Scienze Naturali della Regione Toscana, 13-15 Marzo, Castiglioncello (LD), Italy, pp. 76-82.
- [10] H. Neseemann, M. Pöckl, K.J. Witthmann, *Misc. Zool. Hungarica.* 1995, 54: 49. Distribution of epigeal Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany).
- [11] S. Casellato, G. La Piana, L. Latella, S. Ruffo, *Ital. J. Zool.* 2006, 73: 97. *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) for the first time in Italy.
- [12] S. Casellato, A. Visentin, G. La Piana. The predatory impact of *Dikerogammarus villosus* on fish. In: Gherardi F. (ed) *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 2007.
- [13] M. Grabowski, K. Jazdzewski, A. Konopacka, *Aquat. Invasions* 2007, 2: 25. Alien Crustacea in Polish waters - Amphipoda.
- [14] M.C.M. Bruijs, B. Kelleher, G. Van der Velde, A. Bij de Vaate, *Arch. Hydrobiol.* 2001, 152: 633. Oxygen consumption, temperature and salinity tolerance of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: indicator of further dispersal via ballast water transport.
- [15] S. Devin, L. Bollache, J.N. Beisel, J.C. Moreteau, M.J. Perrot-Minnot, *J. Zool. London.* 2004, 264:391. Pigmentation polymorphism in the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: some insights into its maintenance.
- [16] M. Pöckl, *Biol. Invasions.* 2009, 11:2021. Success of the invasive Ponto-Caspian amphipod *Dikerogammarus villosus* by life history traits and reproductive capacity.
- [17] E. Lori, S. Cianfanelli, *Aquat. Invasions* 2006, 1: 281. New records of *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Mollusca: Bivalvia: Dreissenidae) from Central Italy.
- [18] D. Simberloff, B. Van Holle, *Biol. Invasions.* 1999, 1:21. Positive interactions of nonindigenous species: *invasional meltdown?*
- [19] ARPAT, *Proposte per l'ecosistema di Bilancino*. Regione Toscana, pp 228, 2009.

## **La chimica di uve sangiovese coltivate nella Provincia di Siena e le relazioni con i caratteri geochimici del suolo di provenienza**

Sara Rossi<sup>1\*</sup>, Giuseppe Protano<sup>2</sup>, Francesco Riccobono<sup>3</sup>, Fabio Baroni<sup>4</sup>

**Parole chiave:** uva, suolo, composizione chimica, Provincia di Siena

*La caratterizzazione e la valorizzazione dei più comuni e diffusi vitigni presenti nella provincia di Siena rappresentano aspetti di particolare rilievo per la spiccata vocazione vitivinicola di questo territorio. Infatti, la provincia di Siena è la prima in Toscana per estensioni coperte da viti, con circa 20.000 ettari del suo territorio coltivato a vigneto (circa il 33% del totale regionale) ed una produzione annuale di quasi 1 milione di ettolitri di vino. In questa zona della Toscana predominano le uve a bacca nera, con caratteristiche di eccellenza per la coltivazione del sangiovese.*

*In considerazione di quanto sopra esposto, di recente è stata intrapresa una ricerca incentrata sulla determinazione della composizione chimica delle uve dei più comuni vitigni coltivati nella Toscana meridionale e dei loro derivati alimentari (mosto e vino). I principali obiettivi di questa ricerca sono: 1) determinare le relazioni esistenti tra la composizione chimica dell'uva ed i lineamenti geochimici del suolo e tra il chimismo di mosti e vini e quello dell'uva di origine; 2) individuare traccianti geochimici in grado di indicare la provenienza geografica di uve e vini.*

*Nel presente lavoro sono riportati i primi dati analitici, ottenuti nell'ambito della suddetta ricerca, riguardanti campioni di uva e di suolo prelevati in tre zone vitivinicole della provincia di Siena, contraddistinte da contesti geolitologici diversi.*

*La caratterizzazione chimica delle uve e dei suoli di coltivazione ha riguardato un'ampia gamma di elementi chimici quali: calcio, magnesio, potassio, zolfo (macroelementi); cobalto, ferro, manganese, rame e zinco (microelementi); bario, cadmio, cromo, nickel, piombo, rubidio e stronzio (elementi in traccia non essenziali).*

*I campioni di suolo sono stati prelevati fino alla profondità di 60 cm, considerando che questa porzione del profilo rappresenta la zona in cui si ha il maggior assorbimento degli elementi chimici da parte delle radici delle viti. Per quanto riguarda l'uva, sono stati raccolti grappoli al massimo della maturazione in prossimità del punto di prelievo del suolo.*

*Le determinazioni analitiche sono state eseguite in spettrometria di fluorescenza a raggi X (XRF) ed in spettrometria di massa accoppiata al plasma induttivo (ICP-MS).*

### **Introduzione**

**L**a definizione della composizione chimica degli alimenti è un aspetto di rilievo per la valutazione della loro qualità ed autenticità, soprattutto alla luce delle attuali politiche agricole

della Comunità Europea e degli accordi internazionali (per es., Trattato di Schengen). Infatti, attraverso la determinazione dei lineamenti chimici dei prodotti alimentari è spesso possibile stabilire l'influenza dei processi di produzione/lavorazione sulla loro qualità, individuare eventuali adultera-



zioni ed effettuare una caratterizzazione geografica e/o botanica verificando l'autenticità e la tracciabilità del prodotto.

Quanto detto vale soprattutto per alimenti ad ampia diffusione e commercializzazione, come l'uva ed i prodotti derivati dalla sua lavorazione tra cui, in primo luogo, il vino. A livello mondiale le aree coperte da vigneti occupano una superficie complessiva di circa 8 milioni di ettari, dei quali circa 2/3 ricadono in Europa. L'Italia è il Paese che vanta la maggior coltivazione di uva da vino e da tavola, con una produzione media di 51 milioni di ettolitri di vino (circa il 20% della produzione mondiale ed il 33% di quella comunitaria).

Nel contesto italiano la provincia di Siena ha una spiccata vocazione vitivinicola, con circa 20.000 ettari del suo territorio coltivato a vigneto (circa il 33% del totale regionale) ed una produzione annua di quasi 1 milione di ettolitri di vino. Il territorio senese presenta inoltre caratteristiche di eccellenza nella coltivazione di uve sangiovese e nella produzione di vini DOC e DOCG.

In considerazione della rilevanza alimentare dell'uva e del vino, evidenziata dai numeri sopra riportati, negli ultimi anni sono state effettuate ricerche incentrate sulla determinazione della composizione chimica del vino [1] [2] [3] [4]. In particolare, nell'ambito di questi studi, alcuni elementi chimici sono stati utilizzati come traccianti per tentare di individuare la provenienza geografica del vino [1] [5] [6] [7] [8].

Un aspetto ad oggi ancora poco affrontato riguarda invece la composizione elementale dell'uva e la sua relazione con la natura geopedologica e geochimica del suolo di coltivazione delle viti [9] [10] [11] [12].

In considerazione delle tematiche sopra illustrate, recentemente l'Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, facente parte del Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti" dell'Università degli Studi di Siena, ha pianificato ed organizzato un progetto di ricerca finalizzato alla caratterizzazione chimica di una delle più diffuse ed importanti coltivazioni agricole della Toscana quale l'uva e dei suoi prodotti alimentari: mosto e vino. Nello specifico i principali obiettivi che questa ricerca si prefigge sono: 1) definire la composizione chimica dei più comuni suoli a vocazione viticola e delle uve dei più diffusi vitigni in Toscana meridionale, nonché del mosto e del vino derivanti dalla loro lavorazione; 2) valutare il livello di mobilità e biodi-

sponibilità nel suolo degli elementi chimici di interesse; 3) determinare le relazioni esistenti tra la composizione chimica dell'uva ed i lineamenti geochimici del suolo di coltivazione, nonché tra il chimismo di mosti e vini e quello dell'uva di produzione; 4) individuare traccianti geochimici in grado di indicare la provenienza geografica di uve e vini.

Il presente lavoro riporta i dati preliminari prodotti nell'ambito del progetto di ricerca relativamente alla composizione chimica di campioni di uva sangiovese e dei suoli di coltivazione delle viti, in tre zone a vocazione vitivinicola della provincia di Siena. I dati analitici riguardano le concentrazioni di macro e microelementi e di elementi in traccia non essenziali dosate sia nell'uva che nelle componenti dell'acino: buccia, polpa e semi. Queste determinazioni analitiche sono inoltre messe in relazione con i lineamenti geochimici dei suoli di coltivazione, con l'intento di determinare l'influenza del suolo e del substrato litologico di origine sulla composizione chimica dell'uva.

#### gli autori

<sup>1</sup> Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Univer. degli Studi di Siena, via Laterina 8, 53100 Siena  
rossi174@unisi.it

<sup>2</sup> Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Univer. degli Studi di Siena, via Laterina 8, 53100 Siena  
protano@unisi.it

<sup>3</sup> Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Univer. degli Studi di Siena, via Laterina 8, 53100 Siena  
riccobono@unisi.it

<sup>4</sup> Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Univer. degli Studi di Siena, via Laterina 8, 53100 Siena

\* autore per corrispondenza

La chimica di uve sangiovese coltivate nella Provincia di Siena e le relazioni con i caratteri geochimici del suolo di provenienza

## Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto su campioni di suolo autoctono e di uva sangiovese provenienti da tre zone a vocazione vitivinicola della provincia di Siena, caratterizzate da un differenti lineamenti geolitologici.

Il prelievo del suolo ha riguardato i primi 60 cm del profilo ed è stato effettuato utilizzando trivelle Edelman. In ogni sito sono stati raccolti 3 sub-campioni, ubicati nel raggio di 10 metri, allo scopo di ottenere un campione composito in grado di mediare la variabilità locale del suolo. In laboratorio, i campioni di suolo sono stati asciugati a temperatura ambiente ed in seguito setacciati al vaglio di 2 mm. Il passante è stato quartato ed un'aliquota di circa 100 g è stata polverizzata meccanicamente. La polvere ottenuta è stata utilizzata per determinare in spettrometria di fluorescenza a raggi X (XRFS) i contenuti totali di elementi maggiori e minori ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{tot}}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , espressi come ossidi), ed in traccia (Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, Zn).

Al campionamento del suolo è stata associata la raccolta di grappoli di uva da viti ubicate nelle vicinanze del punto di prelievo della matrice solida. Nel dettaglio, ogni campione di uva consiste di 5-7 grappoli prelevati secondo i criteri usualmente uti-

lizzati degli agronomi per i controlli di qualità. In laboratorio ogni singolo grappolo è stato lavato e tenuto a bagno per almeno 30 minuti ed infine sciacquato con acqua bidistillata. La preparazione dei campioni di uva per le determinazioni analitiche è avvenuta attraverso l'omogeneizzazione di circa 50 g (peso fresco) di acini, presi da più grappoli di ogni campione, utilizzando l'omogeneizzatore ultraturrex. In aggiunta, da un'aliquota di circa 50 g (peso fresco) di acini, sono stati separati manualmente la buccia, i semi e la polpa. Sia il preparato omogeneizzato dei campioni di uva che le principali componenti degli acini (buccia, semi e polpa) sono stati solubilizzati mediante digestione acida [12]. La mineralizzazione del campione è avvenuta aggiungendo 4 mL di  $\text{HNO}_3$  al 70%, e 5 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  (reagenti ultrapuri) a 2.5 g (peso fresco) di acini omogeneizzati o polpa, ed a 1.5 g (peso fresco) di semi o bucce. La digestione acida è stata eseguita in contenitori di teflon utilizzando il digestore a microonde Milestone ETHOS 900. Nei campioni di uva (preparati omogeneizzati, buccia, semi e polpa) sono state dosate in spettrometria di massa accoppiata al plasma induttivo (ICP-MS) le concentrazioni di Mg, S, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Rb, Sr, Cd, Ba e Pb utilizzando lo spettrometro Perkin Elmer ELAN 6100.

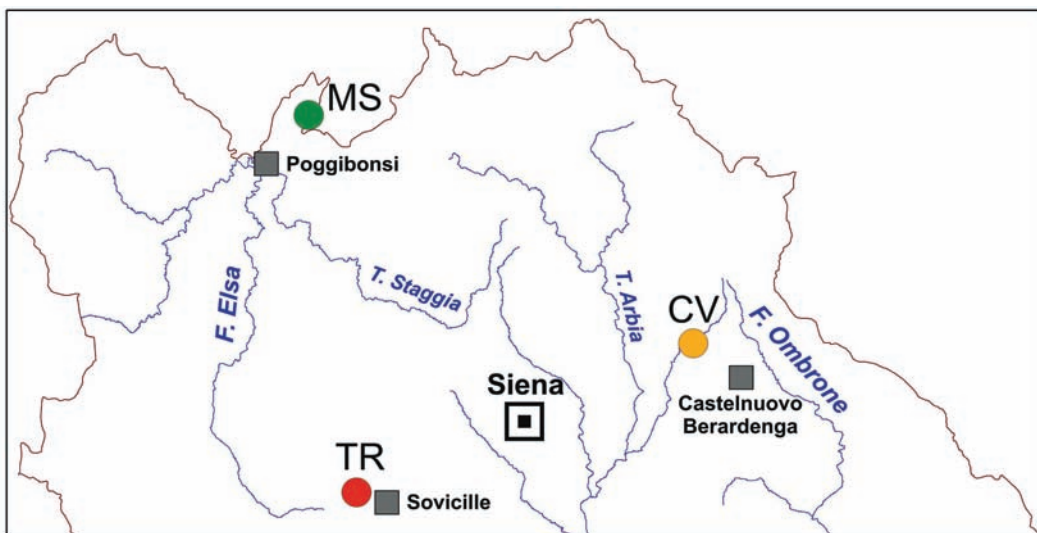


Figura 1: Ubicazione dei siti di campionamento: CV (località Castell'in Villa), MS (località Monsanto), TR (località Tracciano).

## Risultati

Questo studio è stato condotto, come in precedenza ricordato, in 3 zone a vocazione vitivinicola della provincia di Siena (siti MS, CV e TR), caratterizzate da differenti lineamenti geolitologici e pedologici (Fig. 1). Il sito MS è ubicato in località Monsanto, al confine tra la provincia di Siena e quella di Firenze, in cui sono presenti suoli formati dalle arenarie quarzoso-carbonatiche della Formazione della Pietraforte. Il sito CV si trova nelle vicinanze di Castelnuovo Berardenga, in località Castell'in Villa, con vigne che si sviluppano su suoli derivati da depositi continentali pleistocenici costituiti da sabbie e ghiaie. Il sito TR, ubicato in località Trecciano nel comune di Sovicille a sud-ovest di Siena, presenta suoli formati dai calcari e calcari dolomitici triassici della Formazione del Calcare Cavernoso.

## Composizione chimica dell'uva

La composizione chimica dei campioni di uva sangiovese è stata definita a livello di macro (calcio, magnesio, potassio, zolfo) e microelementi (cobalto, ferro, manganese, rame, zinco) che svolgono funzioni essenziali e specifiche nella vite, e di elementi in traccia non essenziali (bario, cadmio, cromo, piombo, nickel, rubidio, stronzio).

Come evidenziato in figura 2, tra i macroelementi il potassio è quello più abbondante nell'uva (2170-3217 mg/kg). Ciò è dovuto al ruolo chiave che tale elemento riveste all'interno delle bacche in quanto contribuisce, insieme al calcio ed al magnesio, al bilanciamento ionico intracellulare ed è coinvolto nel trasporto degli zuccheri [13].

Gli altri macroelementi analizzati hanno contenuti significativamente più bassi. Si tratta di concentrazioni che definiscono il seguente ordine di abbondanza: calcio (260-309 mg/kg)  $\approx$  zolfo (228-273 mg/kg) > magnesio (142-174 mg/kg; Fig. 2).

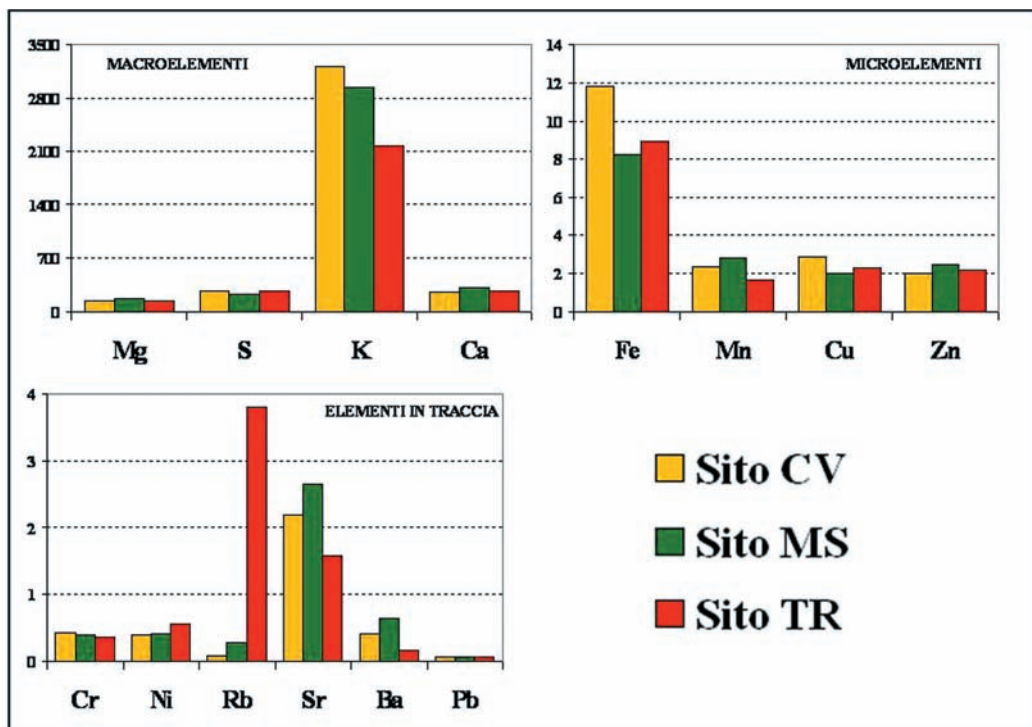


Figura 2: Concentrazione di macro e microelementi ed elementi in traccia non essenziali nell'uva (dati in mg/kg, peso fresco).

La chimica di uve sangiovese coltivate nella Provincia di Siena e le relazioni con i caratteri geochimici del suolo di provenienza

**Tabella 1: Contenuto totale di elementi in traccia nei suoli campionati nelle zone vitivinicole di Monsanto (sito MS), Castell'in Villa (sito CV) e Trecciano (sito TR); dati in mg/kg.**

Sito	Ni	Cr	Zn	Cu	Ba	Sr	Rb
CV	88.0	168.8	83.8	49.9	426.3	133.6	105.8
MS	57.7	105.0	94.4	83.9	504.6	101.3	126.2
TR	79.9	167.4	155.6	120.18	435.8	70.8	168.1

I dati sopra illustrati indicano che la presenza di calcio, magnesio, potassio e zolfo nelle bacche raccolte nei tre siti in studio è piuttosto omogenea, indipendentemente dai lineamenti geochimici dei suoli di coltivazione. Questo aspetto nella composizione chimica dell'uva probabilmente è legato alle funzioni essenziali che i macroelementi svolgono in numerosi meccanismi fisiologici della pianta.

I contenuti di microelementi nelle uve ricadono usualmente nell'intervallo 1-10 mg/kg (Fig. 2), con la sola eccezione del cobalto la cui presenza negli acini si attesta sempre al di sotto di 0.01 mg/kg. L'ordine di abbondanza dei microelementi è risultato il seguente: Fe (8.2-11.8 mg/kg) > Mn (1.7-2.8 mg/kg) ≈ Cu (2.0-2.8 mg/kg) ≈ Zn (2.0-2.5 mg/kg) >> Co (<0.01 mg/kg).

Questi dati evidenziano che cobalto, ferro, manganese, rame e zinco hanno concentrazioni omogenee nell'uva, nonostante la più ampia variabilità dei loro contenuti totali nei suoli di coltivazione. Ad esempio, nei suoli analizzati zinco e rame variano rispettivamente da 83.9 a 155.6 mg/kg e da

49.9 a 120.1 mg/kg (Tab. 1), mentre le loro abbondanze nelle uve analizzate risultano uniformi.

Gli elementi in traccia non essenziali considerati (bario, cadmio, cromo, nickel, piombo, rubidio e stronzio) hanno concentrazioni nell'uva normalmente inferiori a 1 mg/kg. Fanno eccezione lo stronzio (tra 1.58 e 2.66 mg/kg) ed il rubidio nelle bacche provenienti dalla zona di Trecciano (3.8 mg/kg; Fig. 2).

I livelli di bario, cromo, nickel, rubidio e stronzio definiscono intervalli di variabilità più ampi rispetto a quelli dei macro e microelementi. Al contrario, i contenuti di cadmio e piombo sono molto omogenei (Pb tra 0.05 e 0.06 mg/kg e Cd ≤ 0.005 mg/kg).

Le abbondanze di bario (0.15 - 0.63 mg/kg) e rubidio (0.07 - 3.81 mg/kg) nei campioni d'uva sembrano risentire della natura geochimica del suolo di coltivazione. Infatti, i valori più elevati di questi due elementi sono stati dosati negli acini di viti cresciute sui suoli con i più alti contenuti totali di bario (sito MS) e di rubidio (sito TR; Tab. 1).

**Tabella 2: Concentrazioni di macro e microelementi nei semi, nella buccia e nella polpa degli acini d'uva (dati in mg/kg, peso fresco).**

		Mg	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Co
CV	Semi	46.2	63.2	155.0	128.1	0.78	0.31	0.43	0.68	0.001
	Buccia	28.3	113.3	437.1	93.1	0.37	7.17	2.75	2.58	0.007
	Polpa	100.9	295.3	10161.5	147.2	1.35	22.42	4.02	1.94	0.005
MS	Semi	43.0	56.8	135.4	175.4	0.80	0.68	0.31	0.76	0.002
	Buccia	23.4	50.3	300.3	104.2	0.43	2.75	1.09	0.74	0.001
	Polpa	149.6	150.7	10075.1	256.6	1.85	22.26	1.89	2.12	0.006
TR	Semi	41.0	59.4	107.6	189.5	0.67	0.22	0.26	0.50	0.001
	Buccia	23.3	86.2	86.9	110.7	0.16	5.00	1.88	1.70	0.001
	Polpa	111.7	169.1	5672.2	162.4	0.91	13.73	1.68	1.38	0.003

**Tabella 3: Concentrazioni di elementi in traccia non essenziali nei semi, nella buccia e nella polpa degli acini d'uva (dati in mg/kg, peso fresco).**

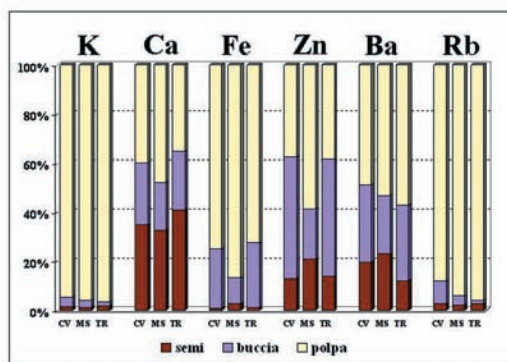
		Ni	Cr	Rb	Sr	Cd	Ba	Pb
<b>CV</b>	<i>Semi</i>	0.020	0.006	0.004	0.43	0.0002	0.144	0.003
	<i>Buccia</i>	0.026	0.011	0.015	1.36	0.0016	0.230	0.026
	<i>Polpa</i>	0.080	0.075	0.136	1.79	0.0018	0.359	0.028
<b>MS</b>	<i>Semi</i>	0.013	0.005	0.023	0.63	0.0002	0.188	0.004
	<i>Buccia</i>	0.014	0.007	0.034	1.19	0.0005	0.194	0.009
	<i>Polpa</i>	0.063	0.045	0.907	2.33	0.0018	0.435	0.028
<b>TR</b>	<i>Semi</i>	0.016	0.005	0.237	0.15	0.0002	0.020	0.002
	<i>Buccia</i>	0.036	0.034	0.130	0.98	0.0010	0.050	0.017
	<i>Polpa</i>	0.052	0.033	8.377	1.14	0.0018	0.092	0.037

#### Ripartizione degli elementi chimici nelle componenti dell'acino d'uva

Oltre a definire la composizione chimica dell'uva, il presente studio si è occupato di ricostruire il tipo di ripartizione dei macro e microelementi e degli elementi in traccia non essenziali nelle tre componenti dell'acino: semi, buccia e polpa. A tale riguardo, nelle tabelle 2 e 3 sono riportate le concentrazioni dei suddetti elementi chimici misurate nei semi, nella buccia e nella polpa dei campioni d'uva prelevati nei siti di Monsanto, Castell'in Villa e Tracciano, e ricalcolate in base all'incidenza media in peso di queste componenti dell'acino: semi 3.5%, buccia 8.5% e polpa 88% del peso totale della bacca.

I dati analitici indicano che gli elementi analizzati hanno un comportamento abbastanza uniforme nella ripartizione tra buccia, semi e polpa, dal momento che sono concentrati preferenzialmente nella polpa anche se con incidenze percentuali variabili rispetto al totale nella bacca (Fig. 3).

Per quanto riguarda i macroelementi, il potassio è l'elemento che si trova maggiormente nella polpa; in tale componente presenza percentuale media dell'elemento è pari al 95% del totale nell'uva. Seguono nell'ordine il magnesio (63%), lo zolfo (58%) ed il calcio (41%; Fig. 3). A livello di microelementi, la loro aliquota nella polpa oscilla in media tra il 45% (zinco) ed il 78% (ferro). Anche gli elementi in traccia non essenziali sono presenti preferenzialmente nella polpa, con percentuali che variano dal 53% per il bario al 93% per il rubidio.



**Figura 3: Ripartizione percentuale di macro e microelementi ed elementi in traccia non essenziali nei semi, nella buccia e nella polpa degli acini d'uva.**

Nella buccia l'abbondanza percentuale degli elementi chimici analizzati oscilla dal 2.8% (potassio) al 40% (zinco e rame) del totale nella bacca, con un intervallo di valori preferenziale compreso tra il 20 ed il 30% (Fig. 3). La rilevante presenza di rame in questa componente dell'acino è da imputare all'utilizzo di antiparassitari a base di composti di rame (per es., ossicloruro di rame e solfato di rame).

L'incidenza percentuale nei semi dei macro/microelementi e degli elementi in traccia non essenziali varia da 1.5% (potassio) al 36% (calcio) del loro contenuto totale, con valori che si attestano più frequentemente sotto il 20%.

La chimica di uve sangiovese coltivate nella Provincia di Siena e le relazioni con i caratteri geochimici del suolo di provenienza

## Conclusioni

I dati analitici ad oggi prodotti nell'ambito del suddetto progetto di ricerca finalizzato alla caratterizzazione chimica delle uve dei più diffusi vitigni in Toscana meridionale e dei suoi prodotti alimentari (mosto e vino), consentono di fare le seguenti considerazioni preliminari.

-) L'ordine di abbondanza dei macroelementi nei campioni di uva sangiovese è: potassio >> calcio ≈ zolfo > magnesio. Il potassio è risultato l'elemento significativamente più abbondante in accordo con il ruolo chiave che esso svolge in numerosi processi fisiologici della pianta.

-) Le concentrazioni dei microelementi nell'uva, usualmente comprese tra 1 e 10 mg/kg, sono inferiori di almeno 2 ordini di grandezza rispetto ai livelli di presenza dei macroelementi, e definiscono il seguente ordine di abbondanza: Fe > Mn ≈ Cu ≈ Zn >> Co.

-) Gli elementi in traccia non essenziali dosati nei campioni di uva hanno contenuti normalmente inferiori ad 1 mg/kg.

-) Le concentrazioni dei macro e microelementi sono piuttosto omogenee nelle uve provenienti dalle tre zone vitivinicole selezionate nella Provincia di Siena, indicando che non vi è una apprezzabile influenza da parte dei lineamenti geochimici dei suoli di coltivazione.

-) I contenuti degli elementi in traccia non essenziali definiscono intervalli di variabilità nell'uva più ampi di quelli dei macro e microelementi. In particolare le abbondanze di bario e rubidio nell'uva sembrano risentire del loro contenuto totale nel suolo di coltivazione.

-) Lo studio della ripartizione dei macro e microelementi e degli elementi in traccia non essenziali tra semi, buccia e polpa ha messo in evidenza che queste specie chimiche sono presenti preferenzialmente nella polpa e che i loro rapporti quantitativi nelle suddette componenti definiscono la seguente relazione: polpa > buccia > seme; fanno eccezione calcio, magnesio e manganese le cui

concentrazioni indicano che polpa > seme > buccia. Ulteriori aspetti da segnalare sono: i) potassio e rubidio sono gli elementi che prediligono maggiormente la polpa; ii) la presenza di calcio, rame e zinco nella polpa è confrontabile con quella nei semi (calcio) e nella buccia (rame e zinco); iii) le concentrazioni di rame nella buccia sono in parte imputabili all'utilizzo nelle pratiche agricole di antiparassitari a base di composti di tale elemento.

## Bibliografia

- [1] N. Jakubowski, R. Brandt, D. Stuewer, H. Eschnauer, S. Gortges, *Fr. J. Anal. Chem.* 1999, 364: 424.
- [2] R. Larcher, G. Nicolini, P. Pangrazzi, *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 5956.
- [3] M. Marengo, M. Aceto, *Food Chem.* 2003, 81: 621.
- [4] F. Monaci, R. Bargagli, S. Focardi, *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2003, 17: 45.
- [5] M.J. Baxter, H.M. Crews, M.J. Dennis, I. Goodall, D. Anderson, *Food Chem.* 1997, 60: 443.
- [6] J.D. Greenough, H.P. Longerich, S.E. Jackson, *Aust. J. Grape Wine Res.* 1997, 3: 75
- [7] M.A. Brescia, V. Caldarola, A. De Giglio, D. Benedetti, F.P. Fanizzi, A. Sacco, *Anal. Chim. Acta* 2002, 458: 177.
- [8] A. González, A. Llorens, M.L. Cervera, S. Armenta, M. de la Guardia, *Food Chemistry* 2009, 112: 26.
- [9] P.L. Teissedre, M.T. Cabanis, F. Champagnol, J.C. Cabanis, *Am. J. Enol. Vitic.* 1994, 45: 220.
- [10] V.R. Angelova, A.S. Ivanov, D.M. Braikov, *J. Sci. Food Agric.* 1999, 79:713.
- [11] Byong-Gu Ko, I. Vogeler, N.S. Bolan, B. Clothier, S. Green, J. Kennedy, *Sci. Tot. Environ.* 2007, 388: 35.
- [12] D. Bertoldi, R. Larcher, G. Nicolini, M. Bertamini, G. Cancheri, *Vitis* 2009, 48: 49.
- [13] A. Lang, *Plant Cell Environ.* 1983, 6: 683.

## Studio preliminare della flora colonizzante banquettes di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sull'Isola di Pianosa (Toscana, Italia): aspetti fitocenologici e pedologici

Antonio Borzatti de Loewenstern<sup>1</sup>, Valerio Lazzeri<sup>2</sup>, Roberto Cardelli<sup>3</sup>

**Parole chiave:** *Posidonia*, banquettes, flora psammofila

*Il fenomeno dello spiaggiamento di porzioni distaccatesi dal rizoma di Posidonia oceanica (L.) Delile coinvolge molti tratti di costa nel Mar Mediterraneo, soprattutto in seguito al periodo tipico di senescenza che caratterizza i mesi di settembre-ottobre, tanto che non è infrequente che formazioni stabili o precarie ("banquettes"), in molti casi anche di grandi dimensioni, possano presentarsi su importanti estensioni di costa, in special modo quelle di tipo sabbioso e caratterizzate da pendenza lieve. Occasionalmente, le banquettes possono fungere da substrato per alcune specie vegetali tipicamente appartenenti alla flora di tipo psammofilo.*

*Nella presente indagine banquettes di Posidonia, presenti in alcuni tratti di costa dell'isola di Pianosa (Italia), sono stati oggetto di studio allo scopo di catalogare le specie vegetali presenti su tali formazioni, in modo da far luce su un tipo di associazione pianta-suolo finora poco studiato. Sono stati inoltre valutati alcuni parametri chimico-fisici come il pH, la salinità, il contenuto di carbonio organico e di azoto totale, così come la capacità idrica massima, al fine di poter correlare la distribuzione vegetale con la predisposizione del substrato ad ospitare un determinato tipo di flora.*

*Dai risultati fin qui ottenuti si osserva che la presenza di vegetazione è in stretta relazione soprattutto con la salinità che caratterizza le diverse banquettes studiate. Anche altri studi di tipo preliminare hanno mostrato come la Posidonia spiaggiata sia caratterizzata da un favorevole rapporto carbonio/azoto tanto che, opportunamente trattata per abbassarne il contenuto salino, potrebbe costituire se non già da sé un substrato, almeno un possibile componente per un terreno sul quale coltivare specie di interesse agronomico.*

### Introduzione

**P***osidonia oceanica* (L.) Delile è una pianta appartenente alla famiglia delle Potamogetonaceae che ha il suo habitat naturale nei bassi fondali marini lungo le coste del Mediterraneo. Tipicamente, nei mesi di settembre ed ottobre questa pianta è interessata da fenomeni di abscissione di foglie ed altre porzioni senescenti che, a causa delle maree, possono spiaggiarsi in grandi quantità formando ammassi di lettiera anche di notevoli dimensioni, chiamati *banquettes* [1], in

special modo sulle coste di tipo sabbioso e caratterizzate da lievi pendenze.

Nonostante che la rimozione delle *banquettes* sia pratica consueta nei territori di molti comuni italiani allo scopo di rendere più fruibili le spiagge interessate [2], un recente studio ha messo in luce come questa pratica può comportare un danno all'integrità della costa giacché tali *banquettes* sono composte, oltre alla parte organica, anche da una parte sedimentaria costituita essenzialmente da sabbia. Pertanto la loro rimozione può essere causa di perdite anche gravi per il litorale [3], senza

Studio preliminare della flora colonizzante banquettes di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sull'Isola di Pianosa (Toscana, Italia)

contare che molti studi attribuiscono alle *banquettes* il merito di costituire una forma di difesa dall'erosione [4, 5].

Sull'Isola di Pianosa, dove le *banquettes* non vengono rimosse, è possibile assistere alla loro colonizzazione da parte di piante tipicamente psammofile che trovano nelle foglie morte di *Posidonia* un substrato simile alle dune litoranee.

Pertanto, se da una parte gli ambienti costieri risultano ormai sempre più minacciati dall'azione combinata di diversi fattori di disturbo (erosione, cambiamenti climatici, inquinamento, sfruttamento sempre più intensivo e, spesso, deregolato), a maggior ragione lo studio della flora che caratterizza fitocenosi eccezionali come quelle osservate sull'isola di Pianosa, su substrato di lettiera di *Posidonia*, risulta di particolare interesse sia per quanto riguarda la conoscenza di base, sia per gli eventuali sviluppi applicativi in funzione della difesa e valorizzazione delle coste.

## Materiali e Metodi

L'indagine è stata condotta su 4 siti interessati dalla presenza di *banquettes* di *Posidonia* individuati lungo le coste dell'Isola di Pianosa nei mesi di Luglio 2007 e di maggio 2008:

- Siti 1 e 2 presso Cala dell'Alga
- Sito 3 presso il Porto Romano (Punta del Marchese)
- Sito 4 tra Cala S. Giovanni e Cala di Biagio (Fig. 2).

Lo studio ha avuto come oggetto l'osservazione delle caratteristiche generali degli ammassi di *Posidonia*, il campionamento delle specie vegetali colonizzanti le *banquettes* e l'osservazione della posizione occupata da ciascuna specie in funzione della distanza dalla riva, al fine di realizzare delle sezioni lineari (transetti) di tali fitocenosi (Fig. 1 a e b).

Per quanto riguarda le analisi chimico-fisiche, in una sospensione acquosa 1:10 sono stati determinati in laboratorio il pH per via potenziometrica e la conducibilità elettrica per via conducimetrica secondo i metodi ufficiali della S.I.S.S. [6]. Il Carbonio (C) organico è stato determinato per differenza tra il C totale ottenuto per combustione a secco e lettura nell' I.R. (fornace a induzione 900CS della ELTRA) e quello inorganico calcolato mediante il calcimetro di Scheibler. L'azoto totale è stato determinato con il classico metodo Kjeldhal per distillazione dell'ammoniaca dopo di-

gestione acida. La capacità idrica del substrato è stata valutata su un campione, dal volume di 6 l, di lettiera compatta prelevata tramite carotaggio.

## Risultati e discussioni

Le specie vegetali rivenute nei siti di campionamento sono risultate quasi tutte appartenenti alla classe delle specie tipicamente psammofile, mentre la loro dislocazione non è risultata omogenea ma influenzata dalla distanza dalla riva. Infatti successivamente alla zona afitoica, la prima specie rivenuta nel primo sito di campionamento è risultata *Salsola kali* L. subsp. *kali* e *Cakile maritima* Scop. tipiche della fitocenosi chiamata *Salsola kali* - *Cakiletum maritimae* Costa e Manz. 1981 corr. Riv.-Mart. et al. 1992.

Leggermente in posizione più distale dalla riva è da annotare la presenza in sequenza di *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth e di *Chritimum maritimum* L., specie che, fitosociologicamente, sono guida rispettivamente di *Sporoboletum* (Kuhn.-Lordat, 1923) Arenes, 1924 e di *Crithmetum* Pign., 1966. Quest'ultimo tipo di vegetazione, più tipica dei substrati rocciosi piuttosto che sabbiosi, si ritrova in posizione pressoché mediana tra la zona afitoica ed il limite della *banquette*.

Diversamente il sito numero 2, è caratterizzato dalla presenza di *Chenopodium murale* L. nella zona centrale più depressa; inoltre la superficie pri-

## gli autori

<sup>1</sup> Museo di Storia Naturale del Mediterraneo,  
Via Roma 234 Livorno,  
a.borzatti@provincia.livorno.it

<sup>2</sup> Gruppo Botanico Livornese,  
c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo,  
Via Roma 234 Livorno  
valerio.lazzeri@gmail.com

<sup>3</sup> Dipartimento di Chimica e Biotecnologie Agraria,  
Via del Borghetto 80 Pisa  
cardelli@agr.unipi.it



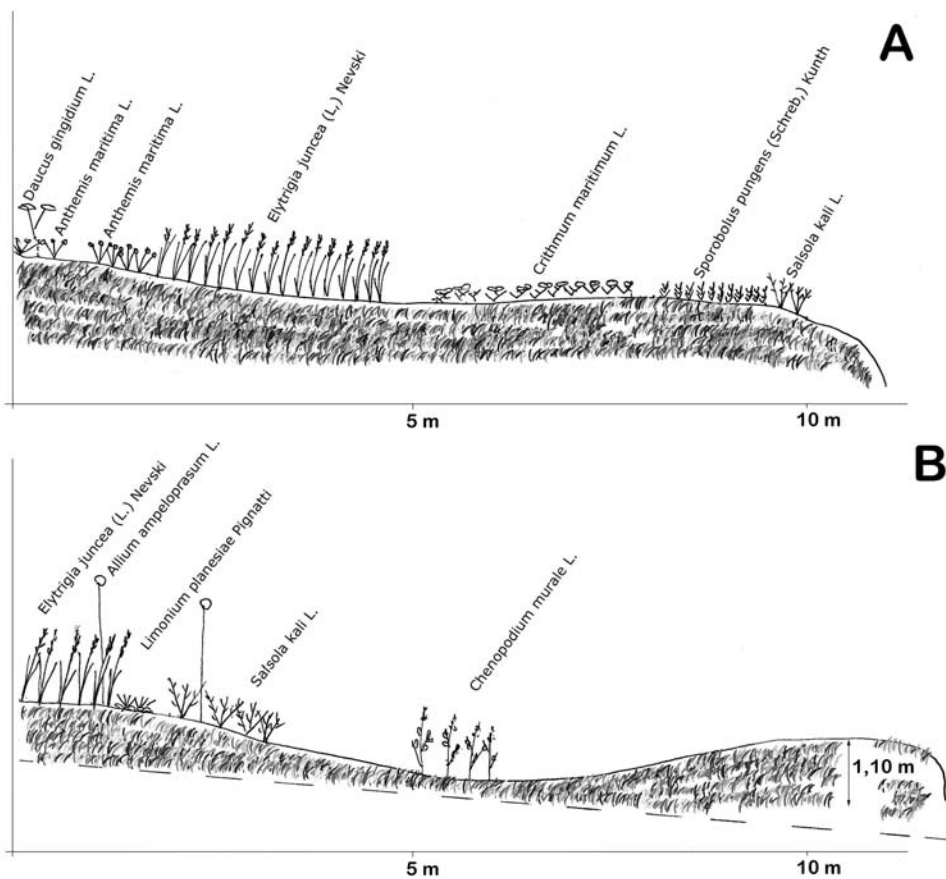


Figura 1: A, Transetto del sito numero 1 di Cala dell'Alga, B transetto del sito numero 2 di Cala dell'Alga.

va di qualsiasi tipo di vegetazione si estende per oltre 4 m a partire dalla riva. Al limite della *banquette*, dove essa incontra il terreno, si ritrova l'endemico *Limonium planesiae* Pign., anch'esso specie tipica di substrati rocciosi.

Il sito numero 1 mostra, in posizione arretrata, la presenza di *Elytrigia juncea* (L.) Nevski specie spesso associata ad *Echinophora spinosa* L. in *Echinophoro spinosae-Elytrigetum juncea* Géhu 1988 corr. Géhu 1996.

Infine, la serie vegetazionale termina con *Anthemis maritima* L. e *Daucus gingidium* L. s.l., mentre quella del secondo sito con *Elytrigia juncea* (L.) Nevski ed *Allium ampeloprasum* L.

Nel sito del Porto Romano non è stata osservata vegetazione, mentre l'ultimo sito indagato presen-

ta scarsa vegetazione per lo più caratterizzata da Gramigna (*Agropyron repens* (L.) P. Beauv.), in posizione arretrata rispetto alla riva.

Per quanto concerne l'analisi di alcuni parametri chimico-fisici del substrato in esame, sono state determinati i valori del pH, della salinità, il contenuto di carbonio organico e di azoto totale ed il rapporto C/N. Inoltre, è stata valutata la misura della capacità idrica del substrato *banquette* di *Posidonia*.

Al riguardo del pH (Tabella 1), esso è risultato sempre al di sopra della neutralità mostrando un range che va da valori subneutri (7,6) nei siti 3 e 4, fino a valori più alcalini (8,9) osservati nei siti 1 e 2 dove vi era presenza di vegetazione psammofila. Inoltre nei siti dove è stato possibile effettuare

Studio preliminare della flora colonizzante banquettes di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sull'Isola di Pianosa (Toscana, Italia)

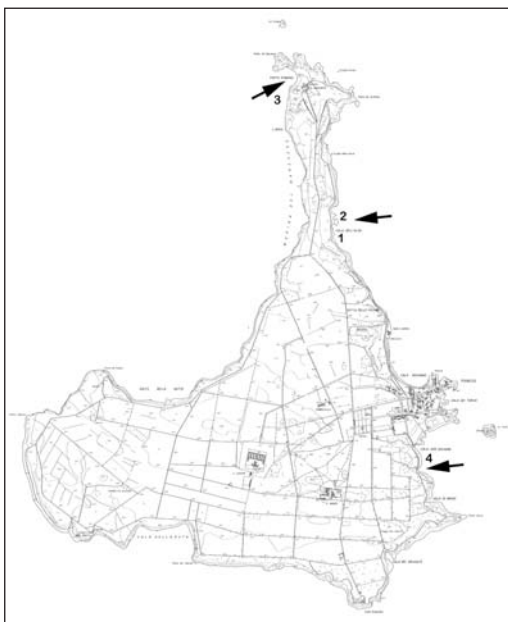


Figura 2: Ubicazione dei siti di campionamento.

campionamenti a differenti profondità, si nota un leggero abbassamento del valore in funzione della quota.

Per quanto riguarda la misura della salinità, tutti i substrati analizzati hanno mostrato una elevata conducibilità equiparabile a quella dei suoli salsi. Infatti, se le misure della salinità effettuate nei primi 20 centimetri di substrato non hanno mai mo-

strato valori oltre i 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (981  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e, nella maggior parte dei casi, oscillanti tra i 430 ed gli 875  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , diversamente le misure effettuate su campioni prelevati a 40 cm del sito 3 mostravano una salinità media di 1402  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , quelli a 50 cm del sito 4 di 2103  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ed infine i campioni di un metro di profondità, sempre del sito 4, di 4480  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Per quanto riguarda la concentrazione di carbonio organico, come era attendibile da un substrato costituito in larga parte di sostanza organica, la misura ha mostrato valori sempre elevati compresi tra il 30% e il 40% e con poca differenza tra i diversi campioni.

Anche l'azoto totale è risultato particolarmente elevato con valori minimi di 5,68% fino ad un massimo del 9,6%.

Per quanto riguarda la capacità idrica, un volume pari a 6 l di *banquette* compatta e completamente asciutta riesce a trattenere, una volta reidratata, 1,5 l di acqua a completa sgocciolatura.

## Conclusioni

Le specie osservate sulle banquettes di *Posidonia* sono tutte appartenenti al gruppo delle alofite, solo alcune di esse fanno parte della flora psammofila come *Salsola kali* L. subsp. *kali*, *Cakile maritima* Scop., *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth, *Elytrigia juncea* (L.) Nevski e *Anthemis maritima* L., mentre *Chritimum maritimum* L., *Limonium planesiae* Pign. e *Daucus gingidium* L. s.l. sono specie che più frequentemente colonizzano suoli

Tabella 1: Valori di pH, Conducibilità Elettrica (E.C.: Micro Sievert/centimetro), Carbonio organico, Azoto totale e rapporto Carbonio/Azoto rilevati su campionamenti effettuati sulle banquettes di Pianosa nei quattro siti indagati.

	pH	E.C. $\mu\text{S}/\text{cm}(1:10)$	C organico %	N totale %	C/N
zona 1 ril 1	8,8	650,5	36,66	7,21	51
zona 1 ril 2	8,7	617	34,57	6,86	50,4
zona 2 ril 1	8,45	927	37,8	7,06	53,65
zona 3 ril 1	8,1	566	38,1	6,395	60,05
zona 3 ril 2	8,5	481,5	37,115	8,47	43,85
zona 3 ril 3 20 cm	8	867,5	30,055	9,03	33,4
zona 3 ril 3 40 cm	8,1	1402,5	38,09	7,405	52,55
zona 4 ril 1 50 cm	7,75	2103,5	36,315	7,31	49,6
zona 4 ril 2 100 cm	7,6	4480	34,96	6,16	56,8

rocciosi. Tale disomogeneità nella vegetazione può essere spiegata col fatto che, diversamente da quanto riportato in bibliografia, nei siti oggetto di indagine la formazione di *banquettes* interessava un tipo di costa rocciosa tanto che le specie psamofile trovavano nella lettiera una valida alternativa al substrato sabbioso. Inoltre la presenza di vegetazione soprattutto in zone più vicine alla linea di costa non era né continua né caratterizzata dalla presenza simultanea di più specie, segno che, a nostro parere, indica la natura instabile e precaria delle porzioni più prossimali di questo tipo di formazioni. Tuttavia la sequenza della vegetazione osservata rispecchiava le serie vegetazionali tipiche dei litorali sabbiosi. Infatti nel sito di campionamento numero 1 si riscontrano le specie guida di *Salsola kali* - *Cakileum maritimae* Costa e Manz. 1981 corr. Riv.-Mart. et al. 1992 disposte secondo la tipica distribuzione seriale tipica delle specie pioniere delle spiagge capaci di sopravvivere nei primi tratti di costa interessati da alta salinità [7,8]. Inoltre, *Cakile maritima* Scop. e *Salsola kali* L. sono specie nitrofile la cui presenza era già stata segnalata da Pakeman e Lee [9] su lidi sabbiosi interessati dall'accumulo di lettiera di macroalghe come fonte di azoto del tutto simile alle *banquettes* di *Posidonia*. Alle spalle di queste specie si può osservare la presenza di *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth e *Elytrigia juncea* (L.) Nevski; la presenza degli stoloni di *S. pungens* all'interno della *banquette* può essere considerata un fattore di stabilizzazione dell'intera struttura, preservandola da altri fattori meteorologici che tenderebbero a disgregarla. Al riguardo Levin et al. [10] riscontravano che *S. pungens* è una specie che tende a diradarsi avvicinandosi alla riva. Il fatto che nel presente studio questa specie sia stata rinvenuta in posizione decisamente prossimale ci può dare indicazioni sulle possibili (ed intuibili) differenze che esistono tra il substrato sabbioso e la lettiera di *Posidonia* che permette, quindi, a specie tendenzialmente presenti in posizioni più arretrate di colonizzare zone più vicine alla linea di costa. Diversamente, la presenza di *Elytrigia juncea* (L.) Nevski è in accordo con la sua usuale posizione nella prima duna che si sviluppa dopo la spiaggia [11] alla cui formazione contribuisce mediante il suo apparato radicale.

Interessante la presenza di almeno due specie non specificamente alofile come *Chenopodium murale* L. ed *Allium ampeloprasum* L., delle quali la prima

è comunque considerata una specie tollerante un certo livello di salinità [12]. Come precedentemente affermato, tali tipi di formazioni sono mutevoli in quanto soggette sia ad aggiunta di nuovo materiale proveniente dal mare, sia a perdite a causa dei venti e dello stesso moto ondoso [13]. La maggiore salinità riscontrabile in profondità può essere un indice di azione superficiale di dilavamento da parte delle piogge che potrebbe contribuire a mitigare questo fattore di stress e rendere la *banquette* più facilmente colonizzabile dalla vegetazione. Al riguardo non è stata riscontrata la presenza di apparati radicali particolarmente profondi. Pertanto, le *banquettes* appaiono come strutture non prontamente adatte alla vita vegetale, bensì come un substrato che necessita di essere rimodellato e modificato da parte degli agenti atmosferici per essere predisposto alla colonizzazione. Inoltre un altro fattore che potrebbe incidere sulla predisposizione della *banquette* alla nascita delle piante è il tempo che necessariamente deve trascorrere affinché parte dell'azoto immagazzinato nella matrice vegetale venga reso disponibile dalle comunità microbiche che vi si instaurano. Tuttavia sia l'analisi del contenuto di azoto totale, sia il rapporto C/N non indicano differenze apprezzabili tra i dati dei diversi siti analizzati, anche se quest'ultimo parametro è risultato sempre abbondantemente sopra il valore di 30. Al riguardo se ciò non spiega le differenze di distribuzione vegetale osservate, ci mostra che, effettivamente, la *banquette* di *Posidonia* è un substrato dove, quantomeno nei primi periodi di compostaggio, prevalgono fenomeni di immobilizzazione dell'azoto minerale piuttosto che del suo rilascio. L'azoto totale misurato è stato ben al di sopra di quanto riportato per i tessuti prelevati da piante viventi [14], mentre il carbonio organico ed il rapporto C/N sono risultati in linea con quanto mostrato da Mateo et al. [13].

Per quanto riguarda l'effetto del pH sulla crescita non esistono lavori specifici che trattino questo parametro in ambiente costiero in relazione delle specie campionate. Pertanto, se da una parte ai suoli costieri di tipo sabbioso vengono normalmente associati pH acidi, e Isermann [15] ha osservato che in ambiente dunale la maggior ricchezza di specie vegetali è associata a pH intermedi, l'indagine sulla disponibilità di macro e micronutrienti nella *banquettes* in relazione al pH potrebbe costituire argomento di ulteriore studio.

Interessante infine è stato il risultato della misura

Studio preliminare della flora colonizzante banquettes di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sull'Isola di Pianosa (Toscana, Italia)

della capacità idrica, che ha mostrato come la lettiera di *Posidonia* sia un substrato che potenzialmente riesce ad accumulare molta acqua confermando il fatto che la lettiera si presentasse, già pochi centimetri al di sotto della superficie, abbondantemente umida nonostante che lo strato superficiale risultasse secco.

In conclusione lo studio preliminare della distribuzione vegetale su banquettes di *Posidonia* sull'Isola di Pianosa ha mostrato che, pur costituendo un substrato inusuale, esso può essere sede di colonizzazione delle specie alofile tipiche degli ambienti litoranei.

L'analisi di alcuni parametri chimico-fisici del substrato ha mostrato che esso possiede caratteristiche peculiari come un elevato contenuto di azoto ed una notevole capacità idrica. Pertanto in virtù dei sopracitati risultati, è doveroso sottolineare la necessità di valorizzare questo materiale sia approfondendo alcune tematiche emerse durante la ricerca, sia tentando di sviluppare una diversa visione nei confronti delle banquettes come elemento che conferisce un valore aggiunto all'ambiente costiero. Ciò anche in accordo con quanto previsto dalla circolare n. 8123/2006 del Ministero dell'Ambiente e del Mare in cui si evidenzia il ruolo ecologico degli accumuli di lettiera di *Posidonia* come naturale barriera contro l'erosione costiera.

#### Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Polizia Penitenziaria del distretto di Porto Azzurro, il Corpo Forestale dello Stato e il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano per il supporto e la gentile collaborazione. Si ringrazia inoltre la Dr.ssa Beatrice Bucci per la fattiva collaborazione durante la raccolta dei dati.

#### Bibliografia

- [1] C.F. Boudouresque, A. Meinesz. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahiers Parc National de Port-Cros*. 1982, 4: 79.  
 [2] C.M. Duarte. The future of seagrass meadows. *Env. Cons.* 2002, 29: 192.  
 [3] G. De Falco, S. Simeone, M. Baroli. Manage-

ment of Beach-Cast *Posidonia oceanica* seagrass on the island of Sardinia (Italy, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*. 2008, 24: 69.

[4] M.A. Mateo, J.L. Sanchez-Lizaso, J. Romero. *Posidonia oceanica* 'banquettes': a Preliminary Assessment of the Relevance for Meadow Carbon and Nutrients Budget. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 2003, 56: 85.

[5] C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: les interactions entre le plant et le sediment. *Journal de Recherche Océanographique*, 1983, 8: 99.

[6] Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.). Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole. 1985.

[7] A. Eshel, Y. Waisele. Effect of salt and soil water status on transpiration of *Salsola kali* L. *Plant Cell Env.* 1984, 7: 133.

[8] N. Ben Amor, A. Jiménez, W. Megdiche, M. Lundqvist, F. Sevilla, C. Abdelly. Kinetics of the anti-oxidant response to salinity in the halophyte *Cakile maritima*. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2007, 49: 982.

[9] R.J. Pakeman, J.A. Lee. The ecology of the strand line annuals *Cakile maritima* and *Salsola kali*. The role of nitrogen in controlling plant performance. *J. Ecol.* 1991, 79: 155.

[10] N. Levin, G.J. Kidron, E. Ben-Dor. A field quantification of coastal dune perennial plants as indicators of surface stability, erosion or deposition. *Sedimentology*. 2008, 55: 751.

[11] P.M. Rhind, P.S. Jones. The floristics and conservation status of sand-dune communities in Wales. *Journal of Coastal Conservation*. 1999, 5: 31.

[12] E.P. Glenn, J.W. O'Leary. Relationship between salt accumulation and water content of dicotyledonous halophytes. *Plant Cell. Env.* 1984, 7: 253.

[13] M.-Á. Mateo, J.-L. Sánchez-Lizaso, J. Romero. *Posidonia oceanica* 'banquettes': a preliminary assessment of the relevance for meadow carbon and nutrients budget. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 2003, 56: 85.

[14] A. Vela, V. Leoni, G. Pergent, C. Pergent-Martini. Relevance of leaf matter loss in the functioning of *Posidonia oceanica* system. *Biol. Mar. Medit.* 2006, 13(4): 102.

[15] M. Isermann. Soil pH and species diversity in coastal dunes. *Plant Ecol.* 2005, 178:111.

## ***Zerynthia polyxena* (=Parnalius) Polissena**

Sergio Casini\*, Elena Pontillo Contillo

**Parole chiave:** uova, larva, crisalide, farfalla, aristolochia

*Nell'area della Valle del Chioma (LI) vi sono varie stazioni di Aristolochia rotunda, una pianta tossica perenne della famiglia Aristolochiaceae, comunemente nota con il termine di "erba astragola", sulle cui porzioni nei mesi di Aprile-Maggio la femmina di Zerynthia polyxena (=Parnalius) depone le uova. Dopo circa tre giorni dalla deposizione, la larva esce dall'uovo e va a stabilirsi su punti specifici della pianta nutrendosi delle foglie. Subisce successive mute necessarie a completare il suo sviluppo. Diventata adulta, la larva cessa di nutrirsi, rimuove i residui dei pasti precedenti e inizia a tessere del filo sericeo sullo stelo della pianta nutrice. Ha così inizio un processo che trasformerà la larva in crisalide. La crisalide, dopo un inverno in diapausa, si apre su linee predeterminate e la farfalla scivola fuori. La ricerca che presentiamo in queste pagine ha lo scopo di documentare le fasi di sviluppo di Zerynthia Polyxena.*

### **Materiali e metodi**

I primi ritrovamenti delle uova della *Zerynthia polyxena* sono avvenuti nel mese di aprile 2008 su piante di *Aristolochia rotunda* in una zona della *Valle del Chioma (LI)*. Per eseguire la documentazione fotografica di questa farfalla è stato necessario trasferire alcune uova (per un numero complessivo pari a 4) dallo stato naturale ad un ambiente ricreato artificialmente. Le uova, e in seguito larve e crisalidi, mantenute in cattività sono state allevate in un ambiente il più possibile fedele al loro *habitat* naturale, in condizioni di temperatura e luce equivalenti a quelle esterne, e giornalmente rifornite di foglie fresche della pianta alimentare. Una volta completata la metamorfosi, le farfalle nate sono state riportate nel luogo di cattura e liberate nel mese di maggio 2009. Per la parte fotografica è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

fotocamera digitale Nikon D80  
obiettivo Micro Nikkor 105mm 1:2.8D  
Flash Nikon SB-800

La specie *Zerynthia polyxena* (=Parnalius) appartiene alla famiglia dei Papilionidi (Papilionidae), una famiglia di lepidotteri (farfalle) grandi e multicolori che comprende circa 600 specie. Sebbene la maggior parte di queste vivano alle latitudini tropicali e temperate, altre sono presenti in tutti i

### **gli autori**

Museo di Storia Naturale  
di Rosignano Solvay  
Via Monte alla Rena 41,  
57016 Rosignano Solvay (LI),  
musrosi@tiscali.it, www.musrosi.org  
zerynpoly@libero.it

continenti (ad eccezione dell'Antartide). Solo 19 specie si trovano in Europa, di cui 8 sono in Italia. La *Zerynthia polyxena* è una di queste: un tempo presente in tutta Italia, anche se fortemente localizzata, oggi molto rara a causa del sempre più elevato uso di insetticidi in agricoltura e dello sconvolgimento degli habitat naturali.

Specie amante dei climi caldi, la *Z. polyxena* vive nelle praterie, tanto in pianura quanto in collina, dove è presente la sua pianta alimentare sulla quale depono le uova: la *Aristolochia rotunda*. L'*Aristolochia rotunda* è una pianta tossica che trasferisce, alla farfalla che alimenta, le proprie caratteristiche di tossicità rendendola così incommestibile. È questo il motivo per cui la *Z. polyxena* non cerca di confondersi con l'ambiente per non cadere vittima dei predatori; al contrario li avverte della propria tossicità, come molte altre farfalle tossiche o dal sapore sgradevole, mettendo in mostra i propri colori vivaci. La vistosa colorazione sia del bruco che dell'adulto è detta "aposematica", cioè "ammonitrice", in quanto scoraggia i potenziali predatori.

La *Z. polyxena* subisce uno sfarfallamento l'anno nei mesi di marzo-aprile e non presenta dimorfismo sessuale, sebbene la femmina sia leggermente più grande del maschio.

Le fasi di sviluppo della *Z. polyxena* si articolano in quelle di uovo, larva, crisalide ed infine farfalla.

Le uova sono sferiche, di colore bianco-grigio con diametro inferiore al mm. Hanno una superficie liscia e somigliano a piccole perle.

Dopo circa tre giorni dalla deposizione, la larva esce dall'uovo e va a stabilirsi sulla pianta, generalmente nella parte apicale della pianta per inserirsi nelle pieghe delle foglie appena nate, alla base di un fiore oppure direttamente nel suo calice. Alla nascita la larva è di color bianco-grigio, si nutre della foglie dell'aristolochia ed ha lunghi peli coparsi su tutto il corpo. Da adulta, invece, si colora di un particolare rosa-carne e mostra delle escrescenze spinose rossicce. Il bruco, così chiamato lo stadio larvale dei lepidotteri, presenta inoltre un organo protrattile a forma di Y, chiamato osmete-

rio: un organo forcuto posto dietro il capo che viene estroflesso quando il bruco è molestato e in grado di emanare un odore sgradevole che si pensa allontani i parassiti.

Nell'arco di 4/5 settimane la larva subisce le mute che completeranno successivamente il suo sviluppo.

Diventato adulto, il bruco cessa di nutrirsi, rimuove i residui dei pasti precedenti e inizia a tessere un filo sericeo sullo stelo della pianta nutrice, assicurandosi alla stessa con la parte caudale e con una sorta di "cintura". Le crisalidi dei Papilionidi possono vivere avvolte anche semplicemente in un bozzolo sul terreno.

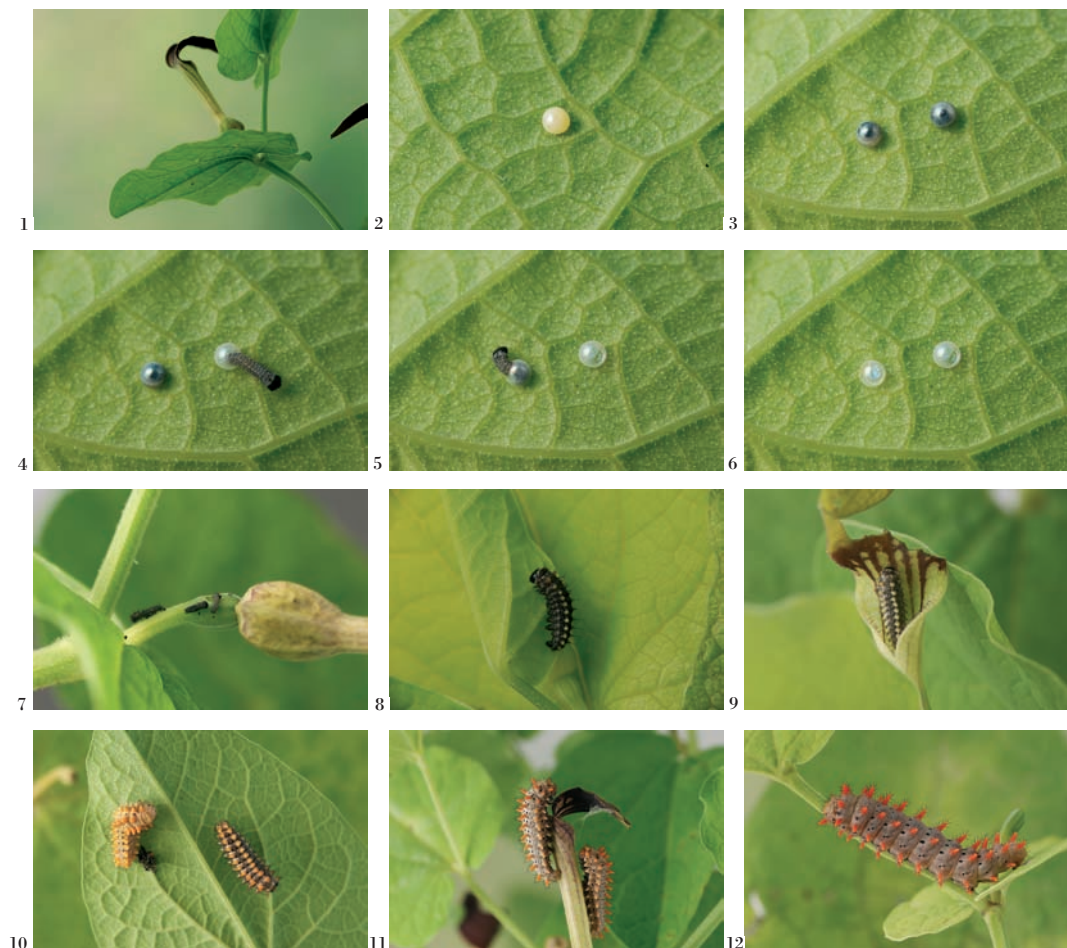
Dopo alcuni giorni la larva si trasforma in crisalide grazie a movimenti di contrazione e distensione che determinano dapprima la lacerazione della cuticola esterna, poi il suo scivolamento verso il basso raggiungendo lentamente la parte caudale e scoprendo l'intera crisalide.

L'organismo così formato passa l'inverno in diapausa, tipico arresto spontaneo dello sviluppo di alcuni animali in cui l'organismo è inattivo, non si alimenta e non si muove, riducendo la propria attività metabolica al fine di superare condizioni ambientali avverse.

Nella primavera successiva, la crisalide si apre su linee predeterminate e la farfalla scivola fuori. Cerca un appiglio dove poter stare con le ali nel vuoto e ne inizia la distensione, attivata dall'affluire dell'emolinfa nelle venature che, a contatto con l'aria, si sclerotizzano andando a formare la struttura portante.

Le ali, piccole e raggrinzite, iniziano a dispiegarsi fino a quando non raggiungono la dimensione prestabilita, pari a circa 30-45 mm di apertura alare. Sulla pagina superiore delle ali la livrea è gialla con caratteristici disegni neri, rossi e blu mentre il bianco, il nero, il rosso, il giallo e l'arancione prevalgono tra i colori della pagina inferiore.

Prima del volo la farfalla ormai formata emette dall'ano un liquido rosa-rosso, chiamato meconio e costituito dai prodotti di rifiuto accumulati durante il processo di metamorfosi.



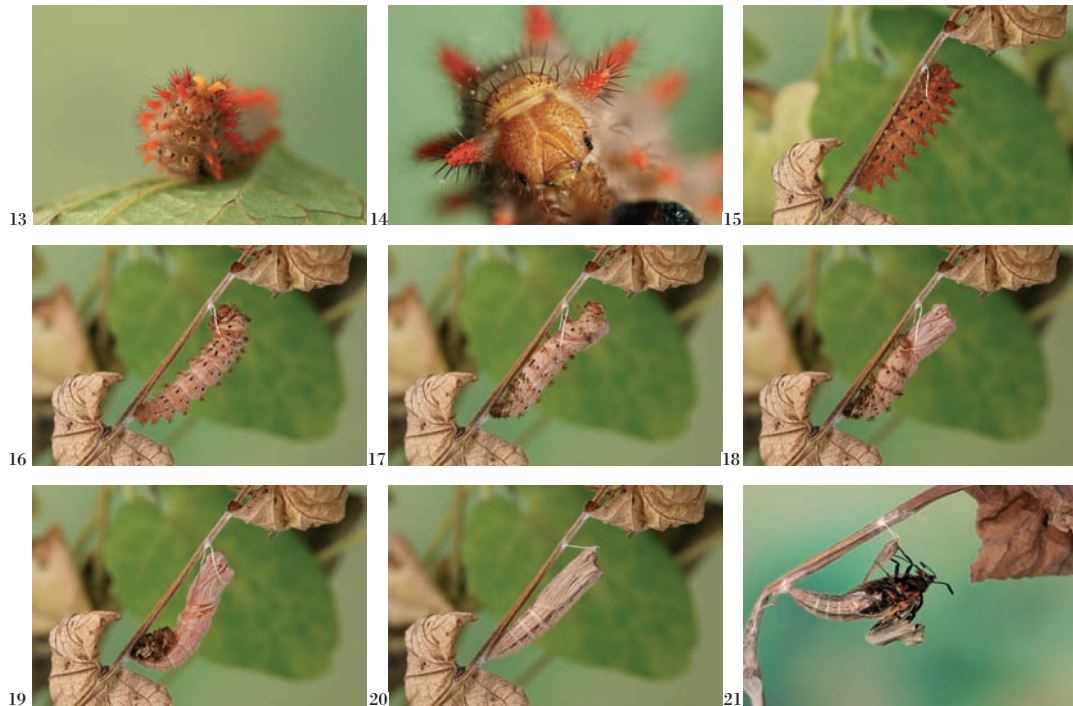
1-2: Nei mesi di aprile-maggio si possono trovare, sulla pianta dell'aristolochia rotunda delle piccole perline, sono le uova della polissena. Sono sferiche, di colore bianco-grigio e di diametro inferiore al mm.

3: Circa tre giorni dopo la deposizione a una temperatura di 20-25° l'uovo inizia a scurire, è la larva che si sta sviluppando e attraverso la trasparenza del guscio si può intravedere prima della nascita.

4-5-6: Nascita della prima larva e dopo un'ora e mezzo della seconda. Si allontanano senza mangiare il corion dell'uovo come invece la maggior parte delle larve fanno.

7-8-9: Le possiamo ritrovare alla base di un fiore, alla parte apicale della pianta inserite nelle pieghe delle foglie appena nate oppure direttamente dentro un fiore.

10-11-12: A destra prima e a sinistra dopo la muta. Con questo cambiamento la larva prende la sua livrea definitiva, salvo piccole variazioni individuali del colore. Vediamo due larve dai colori molto simili, una con colore notevolmente più forte.



13: Come tutti i papilionidi anche la larva della *Polissena* possiede un organo (osmeterio) che estroflette per difesa quando è disturbata emettendo contemporaneamente una sostanza odorosa che si pensa allontani i parassiti.

14: Primitissimo piano; si notino l'apparato boccale e gli ocelli che compongono l'occhio.

15: Diventata adulta, la larva cessa di nutrirsi, rimuove i residui dei pasti precedenti e inizia a tessere del filo sericeo sullo stelo della pianta nutrice, assicurandosi alla stessa, con la parte caudale e con una "cintura".

16: Dopo alcuni giorni inizia un processo che trasformerà la larva in crisalide. Ecco come avviene.

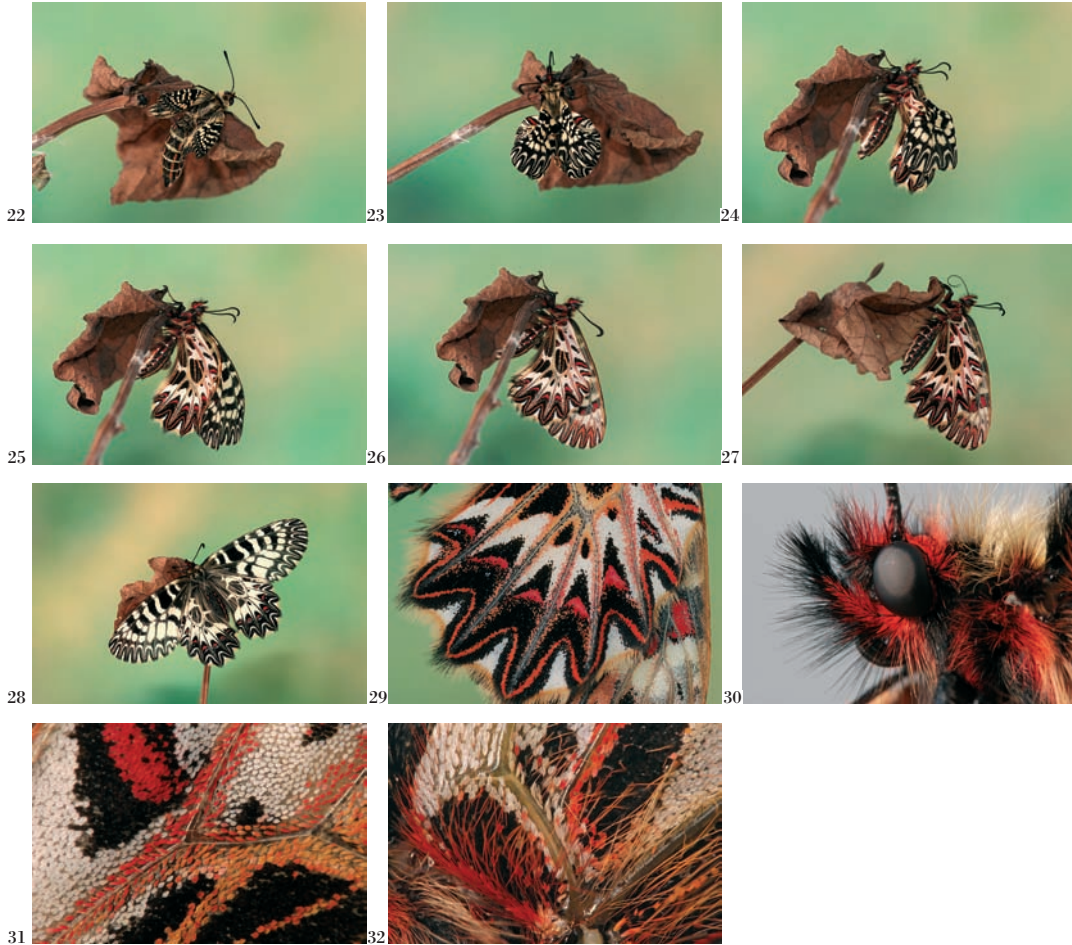
17-18: La larva con movimenti di distensione e di contrazione si prepara all'evento. In conseguenza a questi movimenti la cuticola si lacera scende in basso portandosi dietro anche la testa e lentamente raggiunge la parte caudale scoprendo l'intera crisalide.

19: Con movimenti rotatori si libera dell'incomodo bagaglio, testa e cuticola.

20: Ecco la crisalide.

21: Circa dieci mesi dopo, la cuticola della crisalide diventa sempre più trasparente fino a mostrare i disegni delle ali. Ecco il momento più emozionante, la nascita della farfalla. La crisalide si apre su linee predeterminate e l'insetto scivola fuori.





22-23-24-25-26: Cerca un appiglio dove poter stare con le ali nel vuoto e ne inizia la distensione. Le ali, piccole e raggrinzite, iniziano a dispiegarsi. Questo avviene facendo affluire l'emolinfa nelle venature delle ali determinandone così la distensione. Raggiunta la loro dimensione questo processo s'interrompe.

A contatto con l'aria le venature si sclerotizzano andando così a formare la struttura portante .

27: L'apparato boccale costituito dalla spiritromba, è formato dalle mascelle modificate e suddivise in due parti, all'uscita dell'insetto dalla crisalide, si chiudono a formare un canale.

28: Prima del volo emetterà dall'ano un liquido rosa-rosso, il meconio, costituito dai prodotti di rifiuto accumulati durante il processo di metamorfosi.

29: Le ali, che hanno una consistenza membranosa, sono composte di due strati rivestite da piccole scaglie colorate rivolte in un'unica direzione.

30: La testa, con l'enorme occhio.

31-32: Particolari delle ali.

### Ringraziamenti

Ringraziamo il nostro amico Alessandro Lenzi per i consigli e soprattutto per averci incoraggiato a provare questa nuova esperienza.

### Bibliografia

I.NOVAK-F.SEVERA Impariamo a conoscere le farfalle  
Istituto Geografico De Agostini  
MICHAEL.CHINERY Farfalle d'Italia e d'Europa  
De Agostini-Collins  
WOLFGANG.DIERI Farfalle d'Italia e d'Europa



33-34-35-36-37-38-39-40: Foto alternative.

## **Aree protette e biodiversità: strumenti per la conservazione della natura e gestione effettiva nel territorio della Provincia di Livorno**

Francesca Ruggeri<sup>1</sup>

**Parole chiave:** normativa, conservazione della natura, Aree Protette, biodiversità, gestione

*Il presente contributo è finalizzato alla presentazione di un quadro sintetico delle principali normative internazionali e nazionali nell'ambito della conservazione della natura, quali strumenti di pianificazione e regolamentazione del territorio e delle sue risorse, unitamente all'insieme di ulteriori normative di "settori paralleli", in primis quelle riguardanti la gestione faunistica e agro-forestale, al fine di realizzare una gestione concreta ed integrata della "risorsa natura". Quale spunto di critica discussione, viene riportata la destinazione differenziata del territorio della Provincia di Livorno, in rapporto all'istituzione e alla compresenza di differenti tipologie di "aree protette" (vd. Parchi Nazionali, Riserve Statali e Aree Marine Protette L. 394/91, Parchi Provinciali, Riserve Provinciali e ANPIL L.R. 49/95, siti della Rete Ecologica Europea Natura 2000, zone Ramsar ecc.).*

### **Introduzione**

L'istituzione del primo Parco Naturale Nazionale del mondo (Yellowstone), "per il beneficio e il godimento della gente" [1], risale al marzo del 1872, con la firma della relativa legge istitutiva da parte dell'allora Presidente degli Stati Uniti d'America Ulysses Grant.

Mezzo secolo più tardi, in Italia, si assiste alla nascita dei Parchi Nazionali del Gran Paradiso e dell'Abruzzo (entrambe 1922), seguiti dal Parco Nazionale del Circeo (1934), dello Stelvio (1935) e della Calabria (1968).

In realtà si tratta di singoli episodi legislativi indipendenti - i primi dovuti alla semplice trasformazione di grandi riserve reali di caccia in parchi naturali, i secondi legati all'esigenza di tutela di singole specie minacciate (orso marsicano e stambecco), il terzo perlopiù un'istituzione sulla carta non seguita da un'effettiva gestione [2]. In assenza di un tessuto unitario normativo e di in-

dirizzo, ogni parco risulta dotato di una propria disciplina, non necessariamente in linea con gli altri.

Risale al 1973 il primo progetto di legge quadro italiana sui parchi che svincola le aree protette dal mero concetto estetico di "bellezze naturali", guardando invece al reale valore scientifico e alla concreta identità della "risorsa natura". Si dovrà però attendere il 1991 per avere la legge quadro sulle aree protette (L. 394/91) ed il 1995 per la relativa normativa regionale per la Toscana (L.R. 49/95).

### **gli autori**

<sup>1</sup> Via Roma 362  
57014 Collesalveti (LI);  
francescaruggeri@interfree.it

Aree protette e biodiversità: strumenti per la conservazione della natura e gestione effettiva nel territorio della Provincia di Livorno

Analogamente, il percorso di riconoscimento della necessità di tutela della biodiversità [3] può ritenersi iniziato già con l'istituzione dei primi orti botanici (1543, Giardino dei Semplici di Pisa, a cura di Luca Ghini per volontà del Granduca Cosimo de' Medici) - siti eletti per la conservazione *ex situ* delle specie, adeguato complemento della conservazione *in situ* oggi realizzata nelle aree protette - attraverso le prime battaglie (1870) della Società Botanica Italiana per la conservazione di specie a rischio (*Cyperus papyrus*, *Oxycoccus palustris*, *Primula palinuri*), sino alle moderne tecniche di conservazione del seme e del germoplasma con l'istituzione della RIBeS (Rete Italiana Banche Germoplasma per la conservazione *ex situ* della flora spontanea italiana).

E proprio per la tutela della biodiversità negli anni '95-'96 in Italia è nato il Progetto Bioitaly (Inventario Biotopi in Italia), un progetto Life Natura del Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente, finanziato dall'Unione Europea, con il coordinamento scientifico della Società Botanica Italiana, dell'Unione Zoologica Italiana e della Società Italiana di Ecologia, per l'individuazione dei siti da proporre per l'inserimento nella Rete Ecologica Europea Natura 2000, secondo quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE (Direttiva "Habitat").

A livello internazionale, la conservazione della natura e la salvaguardia della biodiversità sono argomento principe di molte Convenzioni Internazionali (Tabella 1) e Direttive Comunitarie (principalmente la Direttiva 79/409/CEE e la 92/43/CEE, rispettivamente Direttiva "Uccelli" e Direttiva

"Habitat"), aventi come oggetto le specie, ma anche l'habitat, la cui integrità rappresenta il presupposto fondamentale per la tutela delle singole specie, siano esse animali o vegetali [4].

### Risultati e discussione

Già all'art.1 c. 1 della Legge Quadro sulle aree protette (L. 394/91) che riporta "La presente legge, in attuazione degli artt. 9 e 32 della Costituzione e nel rispetto degli accordi internazionali, detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese" troviamo tutti gli elementi significativi che giustificano e chiariscono le motivazioni e le finalità istitutive di un'area protetta. Si parla infatti di "istituzione" ma anche di "gestione", si usano i verbi "garantire" ma anche "promuovere", si parla di un'operazione da realizzare in "forma coordinata", quindi tesa ad evitare un operare autonomo e privo di indirizzi comuni e di una programmazione definita, come successo in passato, in occasione dell'istituzione degli storici parchi nazionali del paese. Tra l'altro in molte convenzioni internazionali viene più volte richiamata la necessità di un'azione di cooperazione tra Stati per il concreto successo delle misure adottate.

Si parla di "conservazione" ma anche di "valorizzazione", ma soprattutto si parla di "patrimonio naturale del paese", quindi della "risorsa natura" intesa quale bene della comunità, quale ricchezza

Tabella 1: Convenzioni internazionali per la conservazione della natura.

Convenzioni Internazionali e relativi recepimenti a livello nazionale
1950 - Parigi: protezione degli uccelli (L. 812/78)
1971 - Ramsar: zone umide di importanza internazionale soprattutto come habitat per gli uccelli acquatici (DPR 448/76)
1973 - Washington: commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione (L. 874/75)
1976 - Barcellona: protezione del mar mediterraneo dall'inquinamento (L. 175/99)
1979 - Bonn: conservazione delle specie migratrici appartenenti alla fauna selvatica (L. 42/83)
1979 - Berna: conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (L. 503/81)
1991 - Salisburgo: protezione delle Alpi (L. 403/99)
1992 - Rio de Janeiro: tutela della biodiversità (L. 124/94)

da salvaguardare, anche nell'interesse dell'uomo e della qualità di vita. Analogo indirizzo si è avuto con la L. 157/92 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio" (considerabile a tutti gli effetti una legge quadro sul prelievo venatorio) che introduce il concetto di fauna selvatica quale "patrimonio indisponibile dello Stato e tutelata nell'interesse della comunità nazionale ed internazionale", elevando-

la dallo stato di *res nullius* dato dalla precedente legislazione.

Risulta quindi un concetto di area protetta ben lontano dall'immobilismo, finalizzato alla mera conservazione, che sottrae territorio a disposizione della comunità, unicamente in nome di una tutela astratta della natura, e viene definito il ruolo attivo che un parco naturale può rivestire [5], quale fattore di incremento di turismo ecosostenibile, di

Tabella 1: Aree protette L. 394/91 e L.R. 49/95 nel territorio della Provincia di Livorno.

Area protetta	Comune
Parco Nazionale Arcipelago Toscano	Marina di Campo, Portoferraio, Porto Azzurro, Rio Marina, Marciana, Capoliveri, Marciana Marina, Rio nell'Elba, Giglio, Capraia Isola, Livorno
Riserva Statale Calafuria	Livorno
Riserva Statale Tomboli di Cecina	Cecina
Riserva Statale Bibbona	Bibbona
Riserva Statale Isola di Montecristo	Portoferraio
Riserva Statale Marsiliana	Livorno/Grosseto
Parco Provinciale dei Monti Livornesi	Livorno, Collesalveti, Rosignano M.mo
Parco Interprovinciale di Montioni	Campiglia M.ma, Suvereto, Piombino, Massa M.ma, Follonica
Riserva Provinciale Oasi della Contessa	Collesalveti
Riserva Provinciale Padule Orti-Bottagone	Piombino
A.N.P.I.L. Parrana S.Martino	Collesalveti
A.N.P.I.L. Le Sorgenti di Colognole	Collesalveti
A.N.P.I.L. Foresta di Montenero	Livorno
A.N.P.I.L. Foresta di Valle Benedetta	Livorno
A.N.P.I.L. Torrente Chioma	Livorno
A.N.P.I.L. Parco Chioma	Rosignano M.mo
A.N.P.I.L. Fiume Cecina	Cecina
A.N.P.I.L. Macchia della Magona	Bibbona
A.N.P.I.L. S. Silvestro	Campiglia M.ma
A.N.P.I.L. Baratti-Populonia	Piombino
A.N.P.I.L. Sterpaia	Piombino
A.N.P.I.L. Montioni	Suvereto
Riserva Provinciale Biscottino (N.I.)	Collesalveti
Riserva Provinciale Padule di Bolgheri (N.I.)	Castagneto Carducci

Aree protette e biodiversità: strumenti per la conservazione della natura e gestione effettiva nel territorio della Provincia di Livorno

sviluppo di attività produttive ecocompatibili, di circuiti lavorativi per professionalità di settore, oltre ad offrire valide opportunità di studio, ricerca, sperimentazione, scambio di esperienze con altri paesi, anche in merito ad esperienze gestionali innovative.

Alla legge quadro sono legate le aree protette quali Parchi Nazionali (istituiti con appositi D.P.R., enti giuridicamente autonomi di diritto pubblico, con un proprio Ente Parco, un proprio bilancio e propri strumenti di pianificazione e di regolamentazione – Piano e Regolamento del Parco), Riserve Statali (sin dal 1953 istituite dall'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali, oggi a seguito di apposito decreto del Ministero dell'Ambiente, perlopiù gestite dal Corpo Forestale dello Stato, dotate di proprio Piano di gestione e relativo Regolamento di attuazione), Aree Marine Protette (istituite dal Ministero dell'Ambiente, dotate di un proprio Regolamento), Parchi e Riserve Regionali (istituiti dalle Regioni, alle quali è stato riconosciuto il potere in materia con i D.P.R. 11/1972 e 616/1977, dotati di un proprio Piano e Regolamento e gestiti da enti di diritto pubblico o consorzi tra Enti locali.). Alla Legge Regionale Toscana 49/95 sono legati, inoltre, i Parchi Provinciali (dotati di Piano del Parco e Regolamento), le Riserve Provinciali (dotate di Regolamento e Piano di Assetto Naturalistico) e le A.N.P.I.L. (Aree Naturali Protette di Interesse Locale): i primi (Parchi e Riserve Provinciali) istituiti e gestiti dalle Amministrazioni Provinciali, le ultime (A.N.P.I.L.) istituite e gestite dai Comuni che possono valutare l'opportunità di dotarle o meno di apposito Regolamento di Gestione.

In tabella 1 sono riportate le aree protette L.394/91 e L.R. 49/95 (10° aggiornamento elenco ufficiale delle aree protette regionali) presenti sul territorio della Provincia di Livorno, integrate con le nuove istituzioni previste dal 5° Programma Regionale per le Aree Protette 2009-2011 (DCRT n. 88/09).

A tale sistema di aree protette va aggiunta la strategia di protezione data dalla Rete Ecologica Natura 2000, un nuovo approccio di tutela della biodiversità in applicazione della Direttiva "Habitat", mirata a creare una rete di Zone Speciali di Conservazione che includono i Siti di Importanza Comunitaria, di cui alla medesima Direttiva, e le Zone di Protezione Speciale, di cui alla Direttiva "Uccelli", che richiedono applicate appropriate misure di conservazione (valutando sito per sito la ne-

cessità di redazione di un Piano di gestione) volte a garantire e/o ripristinare lo stato di conservazione soddisfacente di habitat di interesse comunitario o di habitat di riferimento per specie di interesse comunitario [6].

L'approccio della Direttiva "Habitat", recepita in Italia con il D.P.R. 357/97, così come modif. dal D.P.R. 120/03, consiste in un'azione parallela di conservazione e gestione delle specie e degli habitat (concetti già peraltro presenti nella Convenzione di Berna), al fine di creare una rete ecologica di riferimento, in particolar modo per le specie migratrici.

I siti della Rete Ecologica Natura 2000 non debbono essere considerati aree protette nel senso classico, ma ambiti in cui le comunità locali (regioni, province, comuni) si impegnano in una effettiva e coordinata gestione che abbia come scopo principale il mantenimento a lungo termine di habitat e specie: è la visione "moderna" ed "europea" della Direttiva Habitat che responsabilizza Enti locali e soggetti privati verso una gestione attenta e consapevole della "risorsa natura" nell'interesse collettivo.

Le singole maglie della Rete Ecologica Europea NATURA 2000 risultano così inserite nel contesto paesaggistico e socio-economico, senza particolari limitazioni d'uso, tranne quelle che ne potrebbero compromettere la stabilità ecologica e quindi il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente.

I siti della Rete Ecologica Europea Natura 2000 diventano a tutti gli effetti luoghi di elezione per una gestione concreta, in cui effettuare monitoraggio continuo, attraverso processi di ricognizione, di individuazione delle emergenze naturalistiche e dei fattori di rischio presenti ed in divenire, al fine di pianificare opportuni interventi conservazionistici [7].

Purtroppo l'approccio innovativo e lungimirante della Direttiva "Habitat" di responsabilizzazione degli Enti non sempre ha un riscontro positivo, quantomeno in Italia, nella gestione concreta del territorio e delle sue risorse. Basti pensare ai ritardi legislativi (vd. procedura d'infrazione n. 2131/2006, nei confronti dello Stato Italiano, per il mancato recepimento della Direttiva "Uccelli", per quanto riguarda l'applicazione di misure speciali di conservazione degli habitat di riferimento delle specie in Allegato I) della Direttiva) oppure alle recenti proposte (al momento solo in bozza)

Tabella 2: Siti di Importanza Regionale L.R. 56/00 in Provincia di Livorno.

Codice SIR	Tipologia	Denominazione	Comune
SIR 47	SIC-ZPS	Padule di Suese e Biscottino	Collesalveti
SIR 48	SIC	Isola di Gorgona	Livorno
A 48	ZPS	Isola di Gorgona – area terrestre e marina	Livorno
SIR 49	ZPS	Tomboli di Cecina	Cecina
SIR 50	SIC-ZPS	Padule di Bolgheri	Castagneto C.ci
SIR 51	SIC	Boschi di Bolgheri, Bibbona e Castiglioncello	Bibbona, Castagneto C.ci, Casale M.mo
SIR 52	SIC	Isola di Capraia	Capraia
Codice SIR	Tipologia	Denominazione	Comune
SIR 53	ZPS	Isola di Capraia – area terrestre e marina	Capraia
SIR 54	SIC	Monte Calvi di Campiglia	Castagneto Carducci, San Vincenzo, Campiglia, Suvereto
SIR 55	SIC	Promontorio di Piombino e Monte Massoncello	Piombino
SIR 56	SIC-ZPS	Padule di Orti-Bottagone	Piombino
SIR 57	SIC-ZPS	Isole di Cerboli e Palmaiola	Capoliveri, Portoferraio, Rio Marina, Rio nell'Elba
SIR 58	SIC-ZPS	Monte Capanne e Promontorio dell'Enfola	Campo nell'Elba, Marciana, Marciana Marina, Portoferraio
SIR 59	SIC	Isola di Pianosa	Campo nell'Elba
A 59	ZPS	Isola di Pianosa – area terrestre e marina	Campo nell'Elba
SIR 60	SIC	Isola di Montecristo	Portoferraio
A60	ZPS	Isola di Montecristo e Formica di Montecristo – area terrestre e marina	Portoferraio
SIR B07	SIR	Zone umide del Golfo di Mola e di Schiopparello	Capoliveri, Portoferraio
SIR B08	SIR-ZPS	Elba Orientale	Porto Azzurro, Portoferraio, Rio nell'Elba
SIR B09	SIR	Calafuria	Livorno
SIR B10	SIR	Monte Pelato	Rosignano M.mo
SIR B21	SIR	Bandite di Follonica	Campiglia, Piombino, Suvereto, Follonica, Massa M. ma

di revisione della legge di recepimento regionale che attribuirebbero ai soggetti proponenti/attuatori di piani, progetti o interventi di potenziale impatto sull'integrità dei siti anche la funzione di approvazione delle rispettive relazioni di valutazione d'incidenza, vanificando l'unico strumento di controllo dato dalla normativa.

La L.R. 56/00, in attuazione del D.P.R. 357/97 e succ. modif. e integraz., attribuisce alle Province tutte le funzioni amministrative, incluse la defini-

zione e l'attuazione delle misure di conservazione necessarie al mantenimento a lungo termine di habitat e specie di interesse conservazionistico, anche mediante l'adozione di specifici Piani di Gestione dei siti (o linee di intervento riguardanti una singola porzione di un sito, se interessata da una particolare emergenza), nonché il monitoraggio di habitat e specie [8], l'effettuazione di studi e ricerche, l'attuazione di iniziative di informazione e sensibilizzazione della collettività. Tali funzioni

Aree protette e biodiversità: strumenti per la conservazione della natura e gestione effettiva nel territorio della Provincia di Livorno

sono attribuite agli Enti Parco regionali, per i territori ricadenti nei confini di Parchi Regionali, e agli Enti Parco Nazionali, previo accordo tra Regione, Provincia ed Ente Parco, nel caso di territori inclusi in Parchi Nazionali.

La L.R. 56/00 raccoglie tutti i SIC e le ZPS toscani, introducendo anche i sir (siti di interesse regionale), sotto la denominazione di SIR (Siti di Importanza Regionale, in Allegato D della legge), di cui 18 siti insistono sul territorio della Provincia di Livorno, in parte sovrapponendosi alle estensioni in toto o solo parzialmente – delle aree protette “classiche”, e di territori già riconosciuti, ad esempio, quali zone umide di importanza internazionale (Padule di Bolgheri), ai sensi della Convenzione di Ramsar.

In tabella 2 riportiamo i SIR del territorio della Provincia di Livorno (ultimo aggiornamento dell’Allegato D alla L.R. 56/00, approvato con DCRT n. 80/09).

## Conclusioni

Tra le funzioni amministrative proprie della Provincia, ai sensi del T.U.E.L. Dlgs n. 267/00, figura la voce “protezione della flora e della fauna, parchi e riserve naturali”, parimenti a quanto visto nella L.R. 56/00, per l’attribuzione delle competenze in materia di Rete Ecologica Europea Natura 2000. Nella pianificazione del territorio e nella relativa gestione, alle linee d’indirizzo, date dalla normativa internazionale e nazionale sulla conservazione della natura, secondo le due strategie parallele e integrate di tutela della natura (aree protette nel senso stretto del termine e siti Natura 2000), spesso confluenti nell’istituzione sul territorio di aree vincolate per gli scopi di legge (Figura 1), si affiancano altre normative di settore, inerenti ad es. la gestione faunistica e degli ecosistemi agro-forestali (si pensi ad es. ai miglioramenti ambientali a scopi faunistici) [9].

Esemplificativa può essere la normativa nazionale (ed i relativi recepimenti regionali) sull’esercizio del prelievo venatorio che individua una destinazione differenziata del territorio agrosilvopastorale (il 20-30% è destinato a territorio soggetto a divieto di caccia, con la presenza oltre alle aree protette di altri istituti e strutture, quali oasi di protezione, zone di protezione, zone di ripopolamento e cattura ecc.), con finalità ed interventi (prelievo

venatorio, ma anche immissioni faunistiche) che inevitabilmente hanno effetti sui popolamenti delle aree protette e viceversa [10].

Analogamente, e proprio nel territorio provinciale livornese, ci sono casi di Parchi Naturali ricadenti – in parte o in toto – nel perimetro del Patrimonio Agricolo Forestale Regionale, fattore che genera differenti visioni riguardanti le modalità di gestione (spesso dettate da strumenti di pianificazione dai contenuti non congruenti) che dovrebbero coniugare le necessità puramente conservazionistiche (es. sviluppo della vegetazione climacica) con le comuni pratiche forestali di coltivazione del bosco.

Sarebbe quindi auspicabile una programmazione ed una pianificazione condivise a tutti i livelli e tra i vari settori degli Enti competenti, per attuare una



Figura 1: Carta riassuntiva del sistema di aree protette in Provincia di Livorno.



concreta gestione delle risorse naturali che segua alla mera istituzione dell'area protetta sul territorio. E le aree protette possono svolgere un ruolo cardine in questioni divenute ormai urgenti, quali quelle della gestione faunistica (vd. ad esempio il contenimento del cinghiale e altri ungulati da un lato, ma anche la conservazione e la salvaguardia di specie d'interesse conservazionistico), per realizzare una programmazione integrata delle azioni da effettuare nel territorio protetto (incluse le aree contigue a parchi e riserve) [11] e nel territorio non vincolato, per portare avanti studi e ricerche su metodi innovativi di censimento faunistico [12], in grado di portare ad una stima dei popolamenti molto vicina alla realtà, per sperimentazioni dei piani d'azione nazionali per specie minacciate [13], per valutare gli effetti di operazioni di reintroduzione di *taxa* in pericolo [14], per studi e ricerche nel settore dei cosiddetti metodi ecologici di prevenzione dei danni, per studi relativi a piani e programmi di prelievo volti al raggiungimento e al mantenimento a lungo tempo della densità sostenibile dei vari *taxa*, in rapporto alle attività antropiche, ma anche ai popolamenti animali e vegetali.

### Bibliografia

- [1] A. Canu, Italia Protetta. Mondadori. Milano: 1994.
- [2] W.D. Newmark, A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American Parks. *Nature*: 1987.
- [3] E.O. Wilson, Biodiversità. La violenza della natura, la resistenza della vita. Bibl. Sc. Sansoni. Milano: 1999.
- [4] Spagnesi M., Zambotti L., Raccolta delle norme nazionali e internazionali per la conservazione della fauna selvatica e degli habitat. QCN 1. Min. Amb. – INFS: 2001.
- [5] Tognotti M., Ruggeri F., La rete di aree protette della Provincia di Livorno: tra conservazione, salvaguardia, ricerca e fruizione. In Aree Naturali Protette toscane. Non solo conservazione: esperienze e proposte di gestione. Reg. Tosc. Firenze: 2009.
- [6] Manuale per la gestione dei Siti Natura 2000. MATTM. Roma: 2002.
- [7] Battisti C., Biodiversità, "effetto isola" e rete ecologica. In Pignatti S. (a cura di) Biodiversità e aree naturali protette. ETS. Pisa: 2005.
- [8] Sposimo P., Castelli C., La Biodiversità in Toscana. Specie e habitat in pericolo. RENATO. Il Bandino Tip., Firenze: 2005.
- [9] Genghini M., Spagnesi M., Toso S., I miglioramenti ambientali a fini faunistici. INFS. Bologna: 1994.
- [10] Spagnesi M., Toso S., Cocchi R., Trocchi V., Documento orientativo sui criteri di omogeneità e congruenza per la pianificazione faunistico-venatoria. INFS. Bologna: 1994.
- [11] Toso S., Pedrotti L., Linee guida per la gestione del cinghiale (*Sus scrofa*) nelle aree protette. QCN 3. Min. Amb. – INFS: 2001.
- [12] Franzetti B., Focardi S., La stima di popolazione degli ungulati mediante *distance sampling* e termocamera a infrarossi. INFS. Bologna: 2006.
- [13] Genovesi P., Piano d'azione nazionale per la conservazione del lupo (*Canis lupus*). QCN 13. Min. Amb. – INFS: 2002.
- [14] AA.VV., Linee guida per l'immissione di specie faunistiche. QCN 27. Min. Amb. – INFS: 2007.

# La qualità ambientale dell'area marino costiera Toscana: una review dei lavori di ricerca condotti nel tratto compreso tra Livorno ed Orbetello

Silvano Focardi<sup>1</sup>, Monia Renzi<sup>\*1,2</sup>

**Parole chiave:** Tirreno centrale, qualità delle acque, aree marine protette

*Questo lavoro ripropone un'elaborazione sintetica delle conoscenze disponibili sullo stato di salute dell'ecosistema marino costiero compreso tra Livorno ed Orbetello e delle riserve marine dell'arcipelago Toscano integrando ed analizzando i risultati ottenuti da diversi gruppi di ricerca. Sono stati presi in considerazione gli studi resi pubblici finalizzati alla valutazione dello stato qualitativo delle biocenosi principali, all'analisi di problematiche ecologiche complesse ed alla quantificazione in matrici ambientali e biologiche dei principali contaminanti bioaccumulabili.*

*Dai dati considerati emerge una notevole variabilità delle maggiori problematiche ambientali lungo la costa Toscana con la presenza di fonti di contaminazione anche significative di tipo hot-spot riconducibili ad alterazioni indotte da attività industriali attuali e/o pregresse. Sebbene gli indici di qualità evidenzino per i principali corsi fluviali una tendenza alla sufficienza per la qualità delle acque alla foce, molti studi hanno evidenziato problematiche specifiche di contaminazione per molecole di sintesi ed elementi in tracce. L'area compresa tra Livorno e Vada presenta una buona qualità delle acque seppure con formazioni documentate di schiume persistenti ricorrenti. Le isole sono caratterizzate da una elevata qualità ambientale e livelli di contaminazione contenuti sebbene risentano di fenomeni di deposizioni long-range della contaminazione. La presenza dell'anomalia geologica dell'area Amiatina determina una evidente alterazione relativamente al contenuto in metalli pesanti nei sedimenti costieri, alterazione particolarmente accentuata nell'isola d'Elba e lungo la fascia costiera compresa tra l'Ombrone e l'Argentario.*

## 1. Introduzione

La crescente contaminazione del Mar Mediterraneo è un fenomeno ormai noto, dovuto alla pressione progressivamente maggiore della popolazione sulle zone costiere, all'incremento dei trasporti marittimi ed al carico maggiore di contaminanti e nutrienti apportato dai corsi d'acqua superficiali [1], criticità amplificate anche dalla scarsa velocità di ricambio delle acque del bacino [2]. Negli ultimi 25 anni, quasi il 7% degli incidenti petroliferi mondiali si sono verificati nel

Mediterraneo.

La Direttiva Quadro Acqua (2000/60/CE) è la più importate legislazione in materia ambientale dell'Unione Europea recepita a livello nazionale che si propone come obiettivo la limitazione di questo fenomeno. È finalizzata al raggiungimento di uno stato sostenibile dei diversi ambienti acquatici attraverso il censimento del loro stato qualitativo generale, l'individuazione di particolari criticità locali e la programmazione di strategie di intervento. Una delle principali problematiche riscontrate nella sua applicazione è rappresentata dalla diffi-

coltà nella definizione dello stato qualitativo generale di aree marino-costiere estese. Il reperimento di dati scientifici di riferimento è spesso molto complesso soprattutto relativamente all'area geografica del Tirreno centrale. Questa difficoltà è dovuta sia al fatto che spesso gli studi condotti a livello locale non sono divulgati su banche dati internazionali che alla notevole disomogeneità e frammentarietà delle acquisizioni su scala locale. Questo contributo ripropone alcuni dei principali risultati conseguiti nell'ambito delle attività di ricerca e monitoraggio condotte dai vari gruppi universitari locali e dall'ARPAT effettuandone una sintesi ragionata ed includendo anche documentazione non pubblicata sulle banche dati internazionali.

## 2. Caratteristiche generali e principali fonti di contaminazione diffusa

L'area costiera della Toscana considerata presenta un'elevata variabilità climatica locale ma si riscontrano stagionalità marcate dei regimi pluviometrici con massimi in primavera ed autunno e minimo in estate, regime tipico del clima marino temperato della nostra regione [3]. In generale la circolazione delle masse idriche marine non dipende principalmente da fattori idraulici bensì da caratteristiche proprie interne delle masse d'acqua (temperatura, densità) che costituiscono i motori della circolazione generale. La platea dalla quale emergono le isole dell'Arcipelago Toscano è separata dalla Corsica mediante l'omonimo canale; la maggior parte del fondale marino ha profondità inferiore ai 150 metri. I sedimenti che si accumulano sotto costa sono di origine continentale detritica di tipo fanghi terrigeno costieri da Livorno a Rosignano e sabbioso da Rosignano verso sud [3]. L'apporto detritico fluviale è notevole. I principali corsi superficiali che sfociano lungo la costa sono Albegna, Arno, Cecina, Magra ed Ombrone. Quest'ultimo rappresenta il maggiore in termini di contributo all'apporto di materiale terrigeno. Le principali caratteristiche dei fiumi e la qualità delle loro acque rilevata alla foce sono riportate in Tabella 1. L'Arno drena un ampio bacino imbrifero e trasporta elevati livelli di Al, Fe, Hg ed altri elementi in tracce [4] mentre l'Albegna contribuisce significativamente alla contaminazione da composti organici di sintesi per uso agricolo

ed elementi in tracce [5]. Nonostante per gli altri corsi d'acqua considerati il valori degli indici di qualità calcolati secondo quanto previsto dalla Direttiva Quadro Acqua indichino, alla foce livelli almeno sufficienti, dati bibliografici evidenziano come, anche per essi, il contributo in termini di contaminanti ambientali sia sostanziale. Il fiume Cecina presenta un contributo notevole in termini di elementi in tracce in seguito al drenaggio delle aree industriali presenti sul territorio [6] mentre appare di entità minore la contaminazione dovuta al fiume Fine [7]. L'Ombrone presenta livelli alterati di composti organici come nel caso dell'Albegna [8]. Oltre alla contaminazione apportata insieme al detrito dai corsi d'acqua superficiali, la fascia costiera risente della pressione antropica dovuta alla popolazione residente che presenta le maggiori densità nella zona settentrionale della fascia costiera tra Carrara e Cecina (densità medie superiori a 720 ab/km<sup>2</sup> e massimi in Viareggio e Livorno di oltre 1500 ab/km<sup>2</sup>) con medie nelle altre aree toscane di 120 ab/km<sup>2</sup>. Le aree a particolare vocazione turistica (Massa, Viareggio, Pisa, Castiglione della Pescaia, Grosseto, Argentario, Isola d'Elba, Versilia, zona compresa tra Livorno e Follonica) presentano massimi estivi di particolare rilievo. L'aumento della domanda estiva d'acqua legato all'incremento della popolazione locale, crea ancora oggi problemi di approvvigionamento idropotabile in tutta la zona costiera [9]. L'incremento estivo determina un sovraccarico per gli impianti di depurazione dei reflui urbani che presentano in questo periodo sia nelle aree Livornesi [9], Argentario [10], che nelle altre zone

### gli autori

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali,  
Università degli Studi di Siena,  
Via P.A. Mattioli n. 4, 53100, Siena  
e-mail: focardi@unisi.it.

<sup>2</sup> Centro Ricerche di Ecologia lagunare,  
pesca ed acquacoltura (Ecolab),  
Polo Universitario Grossetano,  
Università di Siena a Grosseto,  
via Lungolago dei Pescatori s.n.,  
58015 Orbetello (GR),  
e-mail: renzi2@unisi.it.

[3] le maggiori criticità anche in relazione al peggioramento della qualità dell'acqua sotterranea. Gli incrementi di carico associati alla riduzione della portata delle acque di falda e quindi al quantitativo di acqua di fornitura procapite ed ai ridotti apporti piovani, costituiscono le principali cause delle inefficienze riscontrate che derminano un sostanziale aumento delle concentrazioni delle sostanze ad effetto eutrofizzante nelle acque in uscita [9]. L'agricoltura è particolarmente importante nella zona meridionale della Toscana (Valle di Corina tra Piombino e Follonica, piana compresa tra la Foce del Bruna e dell'Ombrone Grossetano, area prossima alla foce dell'Albegna) dove ha determinato alterazioni nei regimi dei corsi d'acqua superficiali, nel trasporto solido verso il mare, nell'apporto eutrofico e nel contributo di molecole di sintesi utilizzate per il controllo dei parassiti. Nella Piana di Rosignano è ampiamente sviluppata l'agricoltura su base estensiva con ampio utilizzo di tutti i mezzi della tecnologia moderna; queste tecniche determinano apporto di pesticidi e nutrienti in soluzione acquosa [7] dovuti all'impiego di antiparassitari e concimi chimici [11].

### 3. Caratteristiche generali dei sedimenti e qualità delle acque

Il tratto compreso tra le foci del Cecina e del Fine appartiene ad un'unica unità fisiografica che si estende per un arco di oltre 50 km dalla piana di Rosignano al promontorio di Piombino, alterata solo dalle secche di Vada, estensione marina della formazione costituente la piana rocciosa [12]. Il sedimento è tipicamente: grossolano entro la batimetria del 25 metri con prevalenza biologica nelle Secche di Vada, misto a composizione biogenica-terrigena in corrispondenza delle coste dell'Elba e biogenico nella zona più occidentale [3]. Il contenuto in carbonati di origine terrigena è molto elevato in tutti i sedimenti dell'area compresa tra Livorno e Vada (dal 20 all'85%) [12]. Lungo la fascia costiera dal promontorio di Piombino al margine Nord del Comune di Livorno si assiste alla presenza di popolamenti a *Posidonia oceanica* che si estendono dal margine esterno del promontorio fino a S. Vincenzo lungo la batimetria dei 10 m. Le acque costiere presentano in questa zona IQB compreso tra 2 e 3. Lungo la batimetria dei 20 m i fondali sono tipicamente detritici costieri. Il

comune di Castagneto Carducci presenta zone costiere a *Cymodocea nodosa* alternate a fondali sabbiosi con IQB di 1 e Trix compreso tra 3,71-3,62; fitoplancton con valori medi di 150.000 cell L<sup>-1</sup> e zooplancton di 2.190 ind m<sup>-3</sup>. Le secche di Vada sono occupate dalla prateria di *Posidonia oceanica*. Fino a Rosignano marittimo i fondali entro la batimetria dei 10 m sono tipicamente sabbiosi con IQB medio di 1 ed indice Trix compreso tra 3,37-3,47. Nella zona 10-20 m si osservano popolamenti di *P. oceanica* densa mentre a Nord di Rosignano marittimo si registrano sottocosta popolamenti algali che si estendono entro i 10 m dalla costa intercalati a sabbie. In questa zona le acque hanno valori dell'indice Trix compreso tra 3,58-3,72, fitoplancton medio di 450.000 cell L<sup>-1</sup> e zooplancton di 3599 ind m<sup>-3</sup> [3]. Nelle aree prossime alla foce dei principali corsi d'acqua superficiali si osservano depositi di tipo fangoso-sabbioso.

### 4. Principali fonti di contaminazione di tipo hot-spot

La zona costiera considerata presenta alcune fonti di contaminazione di tipo *hot-spot* di particolare rilevanza quali le aree industriali, le zone portuali e le aree a sfruttamento ittico intensivo. Le aree a particolare vocazione industriale sono localizzate a Massa e Carrara, Livorno, Rosignano e Piombino. In particolare sono presenti quattro aree istituite come sito di bonifica di interesse nazionale (SIN): Piombino, Massa Carrara, il canale industriale di Livorno, la laguna di Orbetello. L'attività industriale della Rosignano *Solvay* ha determinato l'iscrizione dell'area da parte dell'UNEP tra i 15 siti costieri più inquinati del mediterraneo. All'interno della *Solvay* sono attivi processi industriali in grado di produrre carbonato di sodio, bicarbonato di sodio, cloruro di calcio, cloro, acido cloridrico, clorometani, materie plastiche, perossido di idrogeno. Recentemente sono state costruite due turbogas per la produzione di energia elettrica della potenza di circa 450 MW ciascuna. L'impianto della *Solvay* scarica in mare circa 300.000 t/anno di sabbie carbonatiche determinando fortemente le dinamiche e l'evoluzione costiera nella zona compresa tra Lillatro e Pietrabianca-Pontile Vittorio Veneto [12]. Il pontile, in particolare, fu costruito dalla società nel 1947 ed in seguito allungato fino all'estremità della platea rocciosa in modo da favo-

rire la dispersione delle sabbie verso il largo. La criticità dell'area è amplificata dalla presenza contestuale dello scarico del sistema di depurazione dei reflui urbani. Dai dati disponibili risulta che l'impianto industriale ed il depuratore scaricano in ambiente marino dalle 30,2 (2003) alle 67 (2005) t/anno di fosforo totale. L'azoto totale risulta derivare essenzialmente dalla produzione dell'impianto Sodiera con un andamento che oscilla tra le 451 (2004) e le 542 (2003) t/anno, con gli ultimi due anni disponibili (2004-05) che presentano valori inferiori alle 500 t/anno [9]. Nonostante numerosi studi condotti nel corso degli anni [13] abbiano documentato la presenza di contaminazione delle acque e dei sedimenti da parte dell'impianto industriale *Solvay* cui hanno fatto seguito riconversioni dei processi operativi industriali finalizzate a ridurre l'immissione di inquinanti (i.e. Hg), studi recenti condotti sull'effetto dell'immissione di materiale inerte da parte dello stabilimento hanno

mostrato che l'impatto sulla struttura delle bioce-nosi animali macrozoobentoniche si manifesta all'incirca entro un raggio di 800-1000 m dal refluo [12]. Dagli studi emerge che l'aumento della frazione fine del sedimento superficiale nelle stazioni a bassa profondità causato dal materiale inerte immesso dalla *Solvay* non incide sulla distribuzione delle specie sospensivore, mentre sembra favorire l'insediamento dei detritivori obbligati, anche a basse profondità. L'intorbidimento accentuato delle acque ha tuttavia determinato la scomparsa della preesistente prateria di *Posidonia oceanica* nell'area direttamente sottoposta agli effetti dello scarico *Solvay* con una riduzione della diversità specifica favorendo di converso lo sviluppo di specie particolarmente resistenti ed a forte adattabilità come *Laurencia obtusa* o *Corallina granifera*. Specie invasive come *Caulerpa prolifera*, *Acrothamnion preissii* e *Caulerpa racemosa*, hanno trovato nella matte morta di *Posidonia oceanica*

Tabella 1: Caratteristiche principali dei corsi fluviali maggiori presenti nell'area.

Fiume	Portata media alla foce	Sviluppo dell'asta fluviale	Superficie del bacino	Caratteristiche geologiche del substrato	Carico organico potenziale	Carico trofico teorico		Classificazione alla foce ai sensi del D. Lgs. 152/06
	m <sup>3</sup> /s	km	km <sup>2</sup>		AbEq	tN	tP	
Albegna	15	66	748	Anomalia geologica del Mt. Amiata	220219	2934	1478	IBE Classe III (alterato)
Arno	110	241	9047	Rocce facilmente erodibili con elevato trasporto solido	7477781	34951	13499	LIM livello 4 (scarso) con stazioni pessime
Cecina	15	78	765	Elevata conducibilità delle acque	114168	1873	958	LIM livello 3 (sufficiente) con valori di cloruri e solfati mediamente elevati
Magra	40	62	990	Pianura intensamente coltivata	163762	1644	645	SECA classe 2 (buono)
Ombrone	32	161	4422	Maggior portata di solidi sospesi dei fiumi toscani, anomalia geologica Amiatina da Hg	1157308	14909	7383	LIM, IBE (classe 2) livello buono

Note: AbEq = Abitanti Equivalenti; tN = tonnellate di azoto; tP = tonnellate di fosforo; IBE = Indice Biotico Estesio; LIM = Livello di Inquinamento da Macrodescriptors D.Lgs. 152/06; SECA = Stato ecologico dei corsi d'acqua. Dati estratti da [3].

il substrato ideale per il proprio insediamento. Studi pregressi hanno dimostrato che il fito e lo zooplancton sono caratterizzati da uno sviluppo di popolamenti tardo-primaverili (giugno 2001) che risultano più abbondanti rispetto a quelli tardo-estivi (settembre 2000) [14].

La portualità presenta una notevole criticità ambientale in quanto ad essa risultano associati elevati livelli di contaminanti ambientali [15]. I maggiori porti presenti sono costituiti da Livorno (altamente contaminato [16], Piombino, Massa Carrara, Portoferraio e costituiscono oltre il 95% del traffico marittimo totale sia come tonnellaggio delle navi in transito che come tonnellaggio delle merci movimentate. Da essi transitano, inoltre, l'80% dei passeggeri della Regione Toscana [3]. La marineria del compartimento di Livorno, così come quelle di altre aree del litorale Toscano è caratterizzata da imbarcazioni tendenzialmente polivalenti e che in larga misura praticano attività basate sugli attrezzi tipici della piccola pesca (reti da posta e palangaro) piuttosto che sugli attrezzi della pesca industriale (strascico e circuizione) con un ridotto impatto sulle popolazioni [12].

Le zone costiere della Toscana e le isole presentano, oltre alla evidente vocazione turistica anche la presenza di insediamenti produttivi legati all'acquacoltura con sviluppo sia di aree a vocazione estensiva che zone intensive a terra (laguna di Orbetello, Rosignano, Piombino, Castiglione della Pescaia) e gabbie a mare (Isole di Gorgona, Capraia, Porto Ercole). A questa tipologia di attività sono associati fenomeni di contaminazione del sedimento marino e di alterazione delle principali biocenosi [17].

##### **5. Occorrenza di fenomeni di emulsioni stabili lungo le coste**

La zona marino costiera compresa tra Livorno e Vada ha presentato nel corso degli anni fenomeni ripetuti e marcati di formazione di emulsioni stabili in mare. Le emulsioni stabili in ecosistemi marini costituiscono un problema ambientale che interessa sempre più frequentemente la fascia costiera Italiana. Esse possono avere origine antropica (immissione nell'ambiente di sostanze schiumogene o stabilizzanti [18]), naturale (proliferazioni batteriche [19], mucillaginose ecc.) o mista nel caso si verifichi la concomitanza di più fattori di di-

versa natura e possono essere favorite dalla presenza di fattori stabilizzanti. Studi condotti hanno evidenziato la presenza consistente di carbonato di calcio, lipidi e surfattanti attivi al blu di metilene (MBAS) in concentrazioni che, seppure significative, non sono ritenute tali da poter giustificare da sole il verificarsi del fenomeno alle intensità riscontrate [20]. Ulteriori indagini sono in corso da parte dell'Università degli Studi di Siena su finanziamento del Comune di Rosignano marittimo.

##### **6. Stato qualitativo delle riserve marine dell'Arcipelago Toscano**

Le riserve marine dell'Arcipelago Toscano sono costituite da nove isole localizzate tra la Corsica ed il tratto di costa Toscana compreso tra Orbetello e Livorno. Gorgona è l'isola localizzata più a Nord posta al limite tra il Tirreno centrale ed il Mar Ligure, mentre Giannutri è l'isola localizzata più a Sud, prossima al Mt. Argentario. In questo sistema, le isole che compongono l'Arcipelago stesso, mostrano diversi livelli di protezione su scala locale e diverse tipologie di pressione antropica sia di tipo diretto (su scala geografica locale) che indiretto (su scala geografica di bacino). Le isole poggiano su fondi detritici costieri ad eccezione dell'Elba che presenta a nord tali materiali ed a Sud una dominanza di fondi detritici non costieri. La presenza di praterie di *P. oceanica* è diffusa e dominante sebbene siano state rilevate associazioni macroalgali e colonizzazioni da parte di specie non autoctone [21]. L'indice Trix elaborato per l'Isola d'Elba in località Porto Ferraio e Porto Azzurro ha mostrato valori di qualità delle acque elevati [3].

Studi effettuati negli ultimi cinque anni su questo sistema hanno evidenziato una buona qualità generale delle isole dell'arcipelago. Infatti, i sedimenti delle isole sono principalmente caratterizzati da detrito calcareo di origine biologica con caratteristiche di pH ed Eh che consentono di classificarlo come sedimento bene ossidato e contenuto in TOC sempre inferiore al 2% [22]. I livelli di contaminanti organici persistenti quantificati nei sedimenti delle isole appaiono molto modesti [23] e nei sedimenti dell'isola Capraia è stata rinvenuta una specie indicatrice di buona qualità ambientale, il *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas, 1774; Cephalochordata) [24]. Nonostante questo, alcu-

**Tabella 2: Livelli degli elementi in tracce misurati nei sedimenti dell'area Elba Argentario e laguna di Orbetello.**

Studio		Cr	Mn	Hg	Ni	Pb	Cu	Zn	Al	Fe
Laguna di Orbetello	<b>Media</b>	60,13	2845	28,2	70,1	85,3	46,8	338,6	32974	22947
	<b>Range</b>	19-101	342-1062	0,6-3,8	5,4-25,8	7-40	4,2-24	23-145	2627-18279	4535-17036
Laguna di Orbetello ex-sitoco	<b>Media</b>	32,2	142	0,26	12,4	121	75	282	13237	12514
	<b>Range</b>	19-49	62-237	0,12-0,38	<5-23	45-230	23-123	75-487	3898-27882	6468-24917
Argentario	<b>Range</b>	27-40	350-695	0,30-1,70		19-56	21-41	44-98	28000-74000	15000-19000
Elba -Argentario	<b>Range</b>	94-131			48-77	25-64	25-27	88-121		

Note: Cr = cromo, Mn = manganese, Hg = mercurio, Ni = nichel, Pb = piombo, Cu = rame, Zn = zinco, Al = alluminio, Fe = ferro. Dati espressi come mgkg<sup>-1</sup> p.s.. Laguna di Orbetello [25], Laguna di Orbetello ex-sitoco [26], Argentario mare [27], Elba Argentario [28].

ni studi hanno preso in considerazione alcuni indicatori di contaminazione antropica (idrocarburi policiclici aromatici, IPA) come specifici indicatori chimici di inquinamento derivante dalle attività umane e si è valutato mediante l'analisi statistica multivariata, l'occorrenza di relazioni significative tra il livello di protezione adottato nell'isola ed i livelli di inquinamento osservati [22]. I risultati ottenuti hanno evidenziato che, sebbene il livello di protezione determini le maggiori differenze tra i sistemi di studio, al contrario di quanto atteso, si è osservato la presenza di una contaminazione significativa nelle riserve integrali (*no-take, no-access zone*). Questo dato è relazionabile all'esistenza di dinamiche a scala geografica maggiore rispetto a quelle per le quali la riserva marina è in grado di offrire protezione diretta.

### 7. Caratteristiche di rilievo della zona costiera dell'Argentario

L'area costiera dell'Argentario è interessata dall'anomalia geologica del Mt. Amiata, anomalia che ha determinato grazie anche al notevole trasporto detritico esercitato dai fiumi Ombrone ed Albegna, una alterazione dei livelli di elementi in tracce

presenti nei sedimenti della zona compresa tra l'isola d'Elba ed il Mt. Argentario (Tabella 2). La laguna di Orbetello presenta livelli particolarmente anomali di elementi in tracce dovuti alla sovrapposizione dell'anomalia geologica locale con attività antropiche legate all'immissione di elementi in tracce (produzione di acido solforico per combustione delle pirite ed estrazione del ferro-manganese da miniere ad elevato tenore di cinabro).

### 8. Bibliografia

- [1] Clark R.B., 1997. Marine pollution, Oxford University Press.
- [2] Cognetti, G, M. Sarà, G. Magazzù, 1999 – Biologia marina. Ed. Calderini, pp. 596.
- [3] Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), 2007 Programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero della Toscana Attività luglio 2006-gennaio 2007, Relazione finale, pp. 85.
- [4] G. Cortecchi, T. Boschetti, E. Dinelli, R. Cidu, F. Podda, and M. Doveri Geochemistry of trace elements in surface waters of the Arno River Basin, northern Tuscany, Italy, Appl. Geochem. 24 (2009), pp. 1005-1022.

- [5] I. Corsi, M. Mariottini, C. Sensini, L. Lancini, and S. Focardi, *Cytochrome P450, acetylcholinesterase and gonadal histology for evaluating contaminant exposure levels in fishes from a highly eutrophic brackish ecosystem: the Orbetello Lagoon, Italy*, *Mar. Poll. Bull.* 46 (2003), pp. 203-212.
- [6] M. Pennisi, R. Gonfiantini, S. Grassi, and P. Squarci, *The utilization of boron and strontium isotopes for the assessment of boron contamination of the Cecina River alluvial aquifer (central-western Tuscany, Italy)*, *Appl. Geochem.*, 21 (2006), pp. 643-655.
- [7] Zaghi C., C. Gaggi, A. Finizio, 2007 – *Valutazione del rischio ambientale applicata ai prodotti chimici*. Ed. Pitagora Editrice Bologna, Quaderni di tecniche di protezione ambientale n. 83. pp. 270.
- [8] M. Märker, L. Angeli, L. Bottai, R. Costantini, R. Ferrari, L. Innocenti, and G. Siciliano, *Assessment of land degradation susceptibility by scenario analysis: A case study in Southern Tuscany, Italy*, *Geomorphology* 93 (2008), pp. 120-129.
- [9] ASA, 2005. IV. *Performance Ambientale: Solvay e l'ambiente – Anno 2005*, Bilancio di Sostenibilità Solvay 2005, pp. 58-77.
- [10] M. Renzi, G. Perra, C. Guerranti, E. Franchi, S. Focardi *Abatement efficiency of municipal wastewater treatment plants using different technologies (Orbetello lagoon, Italy)*, *Int. J. Env. Health*, 3(1) (2009), pp. 58-70.
- [11] Bacci E., 1994 - *Ecotoxicology of organic contaminants*. CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp.165.
- [12] Fresi et al., 2002. *Relazione finale*. Econ s.r.l. *Sistemi avanzati per l'ambiente Ottimizzazione della compatibilità ambientale dell'immissione di fanghi inerti nell'ecosistema marino costiero di Rosignano*.
- [13] Bargagli R., Baldi F., Leonzio C., 1985 - *Trace metal assessment in sediment, molluscs and reed Leaves in the Bay of Follonica (Italy)*. *Mar. Environ. Res.* 16: 281-300.
- [14] Guglielmo et al., 1983. In Fresi et al., 2002. *Relazione finale*. Econ s.r.l. *Sistemi avanzati per l'ambiente Ottimizzazione della compatibilità ambientale dell'immissione di fanghi inerti nell'ecosistema marino costiero di Rosignano*.
- [15] M. Renzi, G. Perra, C. Guerranti, M. Mariottini, D. Baroni, M. Volterrani, M. Graziosi, A. Specchiulli, and S. Focardi, *Assessment of environmental pollutants in ten southern-italian harbours sediments*, *Toxicol. Ind. Health*, 2009.
- [16] Ausili A., Mecozzi M., Gabellini M., Ciuffa G., Mellara F. *Phisico-chemical characteristics and multivariate analysis of contaminated harbour sediments*. *Water Sci Technol* 1998; 37(6-7): 131-139.
- [17] Mazzola A., Mirto S., La Rosa T., Fabiano, M., Danovaro, R., 2000. *Fish-farming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofaunal recovery*. *ICES J. Mar. Sci.*, 57, pp. 1454-1461.
- [18] Bubb J.M. and Lester J.N., 1991. *The impact of heavy-metals on lowland rivers and the implications for man and the environment*, *Sci. Total Environ.* 100, pp. 207-233.
- [19] Rosenberg M., D.L. Gutnick, and E. Rosenberg. 1980. *Adherence of bacteria to hydrocarbons: a simple method for measuring cell-surface hydrophobicity*. *FEMS Microbiol. Lett.* 9: 29-33.
- [20] Università degli Studi di Firenze, 2000 – *Studio relativo al fenomeno dell'inquinamento ambientale delle acque di mare prospicienti il fosso Bianco*. *Relazione finale ad opera del Consorzio per il centro interuniversitario di biologia marina ed ecologia applicata "G. Bacci"*, prof. Luciano Lepri, 9/10/2000, pp. 13.
- [21] L. Piazzzi, F. Cinelli, 2005, *Distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae on the coast of Tuscany, Italy, North-western Mediterranean sea in relation to different habitats and sedimentation*. *Botanica Marina*, 44 (5): 509-520.
- [22] Monia Renzi, Guido Perra, Arianna Lobianco, Elena Mari, Cristiana Guerranti, Silvia Focardi, Milva Pepi, Silvano Focardi, in press, *Environmental quality assessment of the marine reserves of the Tuscan Archipelago, central tyrrhenian sea (italy)*, *Chem and Ecol.*
- [23] K. Pozo, D. Lazzarini, G. Perra, V. Volpi, S. Corsolini, and S. Focardi, *Levels and spatial distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs) in superficial sediment from 15 Italian Marine Protected Areas (MPA)*, *Mar. Pollut. Bull.*, 58(5) (2009), pp. 773-776.
- [24] Rota Emilia, Perra Guido, Focardi Silvano, 2009, *The European lancelet Branchiostoma lanceolatum (Pallas) as an indicator of environmental quality of Tuscan Archipelago (Western Mediterranean Sea)*, 25(1): 61-69.
- [25] Renzi M. (2007) *Distribuzione dei banchi di fanerogame nella laguna di Orbetello in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti*



Tesi di Dottorato in Tecnologie per la Valutazione degli Impatti Ecotossicologici Università degli Studi di Siena, Ciclo XX.

[26] Renzi M. (2001) "Indagine preliminare sulla qualità delle acque in un'area della laguna di Orbetello (Zona ex- SITOCCO)", Tesi di laurea, Università degli studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali.

[27] Borghini F. (1998) "Gli elementi in tracce negli ecosistemi costieri dell'Argentario", At. Soc. Tos. Sci. Nat. Mem., 105(A): 9-16.

[28] Leoni L., e Sartori F. (1997) "Heavy metals and arsenic distributions in sediments of the Elba-Argentario basin, southern Tuscany, Italy", Environ. Geol. 32(2): 83-92.

## I veleni del mare: rassegna sintetica

Ferruccio Chiesa<sup>1</sup>

**Parole chiave:** veleni, biotossine, dinoflagellati, tossinfezioni alimentari

*Allo scopo di fornire un aggiornamento sui principali pericoli che possono essere rappresentati dal contatto o dall'ingestione di sostanze nocive provenienti da alghe e animali marini, viene passata in rassegna un'ampia serie di veleni e tossici prodotti da organismi marini appartenenti alle più diverse specie conosciute. Oltre alla origine vengono descritte le caratteristiche chimiche delle singole sostanze, il loro meccanismo d'azione e il grado di pericolosità.*

*Anche la recente diffusione in mari subtropicali o temperati di specie tossiche un tempo esclusivamente tropicali viene segnalata come conseguenza di fenomeni legati all'inquinamento ed alle modificazioni termiche in atto.*

### Introduzione

Intendendo per “veleno” qualsiasi sostanza chimica (solida, liquida o gassosa) che rechi danno agli organismi, si preferisce indicare col termine di “tossina” o meglio ancora di “biotossina” ogni tossico direttamente prodotto ed utilizzato da esseri viventi

L'ambiente biologico marino, in contrasto con l'armoniosa e policroma bellezza che lo caratterizza, è costantemente dominato da una incessante e feroce lotta per la sopravvivenza delle singole specie, che, oltre al diretto e più macroscopico rapporto predatore-preda, viene in buona parte sostenuta dalla sintesi e dalla emissione nell'ambiente di complesse sostanze chimiche in grado di facilitare la crescita, la riproduzione e la difesa degli organismi produttori (*meccanismo allelopatico*), oppure di svolgere una azione venefica (*meccanismo tossico*) nei confronti di specie competitive.

La produzione di tossine, di elevatissimo potenziale e raffinata specifica struttura, si verifica sia a livello di specie animali che vegetali (*Cianobatteri*;

*Dinoflagellati; Alghe; Protozoi; Cnidari; Molluschi; Vermi; Pesci*) e, in alcune occasioni, può raggiungere livelli quanti-qualitativi tali da rappresentare un serio pericolo anche per la specie planetaria dominante che è quella umana.

Le modificazioni meteo-ecologiche e l'inquinamento diffuso in ogni mare sembrano potenziare, in occasioni che si fanno peraltro sempre più frequenti, pericolosi meccanismi tossici, soggetti ad un ormai documentato flusso geografico che dai mari tropicali va estendendosi verso quelli temperati e in particolare, per quanto ci interessa direttamente, verso il Mediterraneo.

### gli autori

<sup>1</sup>Medico Cardiologo ed Iperbarico  
cardisub@libero.it  
Docente presso il Master  
“Medicina Iperbarica e Subacquea”  
Scuola Superiore Sant'Anna-CNR - Pisa

In Italia, specialmente lungo le coste dell'Adriatico settentrionale, da oltre un decennio sono stati registrati migliaia di casi di bio-intossicazione di origine marina di varia natura ed entità.

La presente rassegna ha lo scopo di segnalare le principali tossine prodotte dal mondo vivente marino, di evidenziarne struttura chimica ed azione, di rivellarne l'origine e di fornire infine alcuni suggerimenti di profilassi ed opportuna terapia.

### **Biotossine prodotte da Cianobatteri, Dinoflagellati e Alghe**

Organismi microscopici come i Dinoflagellati (*Gambierdiscus toxicus*; *Gonyaulax tamerensis*, *catenella ed acatenella*; *Exuviaella mariae-lebouriae*), che per le loro caratteristiche vengono classificati anello di congiunzione tra regno vegetale e regno animale e come alcune alghe appartenenti alle Diatomee (*Nitzschia fungeus*), sono in grado di produrre potenti tossine (Tabella 1) che, nel caso oggi non infrequente di fioriture algali imponenti (maree rosse o "algal blooms") possono rappresentare un serio pericolo alimentare, specialmente in regioni tropicali o subtropicali, in relazione alla carica tossica accumulata nell'organismo dei loro predatori che giungono normalmente alle nostre mense.

*Tabella 1: Classificazione biochimica delle principali biotossine marine.*

1. **Aminoacidi**  
(ac. domoico e similari, con 10 varianti)
2. **Purine**  
(saxitossine con 12 varianti)
3. **Imine cicliche**  
(spiroolidi; gymnodimine; pinnotoxina A)
4. **Poliesteri e Composti Macro ciclici**  
(ac.okadoico; pectenotossine)
5. **Polieteri**  
(brevetossine; yessotossine; ciguatossina)

Tra gli animali marini in grado di accumulare grandi quantità di biotossine algali, divenendo a loro volta tossici, risultano in primo piano i Molluschi bivalvi eduli (*Mytilus edulis*; *Mytilus galloprovincialis*; *Crossostrea gigas*; *Chlamis*), seguiti dai Molluschi gasteropodi (*Buccinum undulosus*) e dai Crostacei (granchio *Zosimus aeneus*).

In alcuni mitili la carica tossica può raggiungere e superare i 20.000 µg per 100 g di tessuto, risultando estremamente pericolosa per ingestione alimentare da parte dell'uomo.

In riferimento alla solubilità delle biotossine algali distinguiamo una complessa serie di sindromi cliniche, caratterizzate da differenti livelli di gravità (Tabella 2).

La maggior parte delle biotossine algali resiste alla cottura che, nel caso dei mitili eduli, serve comunque all'abbattimento di batteri e virus che nel medesimo mollusco possono condividere la presenza ed essere a loro volta responsabili di differente patologia.

Anche se l'intossicazione di origine bio-marina trova nelle zone tropicali e subtropicali la principale sede epidemiologica, le recenti modificazioni climatiche e biologiche avvenute nel Mediterraneo pongono un serio livello di guardia anche nell'uso alimentare di molluschi sulle nostre mense.

*Tabella 2: Schema delle sindromi da biotossine marine.*

#### **Le Biotossine idrosolubili producono:**

##### **Sindrome paralitica**

(Paralytic Shellfish Poisoning o **PSP**)

caratterizzata da grave impegno motorio per lesioni neuromuscolari (mio- e neurotossine derivate da Saxitossina)

##### **Sindrome amnesica**

(Amnesic Shellfish Poisoning o **ASP**)

caratterizzata da amnesia (Az.neurotossica dell'ac.Domoico)

##### **Sindrome da Tetrodotossina (vedi testo)**

#### **Le Biotossine liposolubili producono:**

##### **Sindrome diarroica**

(Diarrhetic Shellfish Poisoning o **DSP**)

è la forma più comune e diffusa dovuta all'effetto gastro intestinale della ac. Domoico, delle Pectenotossine e della Yessotossina)

##### **Sindrome Neurotossica**

(Neurotoxic Shellfish Poisoning o **NSP**)

con numerosi segni di danno a carico del sistema nervoso

##### **Sindrome da Ciguatera (vedi testo)**

### Biotossine di origine animale

I veleni prodotti direttamente da animali marini senza l'apporto di componenti algali, sono costituiti in genere da un "cocktail" di sostanze proteiche ed enzimatiche, capaci di svolgere numerose e contemporanee azioni lesive su svariati organi e tessuti (azione neurotossica, miotossica, cardiolitica, ipotensivizzante, dermonecrotica, emolitica ecc).

Spugne, Cnidari, Molluschi (*Coni e Polpo dagli Anelli blu*), Vermi (*Vermocane*) e Pesci (*Pesce Pietra*) sono tra i principali produttori di potenti biotossine animali (Tabella 3), le cui caratteristiche chimiche sono illustrate nella Tabella 4.

Per la loro intensità e specificità di azione molte biotossine marine sono oggetto di studio farmacologico ai fini di una loro possibile utilizzazione nella terapia umana. In particolare le tossine prodotte dai Coni ( *$\omega$ -conotossine*), in qualità di efficacissimi  $\beta$ -bloccanti, potrebbero essere utili, in opportune minidosi, nella terapia della cardiopatia ischemica, della ipertensione arteriosa e di alcune neuropatie.

Contrariamente alle biotossine algali, particolarmente resistenti al calore, le tossine animali sono generalmente termolabili per cui la cottura le rende inattive. Nel pronto soccorso, che si avvale anche di sostanze acide, basiche ed analgesiche, il lavaggio con acqua molto calda della zona lesa serve ad eliminarne in buona parte gli effetti nocivi ed alleviare il dolore.

Anche per le biotossine animali le zone più a rischio sono quelle tropicali o subtropicali: segnalazioni in Mediterraneo di Pesci Palla e più frequentemente di Caravelle Portoghesi si fanno tuttavia sempre più frequenti per cui una preventiva conoscenza dei danni e delle strategie di profilassi avviene, anche da noi, necessaria.

La comune Tracina nostrana (*Trachinus draco*) produce un miscuglio di tossine (serotonina, molecole abuminiche e polisaccaridiche) termolabili, in grado di produrre dolore intenso e, in casi particolari, manifestazioni generali con ipotensione fino a shock. Modesto, ma intensamente doloroso, l'effetto tossico di Scorpenidi locali (*Scorpaena scrofa*; *Scorpaena porcus*).

Un cenno a parte meritano, per la loro gravità, gli avvelenamenti da Tetrodotossina e quello da Ciguatossine.



Figura 1: Corallo di fuoco su Spugna rossa incrostante.

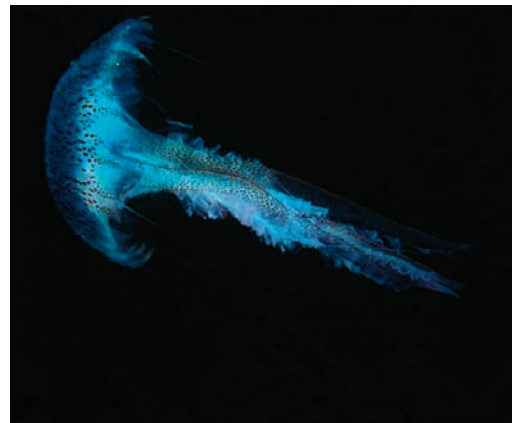


Figura 2: Medusa comune (*Pelagia noctiluca*).



Figura 3: *Conus textile*.

La Tetrodotossina, è presente nelle carni dei Pesci Palla e dei Pesci Istrice (Tetraodontidi e Diodontidi); in minor misura si trova nel Pesce Luna

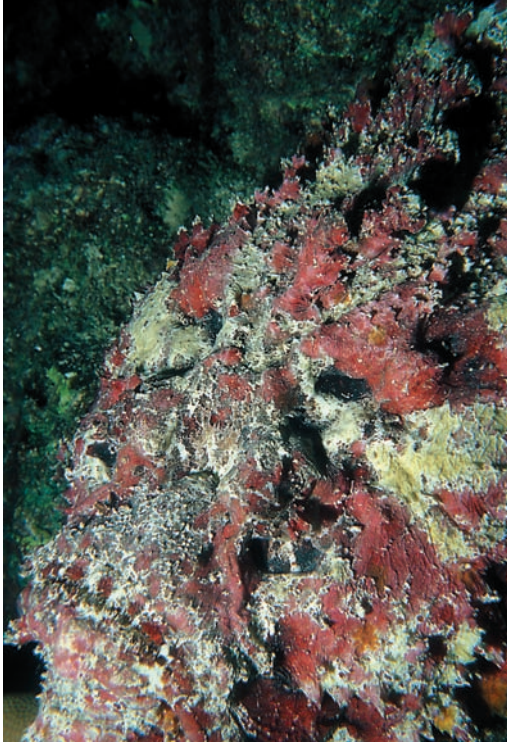


Figura 4: Eccezionale mimetismo del Pesce Pietra (*Sinanceia*).



Figura 5: Un pericoloso scorpenide tropicale, il Pesce Leon.

(*Mola mola*), nel Polpo dagli Anelli blu (*Hapalochlaena maculosa*), in alcuni Granchi, nel Tritone della California (*Taricha torosa*), in Salamandre e Rane dell'America centrale. Non è prodotta dal metabolismo proprio di questi animali, ma da colonie batteriche simbiotiche, probabilmente appartenenti ai Vibrioni. Ha struttura chinazolinosa, termoresistente, idrosolubile, basica.

Agisce bloccando i canali del Sodio a livello delle membrane cellulari, con arresto della conduzione nervosa, paralisi neuro-muscolare e possibile morte per arresto respiratorio.

Lo stato di atonia e vita vegetativa che caratterizza alcuni sopravvissuti alla intossicazione da Tetrodotossina ha dato luogo, nei mari tropicali, alla fantasiosa leggenda dei morti viventi (zombies).

Come sopra accennato, la presenza di Pesci Palla è stata recentemente segnalata in Mediterraneo.



Figura 6: Un fastidioso abitante dei fondali marini, il Verme.

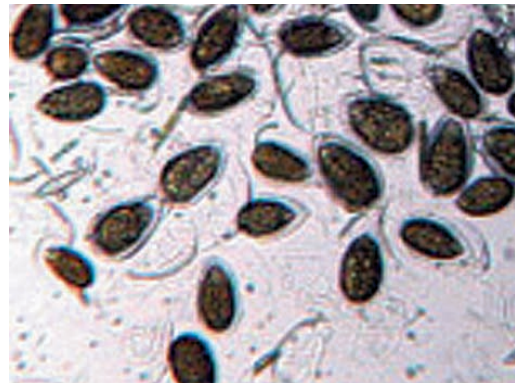


Figura 7: Alga monocellulare *Ostreopsis ovale* a forte ingra.

Tabella 3: Principali animali marini produttori di biotossine.

<b>Spugne</b> (o Poriferi)
Spugna rossa "non mi toccare" ( <i>Neofibularia nolitangere</i> )
Spugna di fuoco ( <i>Tedania ignis</i> )
<b>Cnidari</b> (o Celenterati)
Idrozoi: Corallo di fuoco ( <i>Millepora alcicornis</i> ed altri)
Caravella portoghese ( <i>Physalia physalis</i> )
Scifozoi (o Meduse p.d.)
Medusa comune ( <i>Pelagia noctiluca</i> )
Vespa di mare ( <i>Chironex fleckeri</i> )
Cubomeduse ( <i>Carukia barnesi</i> ed altre)
<b>Echinodermi</b>
Ricci di mare
Riccio comune del Mediterraneo ( <i>Paracentrotus lividus</i> )
Riccio comune dell'Atlantico ( <i>Arbacia punctulata</i> )
Diadema delle Antille ( <i>Diadema antillarum</i> ) ed altri
Stelle di mare
Corona di spine ( <i>Acanthaster planci</i> )
<b>Vermi</b> (o Elminti)
Anellidi
Vermocane ( <i>Hermodice carunculata</i> ) e numerosi altri
<b>Molluschi</b>
Cefalopodi
Polpo dagli anelli ( <i>Hapalochlaena maculosa</i> )
Coni ( <i>Conus geographicus, marmoreus, gloriamaris</i> e numerosi altri)
<b>Pesci</b>
<b>Scorpenidi</b>
Varietà di Pesce pietra ( <i>Synanceia horrida, verrucosa</i> ecc.)
Varietà di Pesce leone ( <i>Pterois antennata, radiata</i> ecc.)

La Ciguatera (o Ciguatera Fish Poisoning, CFP) è una intossicazione alimentare grave che può seguire alla ingestione di pesci contaminati dalla Ciguatossina (CTX e varianti), una sostanza estremamente tossica prodotta da Dinoflagellati (*Gambierdiscus toxicus, Ostreopsis lenticularis*): attraverso la catena alimentare il tossico giunge ad accumularsi nelle carni di grandi predatori (Cernie, Carangidi, Tonni, Murene, Squali, ecc.), con possibile utilizzo nella alimentazione umana.

La tossina agisce danneggiando i canali del Sodio voltaggio dipendenti, con sintomi prevalentemente a carico del sistema nervoso.

La sintomatologia è proteiforme, insolita, bizzarra: dopo una iniziale fase di interessamento gastro-intestinale (nausea, vomito, diarrea, coliche addominali) inizia un impegno nervoso con grossolane alterazioni sia del settore motorio (formi-

colii, parestesie, paresi, stati convulsivi) che del settore sensoriale (sapore metallico in bocca, sensazione di distacco dei denti, inversione della sensibilità al freddo e al caldo). Bevande ghiacciate provocano una netta sensazione di bruciore e questo è considerato il segno patognomonico della intossicazione.

La sintomatologia può protrarsi per mesi e in alcuni casi può portare a morte.

Pesci provenienti sul mercato europeo da zone tropicali o subtropicali possono produrre, nel consumatore, la sindrome da avvelenamento da Tetrodotossina o da Ciguatossina: anche in Italia, pur raramente, si sono verificati casi anche mortali.

Le caratteristiche organolettiche del pesce contaminato non sono diverse da quello indenne e solo ricerche di laboratorio (Ciguatera test) possono rivelarne il pericolo.

**Tabella 4: Biotossine di animali marini e loro effetti.**

<p><b>Biotossine da Cnidari</b> (spesso associate in “cocktails” vari):            Ipnossina; Talassina; Congestina; Palitossina;            Catecolamine; Istamina; Serotonina; Tetrammina;            Composti dell’Ammonio quaternario;            Tossine emolitiche; Tossine dermonecrotiche; Tossina letale</p> <p><b>Effetti:</b>            Dolore urente; tumefazione; necrosi cutanea; emolisi; talora anafilassi e shock; guarigione lenta; cicatrici pigmentate</p> <p><b>Biotossine da Coni:</b>  <math>\omega</math>, W, M, A – Conotossine            Conantochine</p> <p><b>Effetti:</b>            Dolore urente; tremori muscolari specialmente periorali; paresi neuro-muscolari; difficoltà a deglutire e parlare; shock: talora morte per paralisi bulbare</p> <p><b>Biotossine da Polpo dagli Anelli (<i>Hapalochlaena maculosa</i>)</b>            Maculotossina (oggi identificata con la Tetrodotossina)            Cefalotossina            Octopamina</p> <p><b>Effetti:</b>            Gravi conseguenze locali (dolore, edema, ischemia) e generali (paralisi neuromuscolare; shock; sintomi neurologici)</p> <p><b>Biotossine da Pesce Pietra (<i>Synanceia verrucosa, horrida</i> ecc)</b>            Stonotossina            Verrucotossina            Cardioleuptina            Trachinilisina</p> <p><b>Effetti:</b>            Dolore intensissimo, protratto e resistente agli analgesici;            ischemia cutanea; edema; shock; paresi e paralisi multiple;            interessamento cardiaco con aritmie e scompenso</p>
--

### Considerazioni conclusive

Non v'è alcun dubbio nel constatare come le modificazioni climatiche, la antropizzazione massiva delle coste e il progressivo inquinamento, unitamente al persistere di una pesca scriteriata e distruttiva, abbiano devastato e sconvolto in modo ormai prossimo alla soglia del non ritorno il nostro mare Mediterraneo.

Al tempo stesso specie ittiche un tempo localmente sconosciute, ne colonizzano gli habitat, a scapito della popolazione autoctona fino a tempi recenti equilibrata.

Un esempio per tutti è quello rappresentato dalle vicende di un'alga unicellulare, la *Ostreopsis ovata*, che, provenendo da mari tropicali, si è insediata nel Mediterraneo, vivendo normalmente sulla su-

perficie di alghe rosse o brune del fondo marino. In numerose occasioni questa alga dà luogo ad imponenti “fioriture”, segnalate negli ultimi anni anche lungo le coste italiane, incrementando la sua presenza in acque superficiali e costiere e determinando, per aerosol di acqua marina in cui è contenuta, forti irritazioni agli occhi e alle prime vie respiratorie di bagnanti (infiammazione delle mucose congiuntivali, faringee, bronchiali; tosse; crisi asmatiche; cefalea; febbre), per la produzione di una biotossina, ancora non ben definita, ma simile chimicamente alle Palitossine, di cui possiede, fortunatamente, solo una piccola parte del forte potere tossico.

Si tratta di un esempio che ben chiarisce come un organismo proveniente da un ambiente completamente diverso da quello mediterraneo trovi da

noi condizioni tali da poter sopravvivere agevolmente e moltiplicarsi al punto di rendersi nocivo per altre specie.

Questo esempio, insieme a numerose altre constatazioni sulle modificazioni biologiche in atto presso i nostri mari, induce ad approfondire ricerche ed obiettivi utili ad affrontare con la necessaria competenza i rischi in gran parte sconosciuti che questi nuovi molteplici veleni del mare vanno rappresentando.

#### **Bibliografia essenziale**

- [1] Alejandro M.S. – Special Issue on Marine Toxins – *Mar. Drugs*, 2009; 7(1): 19-23.
- [2] Araoz R. e Coll – Neurotoxic cyanobacteric toxins –  
Baden D e Coll – Natural and derivative Brevetoxins – *Envi. Health Persp.*, 2005; 113(5): 621-5.
- [3] Edmonds C. - Dangerous marine creatures – *Cronin Ed.* 1989.
- [4] Chiesa F. – Animali marini pericolosi – IRECO ed., Roma 2002.
- [5] Chiesa F. – Mare amaro: alghe ed animali marini pericolosi – Edizione in CD – 2008.
- [6] Chiesa F. – Veleni e tossine da animali marini – dispense 2010 per il Master “Medicina ilperbarica e Subacquea” – Scuola Superiore Sant’Anna e CNR – Pisa (corso biennale).
- [7] Fleming L. – Aerosolized red tide toxins (brevetoxin) and asthma – *Chest*, 2007; 131(1): 187-94.
- [8] Roeder K. – Characteristics profiles of Ciguatera toxins in different strains of *Gambierdiscus* spp – *Toxicon*, 2009.
- [9] Poletti R. – Lo stato delle conoscenze di alcune biotossine marine prodotte da microalghe – CRM – Cesenatico, 2007.
- [10] Watkins S.,M e Coll – Neurotoxic Shellfish poisoning – *Mar. Drugs*, 2008; 6(3): 331-55.



## **I popolamenti di substrato duro delle pareti dei catini delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale)**

Anna Maria De Biasi\*<sup>1</sup>, Alessandra Faldelloni<sup>1</sup>, Lorenzo Pacciardi<sup>1</sup>, Luigi Piazzi<sup>1,2</sup>

**Parole chiave:** Secche della Meloria, macrobenthos, substrati duri, Mar Ligure Meridionale

*Nel corpo centrale delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale) si trovano delle peculiari depressioni di origine carsica, note come "catini".*

*Sul fondo di queste depressioni si accumula sedimento grossolano, organogeno costituito da frammenti di conchiglie di bivalvi e gasteropodi e resti vegetali calcarei.*

*Studi precedenti hanno dimostrato una grande eterogeneità dei popolamenti che qui si insediano. Alcuni autori hanno osservato che catini diversi ospitano comunità macrobentoniche diverse, nonostante la limitata distanza tra un catino e l'altro.*

*Tali studi, tuttavia, erano focalizzati sull'infauna dei sedimenti presenti sul fondo delle depressioni, mentre erano state trascurate le pareti rocciose dei catini stessi.*

*Lo scopo di questo lavoro è quello di verificare se anche i popolamenti di substrato duro delle pareti di tre catini pilota, rispondono al medesimo pattern di variabilità osservato per i popolamenti dei fondi mobili.*

*I risultati suggeriscono che ogni catino è caratterizzato da un popolamento specifico e unico confermando sostanzialmente quanto emerso dagli studi sui fondi mobili. Le brevi distanze tra i catini rendono poco probabile che le differenze osservate riflettano differenze nelle caratteristiche idrodinamiche o fisiche o chimiche tra di essi. Non si può escludere che ciascun catino rappresenti una sorta di microhabitat con peculiarità sue proprie, ipotesi che richiederebbe ulteriori approfondimenti per essere verificata.*

*Più verosimilmente le differenze riscontrate nelle comunità bentoniche sono dovute a fattori biotici, come facilitazioni, competizioni o più in generale interazioni inter-intra specifiche che si possono instaurare nelle prime fasi dei processi colonizzativi o immediatamente dopo l'insediamento.*

*Questo risultato sottolinea, come emerso da studi precedenti, l'esistenza di una elevata eterogeneità dell'ambiente delle Secche, uno dei punti che le rendono appropriate per misure di tutela.*

### **Introduzione**

**L**e Secche della Meloria rappresentano un'area di bassi fondali rocciosi di 35-40 km<sup>2</sup> situate a circa 3,5 miglia al largo della costa livornese dove costituiscono un banco roccioso la cui profondità varia da un minimo di 2-3 metri, il cappello della secca, fino ad un massimo di 40-50 metri.

Nella parte più superficiale della secca, fra il Faro

### **gli autori**

<sup>1</sup> Centro Interuniversitario Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Viale N. Sauro 4, 57127 Livorno, Italia \*a.debiasi@cibm.it

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta 6, 56126 Pisa, Italy

\* autore per corrispondenza

## I popolamenti di substrato duro delle pareti dei catini delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale)

della Meloria e lo Ship-Light, sono presenti delle strutture di origine carsica di forma pseudocircolare, note come catini

I catini sono delimitati da pareti rocciose che vanno da una giacitura quasi orizzontale ad una verticale e tutti presentano un fondale caratterizzato da un sedimento grossolano di origine biotrica con abbondanza di gusci di molluschi e di resti calcarei di origine organogena [1].

Fino ad oggi ne sono stati cartografati 27 localizzati nel settore NW della Secca. Per la loro abbondanza sono considerati un ambiente a sé stante e non formazioni occasionali, la cui presenza contribuisce ad incrementare la diversità di habitat.

È noto che a sedimenti grossolani biotritici, come quelli dei catini, si accompagna spesso una fauna ricca e in alcuni casi unica [2], ipotesi che ha avuto una ulteriore conferma attraverso gli studi sulla fauna bentonica risultata molto abbondante, diversificata e costituita da molte specie rare o nuove per la scienza [3], [4], [5]. Tali studi hanno inoltre messo in evidenza che i catini ospitano popolamenti eterogenei e differenti tra loro tanto da essere stato ipotizzato che essi rappresentino unità biologiche distinte [6], [7], nonostante la limitata distanza tra un catino e l'altro.

Tali studi, tuttavia, erano stati focalizzati sull'infau-na dei sedimenti presenti sul fondo delle depressioni, mentre erano state tralasciate le pareti rocciose dei catini stessi.

Lo scopo di questo lavoro è quello di verificare se anche i popolamenti di substrato duro delle pareti di tre catini pilota, rispondano ai medesimo pattern di variabilità osservato per i popolamenti dei fondi mobili.

## Materiali e Metodi

I tre catini investigati sono situati a circa 1 km ad ovest del Faro della Meloria, presentano pareti

rocciose ed hanno una profondità tra 6 e 8 metri (Tab. 1).

Il campionamento è stato condotto nell'autunno del 2008 in immersione con autorespiratore ad aria (A.R.A), prelevando i campioni con la tecnica del grattaggio utilizzando un quadrato di 20 cm di lato (superficie campionata 400 cm<sup>2</sup>). In ciascun catino sono state prelevate 4 repliche.

I campioni sono stati sottoposti a sorting e gli organismi sono stati determinati al più basso livello tassonomico possibile.

Stime quantitative di abbondanza sono state effettuate tramite la tecnica del biovolume. Il biovolume è strettamente correlato al peso organico e fornisce una misura diretta del grado di occupazione del substrato [8]. Esso inoltre consente di quantificare anche gli organismi coloniali o quelli vegetali che sarebbero mal stimati attraverso il conteggio.

Il biovolume è stato misurato per ciascun gruppo come innalzamento della colonna d'acqua utilizzando cilindri graduati di capacità appropriata rispetto alle dimensioni dell'organismo.

I dati di abbondanza sono stati raccolti in una matrice specie per repliche ed elaborati attraverso tecniche multivariate.

Il piano di ordinamento è stato ottenuto mediante nMDS (Non-metric multidimensional scaling) [9] [10].

La significatività statistica delle differenze tra catini è stata testata attraverso oneway-ANOSIM.

Il contributo delle specie nel determinare la dissimilarità tra catini è stata determinata attraverso la procedura SIMPER.

## Risultati

Dal campionamento effettuato sono state rinvenute complessivamente 113 specie o taxa superiori di cui 58 appartenenti al Regno Animalia e ripartite tra Anellidi, Artropodi, Cordati, Echinodermi,

Tabella 1: Coordinate e profondità dei catini investigati.

	Latitudine N	Longitudine E	Profondità (m)
<i>Catino 1</i>	43° 32' 926"	10° 12' 774"	6,5
<i>Catino 2</i>	43° 32' 926"	10° 12' 729"	7,5
<i>Catino 3</i>	43° 33' 038"	10° 12' 703"	7

Nemertini, Molluschi, Platelminti, Poriferi e Sipunculi. Le restanti specie (55) sono vegetali ascrivibili a Chlorophyta (7 specie), Phaeophyta (7 specie) e Rhodophyta (41 specie). Nella Tabella 2 sono elencate le specie che apportano un contributo al biovolume totale maggiore dell'1%.

Le alghe rosse rappresentano la componente più abbondante costituendo da sole il 36% del biovolume totale (Fig. 1). Fra di esse la specie più rappresentata è *Peyssonnelia rubra* J. Agardh (374 ml). Da segnalare in questo gruppo la presenza, anche se minima, di due specie invasive quali *Acrothamnion preissii* Wollaston (0,1 ml) e *Womersleyella setacea* R.E. Norris (1,86 ml). Il phylum dei Poriferi (457 ml) segue in ordine di importanza. Il contributo maggiore a questo gruppo è dato da 3 specie: *Sarcotragus spinosulus* (227 ml), *Ircinia variabilis* (42 ml) e *Spongia (Spongia) virgultosa* (163 ml). Tra le Chlorophyta le specie più rappresentate sono *Flabellia petiolata* Nizamuddin (121,8 ml) e *Caulerpa racemosa* J. Agardh (100,8 ml).

Nel phylum dei Molluschi (212,2 ml) pari al 10% del biovolume totale sono stati contati 231 indivi-

dui ripartiti tra le classi Amphineura (2 individui), Gastropoda (32 individui) e Bivalvia, la più numerosa con 197 individui.

Il phylum dei Cordati (138 ml) è rappresentato da due sole specie: *Halocynthia papillosa* ed un'altra Ascidia che non è stata determinata.

I Crostacei (93,62 ml) rappresentano solo il 4% del biovolume e sono costituiti da Decapodi, Anfipodi, Isopodi.

I Policheti, costituiscono una piccola parte del biovolume totale (2%). Questo è in gran parte legato al fatto che né il metodo di campionamento, né la tecnica del biovolume sono appropriati per quantificare la fauna associata ai popolamenti di substrato duro. Ciononostante sono stati rinvenuti tre esemplari appartenenti a *Neanthes nubila* specie non presente nella checklist del Mar Tirreno.

Fra i restanti taxa si annoverano i Sipunculidi (9 esemplari) presenti con sole 2 specie: (*Phascolosom granulatum* e *Sipunculus nudus*).

Infine le Phaeophyta, ripartite in 7 specie, apportano un contributo pressoché trascurabile al biovolume totale (9,18 ml).

Tabella 2: Lista delle specie che apportano un contributo al biovolume totale maggiore dell'1%. Nella tabella è indicata anche la frequenza con cui compare ciascuna specie.

		% Frequenza	% Biovolume
Rhodophyta	<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	100	17,8
Rhodophyta	Corallinacee incrostanti	100	7,5
Mollusca	<i>Striarca lactea</i> (L.)	100	1,6
Chlorophyta	<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh	91,7	4,8
Chlorophyta	<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	83,3	5,8
Rhodophyta	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne	75	3,3
Mollusca	<i>Lithophaga lithophaga</i> (L.)	75	3,7
Porifera	<i>Spongia virgultosa</i> (Schmidt)	66,7	1,3
Crustacea	<i>Pagurus chevreuxi</i> (Bouvier)	66,7	7,8
Tunicata	Tunicata coloniale	58,3	2,1
Chlorophyta	<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux	58,3	6,1
Rhodophyta	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse	50	2
Crustacea	<i>Pilumnus hirtellus</i> (L.)	50	2,1
Porifera	<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt	25	10,8
Porifera	<i>Ircinia variabilis</i> (Schmidt)	8,3	2
Chlorophyta	<i>Codium coralloides</i> (Kützting) P.C. Silva	8,3	4,8

I popolamenti di substrato duro delle pareti dei catini delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale)



Figura 1: Ripartizione del biovolume tra i taxa rinvenuti.

Nel piano di ordinamento ottenuto dall'analisi condotta attraverso il Multidimensional Scaling (Figura 2) i punti sono distribuiti in accordo alla loro appartenenza ai catini. L'analisi one-way ANOSIM conferma che i tre catini presentano popolamenti significativamente diversi tra loro.

Nella Tabella 3 sono riportate le percentuali di dissimilarità media tra i catini ottenute dalla procedura SIMPER. I catini 1 e 3 sono quelli che maggiormente differiscono tra loro.

### Discussione e Conclusioni

L'indagine sugli aspetti compositivi ha dimostrato che le pareti dei catini sono colonizzate da popolamenti strutturalmente differenti. Nel catino 1 dominano le macroalghe *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Codium coralloides* (P.C. Silva), nel catino 2 le Rhodophytae *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Peyssonnelia squamaria* (Decaisne) sono le specie più abbondanti, mentre nel terzo *Sarcotragus spinosulus*, e le Ascidie coloniali ind. risultano le specie più rilevanti.

I risultati relativi alla componente algale confermano che ancora oggi le Secche della Meloria ospitano popolamenti ad elevata biodiversità. Infatti, il numero di specie campionato è più della metà di quelle segnalate in letteratura circa quarant'anni fa sulla base di uno studio generale delle Secche [11]. Se si considera che lo sforzo di cam-

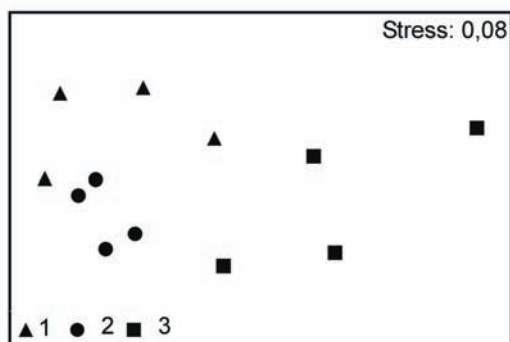


Figura 2: Piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multidimensional Scaling (n-MDS) applicato alla matrice dei biovolumi senza trasformare i dati. 1,2,3 = catini.

pionamento di questo studio è molto inferiore rispetto allo studio precedente, essendo limitato a soli tre catini, questo dato testimonia che ancora oggi le Melorie si trovano in un buono stato di conservazione.

Fra le specie rinvenute occorre fare un cenno particolare alle specie di nuova introduzione non segnalate nel succitato lavoro: *Falkenbergia rufolanosa* (Harvey), *Womersleyella setacea* (R.E. Norris) e *Caulerpa racemosa* (J. Agardh). Tuttavia, mentre le prime due sono poco rappresentate, *C. racemosa* risulta la quarta specie per abbondanza. *C. racemosa* è stata segnalata la prima volta nella secca, nel 1994 [12] e negli anni successivi ha mostrato una rapida espansione [13], [14]. Fino ad oggi essa era stata segnalata unicamente su substrati orizzontali, mentre in questo studio è stata riscontrata anche su quelli verticali delle pareti dei catini a conferma delle sue elevate capacità di adattamento nel colonizzare nuovi substrati.

Complessivamente lo studio consente di affermare che, come emerso da precedenti lavori sui popolamenti del fondo dei catini [6], [15] ognuno di loro ospita un popolamento differente dagli altri. Le brevi distanze tra i catini rendono poco proba-

Tabella 3: Dissimilarità media (%) tra catini calcolata sui dati di biovolume ottenuta dalla procedura Simper.

Catino 1 vs Catino 2	Catino 1 vs Catino 3	Catino 2 vs Catino 3
$\sigma = 60,03 \pm 9,3\%$	$\sigma = 79,13 \pm 10,1\%$	$\sigma = 77,79 \pm 10,4\%$

bile che le differenze osservate riflettano diversità nelle caratteristiche idrodinamiche, fisiche o chimiche tra di essi, anche se non si può escludere che ciascun catino rappresenti una sorta di microhabitat con peculiarità sue proprie, ipotesi che richiederebbe ulteriori approfondimenti per essere verificata.

Più verosimilmente le differenze riscontrate nelle comunità bentoniche sono dovute a fattori biotici, quali facilitazioni, competizioni o più in generale interazioni inter-intra specifiche che si possono instaurare nelle prime fasi dei processi colonizzativi o immediatamente dopo l'insediamento.

Questo risultato conferma che i catini rappresentano un habitat a sé stante della Meloria e che contribuiscono ad incrementare l'eterogeneità delle Secche già elevata per la contemporanea presenza delle biocenosi più ricche e produttive del Mediterraneo come *Posidonia oceanica* (L.) Delile ecologicamente che le rendono meritevoli di tutela.

#### Ringraziamenti

Questo progetto è stato in parte finanziato dalla Cassa di Risparmi di Livorno. Si ringraziano Roberto Simonini (Università di Modena) e Barbara Calcinai (Università di Ancona) per il prezioso contributo nella determinazione dei policheti e dei poriferi rispettivamente.

#### Bibliografia essenziale

- [1] A.M. De Biasi, F. Gai, *Atti della Soc. Tosc. Sc. Nat. Memorie* - Serie B, 2000, 107: 63-67.
- [2] Giere O., *Meiobenthology. The microscopic fauna in aquatic sediments*, Springer-Verlag, Berlin: 1993.
- [3] M. A. Todaro, R. M. Kristensen, *Ital. J. Zool.* 1998, 65: 219-226.
- [4] M. A. Todaro, *Biol. Mar. Medit.* 1998, 5: 587-590.
- [5] M. A. Todaro, *Biol. Mar. Medit.* 1999, 6 (1):452-456.
- [6] A.M. De Biasi, F. Gai, L. Pacciardi, V. Severi, *Atti Ass. It. Oceanol. Limnol.* 2003, 16: 105-114.
- [7] F. Gai, A.M. De Biasi, *Biol. Mar. Medit.* 2004, 11 (2): 508-511.
- [8] A. Castric-Fey, C. Chassé, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 1991, 71: 515-536
- [9] K.R. Clarke, R.H. Green, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1988, 46: 231-226.
- [10] J.B. Kruskal, M. Wish, *Multidimensional Scaling*. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, number 07-011. Sage Publications, Newbury Park, CA; 1978.
- [11] F. Cinelli, *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 1971, 26: 5-19.
- [12] I. Piazzzi, E. Balestri, F. Cinelli, *Cryptog. Algol.* 1994, 15(3): 183-189.
- [13] I. Piazzzi, S. Acunto, M. Magri, F. Rindi, E. Balestri, *Biol. Mar. Medit.* 1997, 4(1): 426-428.
- [14] A.M. De Biasi, *Biol. Mar. Medit.* 1998, 6: 372-375.
- [15] A.M. De Biasi, F. Gai, *Biol. Mar. Medit.* 2004, 11 (2): 508-511.

## L'uso del macrozoobenthos negli studi di impatto ambientale: l'esempio dell'impatto delle reti a strascico

Anna Maria De Biasi\*, Lorenzo Pacciardi, Alessandro Ligas, Paolo Sartor, Stefano De Ranieri

**Parole chiave:** macrobenthos, impatto, reti a strascico, Mar Adriatico

*Il macrozoobenthos è largamente riconosciuto come uno strumento idoneo al rilevamento delle alterazioni dell'ambiente marino derivate dall'attività antropica grazie alle caratteristiche degli organismi che lo compongono. Esso è, infatti, costituito da individui che trascorrono gran parte della loro vita a stretto contatto col substrato essendo dotati di scarse capacità di movimento. Essi, pertanto, sono in grado di fornire risposte sito-specifiche e riflettere le condizioni ambientali cui sono sottoposti. Le specie macrobentoniche, inoltre, sono generalmente dotate di una vita media relativamente lunga e pertanto rappresentano una sorta di memoria biologica delle variazioni che avvengono nell'ambiente circostante. Inoltre il benthos, essendo alla base delle reti trofiche influenza in maniera consistente l'ecosistema. L'obiettivo di questo studio è quello di verificare l'efficacia del macrozoobenthos nella valutazione dell'impatto della pesca a strascico in un'area intensamente sfruttata del mar Adriatico settentrionale.*

*In questo lavoro vengono presentati i risultati ottenuti comparando due popolamenti di macrozoobenthos in un'area sfruttata ed in una di controllo.*

*In generale l'area di pesca esibisce alcuni segni di stress sia a livello compositivo sia strutturale. Lo studio ha consentito di rilevare, ad esempio, che alcune specie come *Ebalia tuberosa* e *Callianassa subterranea* sono molto sensibili alle attività di pesca e pertanto sono risultate molto più abbondanti nell'area non sfruttata.*

*Questo lavoro suggerisce pertanto che l'uso del macrobenthos è adeguato per rilevare effetti della pesca a strascico. Lo studio dimostra, inoltre, che essa altera il popolamento bentonico le cui variazioni possono, di conseguenza, influenzare la risorsa di pesca essendo parte della medesima rete trofica.*

### Introduzione

È ormai noto e ampiamente accettato che il popolamento bentonico è un utile strumento per il rilevamento delle alterazioni dell'ambiente marino derivate dall'attività antropica. Tale caratteristica è connessa alle peculiarità degli organismi che lo compongono. Essi sono, infatti, dotati di scarse capacità di movimento e per questo sono in grado di fornire risposte sito-specifiche e riflettere le condizioni ambientali cui sono

### gli autori

Centro Interuniversitario Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Viale N. Sauro 4, 57127 Livorno, Italia

\* a.debiasi@cibm.it

autore per corrispondenza.

sottoposti. In particolare il macrozoobenthos, è largamente adottato negli studi mirati alla valutazione delle alterazioni dell'ambiente marino per gli innumerevoli vantaggi che offre [1], [2]. Esso, infatti, è costituito da organismi abbastanza conosciuti e censiti, fatto che consente, nella maggioranza dei casi di determinarli a livello specifico. Inoltre la letteratura annovera un buona quantità di informazioni sulle caratteristiche ecologiche delle specie e sulle loro risposte ai cambiamenti ambientali. La comparsa o scomparsa di molte di esse, da quindi utili informazioni sullo stato dell'ambiente. Le specie macrobentoniche, inoltre, sono generalmente dotate di una vita media relativamente lunga e pertanto rappresentano una sorta di memoria biologica delle variazioni che avvengono nell'ambiente circostante.

La conoscenza delle variazioni indotte sulle comunità bentonica riveste un ruolo di primaria importanza, poiché essendo alla base delle reti trofiche possono influenzare in maniera consistente l'ecosistema.

La pesca a strascico è considerato una dei più diffuse e preoccupanti sorgenti di alterazione antropica dei mari di tutto il mondo [3], [4].

Ad oggi gli studi mirati alla valutazione di tale attività nel Mare Adriatico, sono ancora scarsi o co-

munque limitati ad investigare gli effetti del "rapido" o delle "draghe idrauliche" [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Pertanto l'obbiettivo di questo studio è quello approfondire questa tematica indagando gli eventuali effetti che la pesca a strascico può determinare su una comunità di macrozoobenthos situata in un'area intensamente sfruttata del mar Adriatico centrale.

### Materiali e metodi

L'area di studio è localizzata a circa 30 km al largo di Fano (PU) nel mar Adriatico centrale ad una profondità di 52-54 metri (Figura 1).

Questa zona è un'area intensamente sfruttata [11] dalla pesca a strascico ad eccezione di un settore di 500 metri di diametro intorno alla piattaforma gas metano Daria dove la pesca è interdetta per ragioni di sicurezza.

Tale zona è stata chiamata UF (unfished-area) per distinguerla da quella circostante detta FA (fished-area).

Sono stati scelti a random 10 siti di campionamento: 5 all'interno di UA e 5 in FA come indicato in Figura 1. FA e UA sono state scelte a breve distanza

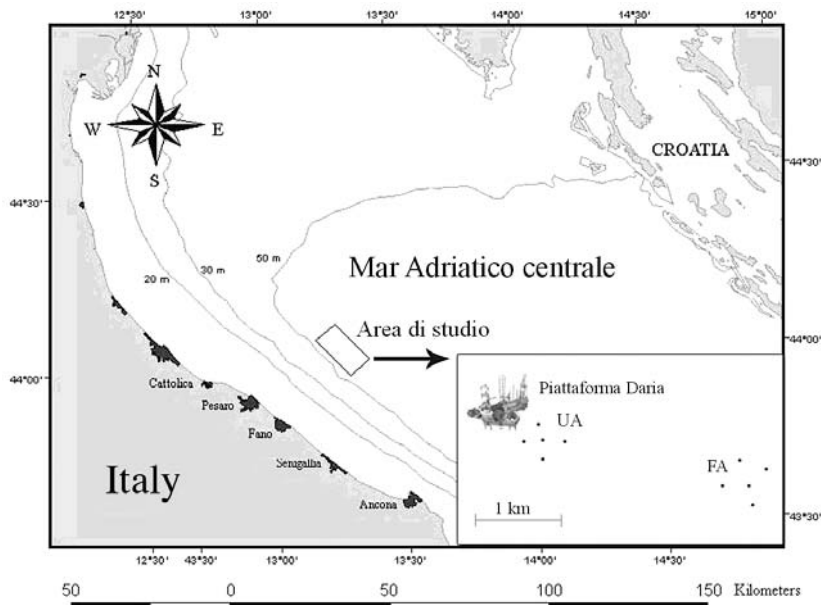


Figura 1: Area di studio.

tra loro per minimizzare eventuali naturali differenze nella comunità bentoniche riconducibili alla variabilità spaziale dei popolamenti.

In ciascun sito sono state prelevate 5 repliche tramite benna Van Veen (0.1 m<sup>2</sup>) nel marzo (M) e nel luglio (J) 2003. I campioni sono stati setacciati su maglia 1 mm, fissati in formalina e successivamente analizzati con l'ausilio di un microscopio binoculare. Gli organismi sono stati contati e determinati al più basso livello tassonomico possibile.

I dati di abbondanza ottenuti dopo aver sommato le repliche sono stati raccolti in una matrice specie-stazioni. Dopo aver trasformato i dati secondo la doppia radice quadrata è stato calcolato l'indice di similarità di Bray-Curtis per ottenere una matrice triangolare da sottoporre a non-metric MultiDimensional Scaling (nMDS) (© PRIMER-E Ltd).

Le differenze tra i gruppi individuati sul piano di ordinamento sono state testate attraverso la procedura one-way analysis of similarities (ANOSIM).

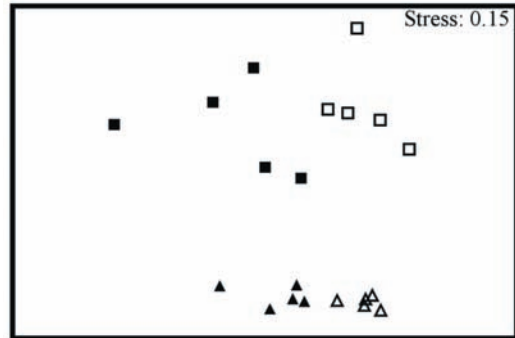
Le percentuali di (dis)-similarità sono state calcolate con la procedura Simper [12].

## Risultati

Lo studio ha portato alla raccolta di 4077 individui per un totale di 137 specie appartenenti a Mollusca, Crustacea, Annelida, Sipunculida, Echinodermata, Caudofoveata and Nemertea.

Nel piano di ordinamento ottenuto da nMDS (Figura 2) i campioni relativi al prelievo di luglio sono situati nella parte alta del plot e contrapposti a quelli prelevati in marzo. Inoltre per entrambe le date di campionamento i campioni dell'area di pesca (FA) sono separati dall'area intorno alla Daria (UA) dove la pesca è interdetta.

Le differenze sono risultate statisticamente significative per entrambe le date di campionamento (marzo: global R = 0.767 p < 0.008; luglio: global R = 0.324 p < 0.05). Dalla procedura simper è emerso che le percentuali di dissimilarità tra FA e UA cambiano nel tempo con un leggero incremento da marzo (45,30 ± 5.7%) a luglio (53,91 ± 8.4%). In nessuno dei due casi sono state identificate specie o piccoli gruppi di specie il cui contributo spiegasse una percentuale consistente delle differenze osservate. Una singola specie spiega infatti al massimo il 3,59% della dissimilarità come evidenziato in tabella 1.



simboli vuoti = un-fished area (UA)  
 simboli pieni = fished area (FA)  
 quadrati = luglio  
 triangoli = marzo

Figura 2: Piano di ordinamento ottenuto dal n-MultiDimensional Scaling (n-MDS). I dati sono stati trasformati secondo la doppia radice quadrata.

## Discussione

Lo studio ha confermato che le comunità bentoniche sono uno strumento appropriato per rilevare l'effetto della pesca a strascico. Le comunità osservate nell'area di pesca ed in quella interdotta sono, infatti, differenti e sebbene tale differenza cambi nel tempo, si mantiene statisticamente significativa.

In particolare alcune specie, campionate intorno alla piattaforma gas-metano Daria sono scarsamente presenti nell'area di pesca. È ad esempio il caso di *Corbula gibba* e *Goniada maculata* il cui comportamento conferma i dati di letteratura secondo i quali tali specie sarebbero sensibili alla attività di strascico.

Altre specie come *E. tuberosa* e *C. subterranea* sono state campionate unicamente nella zona interdotta alla pesca. È molto probabile che il passaggio delle reti impedisca la sopravvivenza in particolare di *C. subterranea*. Questo piccolo crostaceo vive all'interno del sedimento dove costruisce delle gallerie che lui stesso ossigena attraverso il movimento dei suoi pleopodi. Il passaggio delle reti a strascico e la conseguente risospensione dei sedimenti porta all'occlusione di tali gallerie impedendo la sopravvivenza dell'animale [13].



Tabella 1: Risultati della Simper analysis. L'elenco è stato interrotto (cut-off) alle specie con contributo non inferiore a 1,5%.

		Abbondanza		Contributo %	Cumulativo %
		UA	FA		
	MARZO 2003				
<i>Polychaeta</i>	<i>Aphelocheata multibranchiis</i> (Grube, 1863)	284±78.4	0±0	3.59	3.59
<i>Polychaeta</i>	<i>Aricidea claudiae</i> Laubier, 1967	214±50.4	4±4	2.93	6.52
<i>Polychaeta</i>	<i>Goniada maculata</i> Oersted, 1843	76±20.4	0±0	2.56	9.08
<i>Mollusca</i>	<i>Prochaetoderma raduliferum</i> (Kowalevsky, 1901)	110±63.7	0±0	2.24	11.31
<i>Polychaeta</i>	<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835	34±9.3	0±0	2.11	13.43
<i>Polychaeta</i>	<i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)	120±45.2	16±13.5	2.03	15.46
<i>Polychaeta</i>	<i>Polycirrus aurantiacus</i> Grube, 1860	0±0	22±3.7	1.9	17.36
<i>Sipunculida</i>	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> Koren and Danilssen,	42±8.6	2±2	1.9	19.26
<i>Polychaeta</i>	<i>Jasmineira elegans</i> Saint-Joseph, 1884	46±17.5	6±6	1.85	21.11
<i>Polychaeta</i>	<i>Paraonides neapolitana</i> (Cerreti, 1909)	72±20.8	6±4	1.83	22.94
<i>Polychaeta</i>	<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	292±51.4	38±13.9	1.56	24.5
<i>Crustacea</i>	<i>Callianassa subterranea</i> (Montagu, 1898)	138±8.6	22±10.7	1.54	26.04
<i>Polychaeta</i>	<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	20±10.5	0±0	1.52	27.56
	LUGLIO 2003				
<i>Polychaeta</i>	<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851	6±4	66±11.7	3.28	3.28
<i>Polychaeta</i>	<i>Sthenolepis yhleni</i> (Malmgren, 1867)	0±0	16±5.1	2.7	5.97
<i>Mollusca</i>	<i>Turritella communis</i> Risso, 1826	4±4	24±8.1	2.6	8.57
<i>Crustacea</i>	<i>Callianassa subterranea</i> (Montagu, 1898)	20±8.9	2±2	2.42	10.99
<i>Polychaeta</i>	<i>Aphelocheata marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)	90±38.7	222±74.9	2.4	13.39
<i>Crustacea</i>	<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)	2±2	14±5.1	2.25	15.64
<i>Polychaeta</i>	<i>Aricidea claudiae</i> Laubier, 1967	28±17.1	6±4	2.13	17.77
<i>Polychaeta</i>	<i>Aponuphis brementi</i> (Fauvel, 1916)	120±52.9	114	2.1	19.87
<i>Mollusca</i>	<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	34±12.5	10±5.5	1.97	21.84
<i>Polychaeta</i>	<i>Sternaspis scutata</i> (Renier, 1807)	2±2	8±2	1.95	23.79
<i>Polychaeta</i>	<i>Euclymene</i> sp. (O. F. Muller, 1776)	2±2	8±2	1.93	25.72
<i>Mollusca</i>	<i>Prochaetoderma raduliferum</i> (Kowalevsky, 1901)	28±9.2	24±16.9	1.93	27.65
<i>Mollusca</i>	<i>Venus casina</i> Linné, 1758	18±4.9	10±5.5	1.8	29.45
<i>Crustacea</i>	Decapoda ind. Stadio larvale	10±5.6	2±2	1.76	31.21
<i>Polychaeta</i>	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865	10±5.6	2±2	1.73	32.94
<i>Polychaeta</i>	<i>Harmothoe lunulata</i> (Delle Chiaje, 1841)	14±9.3	4±2.4	1.72	34.66
<i>Polychaeta</i>	<i>Paraonides neapolitana</i> (Cerreti, 1909)	12±4.9	32±12	1.71	36.37
<i>Crustacea</i>	<i>Ampelisca</i> sp. Krøyer, 1842	6±2.4	0±0	1.68	38.05
<i>Polychaeta</i>	<i>Eteone flava</i> (Fabricius, 1780)	30±9.5	64±29.4	1.68	39.73
<i>Polychaeta</i>	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	10±4.5	8±3.7	1.62	41.35
<i>Mollusca</i>	<i>Tellina tenuis</i> Da Costa, 1778	10±6.3	4±4	1.56	42.91
<i>Mollusca</i>	Bivalvia ind.	6±2.4	10±5.5	1.55	44.46
<i>Mollusca</i>	<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu, 1803)	6±4	8±4.9	1.55	46.01
<i>Polychaeta</i>	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin and Milne-Edwards,	10±3.2	10±5.5	1.54	47.56
<i>Crustacea</i>	<i>Ebalia tuberosa</i> (Pendant, 1777)	8±5.8	4±4	1.5	49.06

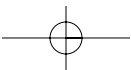
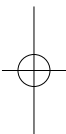
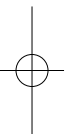
Questi sono solo alcuni esempi degli effetti del passaggio delle reti e sebbene non esaustivi dimostrano, come già osservato da altri autori [14], [15] che i popolamenti bentonici non essendo in grado di muoversi rapidamente, risentono direttamente dell'attività di pesca confermando ancora una volta l'efficienza del benthos nel rilevare variazioni dovute all'attività antropica.

#### Ringraziamenti

Questo lavoro è una parte del progetto EU – Project (VFP-QoL Contract q5rs2002-00787). Si ringrazia F. Gai l'indispensabile contributo nella determinazione tassonomica degli individui, Micheli R. (Cibm, Livorno, Italy) per il supporto nelle attività di campo.

#### Bibliografia

- [1] J.P. Hartley, *Mar. Poll. Bull.* 1982, 13:150-154.
- [2] G.R. Bilyard, *Mar. Poll. Bull.* 1987, 18: 581-584.
- [3] P.K. Dayton, S.F. Thrush, M.Y. Agardy, R.J. Hofman, *Aq. Cons. Fres. Mar. Ecosys.* 1995, 5: 205-232.
- [4] E.A. Norse, L. Watling, *American Fisheries Society Symposium* 1999, 22: 31-40.
- [5] O. Giovanardi, F. Pranovi, G. Franceschini, *Acta Adriatica* 1998, 39: 37-52.
- [6] F. Pranovi, S. Raicevich, G. Franceschini, M.G. Farrace, O. Giovanardi, *ICES J. Mar. Sci.* 2000, 57: 517-524.
- [7] Hall-Spencer JM., Froglija C, Atkinson RJA, Moore PG. 1999. The impact of rapido trawling for scallops, *Pecten jacobeus* (L.) on the benthos of the Gulf of Venice. *ICES J. Mar. Sci.* 56: 111-124.
- [8] Pranovi F, Giovanardi O, Franceschini G. 1998. Recolonisation dynamics in areas disturbed by bottom fishing gears. *Hydrobiol.* 375-376: 125-135.
- [9] F. Pranovi, S. Raicevich, G. Franceschini, P. Torricelli, O. Giovanardi, *Mar. Biol.* 2001, 139: 863-875.
- [10] E.B. Morello, C. Froglija, R.J.A. Atkinson, P.G. Moore, *Fish. Res.* 2006, 76: 430-444.
- [11] A.M. De Biasi, P. Sartor, A. Ligas, L. Pacciardi, B. Reale, S. De Ranieri, M. Demestre, *Biol. Mar. Medit.* 2006, 13: 236-237.
- [12] K.R. Clarke, R.M. Warwick, *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.* Natural Environment Research Council, 144. UK, 1994.
- [13] A.M. De Biasi, L. Pacciardi, *Ciencias Marinas* 2008, 34 (4): 433-444.
- [14] J.E. Cartes, A. Ligas, A.M. De Biasi, L. Pacciardi, P. Sartor, *J. Ex. Mar. Biol. Ecol.* 2009, 378: 40-49.
- [15] A. Ligas, A.M. De Biasi, M. Demestre, L. Pacciardi, P. Sartor, *J. E. Cartes, Ciencias Marinas* 2009, 35(2): 195-207.



# indice alfabetico delle parole chiave

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice generale a pag. 3)

accrescimento	1
acque interne	31
agricoltura sostenibile	13
Antignano	6
apparato sessuale	23
archeozoologia	2
Arcipelago Toscano	12
area umida	11
aree marine protette	36
Aree Protette	7, 35
Arenella	5
argilliti	6
aristolochia	34
asino dell'Amiata	16
attività teletermali	26
banquettes	33
Basidiomycetes	15
Battistero di Firenze	24
benthos	18
bilancio idrogeologico	12
biocenosi	17
biodiversità	13, 14, 35
biomonitoraggio	4
biotossine	37
campionatori passivi	26
caratterizzazione	17
Casa Campacci	2
colonne	24
composizione chimica	32
conservazione	8
conservazione della natura	35
coralli solitari	1

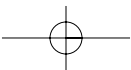
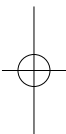
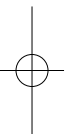
cordierite	24
crisalide	34
crisi idrica	28
CRUMA	3
Dendrophylliidae	1
densità scheletrica	1
didattica	22
Dikerogammarus villosus	31
dinoflagellati	37
distribuzione	14
dune	30
dune sabbiose	10
Duomo di Pisa	24
ecotipi	30
elementi in traccia	26
endemismo	8
erotismo	23
estensione lineare	1
farfalla	34
fauna batiale	14
Fistularia	9
flora entomogama	13
flora micologica	7, 10, 11
flora psammofila	33
fondali	17
fotografia scientifica	23
Gastropoda	25
Geochimica dei gas	26
geodi	5
gestione	35
Global warming	1
gradiente latitudinale	1
granito	24
H <sub>2</sub> S	26

idrogeochimica	12
idrogeologia	12,28
idrotermaliti	6
impatto	39
impollinatori	13
impronte mammiferi	2
industrie	18
inquinamento atmosferico	4
insetti	23
irradianza solare	1
Isola del Giglio	5,24
Isola di Pianosa	12
Italy	15
larva	34
laterizi	2
Livorno	6
macrobenthos	38,39
macromiceti	7,10
macromiceti invernali	11
Mar Adriatico	39
Mar Ligure	14
Mar Ligure Meridionale	38
Mar Mediterraneo	1
Mar Rosso	9
Mar Tirreno	9
Marina di Castagneto (LI)	10
Massa Pisana (LU)	11
Melanopsis etrusca	8
memoria spaziale	16
migrante lessepsiano	9
minerali	6
mineralogia	5,24
mitologia	23
monitoraggio	18
Monte Pisano (PI)	7,11
morfologia e geologia marina	27
musei	22

normativa	35
orchidea	23
particolato atmosferico	26
patologie	29
permanenza dell'oggetto	16
Piana di Lucca	28
pietre ornamentali	24
piezometria	28
pinite	24
Pliocene	25
polline	4
Posidonia	33
Provincia di Siena	32
putizza	26
qualità delle acque	36
recupero	29
Recupero fauna selvatica	3
reti a strascico	39
rinaturalizzazione	30
Rondone	29
Russula inamoena	15
Russulaceae	15
Russulales	15
scienze naturali	22
scuole	22
Secche della Meloria	38
sorgente naturale	26
specie alloctone	31
storia	23
Strigiformi	3
substrati duri	38
sugherete	7
suolo	32
taxonomy	15
temperatura del mare in superficie	1

territorio	22
Tirreno centrale	36
Torre di Pisa	24
Toscana	8, 25, 27, 31,
tossinfezioni alimentari	37
trapianti lichenici	26
Tuscany	15
uova	34
uva	32
veleni	37
vulnerabilità dell'acquifero	12
Zanclcano	25





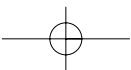
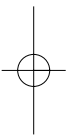
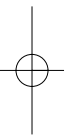
# indice alfabetico degli Autori

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice generale a pag. 3)

Ambrosio Michele	28
Aquiloni Laura	8
Baldacci Carlo	22
Baragli Paolo	16
Barone Monica	9, 14
Baroni Fabio	26
Bartolini Fabrizio	8
Bedini Gianluca	3, 23, 29
Bedini Roberto	17, 18
Benvenuti Stefano	13
Bertoncini Lara	30
Bicchielli Pablo	27
Bisconti Michelangelo	2
Baroni Fabio	32
Bonechi Lisa	17
Borzatti de Loewenstern Antonio	33
Bralia Paolo	18
Brizzi Bruno	22
Bulgheri Gabriele	9
Cardelli Roberto	33
Caroselli Erik	1
Casini Sergio	34
Ceccherelli Giuseppe	29
Ceccherelli Renato	3, 29
Cecchini Angela	7, 10
Chiesa Ferruccio	37
Ciampalini Alessandro	6
Cianfanelli Simone	8
Corti Andrea	25
De Biasi Anna Maria	38, 39
De Ranieri Stefano	39
De Santi Carla	22
Del Sordo Alice	28
Dell'Omo Fabio	27
Di Lella Luigi A.	26
Domenici Valentina	22

Doveri Marco	12
Dubinsky Zvy	1
Fagioli Maria-Teresa	28
Faldelloni Alessandra	38
Fantoni Elena	7
Fei Alessandro	5, 24
Feri Enzo	22
Ferrario Filippo	18
Filippi Luciano	23
Focardi Silvano	36
Forli Maurizio	25
Francesco Riccobono	32
Gaggi C.	4
Galleri Arnaldo	30
Gherardi Francesca	31
Gherardi Riccardo	3, 29
Gianecchini Roberto	12, 28
Giuseppe Protano	32
Goffredo Stefano	1
Lazzeri Valerio	33
Lenzi Alessandro	22
Lenzi Pierluigi	22
Leoni Laura	22
Ligas Alessandro	39
Lori Elisabetta	8
Luppichini Giacomo	22
Mancusi Cecilia	14
Martelli Franco	16
Mattioli Guido	1
Mazza Giuseppe	31
Mazzanti Renzo	27
Mazzei Roberto	27
Mengoli Manuel	16
Michelotti David	25
Montesarchio Elvezio	22
Moscheni Elisabetta	30
Mussi Mario	12
Narducci Roberto	7, 10, 11
Neri Elena	26
Neto Gianni	19, 20, 21
Nicolardi V.	4
Nicotral Irene	12

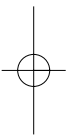
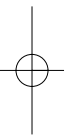
Orioli Gabriele	31
Pacciardi Lorenzo	38, 39
Paoletti Elisa	16
Pera Umberto	15
Piazzì Luigi	38
Pignotti Elettra	1
Piombanti Pier Paolo	22
Pisani Anastasia	26
Pistoiesi Juri	17
Pontillo Contillo Elena	34
Protano Giuseppe	26
Puccinelli Alberto	12, 28
Renzi Monia	36
Riccobono Francesco	26
Rossano Claudia	31
Rossetti F.G.	4
Rossi Sara	32
Ruggeri Francesca	35
Sammartino Franco	2, 6
Santinelli Marcello	22
Sartelli Angela	28
Sartoni Gianfranco	17, 18
Sartor Paolo	39
Scapini Felicita	31
Scardigli Dino	27
Serena Fabrizio	14
Sighieri Claudio	16
Tomei Paolo Emilio	7
Tricarico Elena	31
Vannini Mariano	27
Vernieri Paolo	30
Voliani Alessandro	9, 14
Zaccanti Francesco	1



# indice degli Enti rappresentati

- AF Geoscience and Technology Consulting, Campo (PI),  
 ARPAT Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana - Area Mare, Via  
 Marradi 114, 57126 Livorno  
 Associazione "Amici della Natura Rosignano", c/o Museo di Storia Naturale di Rosignano  
 Solvay, Via Monte alla Rena, 41-43, 57013 Rosignano Solvay (LI)  
 Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi", Via Vecchia di  
 Marina, 6, 56122 Pisa  
 Centro Interuniversitario Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Viale N. Sauro 4, 57127  
 Livorno  
 Centro Ricerche di Ecologia lagunare, pesca ed acquacoltura (Ecolab), Polo Universita-  
 rio Grossetano, Università Centro Interuniversitario Biologia Marina ed Ecologia  
 Applicata, Viale N. Sauro 4, 57127 Livorno  
 C.R.U.M.A. - L.I.P.U., via delle Sorgenti 430, 57121 Livorno  
 Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa, Via San  
 Michele degli Scalzi 2, 56124 Pisa  
 Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge,  
 23 - 56124 Pisa  
 Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze, Via Romana 17, 50125  
 Firenze  
 Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta 6, 56126 Pisa  
 Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Firenze, Via La Pira, 50121 Firenze  
 Dipartimento di Chimica e Biotecnologie Agraria, Via del Borghetto 80, Pisa  
 Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa, Via Risorgimento 35,  
 56126 Pisa  
 Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie legnose, Sezione Entomologia Agrar-  
 ia, Università di Pisa, Via S. Michele degli Scalzi, 2 56124 Pisa  
 Dipartimento Infrastrutture e Protezione - Complesso della Gherardesca - Provincia di  
 Livorno, Via G. Galilei 40, Livorno  
 Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Sezione di Geochimica Ambientale,  
 Università degli Studi di Siena, via Laterina 8, 53100 Siena  
 Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via P. A.  
 Mattioli 4, 53100 Siena  
 Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Siena, Via P.A. Mattioli n. 4,  
 53100, Siena  
 Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria, 53, 56126 Pisa

- Dipartimento di Scienze Fisiologiche, Gruppo di Ricerca ETOVet, Università di Pisa,  
Viale delle Piagge 2, 56124, Pisa
- Gruppo Botanico Livornese, c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Via Roma  
234, Livorno
- Gruppo Italiano Ricerca Orchidee Spontanee, via Napoli, 30, 57023 Cecina (LI)
- Istituto di Biologia ed Ecologia di Piombino, Piazza Bovio 3A, 57025 Piombino
- Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR- Via Moruzzi 1 - Pisa,
- Marine Science Group, Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Alma  
Mater Studiorum, Università di Bologna, Via F. Selmi 3, 40126 Bologna
- Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Via Provinciale 9, Giglio  
Porto, Isola del Giglio (GR)
- Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, Sezione Zoologica  
"La Specola", Via Romana 17, 50125 Firenze
- Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Via Roma 234, 57127 Livorno
- Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, Via Monte alla Rena 41, 57016 Rosignano  
Solvay (LI)
- Servizio "Tutela Ambientale" del Comune di San Giuliano Terme, Via Niccolini 25, 56017  
San Giuliano Terme (PI)
- Taskforce per le Analisi Statistiche Marine & Freshwater Science Group Association,  
Via F. Selmi 3, 40126 Bologna
- The Mina and Everard Goodman, Faculty of Life Sciences, Bar Ilan, University, Life  
Sciences Building 212, 52900 Ramat Gan, Israele
- Unità di Ricerca di Geochimica Ambientale, Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via Laterina 8, 53100 Siena
- Unità Operativa di Radiologia e Diagnostica per Immagini, Ospedale di Porretta Terme,  
AUSL di Bologna, Via Roma 16, 40046 Porretta Terme (BO)



Finito di stampare nel mese di marzo 2010  
in Pisa dalle  
EDIZIONIETS  
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa  
info@edizioniets.com  
www.edizioniets.com

