

M. RENZI^{1*}, M. LENZI², M. VOLTERRANI¹, A. TOZZI¹, E. FRANCHI¹, S. FOCARDI³, S.E. FOCARDI¹

¹Dip.to di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Siena, Via Mattioli, 4 - 53100 Siena.

²Laboratorio LEALab, OPL srl, Via G. Leopardi, 9 - 58015 Orbetello.

³Dip.to di Chimica e di Scienze dei Biosistemi, Università degli Studi di Siena, Via A. Moro, 1 - 53100 Siena.

*Corresponding Author: renzi2@unisi.it

Introduzione

La laguna di Orbetello rappresenta uno dei più importanti ecosistemi costieri di transizione attualmente presenti in Europa. Tali ecosistemi sono caratterizzati da bassi fondali e scarso ricambio idrico e, per queste caratteristiche, tendono ad accumulare elevate concentrazioni di nutrienti rappresentando aree soggette ad eutrofia. L'elevata antropizzazione della fascia costiera ha incrementato le immissioni di nutrienti aggravando notevolmente la situazione naturale preesistente e creando le condizioni di ipertrofia. In tali ecosistemi, il sedimento rappresenta, per sua natura, una "trappola" di nutrienti che vi si accumulano. In condizioni di ipertrofia, il sedimento può dar luogo a rilascio di nutrienti, fenomeno alla base dell'insorgenza delle crisi distrofiche. I livelli di ferro e bioclasti presenti nel sedimento svolgono un ruolo cruciale nei fenomeni di rilascio/bloccaggio del fosforo e nell'opporci ai meccanismi della distrofia. Infatti in condizioni di buono stato ossidativo del sedimento, gli ortofosfati sono legati agli ossi-idrossidi ferrici (Heijs *et al.*, 1999) ed in parte adsorbiti dai bioclasti calcarei (De Jonge e Villerius, 1989; Dodge *et al.*, 1984) risultando non biodisponibili e, pertanto, fattore limitante allo sviluppo della vegetazione algale. Nel presente lavoro, attraverso le correlazioni statistiche e l'elaborazione di mappe distributive di alcune variabili (ferro, fosforo, bioclasti, Eh) si è ipotizzato una mappa finalizzata alla localizzazione delle potenziali aree critiche.

Materiali e Metodi

Nel corso dell'anno 2003 sono stati prelevati 83 campioni di sedimento (Fig. 1) mediante carotatore in HDPE di 8 cm di diametro. Le stazioni di prelievo, georeferite mediante GPS da campo, sono state distribuite in modo uniforme a copertura dell'intera superficie lagunare. In corrispondenza di ogni stazione di campionamento sono state condotte misure "in situ" del potenziale di ossidoriduzione (Eh) dei sedimenti ed effettuati prelievi di campioni di sedimento superficiale (0-10 cm). I campioni prelevati sono stati omogeneizzati ed essiccati mediante liofilizzazione, quindi è stato determinato il contenuto in bioclasti% (Shepard, 1954), carbonio totale (C-tot)% (CHN- ICRAM, 2001), carbonio organico (C-org)% (Gaudette e Flight, 1974) fosforo totale (P) % e ferro totale (Fe) % (ICP-MS - IRSA - CNR, 1985). I risultati ottenuti sono stati elaborati (statistica 7 @) calcolando le correlazioni tra tutte le variabili considerate ed in seguito, utilizzati per la realizzazione di mappe digitali georeferenziate di distribuzione delle variabili (g-stat opensource). Allo scopo di realizzare attraverso l'integrazione delle singole mappe di distribuzione, una mappa finalizzata alla localizzazione delle potenziali aree critiche si è supposto che: 1) le aree a maggior presenza di Fe avessero elevata capacità tamponante l'insorgenza distrofica (Heijs *et al.*, 1999); 2) le aree in cui si riscontra la maggior presenza di P costituiscono deposito sedimentario di questo elemento; 3) viceversa, le aree a scarsa presenza di P abbiano subito fenomeni di rilascio dovuti ad acidità e bassi valori di Eh dei sedimenti; 4) l'abbondanza di bioclasti costituisca condizione di bloccaggio di P e migliore ossidazione sedimentaria.

Risultati e discussione

In Tabella 1 si riassumono i risultati relativi all'analisi statistica dei dati (matrici di correlazione semplice) riportando esclusivamente le correlazioni significative ($p < 0,05$ per $n=83$). Oltre il 50% del C-tot presente nei campioni analizzati è risultato costituito da C-org; si riportano (Tab. 1) solo le correlazioni relative al C-tot%.

Si osserva forte correlazione tra C-tot-P e tra C-tot-Fe. La correlazione negativa tra P ed Eh conferma il rilascio di P da parte dei sedimenti con valori di Eh bassi. La forte correlazione osservata tra Fe e P ha due possibili spiegazioni: la comune provenienza da accumuli di detrito organico ed i legami chimici che si instaurano tra i due elementi.

Da questi primi risultati, non si evidenziano correlazioni significative tra i bioclasti e le altre variabili.

In Figura 2, 3, 4 e 5 sono riportate le mappe di distribuzione dei parametri analizzati nei sedimenti (rispettivamente di Bioclasti, Fe, P, Eh). In Figura 6 è riportata la mappa delle aree critiche. In nero sono indicate le aree caratterizzate dalla presenza contestuale di valori di Eh fortemente negativi e concentrazioni minori di Fe e P, in rosso le aree che pur presentando Eh maggiore rispetto alle aree in nero, mostrano tuttavia livelli molto bassi di P e di Fe ad indicare probabile rilascio e scarso potere tamponante da parte dei sedimenti.



Figura 1. Localizzazione spaziale delle 83 stazioni di prelievo

Coppie di correlazione	Coeff. Correlazione*
Fe %-P%	0,82
C-tot %-P %	0,79
C-tot %-Fe %	0,82
C-tot %-Bioclasti%	0,44
C-tot %-Eh (mV)	-0,24
Eh (mV)-P %	-0,27

* n=83 p<0,05

Tabella 1. Coefficienti di correlazione

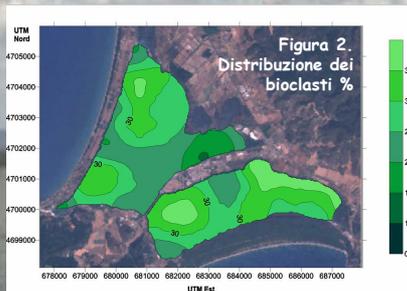


Figura 2. Distribuzione dei bioclasti %

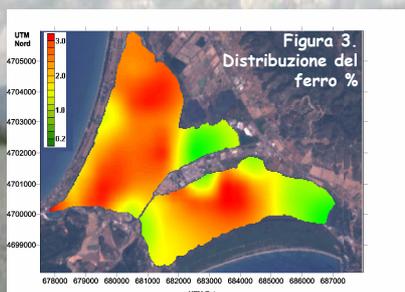


Figura 3. Distribuzione del ferro %

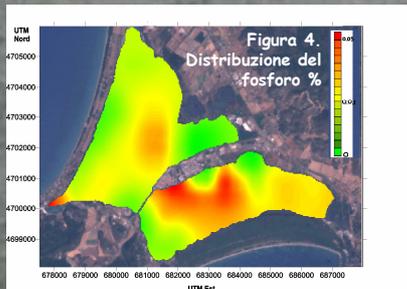
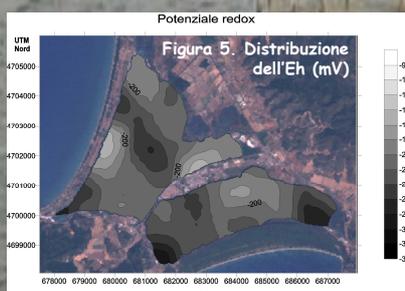


Figura 4. Distribuzione del fosforo %



Potenziale redox
Figura 5. Distribuzione dell'Eh (mV)

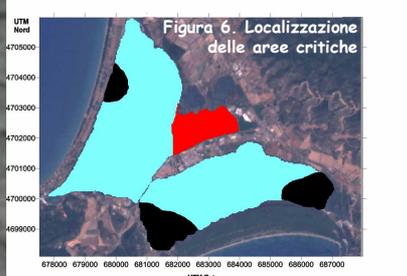


Figura 6. Localizzazione delle aree critiche

Conclusioni

La Figura 6 costituisce una prima mappa distributiva delle aree a elevata criticità potenziale. Attraverso una maggiore acquisizione dei dati questa cartografia potrà essere potenziata; in particolare si cercherà di elaborare un modello matematico finalizzato all'integrazione quantitativa delle variabili in esame.

L'utilizzo di questa mappa potrebbe consentire l'individuazione di aree prioritarie per gli interventi gestionali da parte delle Amministrazioni preposte.

Bibliografia

- De Jonge V.N., e L.A. Villerius, 1989, "Possible role of carbonate dissolution in estuarine phosphate dynamics", *Limnology and Oceanography*, 34: 333-340.
- Dodge R.E., T.D. Jickells, A.H. Knap, S. Boyd e R.M. Bek, 1984, "Reef-building coral skeletons as chemical pollution (phosphorus) indicators", *Marine Pollution Bulletin*, 15: 178-187.
- Gaudette H.E. e W.R. Flight 1974, "An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments", *Journal of Sedimentary Petrology*, 44: 249-253.
- Heijs K., H.M. Jonkers, H. Van Gemenen, B.B.M. Scheub, L.J. Stol, 1999, "The buffering capacity towards free sulphide in sediments of a coastal lagoon (Bassin Arcachon, France) - The relative importance of chemical and biological processes", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 241-250.
- ICRAM - Metodologie analitiche di riferimento, Edizione 2001.
- IRSA-CNR, 1985, "Metodi analitici per i fanghi", Quaderno 64.
- Shepard F.P., 1954, "Manufacture based on sand, silt, clay ratios", *Journal of Sedimentary Petrology*, 24: 151-158.