



conoscenze, valutazioni, proposte
per il futuro del Trasimeno

CONVEGNO



1/2 dicembre 2010
Castiglione del Lago - PG

con la partecipazione di:
Provincia di Perugia
Comunità Montana-Associazione
dei Comuni "Trasimeno-Medio Tevere"
Comune di Castiglione del Lago
Comune di Mezzano
Comune di Passignano sul Trasimeno
Comune di Tuoro sul Trasimeno

Sessione 1 / CONTRIBUTI CONOSCITIVI
Risultati del Progetto Osservatorio Trasimeno

La caratterizzazione dei sedimenti

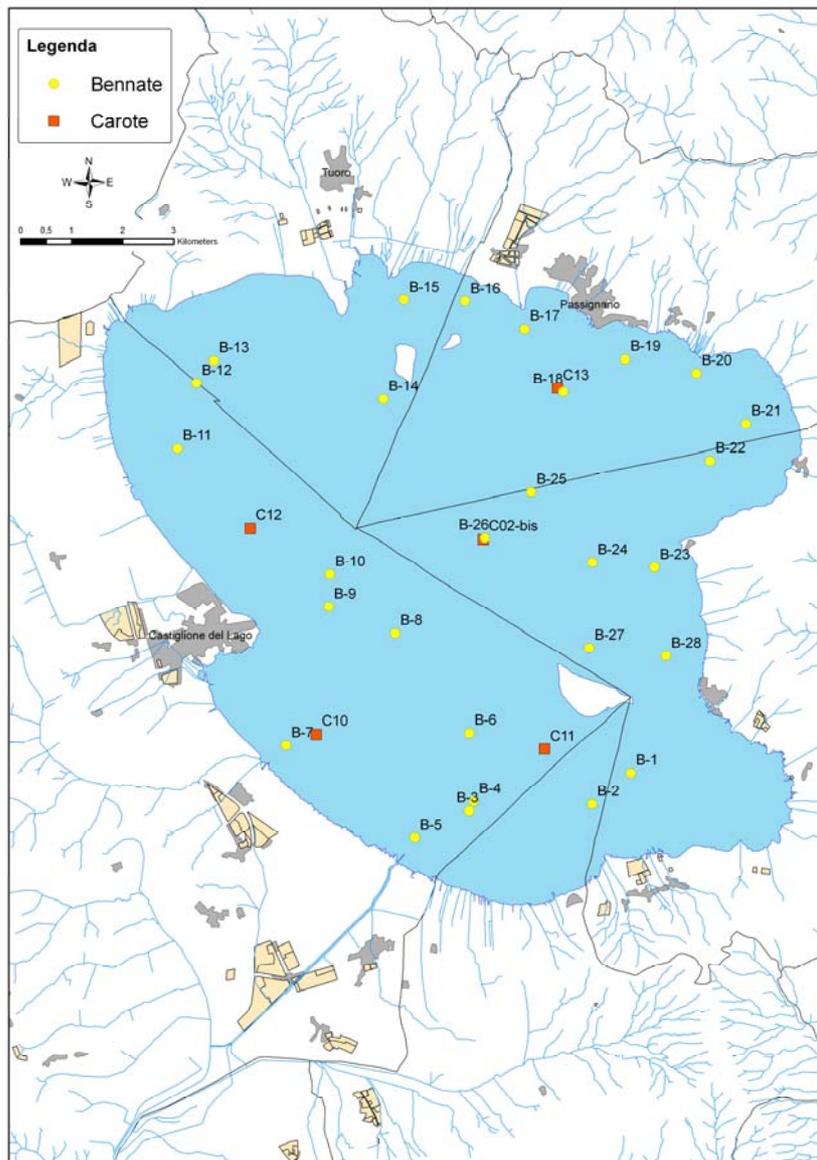
Nicola Morgantini - Luca Peruzzi

ARPA Umbria - Dipartimento Provinciale di Perugia

Lo studio effettuato ha avuto i seguenti obiettivi:

- verificare la distribuzione areale di metalli, nutrienti e microinquinanti, quindi la "qualità" del sedimento superficiale (entro 5-7 cm dall'interfaccia acqua-sedimento) e profondo;
- determinare le condizioni di ossidazione e del pH nella matrice sedimento entro un metro di profondità per la previsione della "mobilità" dei metalli;
 - valutare l'utilizzo paleolimnologico delle concentrazioni di metalli, nutrienti e microinquinanti nelle carote di sedimento, per l'analisi delle variazioni del sistema lacustre.

L'attività di campionamento è stata svolta il 29-30 Settembre 2008, in collaborazione tra ARPA Umbria e ISMAR - CNR Bologna



Sono stati raccolti campioni di sedimento superficiale e profondo, nonché campioni della colonna d'acqua.

Ubicazione dei punti di campionamento effettuata considerando essenzialmente:

- pressioni antropiche sulle aree costiere
- caratteristiche ambientali del bacino

n. carote	5
lunghezza carote	da 50 a 120 cm
n. campioni sedimento per carota	10÷17
n. totale campioni sedimento carote	75
n. campioni carote analizzati	26
n. bennate	28
n. campioni bennate analizzate	19
n. campioni acqua superficiale	1
n. campioni interfaccia acqua-sedimento	5
n. campioni interstiziale	1



Campionamento sedimento superficiale (Benna tipo Van Veen)



SEDIMENTO

analiti ricercati

Residuo secco a 105 °C

Policlorobifenili (PCB) totali

T.O.C., C_{tot}

N_{tot} , P_{tot}

IPA (9 molecole)

Metalli (10 elementi)

Pesticidi organoclorurati (10 principi)

Campionamento acque e sedimento profondo (Carotiere ISMAR-CNR)



- Parametri chimico-fisici misurati in campo su *acque* (interstiziali e interfaccia): temperatura, pH, Eh, D.O. e potenziale redox (Eh)
- Parametri chimico-fisici misurati in campo su *sedimento* ("carote"): pH e potenziale redox (Eh)

<i>SEDIMENTO</i>	<i>ACQUA INTERSTIZIALE</i>	<i>ACQUA INTERFACCIA</i>
<i>analiti da ricercare</i>	<i>analiti da ricercare</i>	<i>analiti da ricercare</i>
Residuo secco a 105 °C	Cationi (Ca, Mg, Na, K)	Cationi (Ca, Mg, Na, K)
Policlorobifenili (PCB) totali	Anioni (NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , P _{tot} , SO ₄ , Cl, HCO ₃)	Anioni (NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , P _{tot} , SO ₄ , Cl, HCO ₃)
T.O.C., C _{tot}	Metalli (12 elementi)	Metalli (12 elementi)
N _{tot} , P _{tot}		
IPA (9 molecole)		
Metalli (10 elementi)		
Pesticidi organoclorurati (10 principi)		

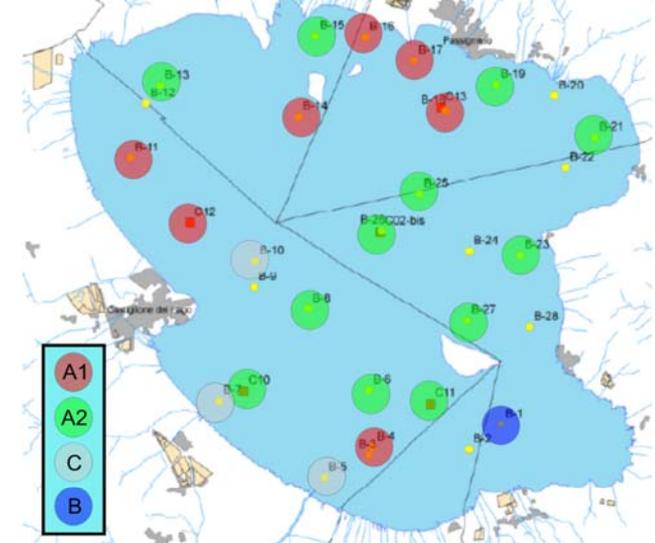
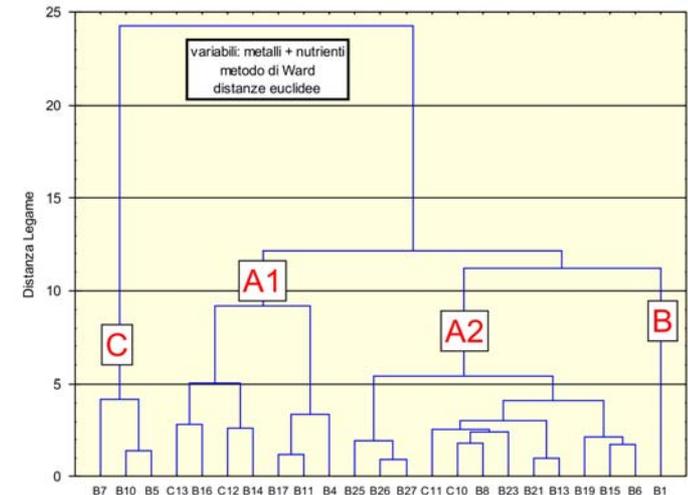
Studio dei sedimenti superficiali

1. Analisi statistica dei dati (nutrienti e metalli)

- Analisi delle componenti principali
- Analisi per clusters

Vengono evidenziati i seguenti gruppi con caratteristiche omogenee:

- un contesto generale caratterizzato dall'appartenenza dei campioni al gruppo A2 ed un concentrazione dei campioni del gruppo A1 nel settore nord-occidentale del lago.
- l'ubicazione del campione relativo al gruppo B probabilmente rappresentativo delle particolari condizioni esistenti nell'area compresa tra S.Feliciano, Isola Polvese e S.Arcangelo (oasi "La Valle").
- il limitato sviluppo areale dei campioni del gruppo C, limitato alla zona sottocosta del settore sud-occidentale del lago.

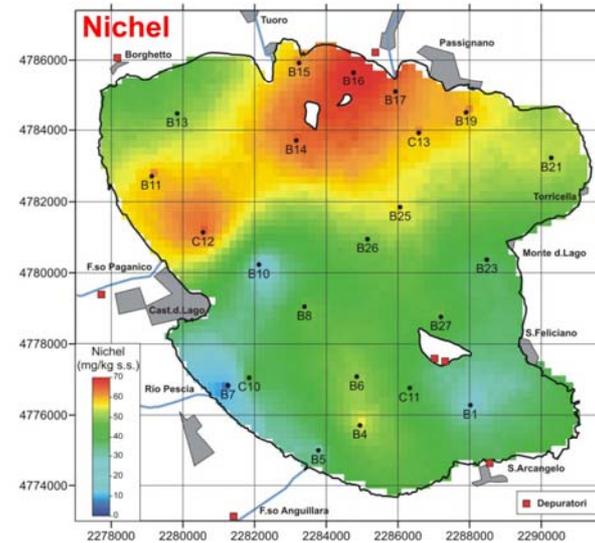
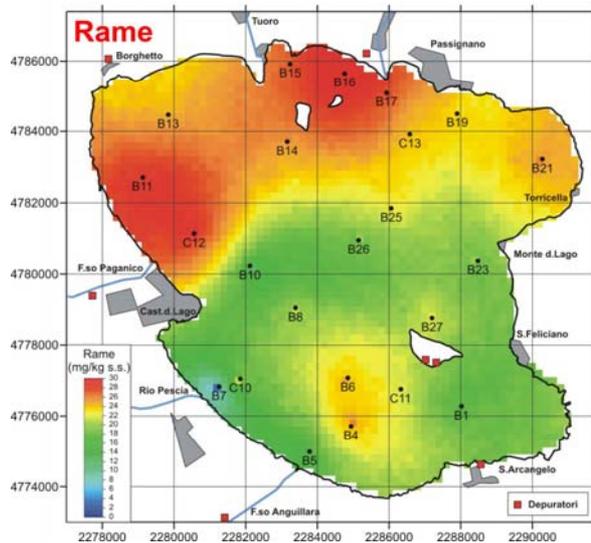
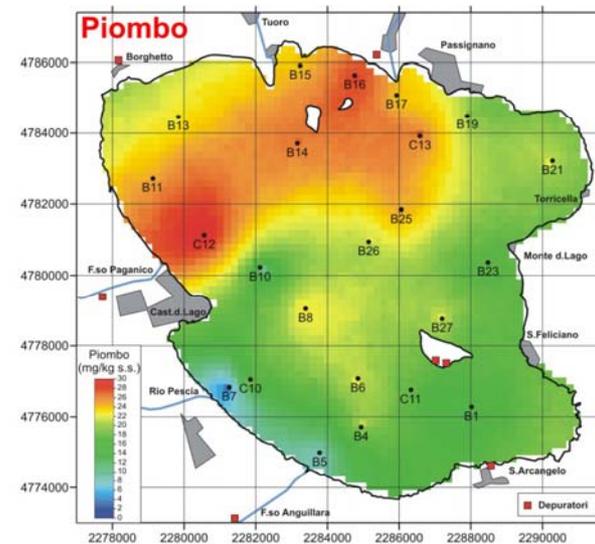
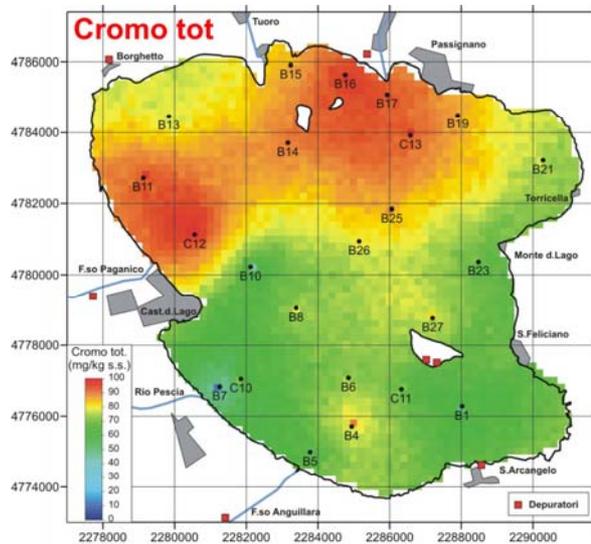


Studio dei sedimenti superficiali

2. Analisi geostatistica dei dati (metalli):

- Carte della distribuzione spaziale della concentrazione di metalli, nutrienti e R.S. mediante il metodo delle *Simulazioni Sequenziali Gaussiane - sGS*

Settore centro-settentrionale caratterizzato da concentrazioni di metalli generalmente più elevate rispetto alla zona meridionale

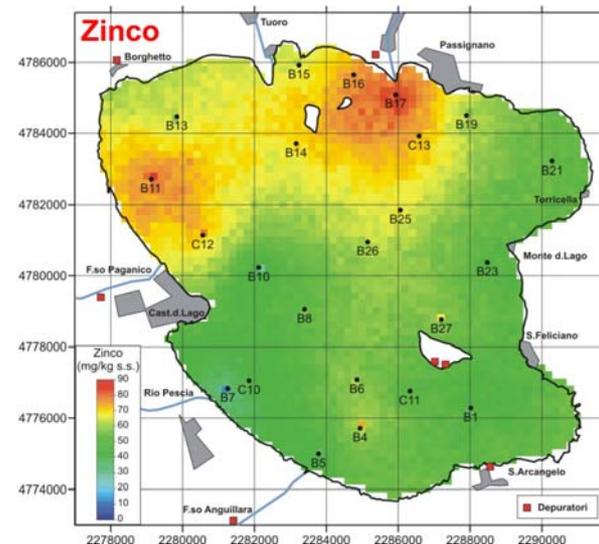
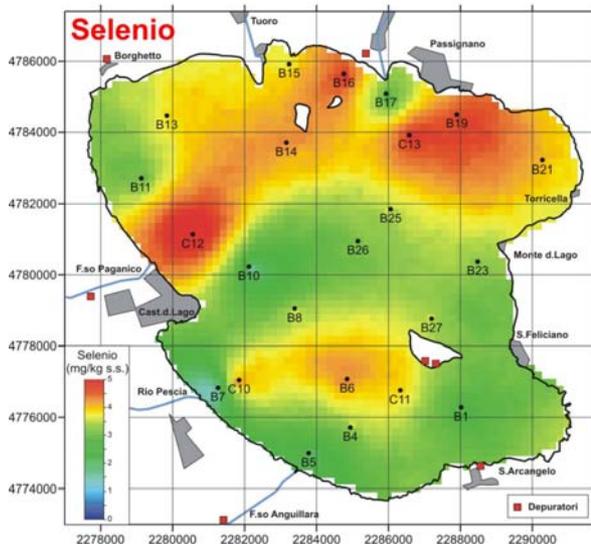
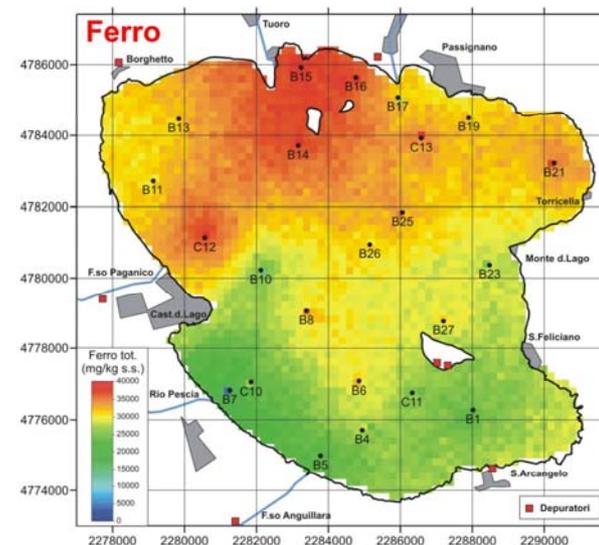
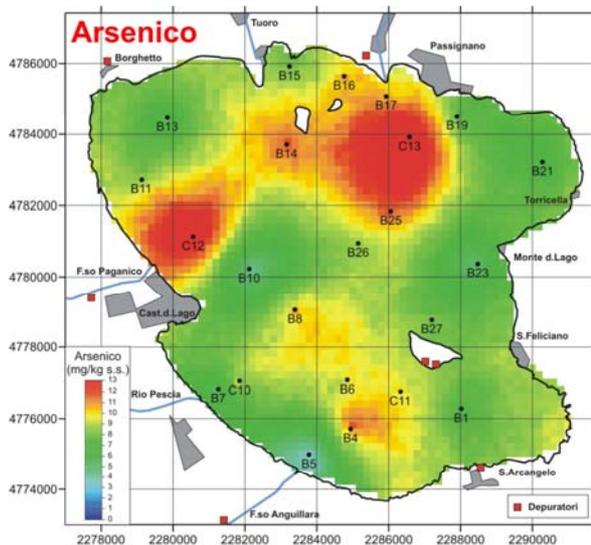


Studio dei sedimenti superficiali

2. Analisi geostatistica dei dati (metalli):

- Carte della distribuzione spaziale della concentrazione di metalli, nutrienti e R.S. mediante il metodo delle *Simulazioni Sequenziali Gaussiane - sGs*

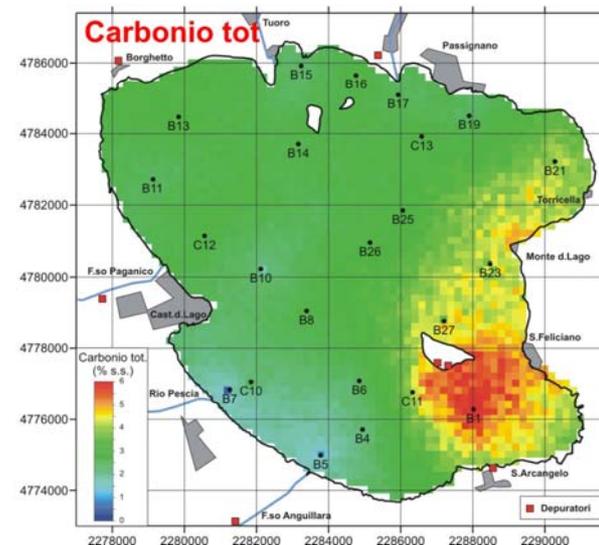
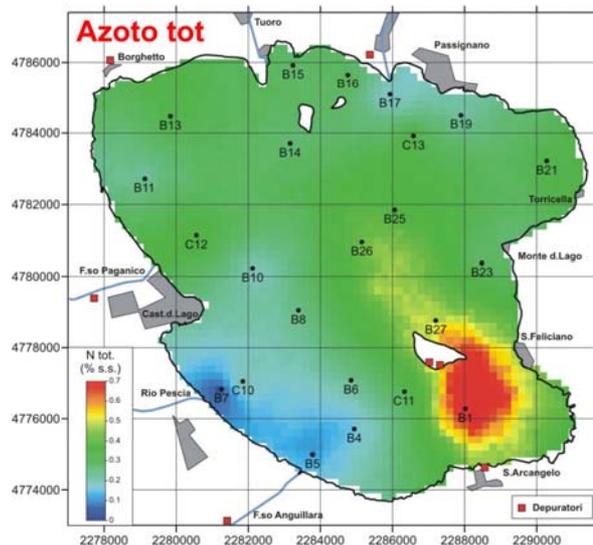
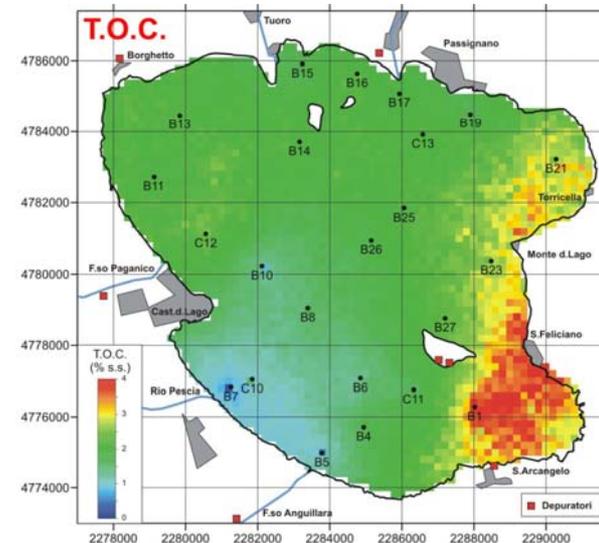
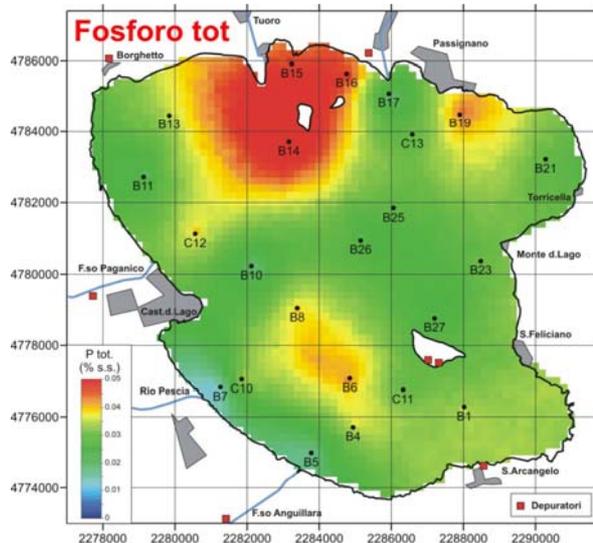
Settore centro-settentrionale caratterizzato da concentrazioni di metalli generalmente più elevate rispetto alla zona meridionale



Studio dei sedimenti superficiali

2. Analisi geostatistica dei dati (nutrienti):

- Carte della distribuzione spaziale della concentrazione di metalli, nutrienti e R.S. mediante il metodo delle Simulazioni Sequenziali Gaussiane - sGS



Le concentrazioni più elevate di P_{tot} sono generalmente correlabili a quelle dei metalli (in particolare Fe, Cr, Zn e Pb)

Settore de "La Valle" caratterizzato da più elevati valori di N_{tot} , C_{tot} e T.O.C.

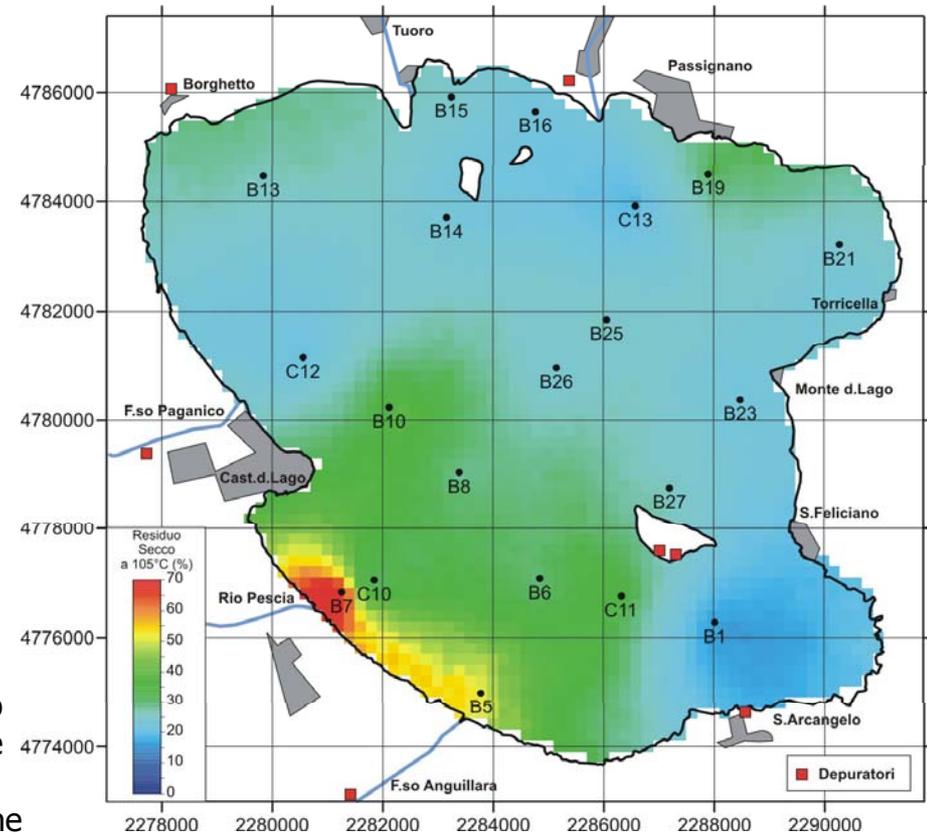
Studio dei sedimenti superficiali

3. Considerazioni sulla "qualità" del sedimento

La diversa distribuzione dei valori del Residuo Secco (R.S. a 105°C) è probabilmente una conseguenza delle modalità di sedimentazione dei solidi immessi nel bacino dai corsi d'acqua, prevalentemente sabbiosi nella zona sottocosta e progressivamente più fini verso il centro-lago.

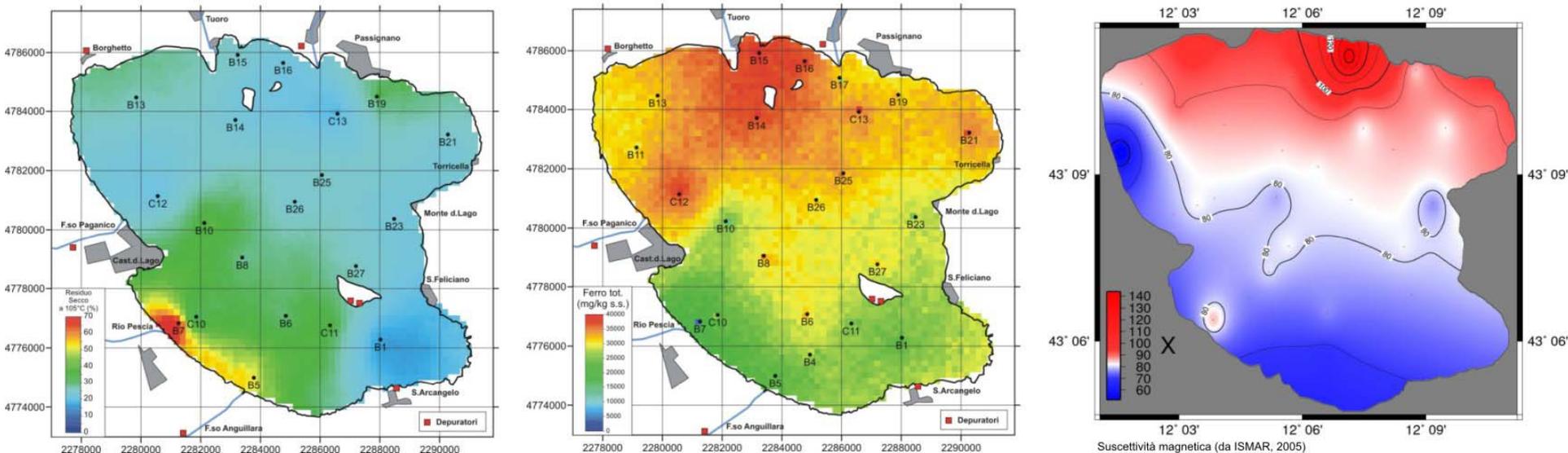
Numerosi autori mostrano che:

- Esiste una relazione inversa fra concentrazione dei metalli e dimensione dei granuli
- Elevate concentrazioni di metalli nei sedimenti più fini possono essere dovute all'influenza della maggiore area superficiale delle particelle, ad una maggiore quantità di sostanze reattive come sostanza organica e ossidrossidi di Fe e Mn contenuti nella frazione argillosa e limosa del sedimento



Studio dei sedimenti superficiali

3. Considerazioni sulla "qualità" del sedimento



Nel settore centro-settentrionale, valori elevati della concentrazione del Fe tot e della suscettività magnetica corrispondono ai valori del R.S. relativamente bassi, suggerendo una stretta relazione fra i metalli in genere e una fase solida costituita dalle particelle più fini.

Nel settore compreso tra S. Arcangelo, S. Feliciano e Isola Polvese, al più basso valore del R.S. corrispondono concentrazioni del Fe tot mediamente inferiori rispetto all'embacino settentrionale e, di conseguenza, bassi valori della suscettività magnetica.

Studio dei sedimenti superficiali

3. Considerazioni sulla "qualità" del sedimento

Soprattutto nell'area compresa tra Tuoro, Passignano e Isola Maggiore (e anche quella prospiciente lo sbocco del F.sso Paganico), i massimi relativi di concentrazione sono imputabili non solo alla distribuzione granulometrica del sedimenti ma anche ad un diverso apporto "esterno" che può essere riconducibile ai seguenti fattori:

1. input **naturale** da bacini idrologici a diversa composizione litologica (e quindi mineralogica):
 - arenarie del Trasimeno (Miocene-Paleocene) nei settori N, E e SE;
 - sabbie-conglomerati (Pliocene-Pleistocene) settore W e SW;
2. input **antropico**:
 - reflui civili, depurati e non;
 - reflui industriali, depurati e non;
 - dilavamento di terreni agricoli recentemente fertilizzati (trasporto mediante fossi e canali, sia in forma disciolta, sia come particolato sospeso, specialmente in occasione di eventi di piena).

L'intero settore costiero compreso tra Castiglione del Lago e Passignano è certamente caratterizzato da un maggiore impatto antropico: scarichi civili per 13000÷23000 a.e., presenza di sito a forte presunzione di contaminazione (Area ex-SAI), estese aree turistiche, ecc.....

Studio dei sedimenti superficiali

3. Confronto fra concentrazioni rilevate e standards di qualità

- **Livelli Chimici di Riferimento (LCR)**, proposti da APAT (2008) per sedimenti fluviali (“Proposta Fiumi Saline-Alento”)
- **SQGs, Sediment Quality Guidelines**, mediante questo approccio vengono quindi forniti due valori guida (**TEC**-“Threshold Effect Concentration”; **PEC** - “Probable Effect Concentration”) che suddividono le concentrazioni di uno specifico contaminante in tre diversi range (\leq TEC, $TEC < \text{concentrazione} < PEC$ e \geq PEC), sulla base degli effetti biologici rilevati sulla fauna bentonica (MacDonald et al., 2000)
- **Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)** (D.Lgs.152/06-All.5-Tab.1-colonna A), finalizzato alla rimozione del sedimento ed alla sua “riutilizzazione” in ambiente subaereo

Superamento dei **LCR** solamente per **Cr tot** e **Ni** (rispettivamente nell’ 83% e 39% dei campioni)

Concentrazioni superiori alle **PEC** solo per **Ni** (61% dei dati), inoltre per **As** e **Cr tot**, una bassa percentuale di campioni risulta inferiore al **TEC** (rispettivamente 61% e 17%). Per tutti i contaminanti organici analizzati le concentrazioni sono sempre inferiori al **TEC**

Tutti i parametri (inorganici e organici) risultano al di sotto delle **CSC**, con la sola eccezione del **Se**, per il quale il superamento della concentrazione soglia riguarda il 74% dei campioni

Per quanto riguarda i **microinquinanti organici**, sia i composti **PCB** che i **Pesticidi organo-clorurati** sono risultati sempre al di sotto del Limite di Quantificazione strumentale (rispettivamente pari a 0.006 mg/Kg s.s. e 0.01 mg/kg s.s.), mentre per gli **IPA** (Idrocarburi Policiclici Aromatici) solo un campione (B26) presenta concentrazioni di poco superiori al LQ (0.01 mg/kg s.s.)

Studio dei sedimenti superficiali

4. Confronto fra concentrazioni rilevate, suoli e sedimenti di laghi europei

Parametro	sedimenti Lago Trasimeno			suoli coltivati (a)	suoli non-coltivati (a)	suoli (b)	sedimenti laghi Europei (c)	
	mediana	media	max	range	range	mediana	mediana	media
As	8.8	9.0	17	5.5-12	6.7-13	-	-	-
Cd	-	-	0.2	-	0.1-0.7	0.35	0.53	2.41
Cr _{tot}	75	71.7	101	15-70	11-78	70	61	142
Cr (VI)	-	-	<0.5	-	-	-	-	-
Fe	30800	30004	42300	14000-28000	4700-43000	40000	25400	33300
Mn	670	1566	12800	990-7400	60-1100	1000	838	2336
Hg	0.115	0.118	0.25	0.03-0.069	0.045-0.16	0.06	0.64	1.07
Ni	50	49.0	70	1.8-18	4.4-23	50	68	66
Pb	22	20.6	30	2.6-27	2.6-25	35	33	135
Cu	23	22.3	32	9.9-39	8.7-33	30	37	96
Se	3.6	3.6	5.3	0.28-0.74	0.27-0.73	-	-	-
Zn	62	59.1	96	37-68	25-67	90	169	1082
N _{tot}	2900	2850	7000	-	-	2000	6700	8800
P _{tot}	300	330	520	-	-	800	1500	2355
C _{tot}	28000	30200	95000	-	-	-	5730	7850
TOC	19000	19780	59000	-	-	-	-	-

Note: (a) De Vivo et al., 2004, (b) Bowen, 1979, (c) Baudo e Muntau, 1986.
Tutte le concentrazioni sono espresse in **mg/kg s.s.**

Solo **Cr tot** e **Fe** presentano mediane superiori a quelle del campione dei sedimenti nei laghi europei

Il **C tot** presenta una concentrazione decisamente più elevata, risultato del particolare stato ecologico e trofico caratteristico del lago Trasimeno

Ni, **Se** e **N tot** presentano concentrazioni superiori ai range proposti per i suoli

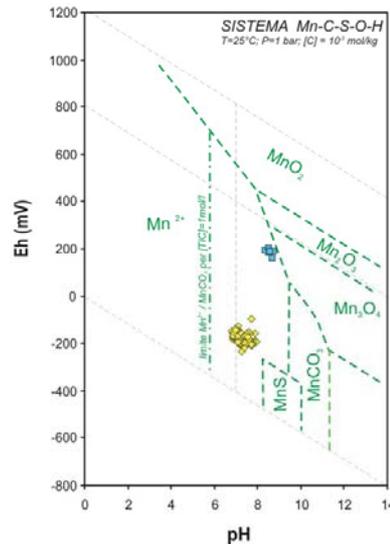
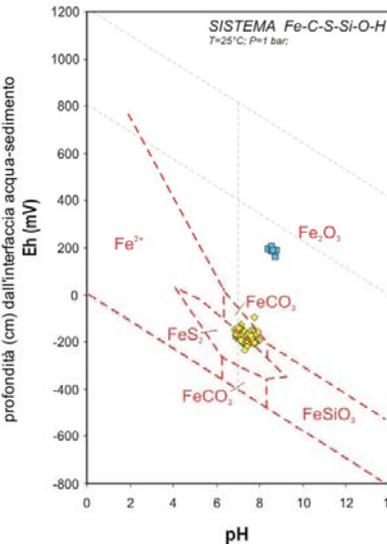
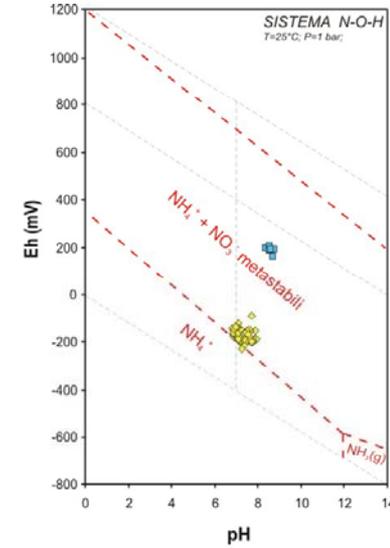
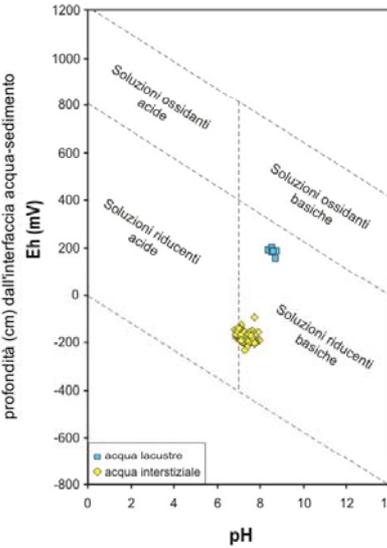
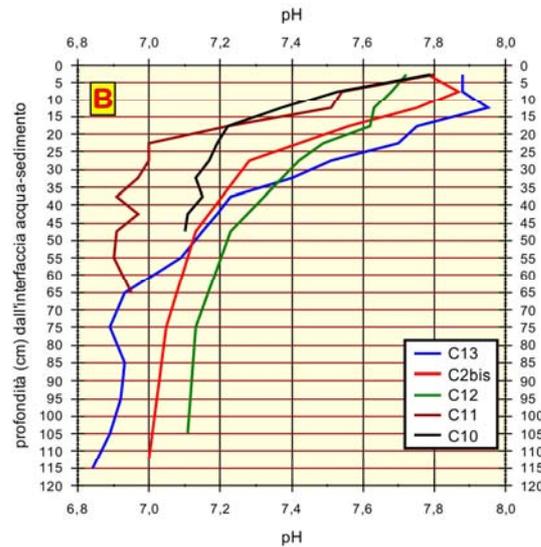
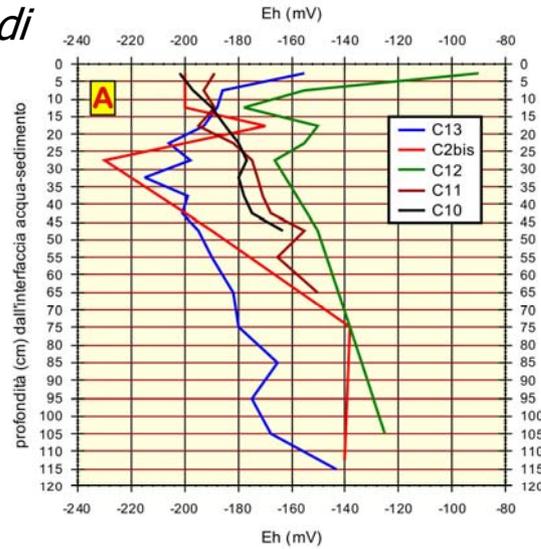
Studio dei sedimenti profondi

1. Condizioni ossido-riduttive e pH

Nei primi 50-60 cm ambiente estremamente "dinamico" e marcata variazione dello stato pH e Redox

Confronto con diagrammi Eh-pH per verificare la potenziale stabilità di alcune specie minerali:

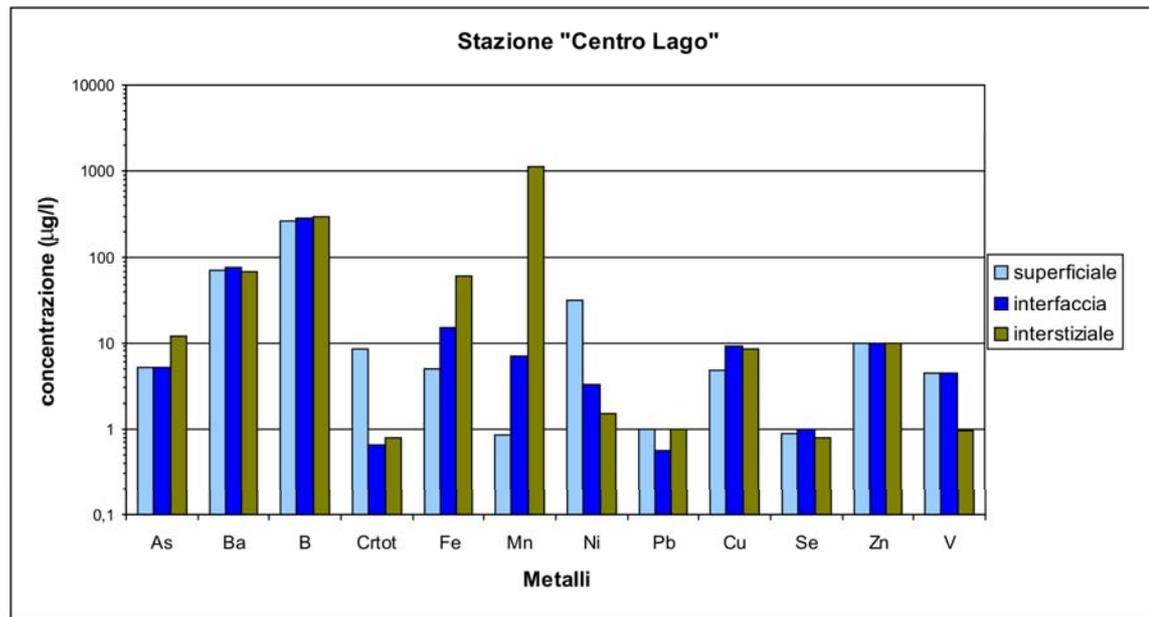
NH_4 , Mn^{2+} , FeCO_3 , SO_4



Studio dei sedimenti profondi

2. Sistema colonna d'acqua - acqua interfaccia - acqua interstiziale

Carota C2 bis
zona "Centro Lago"



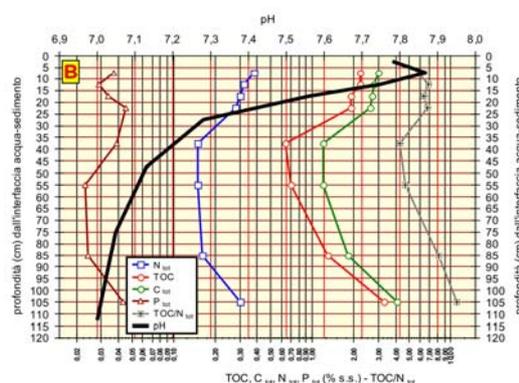
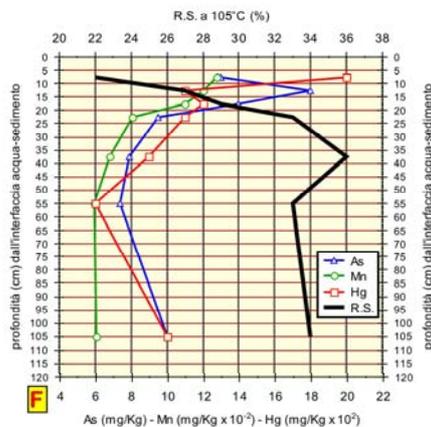
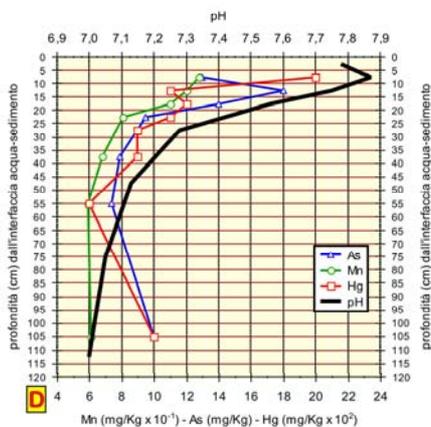
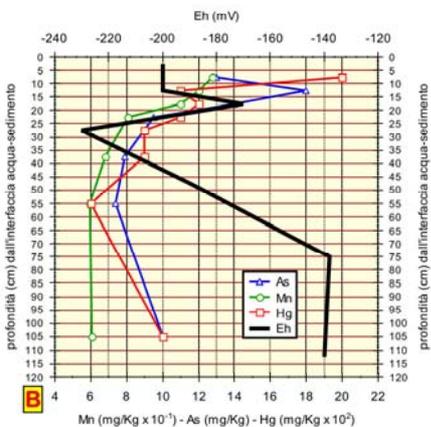
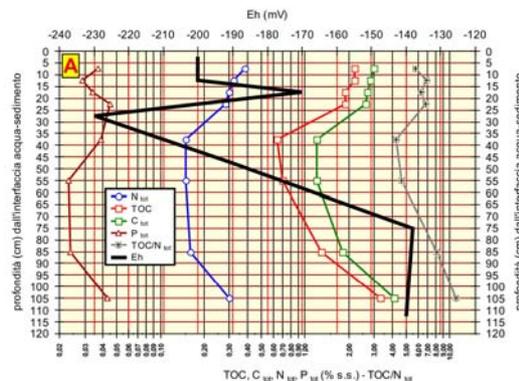
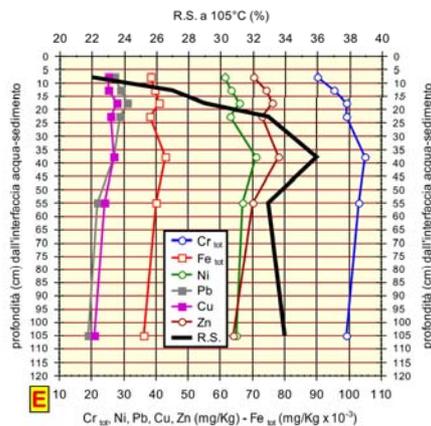
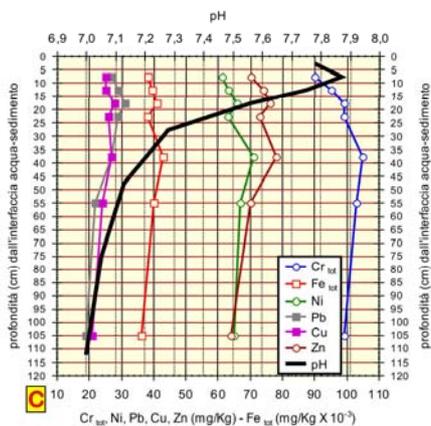
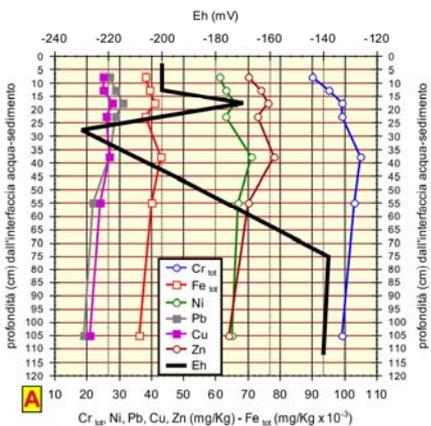
- **Fe, Mn, As** e **Cu** esprimono una maggiore "mobilità" verso la fase acquosa nelle condizioni riducenti-acide
- **Cr tot** e **Ni** presentano una maggiore mobilità verso condizioni tendenzialmente più ossidanti

E' stata verificata la ripartizione caratteristica (speciazione) dei metalli presenti fra fase solida (sedimento) e liquida (acqua)

- localmente si hanno condizioni favorevoli alla precipitazione chimica di minerali quali: **calcite** - CaCO_3 , **idrossiapatite** - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, **rodocrosite** - MnCO_3

Studio dei sedimenti profondi

3. Profili concentrazione metalli e nutrienti



Carota C2 bis
zona "Centro Lago"

Studio dei sedimenti profondi

3. Profili concentrazione metalli e nutrienti

Si evidenzia una stretta relazione fra le concentrazioni di metalli e nutrienti nei diversi livelli del sedimento e le corrispondenti condizioni del potenziale redox e del pH e, in particolare

nei tratti in cui, con la profondità, sono presenti forti gradienti dell' Eh (redox) verso valori più negativi si rileva:

- forte diminuzione delle concentrazioni dei metalli a "bassa mobilità", dei nutrienti (con l'eccezione del P tot), ma anche dei metalli "mobili";

dove sono presenti forti gradienti dell'Eh (redox) verso valori meno negativi si osserva:

- incrementi molto consistenti delle concentrazioni dei metalli a "bassa mobilità" e dei nutrienti, mentre i metalli "mobili" evidenziano incrementi poco consistenti;

Da evidenziare che le concentrazioni di **Cr**, **Fe**, **Ni** e **Zn** tendono ad aumentare con la profondità (fino a 1 mt)

Se consideriamo la media pesata (sull'intera lunghezza delle carote) delle concentrazioni dei metalli, gli unici superamenti delle **CSC** riguardano il selenio (**Se**)

Conclusioni

E' stata ottenuta una dettagliata distribuzione areale delle concentrazioni di metalli, nutrienti e microinquinanti sul sedimento "recente"

Riguardo alla valutazione della "qualità" dei sedimenti, le criticità sono legate essenzialmente a Cromo (**Cr**), Nichel (**Ni**) e Selenio (**Se**)

Alla base della colonna d'acqua si evidenziano condizioni che danno luogo ad una stratificazione chimica di limitato spessore (pochi cm) che coinvolge le specie carbonatiche e alcuni metalli

Fe, Mn, As e **Cu** sono i metalli che manifestano una maggiore "mobilità" verso la fase acquosa, mentre il **P** sembra essere legato in particolare al Fe (ma anche a Cr e Pb) oltre che ad alcune fasi carbonatiche

Gradiente ossido-riduttivo sembra rivestire un ruolo chiave nella distribuzione (e migrazione?) verticale dei metalli nei sedimenti profondi

Conclusioni: aspetti da considerare e prospettive di studio

- E' necessario evidenziare che la variabilità stagionale di una pluralità di condizioni (*temperatura dell'acqua, D.O., livello idrometrico, attività vegetativa e microbiologica, ecc.*) può determinare, soprattutto negli strati superficiali dei sedimenti e nella colonna d'acqua, una forte modificazione delle condizioni osservate, tale da introdurre nuovi e diversi elementi di valutazione
- Nell'analisi delle carote, il sub-campionamento verticale deve essere necessariamente dettagliato ai fini di una corretta interpretazione dei dati (es. per ricostruzioni paleo-limnologiche)
- Esigenza di correlare analisi granulometriche e mineralogiche del sedimento ai dati di concentrazione di metalli e nutrienti, anche disciolti nelle acque interstiziali
- Processi di "*migrazione diffusiva*" verticale dei metalli attraverso la porosità del sedimento, possono modificare selettivamente la composizione dello stesso, limitando l'utilizzo paleo-limnologico dei dati
- Alcuni meccanismi quali la *risospensione dei sedimenti e rilascio del fosforo e metalli*, oltre ad essere "lago specifici", a causa dei numerosi fattori coinvolti, sono probabilmente dipendenti dalla stagionalità (spesso diversa di anno in anno), risulta quindi difficoltoso stabilire delle regole generali di funzionamento di tali processi
- Necessità di una valutazione della qualità del sedimento maggiormente legata alla biodisponibilità o reattività degli inquinanti
- Opportunità di creare standard di qualità e/o valori guida a livello nazionale per sedimenti lacustri

Grazie per l'attenzione!!

Ringraziamenti

Analisi Laboratorio: F. Archinucci, D. Bartoli, N. Barbagianni, M. Covarino, M. De Luca, L. Falocci, O. Paciotti, E. Peirone, M.G. Raffa, F. Rocchi, C. Spaccini (ARPA - Umbria)

Campionamento: A. Martinelli, S. Renzi, M. Sbaragli (ARPA - Umbria)
L. G. Bellucci, P. Gasperini (ISMAR - CNR Bologna)