

NUOVE BASI SCIENTIFICHE NEL RECUPERO E NELLA VALORIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

Brunello Ceccanti

CNR-Istituto per lo Studio degli Ecosistemi
Sede di Pisa

Indice

1. Sedimenti: da problematica a risorsa
2. Altra definizione: suoli acquatici
3. Gestione : Un approccio integrato
4. Alcuni casi di studio al CNR-ISE di Pisa
5. Strumenti d'Indagine
6. Metodi di Studio
7. Indicatori ambientali
8. Conclusioni

Sedimenti: da problematica a risorsa

Problematica

1. La bonifica dei siti contaminati è un problema complesso, che comprende aspetti tecnologici, ambientali, economici e sociali.
2. La scelta della tecnologia più adatta richiede una serie di valutazioni in funzione dell'obiettivo e del tipo di riutilizzo previsto su scala locale; tutte le fasi del processo devono essere valutate in relazione ai costi e ai benefici ad esse associati.
3. Le tecnologie di trattamento e le metodiche analitiche per la determinazione di famiglie di inquinanti presenti in concentrazioni significative o i tracce, sono state sviluppate solo di recente e sono in corso di ottimizzazione e trasferimento da scala pilota a quella di cantiere.
4. Le implicazioni di carattere sanitario ed ecologico sono ancora sconosciute e restano oggetto di ricerca scientifica.

Sedimenti: da problematica a risorsa

Criteri di gestione

Analisi costi/benefici e costi/efficacia

Il DM 471/99 “**bonifiche**” prevede che in fase di Progetto Preliminare venga effettuata un’attenta analisi comparativa delle tecnologie applicabili al risanamento dell’area, in termini di efficacia nel raggiungere gli obiettivi, concentrazioni finali, tempi di esecuzione e impatto sull’ambiente; questa analisi deve essere accompagnata da una stima dei costi delle diverse tecnologie, che permetta di valutarne la fattibilità economica. La scelta finale del piano di gestione e trattamento è affidata all’Analisi Costi/Benefici (ACB) e all’Analisi Costi/Efficacia (ACE).

Questi sono i criteri che dovrebbero guidare nella scelta delle tecnologie più appropriate di trattamento. La massima efficacia si ha quando il sedimento viene depurato e valorizzato biologicamente, cioè quando riacquista la sua funzione ecologica nell’ambiente.

Sedimenti: da problematica a risorsa

Costi per una mancata gestione

La mancanza o il rinvio di un piano di gestione dei sedimenti, oltre a causare rischi ambientali e sanitari, può costituire un aggravio dei costi, soprattutto di quelli indiretti a carico della collettività, per i motivi di seguito elencati:

1. Danni alle infrastrutture (viarie, portuali, urbanistiche, ecc)
2. Danni alla salute (rischi diretti e indiretti di esposizione)
3. Necessità di trattamenti supplementari delle acque, per tutti gli usi
4. Costi di smaltimento (se rimangono nel circuito dei rifiuti inquinati)
5. Deprezzamento dei terreni circostanti al sito inquinato e/o di trattamento
6. Aumento inevitabile dei controlli ambientali e sanitari
7. Diminuzione della funzionalità degli ecosistemi acquatici e terrestri
8. Perdita di produzione dei suoli (peggioramento della fertilità) e delle acque (diminuzione della pesca)

Sedimenti: da problematica a risorsa

La risorsa

Come risorsa, i sedimenti potrebbero essere gestiti in modo integrato, sia nella fase di caratterizzazione che di trattamento e riuso.

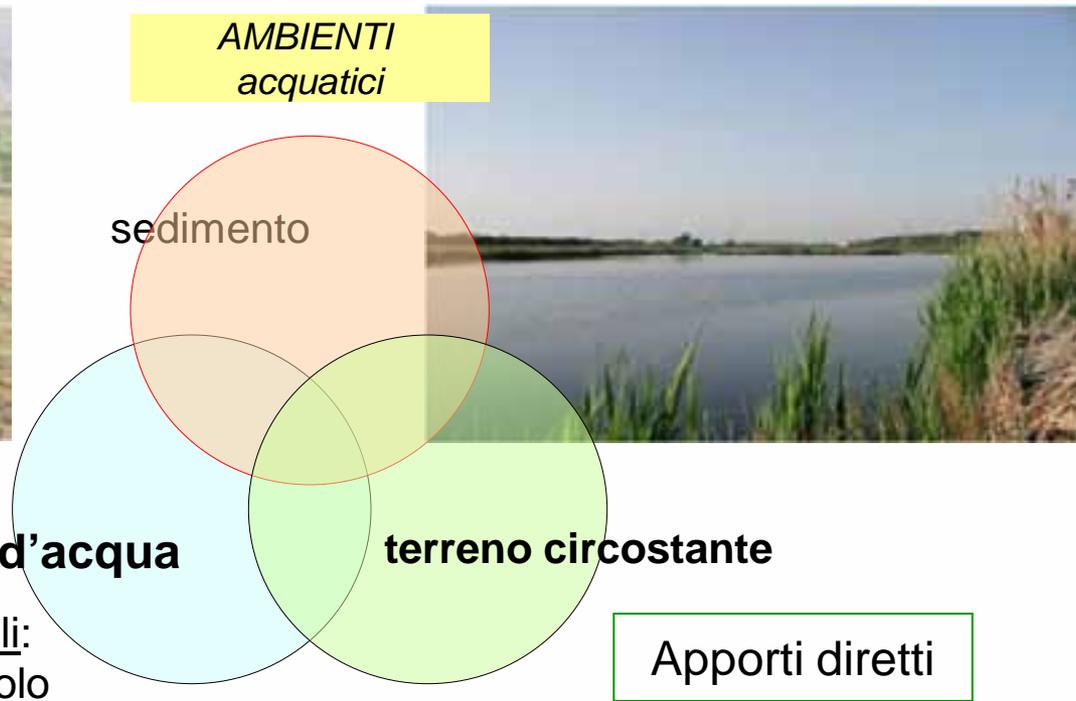
Caratteristiche. Non possiamo più ignorare che sono un serbatoio di biodiversità, di nutrienti, di minerali e sostanza organica. Sito di accumulo di geo-materiali (*records*) di interesse archeologico e storico, si prestano bene per lo studio del clima e dell'uso del suolo, in passato.

Trattamento. Generalmente si adottano metodi tradizionali (idrociclone, washing, estrazione, ecc). Con la tecnica del *landfarming* si può avere una bonifica e una valorizzazione biologica della matrice (massima efficacia come da DM 471/99).

Riuso: una volta bonificato e valorizzato, il sedimento può essere condizionato con materiali additivi e usato nel recupero di aree degradate, per sistemazioni agro-forestali e dunali (sedimenti salmastri).

Altra definizione: suoli acquatici

Interazioni acqua-suolo-sedimento



CNR-ISE collabora a progetti di bonifica ambientale mirati al recupero biologico di ecosistemi acquatici vulnerabili, di interesse ambientale, ricreativo, storico, geologico e culturale. In molti casi CNR-ISE propone metodi di ricerca integrati, nuovi parametri per stabilire criteri di qualità e nuovi elementi progettuali.

Altra definizione: suoli acquatici

Il bisogno di nuove normative

Il sedimento è un materiale che quasi sempre si origina dall'incontro fra *acqua e suolo*: pertanto sarebbe logico assoggettarlo ad opportuni strumenti normativi e gestionali tipici di queste due risorse: dalle prime fasi di caratterizzazione, escavazione, trattamento e riutilizzo. Tali strumenti tecnici e normativi, programmati su base scientifica e con un'attenta analisi costi/benefici, come avviene per l'uso del suolo e dell'acqua, sarebbero in grado di attivare e sostenere **piani di recupero** eco-funzionali, all'interno di **tre priorità**:

1. **Messa in sicurezza** - attenuazione dei rischi ambientali e tossicologici connessi alla permanenza nei corpi idrici, alla escavazione, trasporto, stoccaggio;
2. **Valorizzazione** agro-chimica ed ecologica
3. **Re-inserimento** nell'ambiente come geo-materiale (tecnosuolo) per il ripristino geomorfologico e come substrato di coltivazione

Gestione: Un approccio integrato

Azioni sito-specifiche e obiettivi

Generalmente le **metodologie di gestione** dei sedimenti prevedono quasi sempre l'escavazione e il trattamento *off-site*, con costi notevoli, l'uso di macchinari pesanti e di un'impiantistica industriale; gli schemi di trattamento non sono privi di impatto ambientale.

CNR-ISE avanza l'ipotesi, supportata da risultati scientifici, di introdurre ove possibile, **metodologie naturali di trattamento** sito-specifiche, al fine di conseguire i massimi benefici ecologici, mettere in sicurezza il sito, contenere i costi e attenuare i rischi per l'ambiente e per la salute.

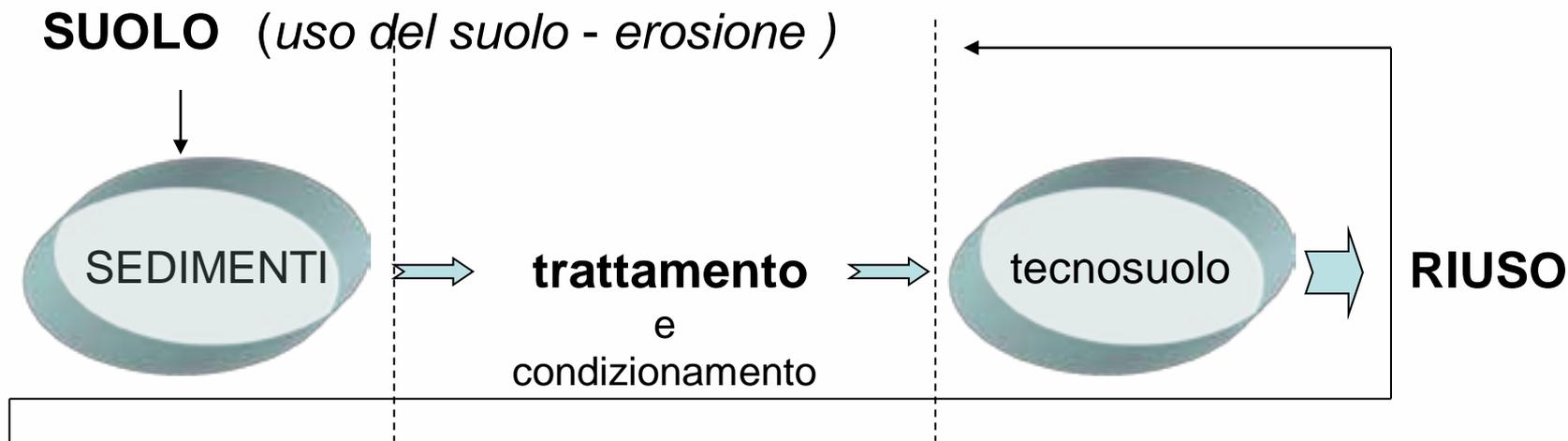
Per conseguire gli obiettivi sopra esposti, è necessario conoscere:

- 1) il quadro ambientale di riferimento, (**monitoraggio**) (esistenza di aree agricole e industriali degradate, piani di recupero locali, strumenti GIS, ecc)
- 2) La natura, gli inquinanti e il potere "autodepurativo" del sedimento (**caratterizzazione**)
- 3) Le possibili destinazioni d'uso e/o sfruttamento locale della risorsa (**riciclo**)

Un approccio integrato

Chiusura di un ciclo

I sedimenti, una volta bonificati e valorizzati dal punto di vista chimico-fisico e biologico si configurano come tecno-suoli da inserire nell'ambiente



Discipline e settori coinvolti:

agricoltura, idrogeologia, ingegneria ambientale, biologia, chimica, informatica e modellistica, sanità, scienze forestali, costruzioni

Casi di Studio al CNR-ISE di Pisa

Gli studi CNR-ISE si orientano su diverse linee applicative

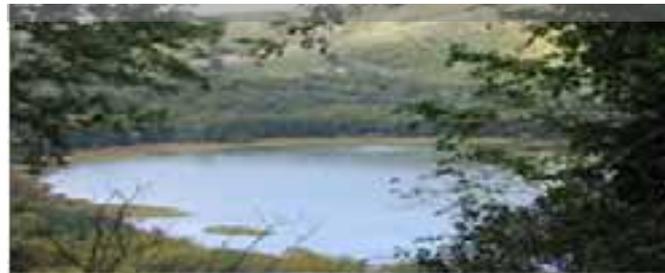
.....

1. Sedimenti di lago (naturali e artificiali);
2. Sedimenti fluviali (autodepurazione);
3. "Sedimenti suolo" costieri (monitoraggio ambientale).



Scarlino-Follonica (GR)
inquinamento

Lago Grande di Monticchio (PZ)
stato eutrofo



Lago salmastro - Le Tamerici (PI)
Inquinamento diffuso



Fiume Morto (PI)
autodepurazione

Casi di Studio al CNR-ISE di Pisa

e verso obiettivi specifici :

1. Determinare la capacità (auto)depurativa del sedimento nei confronti degli inquinati organici e residui tossici
2. individuare i punti di massima produttività interna dei corpi idrici
3. provvedere alla rimozione dei nutrienti eutrofi (del fosforo e dell'azoto) dalle acque con matrici naturali di scambio
4. validazione di nuovi markers (biochimici, microbiologici, geochimici), per stabilire l'efficacia del trattamento e i criteri di idoneità al riutilizzo del tecno-suolo
5. Applicazione e ottimizzazione di nuove pratiche naturali di trattamento

Gli strumenti d'indagine carotatore leggero (*energizer*)

Tale strumento "leggero" ci consente di campionare 1-10m di carote indisturbate in ambiente umido (saturato e insaturo) e di posizionare nel foro di sondaggio piccoli piezometri per il monitoraggio ed il campionamento delle acque di falda superficiale



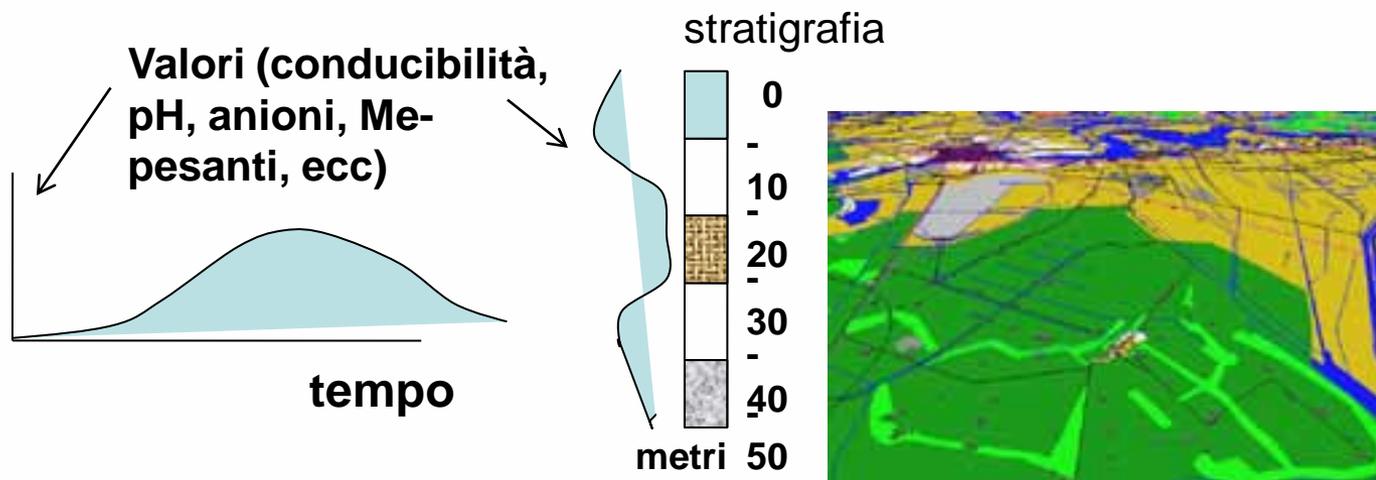
Gli strumenti d'indagine

Restituzione dei dati

Con questo dispositivo si possono monitorare gli scambi acqua-suolo e acqua-sedimento **nel tempo e nello spazio**, con analisi mirate delle acque prelevate all'interno dei micro-piezometri esplorativi, a costi contenuti.

I dati possono essere poi elaborati e restituiti in grafici 3D o 2D. Inoltre, rimane una carota inguainata per ulteriori studi.

Carota inguainata
(max 0-10 metri);
da conservare per ulteriori
indagini geochimiche.



Gli strumenti d'indagine

carotatore a gravità dei sedimenti lacuali: *Laghi di Monticchio (PZ)*

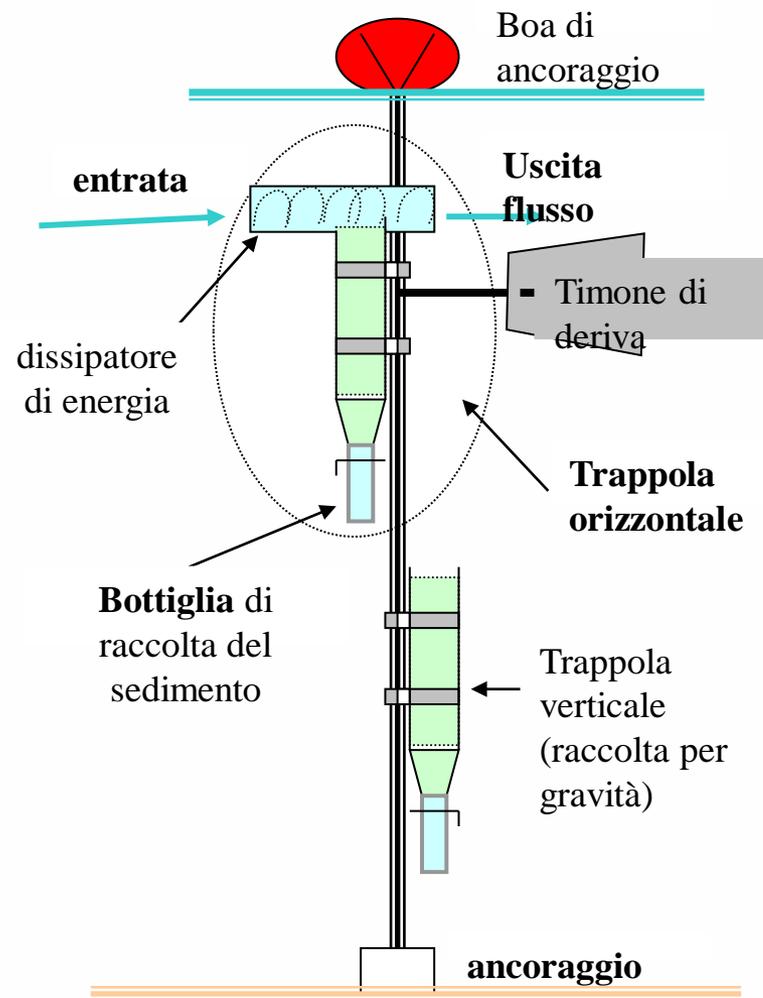
Piattaforma mobile e strumentazione di bordo utilizzata da CNR-ISE di Pisa per il carotaggio e prelievo dei sedimenti dei Laghi profondi di Monticchio (2000-2004) Basilicata



Carotiere a gravità impiegato per il prelievo di campioni di sedimenti di lago

Gli strumenti d'indagine

trappole per materiali sedimentabili

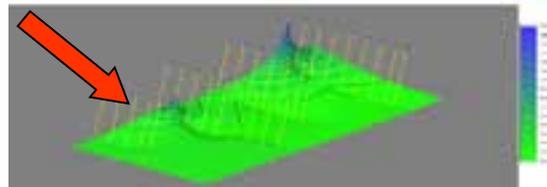
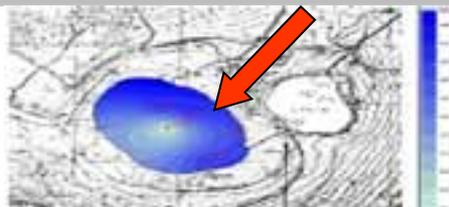


Gli strumenti di indagine

Monitoraggio del Lago Grande - Basilicata

Rilievi batimetrici e misure chimico-fisiche *in situ* sulla colonna d'acqua per stabilire i parametri guida per i prelievi

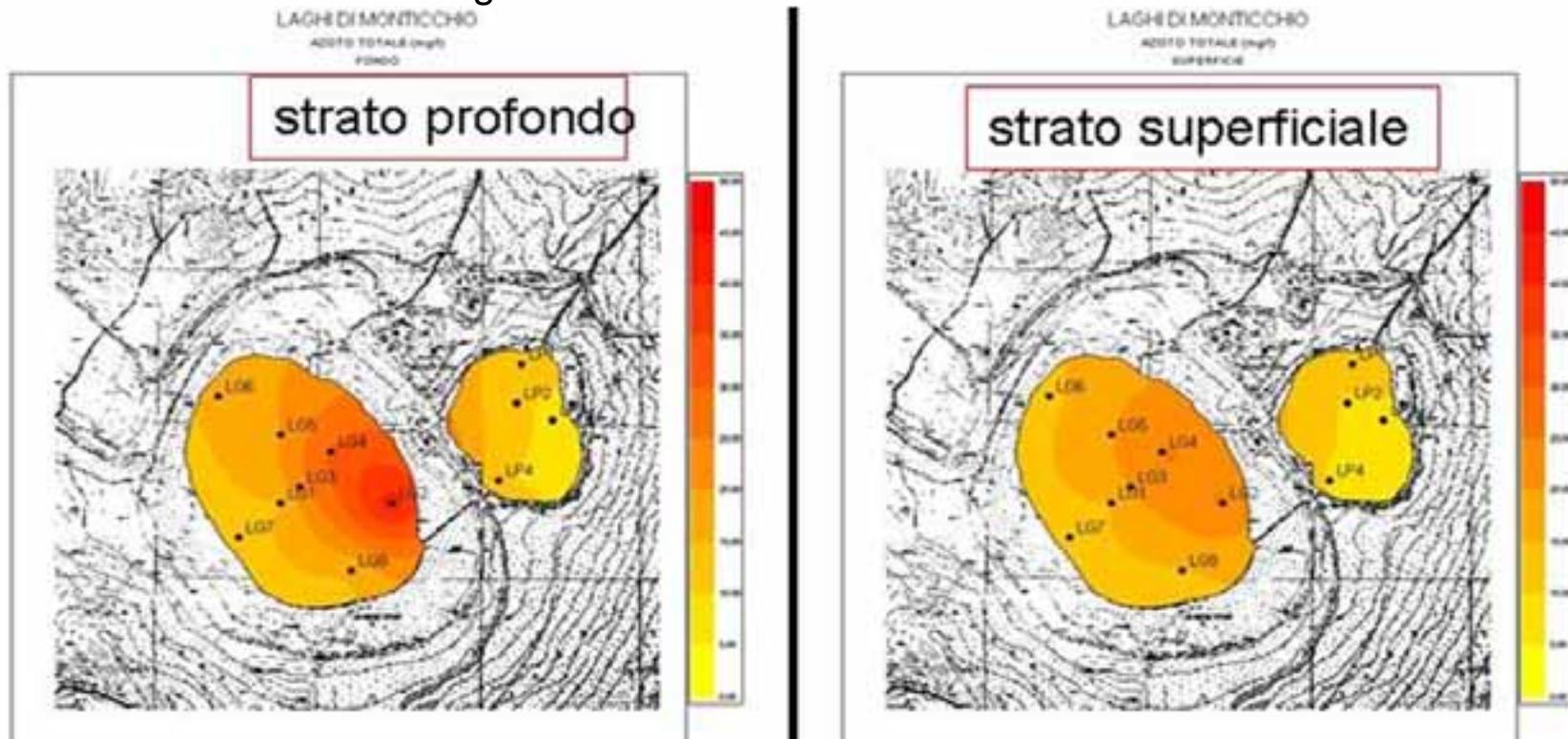
1. **Prelievo dei sedimenti consolidati** →
2. **Campagna di prelievo acque** →
3. **Posizionamento di trappole** per la raccolta del materiale in sospensione nel Lago Grande da due traiettorie: verticale-orizzontale →
4. **Analisi del terreno spondale**
5. **Analisi dei suoli del bacino di riferimento**
6. **Analisi in laboratorio dei campioni** →
7. **Elaborazione e restituzione grafica dei dati**



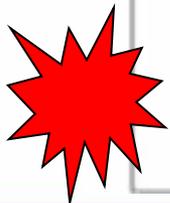
Metodo di Studio

monitoraggio della colonna d'acqua - **Azoto**

Lago Grande di Monticchio - Basilicata



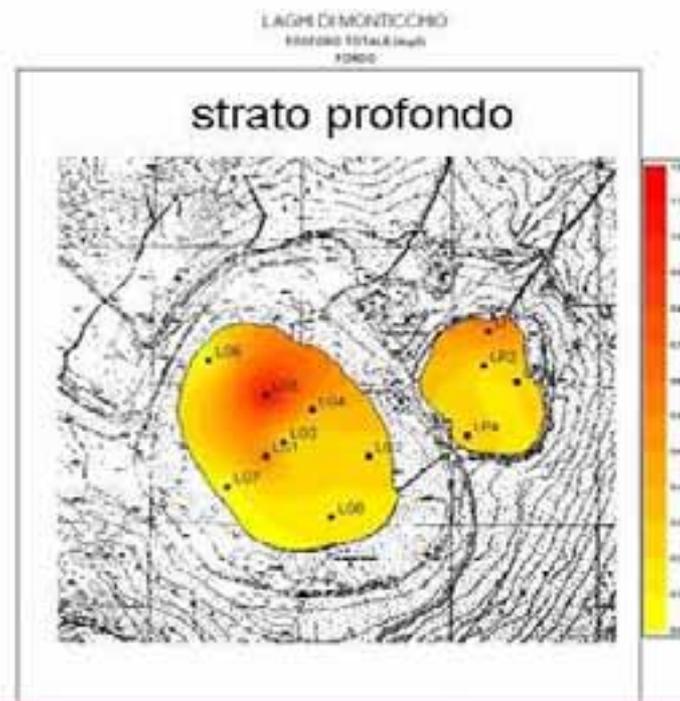
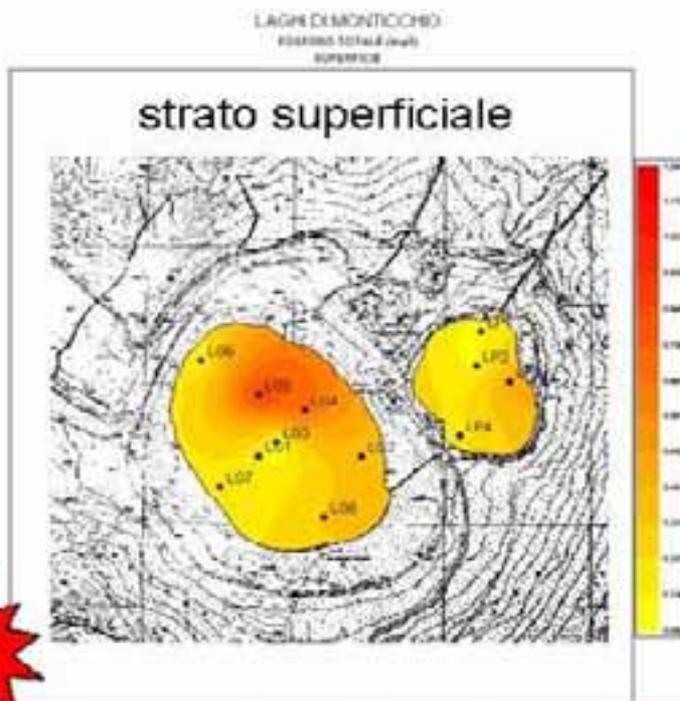
L'Azoto totale si concentra in un punto di massima luminosità (0-3 metri) (zona fototrofica), ed è presente in gran parte, in forma organica (microrganismi, residui animali, fitoplancton, ecc). Il materiale planctonico si deposita negli strati profondi del lago.



Metodo di Studio

monitoraggio della colonna d'acqua - **Fosforo**

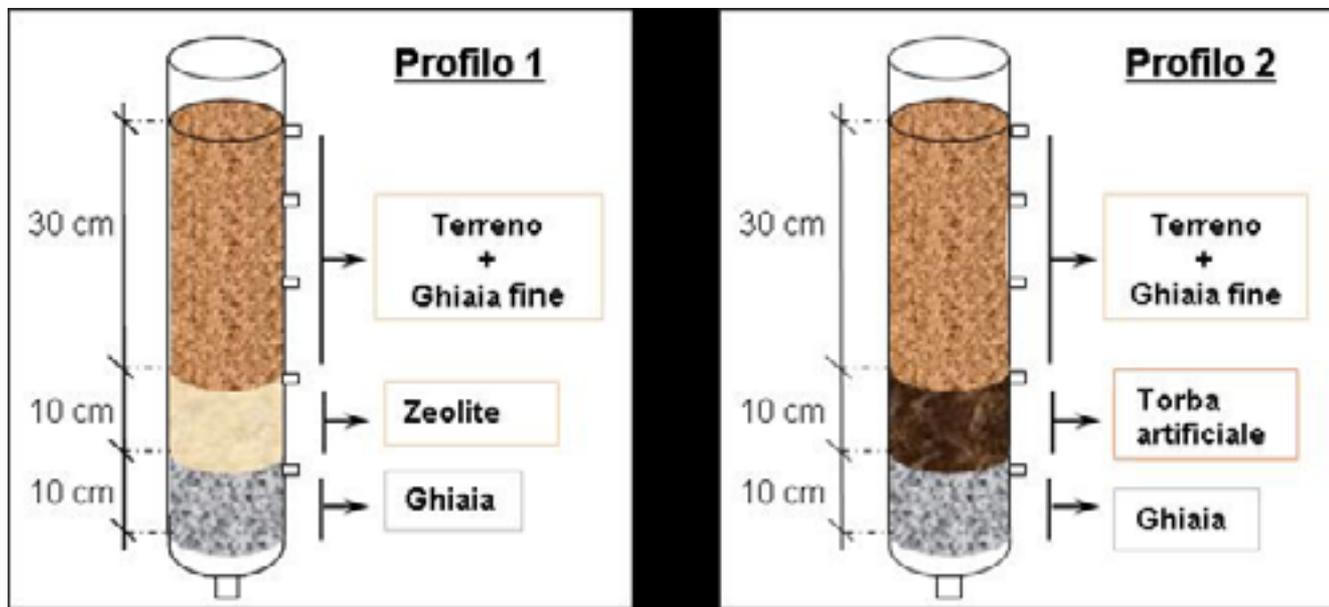
Lago Grande di Monticchio - Basilicata



La presenza di P nella colonna d'acqua è da attribuirsi alla produttività interna dei sedimenti del Lago. La coincidenza dei valori profondi e superficiali è indice di scarsa circolazione dell'acqua.

Metodo di studio

Rimozione di Fosforo – Pilota con Filtri Scambiatori Multistrato (FSM)



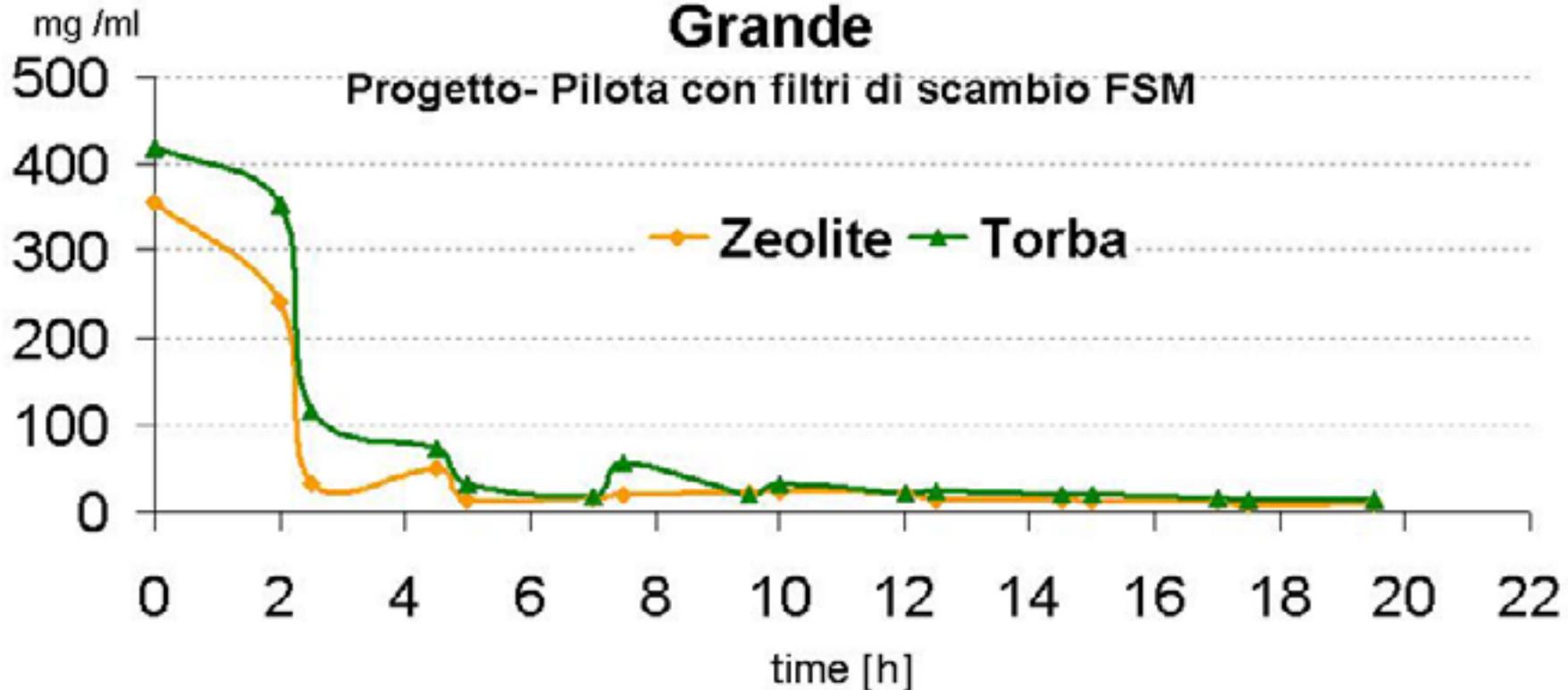
Il sistema “defosforante” è progettato per operare fuori sponda con alimentazione continua a gravità con le acque del lago cariche di fosforo -P e azoto-N prelevate nel punto di maggiore produttività. Rimuove anche l’azoto per denitrificazione

Nel 2006 sono stati effettuati esperimenti di laboratorio su colonne simulanti una sezione verticale di filtro “stratificato” – Studio di fattibilità CNR.ISE

Metodo di studio

Rimozione del fosforo dalle acque del Lago Grande

Progetto- Pilota con filtri di scambio FSM



Metodo d'indagine

Rigenerazione dei filtri FSM

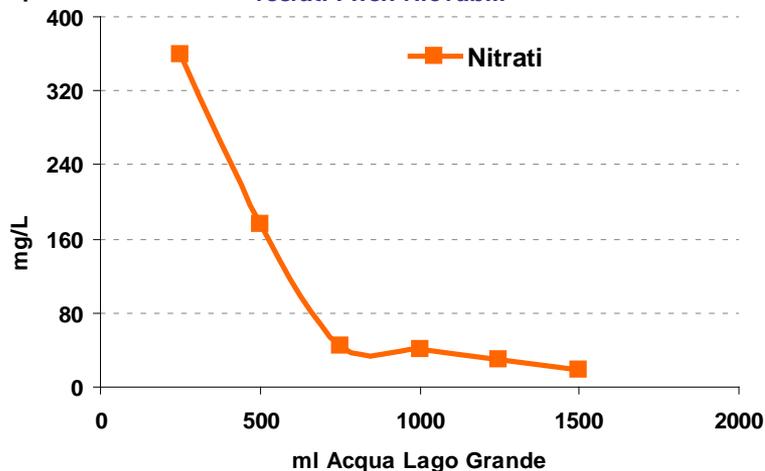
Il filtro, che produce inizialmente un forte carico interno, è in grado di autodepurarsi quando viene percorso da acqua del lago



Si garantisce una buona efficienza di depurazione nel tempo e l'allungamento della vita del filtro.

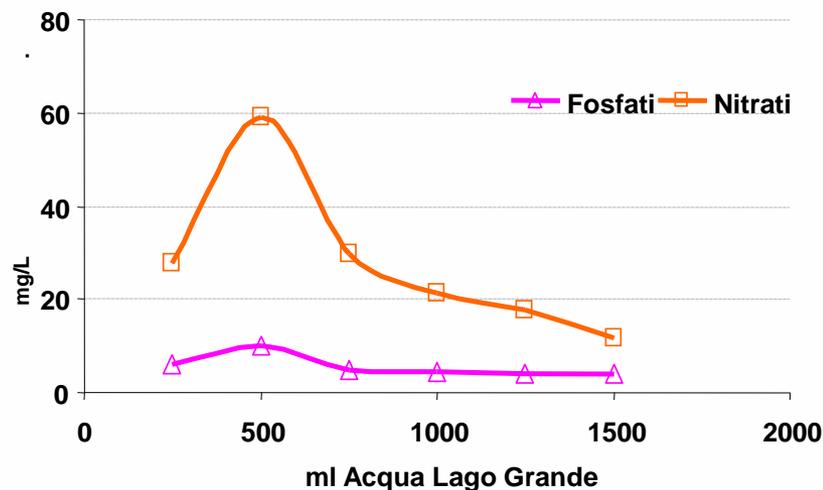
Colonna con suolo - zeolite - ghiaia
(AR Zeolite)

Filtrazione acqua del Lago Grande
fosfati : non rilevabili



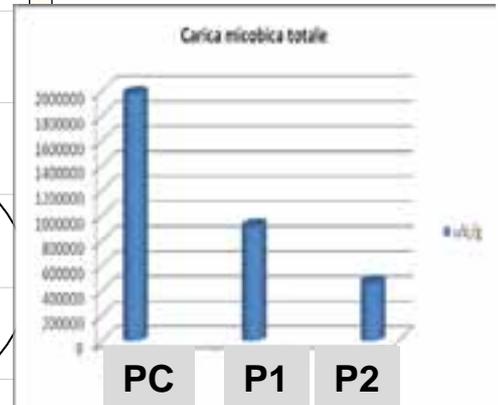
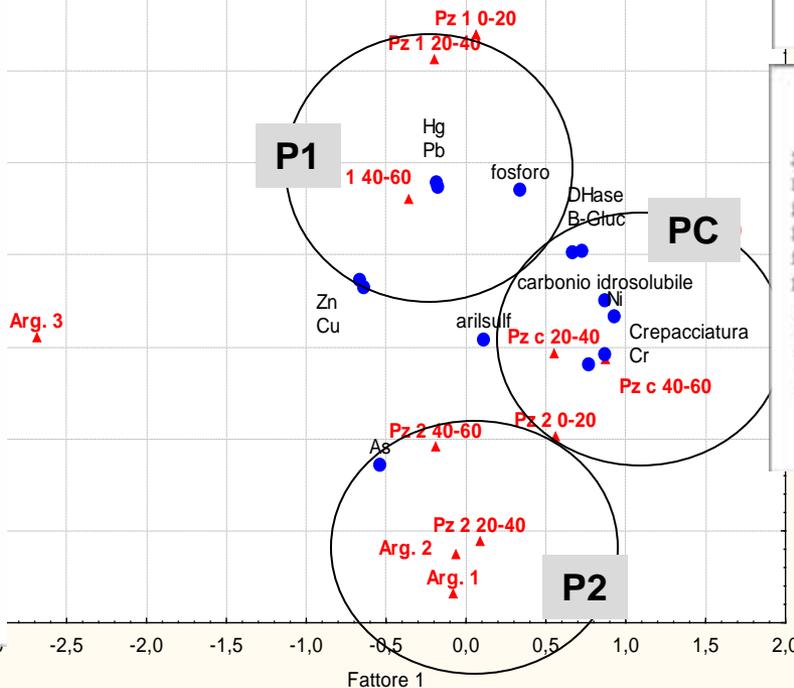
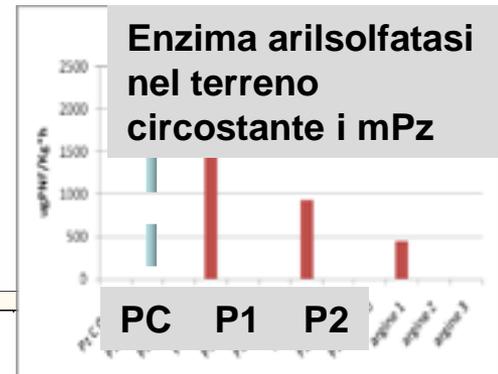
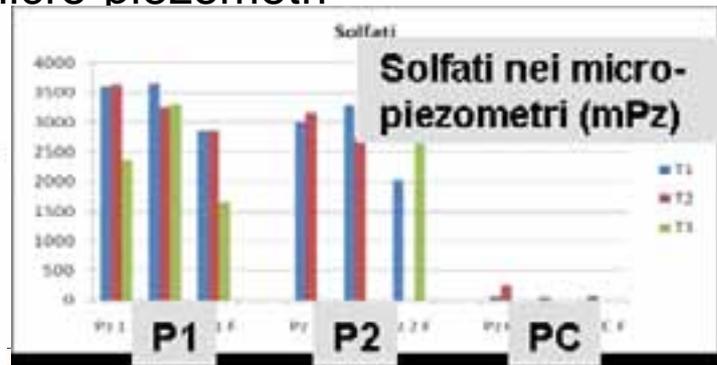
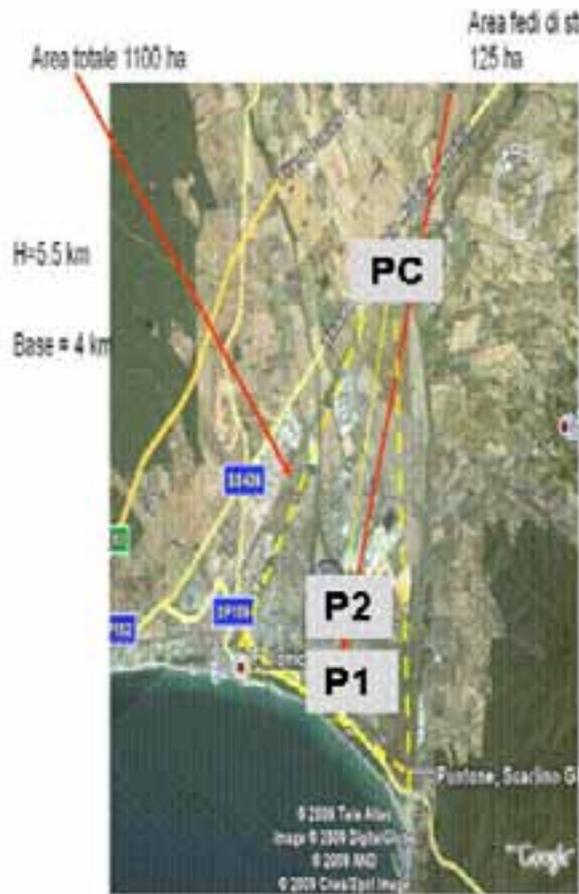
Colonna con suolo- torba - ghiaia
(AR Torba art.)

Filtrazione Acqua Lago Grande



Indicatori ambientali: Scarlino (GR)

Analisi terreno e acque nei micro-piezometri



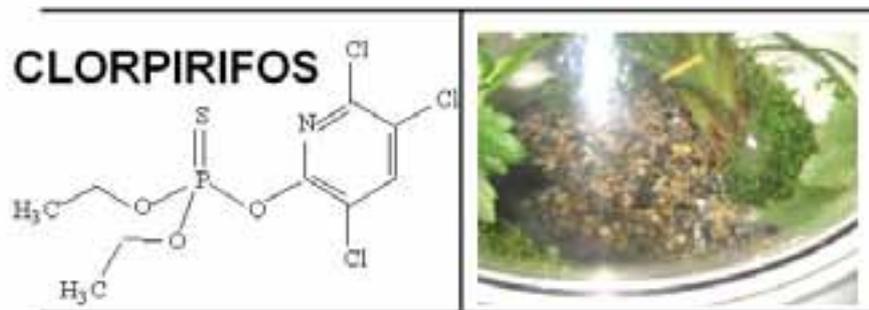
Batteri totali nel terreno circostante i mPz

Indicatori ambientali: Fiume Morto

Capacità autodepurativa dei sedimenti del Fiume Morto - Pisa

Fiume Morto - Pisa

Prove di degradazione dell'insetticida
Clorpirifos



Sedimenti	(mg/g)	(mg/g)	%
BG: buca ghiande	1 giorno	5 giorni	abbattimento
FM: fiume morto			
BG piante+sedimento	39,6	27,4	31
BG piante	27,3	16,2	40
BG sedimento	43,3	33,7	22
FM piante+sedimento	40,8	31,1	24
FM piante	32,3	21,3	34
FM sedimento	36,5	33,6	8

La **pianta** favorisce la degradazione

Il **sedimento** rallenta la degradazione

Conclusioni

I sedimenti sono una **georisorsa** che può essere gestita a livello regionale con nuovi strumenti tecnici e normativi, nel quadro degli interventi programmati a protezione delle risorse naturali, acqua e suolo.

La gestione integrata dei sedimenti a “**ciclo-chiuso**”



1. riduce il bilancio negativo dell'erosione dei suoli
2. recupera e apporta nutrienti e sostanza organica nei suoli agricoli degradati
3. attenua i conflitti sull'uso del suolo
4. smuove nuove forme di imprenditoria