

"Sedimenti da invasi artificiali: possibilità di riutilizzo"

Valutazione tecnico-economica della gestione dei sedimenti

Ing. Andrea Terret

Consorzio di Bonifica di Piacenza

Roma, 29 settembre 2026

L'interrimento degli invasi: il quadro di riferimento

282

serbatoi analizzati
nell'indagine del 2024

133

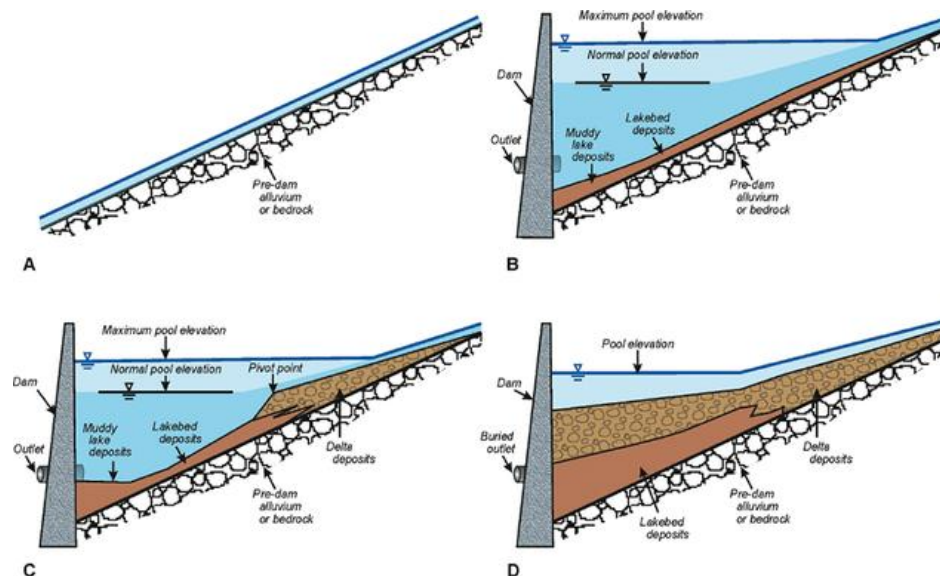
invasi con interrimento > 5% del
volume utile

149

invasi con interrimento < 5% del
volume utile

PROGETTO DI GESTIONE (D. 205/2022)

- Approvato dalla Regione di competenza
- Definisce le strategie per la gestione dei sedimenti e il recupero del volume utile
- Nel rispetto delle componenti ambientali



Dinamiche di deposito dei sedimenti nei serbatoi



Invaso in svasso: i depositi in coda al bacino

Le quattro domande a cui deve rispondere il gestore

Dal rilievo dei sedimenti alla loro destinazione finale



1

Quanto volume utile è stato perso per effetto dell'interrimento?

Rilievo batimetrico del fondo
invaso e confronto con la curva
h-V di progetto



2

Che tipologia di sedimento è presente sul fondo dell'invaso?

Campagna di caratterizzazione:
granulometria, analisi chimiche ed
ecotossicologiche



3

Come lo prendo il materiale?

Escavazione meccanica, benna
subacquea residente, dragaggio
idraulico o con fluitazione



4

Dove lo metto?

Riutilizzo, ripascimento, rilevati e
ripristini, restituzione al corpo
idrico o conferimento

Le prime due domande misurano il problema, le altre due definiscono l'intervento e i suoi costi



Quanto volume utile ho perso?

Il rilievo del fondo invaso e il confronto con la curva h-V di progetto

1

Ecoscandaglio single-beam con posizionamento GNSS-RTK

Rilievo per profili lungo transetti: rapido ed economico, restituisce sezioni del fondo

2

Ecoscandaglio multi-beam

Copertura totale del fondo e modello digitale del terreno ad alta risoluzione

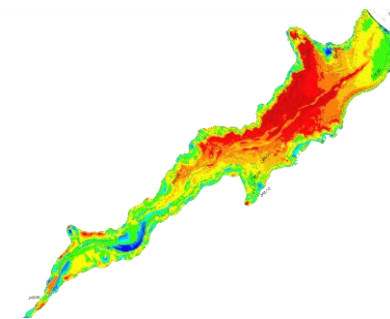
3

LiDAR e fotogrammetria da drone, rilievo GNSS / laser scanner

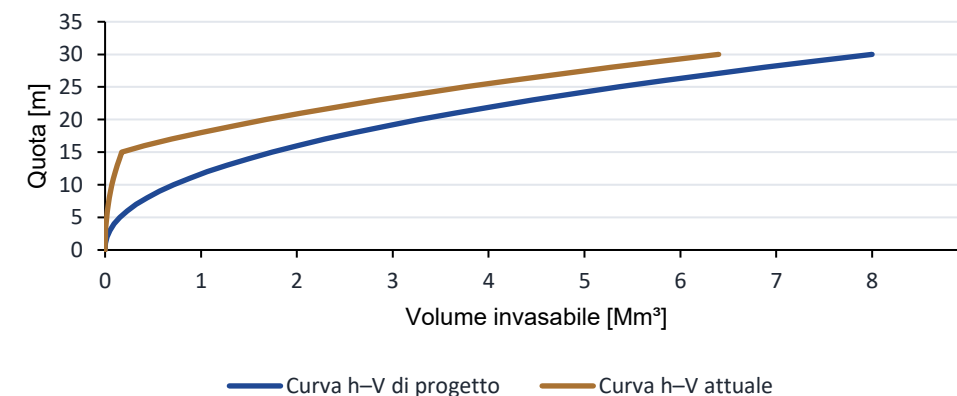
Per le sponde e le aree emerse messe in asciutto durante lo svaso

Necessariamente → **LAGO VUOTO**

In combinazione con
LiDAR/Drone
per aree emerse



Modello batimetrico del fondo invaso



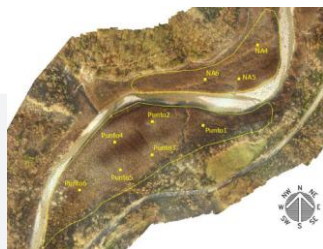
Il confronto fra la batimetria attuale e la curva h-V di progetto quantifica il volume utile perso



Che tipologia di sedimento c'è sul fondo?

La campagna di classificazione ambientale dei sedimenti

1



Piano di campionamento

- Maglia di indagine commisurata alla superficie dell'invaso
- Numero e profondità delle verticali di prelievo
- Condivisione preventiva con Regione e ARPA

2



Prelievo in sito

- Carotaggi continui e/o prelievi con benna
- Descrizione stratigrafica dei depositi
- Formazione dei campioni per strato omogeneo

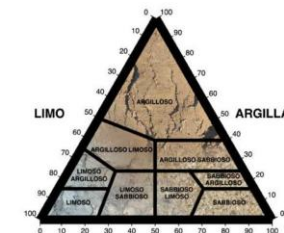
3



Analisi di laboratorio

- Granulometria e parametri fisici
- Parametri chimici: metalli, IPA, idrocarburi, PCB
- Saggi ecotossicologici

4



Classificazione

- Confronto con le CSC (D.Lgs. 152/2006)
- Verifica dei requisiti per il riutilizzo
- Definizione delle destinazioni ammissibili

L'esito della caratterizzazione condiziona le destinazioni ammissibili del sedimento e, di conseguenza, il costo dell'intervento

Una volta noti il volume di sedimento accumulato sul fondo dell'invaso e la sua qualità, il Gestore deve rispondere ad altre due domande:

1 Come lo prendo il materiale?

- Escavazione con mezzi meccanici (escavatori)
- Estrazione meccanica con benna subacquea residente
- Dragaggio idraulico con disidratazione
- Dragaggio con fluitazione controllata a valle

La scelta dipende da morfologia del bacino, granulometria del sedimento, regime idrologico e modalità di gestione dell'invaso

2 Dove lo metto?

- Riutilizzo in processi industriali
- Ripascimento fluviale e costiero
- Rilevati, ripristini e recuperi ambientali
- Restituzione al corpo idrico di valle
- Conferimento a impianto o a discarica

La scelta dipende dalla qualità del sedimento e dalla distanza del sito di destinazione finale

Dalle risposte a queste due domande discendono il metodo di intervento e i suoi costi

Gestione dei sedimenti: le opzioni disponibili



In tutti i casi è necessaria una preventiva valutazione della qualità chimico-fisica ed ecotossicologica dei sedimenti

Escavazione con mezzi meccanici (escavatori)

VANTAGGI

- Nessun consumo di acqua
- Bassa o nessuna interferenza sulle acque invase e sul corpo idrico ricettore

CRITICITÀ

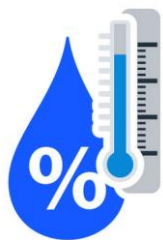
- Necessità di svasi parziali o totali del lago per mettere in asciutto le aree di escavazione
- Operatività spesso limitata alle aree più in coda al bacino
- Necessità di idonee condizioni idrologiche per un medio/lungo periodo



Escavazione in asciutto: movimentazione e carico del sedimento in coda all'invaso

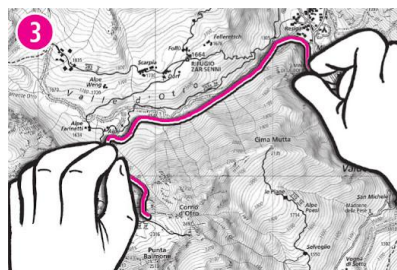
Escavazione meccanica: cosa incide sui costi

In funzione della destinazione finale del sedimento



UMIDITÀ

Servono trattamenti di disidratazione o di riduzione del contenuto d'acqua? In tal caso occorrono aree ampie a ridosso dei siti estrattivi: casse di sedimentazione, piazzole per i geotubi, sistemi di disidratazione meccanica.



DISTANZA

Maggiore è la distanza del sito di conferimento finale, maggiori sono i costi di trasporto: la convenienza cresce con il riutilizzo in prossimità del sito di estrazione.



CONCESSIONI

Canoni di concessione per l'utilizzo del sedime presente su area demaniale, da considerare per tutta la durata dell'intervento.

Estrazione meccanica con benna subacquea residente

VANTAGGI

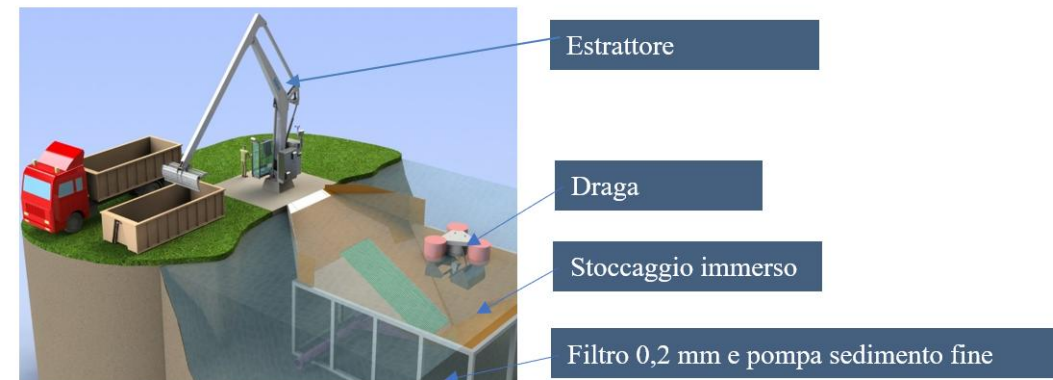
- Attività non incidente con la gestione del lago
- Nessun consumo di acqua
- Utilizzo di energia elettrica

CRITICITÀ

- Necessità di aree spondali per l'estrazione e l'allontanamento dei sedimenti
- Potenziale aumento della torbidità in presenza di sedimenti fini
- Gestione della distanza tra area di estrazione e sponda



Benna subacquea residente

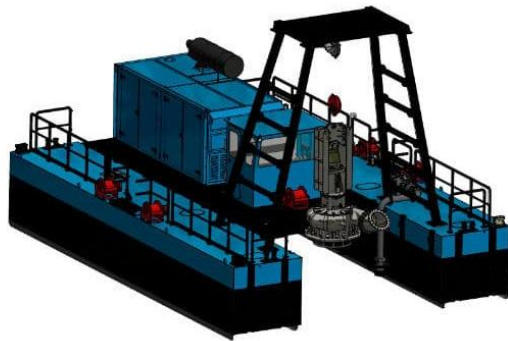


Schema di posizionamento e movimentazione

Dragaggio idraulico con disidratazione

VANTAGGI

- Draghe a funi: nessuna interferenza con la gestione dell'invaso
- Nessun consumo di acqua se i sistemi di disidratazione sono a monte
- Possibilità di operare nelle zone centrali del bacino e a ridosso degli scarichi



Draga a funi

CRITICITÀ

- Produttività ridotta se il sedimento è eterogeneo
- Necessità di acqua: rapporto 1:10 tra miscela e sedimento
- Processo di disidratazione costoso e complesso



Geotubi per la disidratazione del sedimento dragato

Dragaggio: cosa incide sui costi

In funzione del sistema di disidratazione adottato



FLOCCULANTI CHIMICI

L'impiego di flocculanti (geotubi) deve essere compatibile con l'uso della risorsa idrica invasata, in particolare quando destinata al consumo umano.



SPAZI

Necessità di ampie zone sulle sponde per geotubi e casse di sedimentazione, oppure di sistemi meccanici di disidratazione, più compatti ma più onerosi.



TEMPI

I tempi di disidratazione sono lunghi con le casse di sedimentazione e condizionano la durata complessiva e il costo dell'intervento.

Dragaggio con fluitazione controllata nel corpo idrico di valle

VANTAGGI

- Draghe a funi: nessuna interferenza con la gestione dell'invaso
- Possibilità di operare nelle zone centrali del bacino e a ridosso degli scarichi
- Restituzione del sedimento al corpo idrico di valle, ricostituendo la continuità del trasporto solido

CRITICITÀ

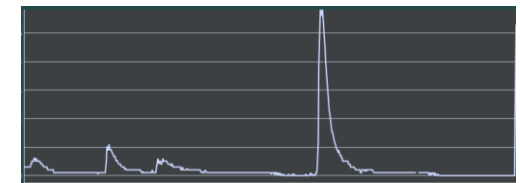
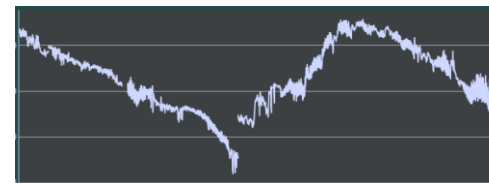
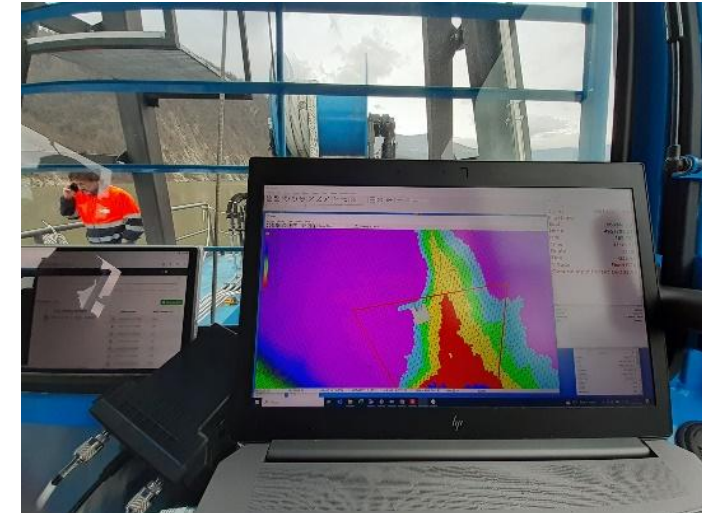
- Produttività ridotta se il sedimento è eterogeneo
- Necessità di acqua: rapporto 1:10 tra miscela e sedimento
- Monitoraggio ambientale complesso e possibili impatti sull'ecosistema di valle



Draga in esercizio, scarico di fondo e restituzione della miscela al corpo idrico di valle

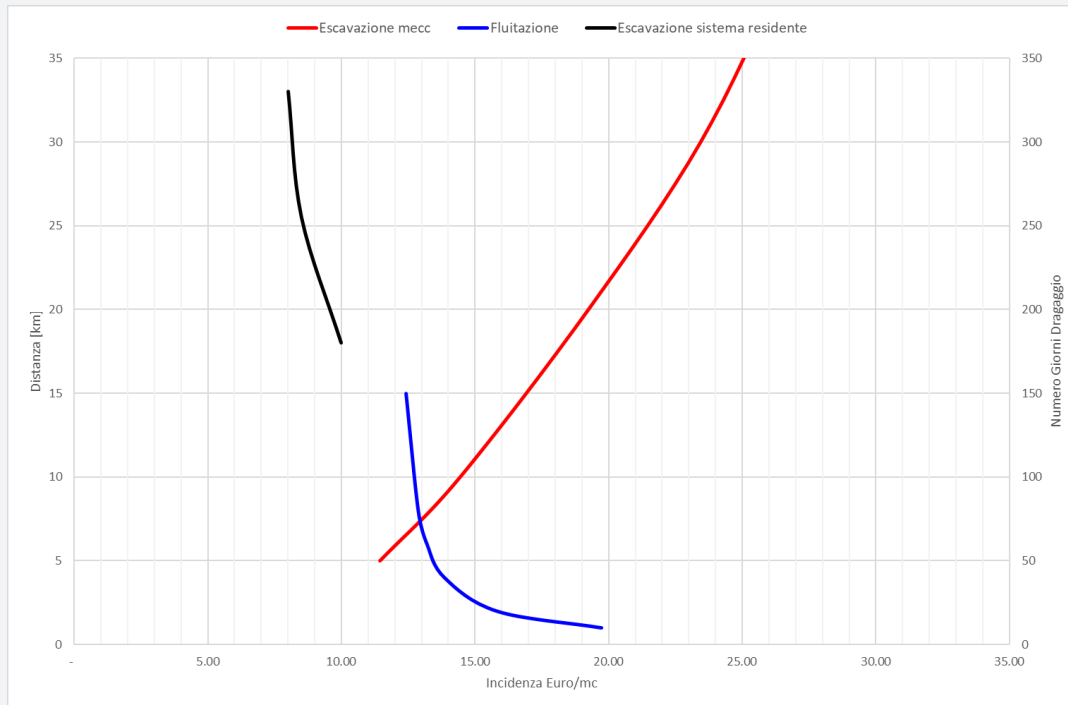
I monitoraggi ambientali

- 1 Campionamenti puntuali in sito oppure monitoraggio in tempo reale con sonde
- 2 Monitoraggio commisurato al possibile impatto ambientale, sia in termini di numero di campionamenti sia di durata
- 3 Report giornalieri, settimanali o mensili
- 4 Incidenza sui costi complessivi dell'intervento non indifferente



Acquisizione in continuo con sonde e tracciati di torbidità

La valutazione economica degli interventi



Incidenza [€/m³] in funzione della distanza di conferimento e del numero di giorni di dragaggio

ESCAVAZIONE

Costo unitario [€/m³] fortemente dipendente dalla distanza del sito di destinazione finale del sedimento

DRAGAGGIO

Costo unitario [€/m³] inversamente proporzionale al tempo di funzionamento della draga: la continuità di esercizio è determinante

In entrambi i casi i monitoraggi ambientali hanno una forte incidenza sul costo complessivo dell'intervento

In conclusione

1

È sempre necessaria una **preliminare caratterizzazione del sedimento**

2

Il metodo di estrazione va individuato dopo **un'analisi SITO SPECIFICA**: conformazione ambientale dei luoghi, composizione dei sedimenti, regime idrologico e idraulico di monte, tipologia di gestione del serbatoio

3

L'utilizzo finale del sedimento implica lavorazioni più o meno onerose e dipende dalla tipologia di sedimento e dall'eventuale richiesta dell'area

4

C'è convenienza economica a riutilizzare il sedimento nelle **vicinanze del sito di estrazione**

5

Particolare attenzione va posta ai **monitoraggi ambientali**

6

Ogni operazione deve essere preventivamente condivisa e approvata con le **Regioni**

Grazie per l'attenzione



Contatti

Consorzio di Bonifica di Piacenza

Strada Val Nure, 3 – 29122 Piacenza

Ing. Andrea Terret – tel. 0523 464839

andrea.terret@cbpiacenza.it