Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 73 (1981)
Heft: 9

Artikel: Conservazione della capacità utile nei laghi artificiali
Autor: Roveri, Enzo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941342

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Conservazione della capacità utile nei laghi artificiali

Enzo Roveri

Zusammenfassung: Der Schutz künstlicher Seen vor Verlandung

Für die Menschheit bleibt die Wasserbereitstellung eine der wichtigsten Aufgaben. In Zukunft müssen vermehrt Stauseen gebaut werden, um zu günstigen Bedingungen Wasser für die Bewässerung und für die Industrie zur Verfügung stellen zu können. Die Lebensdauer solcher Seen ist beschränkt. Die Zuflüsse transportieren Feststoffe, die sich im Becken ablagern und dieses langsam füllen. Eine Methode für die Entfernung von Schlamm und Feststoffablagerungen wird beschrieben. Sie wird in Seen angewendet, die zu verlanden drohen. Ergebnisse von Versuchen in Italien werden gezeigt: Möglichkeiten, grössere Schlamm-Massen bei gefülltem See aufzunehmen und ins Unterwasser weiterzugeben bzw. zu deponieren.

Resumé: La conservation des lacs artificiels

L'eau continue à représenter pour l'humanité l'un des problèmes les plus importants. En avenir, il sera nécessaire de recourir toujours plus fréquemment à la réalisation de réservoirs artificiels pour accumuler des réserves d'eau disponibles à des prix bas, surtout pour l'agriculture et pour l'industrie. Les lacs artificiels ont toutefois une vie limitée dans le temps car ils sont destinés à être remplis par les matériaux solides charriés par les eaux qui les alimentent. Dans ce travail on expose une nouvelle méthode pour le nettoyage et l'entretien des lacs pour lequels le depot boueaux et la sédimentation solide ont atteint la limite tolérable. On y reporte aussi les résultats d'expériences et de travaux effectués en Italie avec des installatios aménagées à ce propos.

Summary: On the capacity reservoirs conservation

Water continues to be one of the most important worldwide problems. Industry and agriculture will need more water but it is necessary to have it at a low cost, and this can be obtained only with artificial water reservoirs. But they have a limited lifetime. Suspended solid material carried down by streams will fill them up in a short time. In the present report a new method for cleaning and maintenance of reservoirs is illustrated. The results of experiments carried on in Italy are here illustrated with some data and consideration on the mud before, during and after the test. In fact the main advantages of the new process consist in speed in removing mud, possibility of operation on a filled lake, and possibility to disperse the mud downstream.

Premessa

I laghi artificiali sono naturali ambienti di decantazione delle acque fluviali che li alimentano e, come tali, destinati col tempo a perdere la loro capacità di invaso nella misura in cui i depositi solidi si accumulano al fondo. Per questa ragione hanno vita limitata nel tempo, specialmente dove le valli che li alimentano hanno morfologia giovanile e la costituzione geologica dei terreni è prevalentemente argillosa o sabbiosa.

Un serbatoio d'altra parte rappresenta sempre un'opera costosa, impegnativa e molto utile, per cui si impone la necessità di avere da esso un alto rendimento per maggior tempo possibile ed una perfetta efficienza di tutte le sue parti. Molto spesso, purtroppo, i sedimenti accumulati non solo riducono la capacità utile, ma a ridosso della diga disturbano il funzionamento degli scarichi e delle prese, compromettendo anche la piena efficienza delle opere di sicurezza.

La letteratura è ricca di esempi in questo senso. Ne citiamo solo due, certamente significativi. In Italia il serbatoio che irriga la piana di Gela, in una zona arida e quindi ove l'acqua è preziosa, in 20 anni circa ha perso i tre quarti della sua capacità per interrimento. In Francia il lago Chabon ha destato non poche preoccupazioni per gli inconvenienti creati dal fango contro gli scarichi di fondo. Il lago è stato svuotato mediante 4 grosse stazioni di pompaggio opportunamente costruite, le quali hanno lavorato molti mesi ed il serbatoio è stato costretto ad un lungo periodo in inattività.

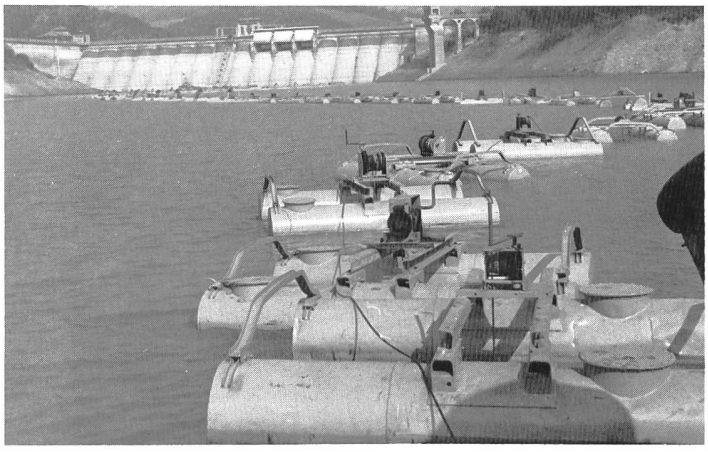
In verità il problema del deposito solido nei laghi non è mai stato sottovalutato e molti tentativi per risolverlo sono stati fatti in Italia ed all'estero, sempre però con risultati non soddisfacenti.

Figura 1, a sinistra. *Lago del Molato* (Italia) vuoto, visto dalla diga. I fanghi depositati nel lago raggiungono uno spessore di 8 a 10 m.

Figure 1, à gauche. *Lac du Molato* (Italie), vide, photo du vidange de fond. Les boues déposées dans le lac ont une épaisseur de 8 à 10 m.

Figura 2, a destra. *Lago del Molato* (Italia) durante lo sfangamento col sistema *Geolidro*. I fanghi vengono asportati da una tubazione sommersa, a quota prestabilita.

Figure 2, à droite. *Lac du Molato* (Italie) pendant le nettoyage par la méthode *Geolidro*. Les boues sont emportées par tuyauterie submergée à un niveau préfixé.



È pensabile inoltre che in avvenire questo fenomeno non sarà meno preoccupante, anzi tenderà a peggiorare, perchè in molti paesi le dighe più convenienti sono già state fatte e si dovranno ora sbarrare anche valli con alto trasporto solido.
Noi abbiamo studiato per anni il problema e dopo molti esperimenti abbiamo messo a punto un nuovo procedimento, brevettato, che si è rivelato di notevole utilità pratica per la manutenzione dei serbatoi.
Basterà citare quale esempio il lago del Rendina (Valle dell'Ofanto – Italia) ove sono stati asportati più di 5 milioni di metri cubi di materiali solidi ridando al lago la sua capacità utile iniziale.

Procedimento per l'asporto dei sedimenti

Concettualmente si può dire che i fanghi nel lago vengono miscelati in proporzioni opportune con acqua e sacricati a valle della diga.
A grandi linee l'impianto necessario consiste di:
- Una colonna di tubi resa flessibile da giunti speciali ed allungabile a discrezione;
- Una serie di galleggianti che sostengono la colonna sommersa alla quota prefissata;
- Un natante che porti il miscelatore (fresa), i comandi ed i motori necessari;
- Un miscelatore capace di lavorare a qualsiasi profondità;
- Attrezzature varie per far funzionare l'impianto nella maniera più conveniente per ridurre i contrattempi imprevisti;
- Un misuratore speciale che consenta di controllare densità e velocità dei fanghi e che permetta di misurare la produzione.

Questo procedimento consiste quindi nell'asportare idraulicamente i fanghi depositati nel lago utilizzando la spinta idrostatica data dal battente d'acqua esistente a monte della diga. Detti depositi solidi (fanghi, sabbia, ghiaia) vengono inviati a dispersione nel fiume, a valle dello sbarramento, ristabilendo oltre tutto quell'equilibrio che la diga ha turbato variando la fase evolutiva del corso d'acqua con la creazione del lago.
Sostanzialmente il procedimento offre i seguenti vantaggi
- possibilità di costruire laghi in vallate che, per l'eccessiva insidia solida, non potrebbero essere costruiti;
- possibilità di sfangare laghi esistenti, ridando loro tutta o gran parte della capacità utile iniziale;
- grande capacità di lavoro;
- minimo consumo di energia;
- possibilità di lavorare a lago pieno senza distogliere il serbatoio da quei compiti per i quali è stato costruito.

Rendimento e capacità di lavoro

Dipende dalle dimensioni dell'impianto, dalle caratteristiche litologiche e granulometriche dei materiali asportati e dalle condizioni batimetriche in cui si opera.
Di seguito indicheremo con:

Q Quantità [in m^3] di fango asportato = capacità utile recuperata nel lago;
P portata [in l/s] della miscela fangosa che esce a valle della diga;
d diamtero [in mm] della colonna di tubi che asportano il fango;
H altezza [in m] del battente d'acqua necessario per mantenere la velocità V superiore alla velocità limite di trasporto in una colonna lunga 1000 m (in altri termini la perdita di carico);
V velocità limite di trasporto nelle colonne di tubi, cioè velocità minima, al di sotto della quale si ha sedimentazione nella colonna tubi;
γ densità della miscela fangosa nella colonna
δ % in peso del solido contenuto nella miscela
ω quantità d'acqua [in m^3] necessaria per asportare 1 m^3 di fango;
Q/h capacità di lavoro orario.

I materiali fini, argilla, limo, sabbia sono più facilmente asportabili. Si può lavorare con $V = 3{,}5$ m/s e una densità $\gamma = 1{,}15 - 1{,}22$ t/m^3. Le ghiaie ed i materiali che scorrono nella colonna a blocchi o a palle (come ad esempio le argille plastiche marnose) offrono difficoltà ed occorre $V = 4$ m/s e si può lavorare con una densità $\gamma = 1{,}12 - 1{,}18$ t/m^3.
Oltre che dal tipo di materiali da asportare la capacità di lavoro orario dipende principalmente dal diametro d della tubazione; a titolo indicativo daremo di seguito due valori: *Q*max orario, che corrisponde alle condizioni ottimali, e *Q*med orario che corrisponde al lavoro che si può generalmente fare anche in condizioni non facili.

d	*Q*med/h	*Q*max/h	H
mm	m^3/h	m^3/h	1000 m
500	350	600	40
600	450	900	32
700	550	1250	27
800	700	1700	24

Anche i valori di H sono indicativi perchè dipendono tra l'altro dal tipo di materiale scavato.

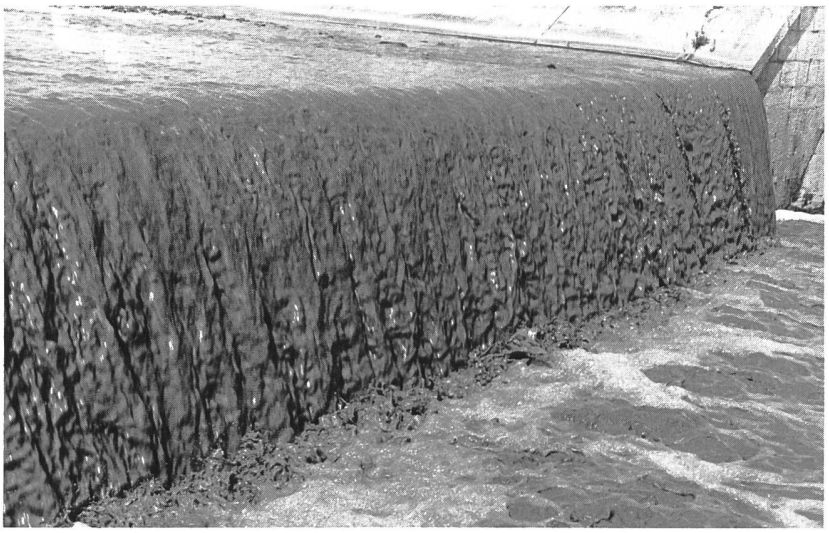


Figura 3. *Lago del Rendina.* Densità e fluidità del fango possono essere controllate e corrette per avere un alto rendimento senza provocare dannose sedimentazioni a valle della diga. La miscela fangosa qui illustrata si riferisce ai lavori di sfangamento del lago del Rendina ed è costituito da argilla e sabbia. Pur avendo un alto contenuto di materiali solidi, il fango è fluido e scorre facilmente lungo il canale di scarico.

Figure 3. *Lac du Rendina.* Densité et fluidité de la boue peuvent être contrôlées et corrigées afin d'avoir un haut rendement sans causer des sédimentations nuisibles en aval. Le mélange boueux, illustré ici, se réfère au lac du Rendina (Italie du sud). Il est composé d'argile et de sable. Même en présence d'un haut pourcentage de materiaux solides, la boue est fluide et coule facilement le long du canal en aval du barrage.

Figura 4. *Lago Abate Alonia* (Puglia – Italia). Il lago è vuoto dopo i lavori di sfangamento. Il fronte di scavo, alto 8 m circa, divide la zona sfangata da quella ancora da sfangare.

Figure 4. *Lac Abate Alonia* (Puglia – Italie). Le lac est vide après les travaux de nettoyage. Le front d'excavation, de 8 m d'hauteur environ, sépare la zone nettoyée de celle avec les boues.

Consumi d'acqua

Trattandosi di un trasporto idraulico, esso comporta naturalmente un certo consumo d'acqua. Consumo d'acqua che dipende dal tipo e dalle caratteristiche fisiche dei materiali solidi da scavare.

I dati che seguono riguardano le caratteristiche della miscela fangosa, così come viene scaricata a valle della diga. Essa varia, come si può notare qui di seguito, a seconda del tipo di sedimenti solidi asportati dal serbatoio.

Fanghi recenti, poco costipati, costituiti da argilla, limo e materiali organici:

$\gamma = 1{,}15 - 1{,}22\ t/m^3$

$\delta = 20 - 30\%$

$\omega = 1 - 2\ m^3$

Fanghi molto ricchi di materiali organici:

$\gamma = 1{,}12 - 1{,}24\ t/m^3$

$\delta = 20 - 34\%$

$\omega = 1 - 3\ m^3$

Fanghi mediamente costipati costituiti da argilla e sabbia:

$\gamma = 1{,}16 - 1{,}22\ t/m^3$

$\delta = 20 - 28\%$

$\omega = 2 - 3\ m^3$

Fanghi molto costipati costituiti da sabbia e argilla:

$\gamma = 1{,}14 - 1{,}20\ t/m^3$

$\delta = 18 - 26\%$

$\omega = 3 - 5\ m^3$

Depositi costituiti da ghiaie e sabbie; depositi alluvionali sottostanti i fanghi lacustri, sedimenti marini argillosi in posto e terreni argillosi sottostanti i fanghi lacustri:

$\gamma = 1{,}12 - 1{,}18\ t/m^3$

$\delta = 16 - 24\%$

$\omega = 4 - 6\ m^3$

Condizioni necessarie

Ogni lago rappresenta un problema a sé che va studiato per verificarne le condizioni necessarie in quanto per applicare il procedimento occorre:

- Poter utilizzare una apertura (generalmente uno scarico di fondo, o mezzo fondo, o una presa qualsiasi) alla base della diga ove innestare la colonna di tubi che asportano i fanghi.
- Poter svuotare il lago per applicare la colonna allo scarico posto nella parte bassa della diga (è questa l'unica operazione che va fatta a laguo vuoto).
- Avere a valle della diga un fiume che possa ricevere i materiali solidi ed i fanghi inviati a dispersione, oppure aree adatte per colmate.

Questo problema si pone generalmente solo per le ghiaie e per i materiali grossolani. I limi, le argille e le sabbie scendono facilmente lungo il corso del fiume e basta un periodo di piogge per eliminare ogni traccia di deposito.

Scelta dell'impianto

L'elemento determinante è il diametro d della colonna di tubi che asporta i fanghi, in quanto, in base alla sezione della colonna e quindi in base alla sua portata, sono dimensionate le varie attrezzature (pontoncini, natante, fresa ecc.) Aumentando il diametro d aumentano rapidamente capacità di lavoro e rendimenti, anche e soprattutto perchè diminuisce la perdita di carico. Proporzionalmente però aumentano le dimensioni di tutto l'impianto, con particolare riguardo alla fresa-miscelatore.

A scopo orientativo verrà qui fatto riferimento ad un impianto da 600 mm che, fino ad ora, è stato il più usato: La potenza richiesta ammonta a complessivamente 500 HP di cui 250 HP alla fresa-miscelatore, 100 HP per i servizi vari, 30 HP per energia elettrica, 120 HP per un pontone ed una barca ausiliari.

Indirizzo dell'autore: Prof. *Enzo Roveri*, geologo, docente di geologia applicata, Università di Parma, Kennedy 1, I-43100 Parma.