

42/a

DIGA DI LUSSAS (Francia)
Un nuovo scarico di superficie

Giovanni Fiore, Aldo Marcello (*)

INTRODUZIONE

Il giorno 05.06.92 gli scriventi hanno visitato, sotto una pioggia battente, la diga di Lussas nella Francia Meridionale. La visita, effettuata dietro invito di M: Lemperière, Presidente del Comitato Francese delle Grandi Dighe (ICOLD), è stata organizzata per l'inaugurazione dell'ampliamento dello sbarramento. L'interesse consisteva nel fatto che l'incremento della capacità dell'invaso era stato ottenuto tramite l'adozione di un sistema originale, denominato Hydroplus, di sovrizzo della quota di sfioro dello scarico di superficie.

Tale sistema, sviluppato dal gruppo francese GTM e provato nel laboratorio LNH di Chatou, ha come particolarità di permettere, a parità di portata max di piena scaricata e di quota di max vaso, lo stoccaggio di un maggiore volume d'acqua nei serbatoi, ed anche di poter eventualmente incrementare la portata scaricata, se ritenuta insufficiente.

Qui di seguito si descrivono le principali caratteristiche di tale nuovo sistema che ha suscitato l'interesse degli scriventi per l'indubbia efficacia e la semplicità esecutiva.

GENERALITA'

Fra temi di interesse relativi alle dighe esistenti rientrano senz'altro la possibilità di aumentare il volume invaso e l'adeguamento della capacità di scarico al fine di permettere la evacuazione di piene maggiori di quelle previste all'epoca della costruzione per una maggiore sicurezza degli impianti.

(*) *Dott. Ing. Giovanni FIORE - Roma*
Dott. Ing. Aldo MARCELLO - Milano

La ricerca di un aumento del volume invasato discende dal continuo incremento della domanda d'acqua per uso potabile od agricolo - industriale, dalla richiesta di sempre maggiori rilasci a salvaguardia del sistema fluviale (Deflusso Minimo Vitale) ed anche del recupero di capacità persa con l'interrimento del serbatoio.

Per quanto riguarda invece la modifica degli organi di scarico essa deriva dalla necessità di adeguarsi a più alti valori della "piena di progetto", sia di salvaguardare al massimo gli insediamenti a valle della diga.

Per aumentare la capacità utile a parità di quota di massimo invaso (e quindi lasciando inalterate le condizioni di calcolo e verifica della struttura) la sola soluzione praticabile è ovviamente quella di sfruttare parte del volume riservato alla laminazione rialzando la quota di massima regolazione.

Le soluzioni attualmente considerate per incrementare la capacità utile, mantenendo inalterata la portata max di scarico, sono:

- Paratoie (a ventola automatiche o motorizzate a settore)
- Dighe gonfiabili

Queste due soluzioni sono relativamente costose; le paratoie necessitano di importanti opere civili, le dighe gonfiabili sono vulnerabili e necessitano di una fonte continua di energia per restare gonfie; entrambe richiedono infine controlli ed attenta manutenzione.

Con il sistema che è stato installato alla diga di Lussas, basato sulla messa in opera sulla soglia esistente di più "scatole" metalliche sommergibili per permettere il passaggio di piene moderate e ribaltabili singolarmente per piene importanti (p.es. Tr \geq 100 anni), è possibile ottenere facilmente un incremento del volume invasato, mentre per ottenere un incremento della portata scaricata è sufficiente abbassare in tutto od in parte la soglia esistente ed installare "scatole" aventi un'altezza tale da raggiungere la nuova quota di regolazione stabilita.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema adottato è costituito da elementi in carpenteria metallica, alti circa l'80% del massimo carico sulla soglia libera, la cui parte superiore è conformata con un profilo a labirinto. Tali elementi, larghi circa 1,5 volte l'altezza, sono vincolati ad una base in calcestruzzo prefabbricato.

Il singolo complesso, elemento metallico-base in calcestruzzo, è semplicemente appoggiato, con l'interposizione di un giunto di tenuta in gomma, alla soglia originaria dello scarico, spianata per creare il piano di appoggio.

Nella base in calcestruzzo è ricavata una camera che, normalmente vuota, viene messa in pressione ad una quota definita del bacino a monte tramite un pozzo.

Nella Fig. 1 sono chiaramente descritti tutti gli elementi costitutivi del sistema.

E' possibile affiancare un numero indefinito di elementi anche di diversa altezza (variando la quota della base di appoggio) per una larghezza totale pari a quella dello scarico esistente.

La tenuta dell'insieme delle scatole è garantita sul fondo dal giunto in gomma e, sul piano verticale, tra un elemento e l'altro, da un giunto in neoprene.

FUNZIONAMENTO

A seconda del livello dell'invaso l'elemento scatolare di rialzo funziona come ritenuta, soglia sfiorante oppure scompare del tutto lasciando libera la soglia originaria.

In particolare:

- Quando il livello dell'acqua è inferiore o uguale a quello degli elementi scatolari, questi ultimi funzionano come un prolungamento della diga. Il rialzo è dimensionato per essere stabile in queste condizioni e si comporta come una diga a gravità.

- In caso di piena, debole o media, l'acqua tracima a valle, sopra al bordo superiore dell'elemento scatolare che è conformato a labirinto; la lunghezza della soglia sfiorante metallica è pari a circa 3 volte quella della corrispondente soglia di base della diga.

Il carico massimo sugli elementi di rialzo viene stabilito in fase di progetto e, nella generalità dei casi finora studiati, è circa uguale a 1/2 dell'altezza dell'elemento.

Anche in questa fase gli elementi sono perfettamente stabili con un coefficiente di sicurezza al ribaltamento $Fr > 1,5$ ed il loro comportamento non è influenzato dalla presenza di onde o detriti galleggianti.

- In caso di piena ancora maggiore, al crescere del livello dell'invaso viene alimentato il pozzo di messa in pressione della camera inferiore nel basamento in calcestruzzo e tutto l'elemento si ribalta a valle.

Nelle figg. 2 e 3 sono evidenziate le varie fasi di funzionamento del sistema.

Differenziando opportunamente l'altezza dei pozzi di alimentazione è possibile ottenere singolarmente la caduta degli elementi e per altezze d'acqua diverse (p. es. 1 elemento per la portata 1/100, 3 per la portata 1/300, tutti per la portata di piena di progetto) (v. fig. 4).

Una volta passata la piena il livello dell'invaso decresce fino alla quota della soglia fissa della diga ed è possibile sia recuperare gli elementi caduti sia installarne dei nuovi se quelli caduti risultassero troppo danneggiati.

Per quanto riguarda l'influenza di questo sistema sulle portate scaricate a valle, essa è trascurabile. Lo scarico si comporta come uno sfioratore a soglia fissa e nella curva di scarico sono presenti solo dei gradini in corrispondenza della caduta dei singoli elementi, gradini che però mantengono la portata scaricata ad un valore sempre inferiore a quello della portata affluente nel bacino. E' da notare che l'effetto della piena può dirsi terminato solo quando sia stato scaricato anche tutto il volume supplementare invasato grazie ai rialzi metallici. Tuttavia la scarsa frequenza dell'evento che causa il ribaltamento e la rapidità delle operazioni di ripristino della ritenuta, rendono tale perdita tollerabile per la esigenza di esercizio.

Gli elementi scatolari non hanno bisogno di alcuna manutenzione, in quanto non

possiedono organi in movimento.

L'APPLICAZIONE ALLA DIGA DI LUSSAS

La prima installazione di questo nuovo sistema ad uno scarico di superficie è stata fatta sulla diga di Lussas nella Francia meridionale. Si tratta di uno sbarramento in materiali sciolti, costruito nel 1980, alto 18 m che crea un invaso di 320.000 m³ destinati ad irrigare una piana agricola. Lo scarico di superficie originale era costituito da una soglia libera lunga 36 m situata in sponda sinistra e dimensionato per una portata di 250 m³/s, con canale in calcestruzzo per la restituzione in alveo a valle.

Dopo la costruzione dello sbarramento e la messa in valore di altri terreni, è emersa la necessità di avere la disponibilità di un maggiore volume di acqua.

Tra tutte le possibilità studiate è stata scelta come più conveniente la installazione sullo scarico di superficie degli elementi scatolari descritti.

Dopo lo spianamento della cresta della soglia per 15 cm, sono stati posati 10 elementi alti ciascuno 2,15 m e larghi 3,5 m (v. fig. 5).

Il complesso degli elementi scatolari è stato messo in opera in 2,5 mesi, permettendo di invasare 150.000 m³ supplementari pari al 47% dell'invaso originario.

Al momento della visita era in corso una piccola piena e di elementi scatolari sfioravano sotto un carico di circa 30 cm; si è potuto osservare il perfetto distacco della vena liquida dello scatolare e l'assoluta mancanza di vibrazioni.

Si è potuto anche rilevare che qualche elemento ligneo galleggiante nell'invaso, di dimensioni tali da non trascinare la soglia a labirinto con il modesto carico sfiorante, non interferiva significativamente con il comportamento della lama trascinante e soprattutto avrebbe potuto trovare facilmente sfogo con l'incremento del carico, senza danneggiare gli elementi metallici né alterare il loro funzionamento.