

**Comitato Nazionale Italiano  
delle Grandi Dighe - ITCOLD**

***Procedure per la gestione delle dighe  
in condizioni di emergenza e training degli operatori***



## **Membri del Gruppo di Lavoro**

*Dr. Ing. Giuseppe Donghi*                      *Coordinatore*

*Dr. Ing. Francesco Sainati*

*Dr. Ing. Andrea Maffio*

*Dr. Ing. Alberto Masera*

*Dr. Ing. Osvaldo Francescon*

*Dr. Ing. Nicola Brizzo*

*Dr. Ing. Pierluigi Fontana*

## **GESTIONE DELLE DIGHE IN CONDIZIONI DI EMERGENZA**

### **1. Introduzione**

Lo scopo del gruppo di lavoro ITCOLD, riassunto in questo documento, è di fornire un quadro generale delle procedure esistenti in Italia e all'estero in relazione alla gestione delle dighe in condizioni di emergenza.

Il tema è stato sviluppato nei seguenti tre punti principali:

- Emergenza Idrologica-Idraulica: situazione determinata da significativi afflussi al serbatoio che possano generare livelli superiori al massimo invaso e che richiedono il funzionamento degli organi di scarico (sia superficiali, sia se necessario anche in pressione);
- Emergenza strutturale (statica o sismica): situazioni che possono generare effetti e conseguenze sulla stabilità delle opere e delle relative pertinenze, ovvero situazioni nelle quali vengono evidenziate manifestazioni che possono essere ricondotte ad una modifica del comportamento delle opere e delle loro condizioni di stabilità.
- Emergenza Ambientale: situazioni che possono determinare effetti negativi sull'ambiente, quali ad esempio gli effetti dovuti a situazioni di interrimento dei serbatoi.

Ciascuno dei punti è svolto, per quanto possibile, con riferimento alle seguenti attività:

- Procedure applicate durante le emergenze
- Addestramento del personale

La prima parte del documento contiene una breve panoramica su quanto applicato all'estero, la seconda parte si riferisce invece alle attività svolte in ambito nazionale con particolare riferimento all'esperienza dei principali concessionari italiani.

### **2. Panorama estero**

#### **2.1 Svizzera**

Il Consiglio Federale svizzero ha emanato nel 1998 un'ordinanza che riguarda la sicurezza degli sbarramenti di altezza superiore a 10 m o di altezza non inferiore a 5 m con invaso superiore a 50.000 m<sup>3</sup>.

L'applicabilità è estesa anche agli invasi di dimensioni inferiori se viene riconosciuta la pericolosità nei confronti di persone o beni.

Le procedure riguardano la sicurezza strutturale durante la costruzione e l'esercizio della diga, la sorveglianza e l'emergenza

Le Procedure in caso di emergenza sono da attivare in caso di anomalie di comportamento, eventi naturali, atti di sabotaggio, minaccia militare.

Il titolare (il proprietario o il gestore) dell'impianto deve adottare tutte le misure atte ad evitare di mettere in pericolo persone o beni, informando immediatamente l'Autorità di vigilanza la quale può decidere l'applicazione di misure supplementari.

La procedura comprende anche l'allertamento della popolazione.

La divulgazione delle istruzioni alla popolazione e le modalità per la sua eventuale evacuazione sono demandate alla Confederazione, ai Cantoni e ai Comuni.

Per gli invasi superiori a 2 milioni di m<sup>3</sup> il titolare ha l'obbligo di predisporre e gestire un sistema di allarme che agisce all'interno di una cosiddetta "zona contigua" definita dall'Autorità di vigilanza che comprende il territorio potenzialmente sommergibile nello spazio di 2 ore dalla rottura improvvisa e totale dello sbarramento.

## **2.2 Francia**

Nel 1998 il FCLD (French Committee on Large Dams) ha stabilito delle linee guida per aumentare la sicurezza delle dighe durante gli eventi alluvionali, sulla base dell'esperienza acquisita dagli operatori e dall'analisi dei maggiori incidenti accaduti nel mondo.

Il documento consiste in una serie di raccomandazioni (più che di vere e proprie regole da seguire) che riguardano soprattutto il controllo degli organi di scarico, da effettuare sia preventivamente che in seguito all'evento, in quanto è stato riconosciuto, in ambito mondiale, che circa il 30 % dei disastri è avvenuto a causa del malfunzionamento degli scarichi delle dighe.

### Training

Per quanto riguarda l'attività di training, EDF ha realizzato nel 1999 un simulatore per la gestione delle piene.

Il simulatore può comprendere tutti i tipi di piena con tempi di ritorno da 10 a 10.000 anni e può simulare anche possibili incidenti agli organi di scarico, come per esempio l'interrimento o la mancata apertura delle paratoie.

Il software è installato su PC ed è in dotazione ad ogni impianto e viene utilizzato per l'addestramento del personale con frequenza annuale.

Esiste inoltre un programma di addestramento per gli operatori delle dighe che riguarda le ispezioni visive ed il monitoraggio dell'opera.

## **2.3 Norvegia e Svezia**

Dal 1995 in Norvegia tutti i gestori delle dighe sono tenuti a predisporre un piano di emergenza per far fronte ai maggiori incidenti possibili relativi ai serbatoi, sia per cedimenti strutturali della diga, sia per eventi naturali. (Si tratta essenzialmente di eventi alluvionali e franosi in quanto, data la bassa sismicità del territorio, il terremoto non è normalmente ritenuto un fattore critico e pertanto non è incluso nel documento).

Il piano di emergenza consiste nella costituzione di una unità di crisi, mobilitazione di personale, notifica dell'allerta, e tutta una serie di azioni che devono essere eseguite dal personale preposto (compreso il piano di evacuazione).

Spesso il piano di emergenza fa parte di un Piano di Emergenza più ampio che riguarda tutte le emergenze (di diversa natura) e con il quale i gestori delle dighe devono coordinarsi.

Nei bacini idrografici più grandi, che coinvolgono gestori diversi, il piano di emergenza deve essere coordinato.

Vi è una fase preliminare detta "fase analitica" che non fa parte del piano di emergenza vero e proprio ma che è indispensabile per riuscire a capire cosa potrebbe andar storto

durante gli eventi naturali (alluvioni, frane, terremoti, erosioni, ecc.) e cosa invece potrebbe resistere.

Vengono quindi passati in rassegna tutti i possibili elementi o meccanismi che possono causare problemi alla diga, compreso l'errore umano.

Questa è ritenuta una fase molto importante e pertanto ad essa viene dedicato molto tempo e molte risorse in quanto è sulla base di queste analisi che vengono stabiliti i valori limite (di livello, perdite, ecc.) che danno l'avvio al piano di emergenza.

La struttura del piano di emergenza è suddivisa in 9 parti principali:

1. fase iniziale che specifica quali sono le persone che devono essere immediatamente allertate e cosa devono fare
2. lista dei contenuti del piano
3. organizzazione che assegna i compiti e le responsabilità delle persone coinvolte
4. piano di notifica che assicura la corretta e tempestiva divulgazione dell'allerta
5. piano di azione che descrive le modalità di gestione dell'emergenza.  
Comprende anche un "piano di evacuazione" elaborato dal Rescue Service sulla base delle mappe delle aree sommergibili per dam-break, fornite dal gestore per ciascuna diga.
6. piano delle risorse disponibili, che deve essere mantenuto continuamente aggiornato
7. piano di informazione nei confronti del pubblico, stampa, TV
8. piano delle comunicazioni che devono comunque essere garantite durante gli eventi calamitosi mediante la predisposizione di soluzioni alternative (per es. VHF) per mantenere il contatto con il centro di controllo
9. training che deve essere effettuato, per gli eventi di maggior importanza, con frequenza triennale o quinquennale a seconda dell'importanza della diga, ed in coordinamento con le altre dighe nel caso in cui vi siano più opere sullo stesso bacino imbrifero.

### Training

In Norvegia viene effettuato un intenso programma di addestramento per il personale addetto alle dighe.

L'Autorità Norvegese richiede un programma di addestramento per tutti i gestori delle dighe.

Il programma si differenzia in tre classi a seconda del differente livello delle persone a cui è destinato.

Tutti i gestori di grandi dighe in Norvegia devono avere un ingegnere con specifico diploma all'interno della propria organizzazione.

### Simulatore RIFA (River Flood and Accident)

Nell'ambito del programma di addestramento del personale degli impianti idroelettrici in relazione alla gestione delle emergenze, la Norwegian Regulatory Association e la Swedish ELFORSK stanno mettendo a punto un software che simula il comportamento di un sistema fluviale integrato durante un evento alluvionale.

Il sistema comprende i serbatoi, le dighe, gli impianti idroelettrici, le gallerie, i fiumi e gli affluenti, i laghi naturali.

L'operatore può operare all'interno del sistema simulando le manovre sugli organi di scarico, e quindi variando la portata scaricata, ed è in grado di constatare immediatamente gli effetti prodotti a valle dalle manovre effettuate.

Esiste anche la possibilità di simulare eventuali malfunzionamenti di alcune parti del sistema (mancata apertura o chiusura di paratoie, ostruzione di scarichi, ecc.) oppure di simulare particolari situazioni a valle (raggiungimento delle condizioni di esondazione in qualche sezione del fiume).

Tali situazioni inducono l'operatore a prendere decisioni e a compiere azioni i cui effetti sono immediatamente verificabili.

## **2.4 Giappone**

A causa dell'alta densità demografica, e quindi della potenziale pericolosità degli invasi, programmi di addestramento per gli operatori delle dighe sono predisposti sia dalla pubblica Amministrazione, sia dai gestori delle dighe.

Il Ministero delle Costruzioni ha stabilito un programma di addestramento per il personale governativo addetto al controllo delle dighe che include la normativa, il controllo della sicurezza, le osservazioni meteorologiche e idrologiche, il comportamento dell'opera.

L'addestramento viene effettuato mediante un simulatore.

## **2.5 Stati Uniti**

Nel 1976 i principali gestori delle dighe, sotto la guida della Federal Emergency Regulatory Commission, definirono delle linee guida per la determinazione dell'EAP (Emergency Action Plan) che furono successivamente revisionate nel 1985 e nel 1988.

L'EAP è un documento ufficiale che identifica le potenziali condizioni di emergenza di una diga e contiene le procedure che il gestore deve seguire per minimizzare gli effetti a valle nei seguenti casi:

- a) Emergenza strutturale della diga.
- b) Evento alluvionale

E' suddiviso in 6 parti principali:

1. Notification Flowchart che identifica lo schema di flusso che devono seguire le informazioni
2. Rilevamento, valutazione e classificazione dell'emergenza
3. Identificazione delle responsabilità
4. Azioni prestabilite da eseguire
5. Mappe delle aree potenzialmente inondabili (sia in caso di crollo, sia in caso di evento alluvionale)
6. Appendice, contenente le informazioni di supporto

Il documento è periodicamente aggiornato e testato per verificarne l'adeguatezza e l'efficacia.

### Training

La FEMA (Federal Emergency Management Agency) ha predisposto 5 tipologie di esercitazione, di complessità crescente, da eseguire periodicamente, che coinvolgono progressivamente tutte le parti attive nel processo di emergenza (proprietari/gestori, consulenti, amministrazioni locali).

L'esercitazione di grado più alto viene effettuata simulando l'emergenza con il maggior realismo possibile.

Gli obiettivi principali dell'addestramento sono:

- Dimostrare la realizzabilità del Piano di emergenza
- Aumentare la fiducia nel successo del Piano di Emergenza
- Migliorare il coordinamento e cooperazione fra le parti (elemento fondamentale per il conseguimento del successo finale)

Un fattore importante nella gestione delle emergenze riguarda il linguaggio della comunicazione.

Per evitare confusione è opportuno che la terminologia usata nella divulgazione dei messaggi di emergenza sia la più chiara possibile e facilmente comprensibile da chi la riceve.

Il Bureau of Reclamation svolge per il proprio personale operativo un programma di addestramento incentrato sui seguenti punti:

- Training in aula e sul campo
- Seminari sulla gestione dell'acqua
- Seminari sulla valutazione della sicurezza delle dighe
- Seminari sulla gestione delle emergenze

### 3. Panorama italiano

La situazione riportata è antecedente all'emanazione della direttiva DPCM 27 febbraio 2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile"

#### 3.1 Emergenze Idrologiche – Idrauliche

##### 3.1.1 Procedure Enel

La guida operativa fornisce le linee guida generali del processo di gestione degli invasi durante gli eventi di piena, in armonia con la procedura di Protezione Civile – Circ. P.C.M. n. DSTN/2/7019 del 19.03.1996.

Specifiche procedure personalizzate forniscono le linee operative per la gestione delle singole dighe durante gli eventi di piena. Gli strumenti di supporto alla gestione sono di seguito descritti:

- **manuale di gestione piena:** presente in diga, all'unità esercizio, all'area idroelettrica, alla funzione esercizio e posto teleconduzione
- **applicazioni informatiche:** sono disponibili tramite l'apposito "archivio fuori linea" (AFLI) e la rete informatica

L'organizzazione si attiva prima che gli eventi di piena diventino significativi. Per assicurare la max tempestività di intervento, è prevista infatti l'attivazione

dell'organizzazione fin dalla presenza di previsioni meteorologiche avverse o di anomali incrementi di portata causati da disgelo.

Nel manuale di gestione piena, sono descritte le principali modalità operative articolate nelle seguenti fasi :

- **fase di consultazione** : caratterizzata dalla previsione di condizioni meteo avverse emesse 24 – 28 ore prima del previsto inizio delle precipitazioni piovose

- **fase di osservazione** : caratterizzata dalla presenza di previsioni meteorologiche avverse emesse 12-24 ore prima del previsto inizio di precipitazioni piovose

- **fase di attenzione** : caratterizzata dalla presenza di precipitazioni superiori ai valori prefissati, e/o di portate di attenzione che facciano prevedere sfiori in un tempo inferiore di 24 ore e da previsioni di precipitazioni consistenti. Il valore della portata di attenzione di ciascun bacino è personalizzato per la singola diga.

- **fase di gestione piena** : caratterizzata dalla presenza di precipitazioni piovose critiche oppure dal tempo allo sfioro dei serbatoi inferiore alle 12 ore o dal tempo allo scarico di portate superiori alle prestabilite portata di attenzione inferiore alle 8 ore per i bacini.

La procedura di gestione piene, secondo la Circolare DSTN/2/7019 del 19.03.1996 – “ Documento di Protezione Civile “, prevede le seguenti fasi:

- **fase di preallerta - vigilanza ordinaria** : caratterizzata dal superamento della quota di max regolazione in occasione di eventi di piena significativi

- **fase di allerta - vigilanza rinforzata** : caratterizzata da apporti idrici che facciano temere il superamento della quota di max invaso

- **fase di allerta pericolo – allarme tipo 1** : caratterizzata dal superamento della quota di max invaso

La fase di gestione piena ha termine quando le precipitazioni intense sono cessate da circa 12 ore e sono cessati tutti i deflussi dagli scarichi manovrabili delle dighe.

E' comunque il capo area a decidere e comunicare quando la fase di gestione della piena è da considerarsi conclusa.

Viene infine predisposta la relazione sull'evento che contiene:

- tabelle e grafici dell'andamento della quota invaso, portata in arrivo, portata scaricata e portata derivata, nel formato unificato con dati all'ora
- grafici con l'andamento della piovosità oraria e progressiva, in formato unificato con dati all'ora
- eventuali, se necessario, grafici degli idrometrografi installati i diga e quelli delle stazioni idrometriche a valle diga.
- raccolta fax inoltrati all'esterno durante l'evento

Training : l'area idroelettrica e l'esercizio provvedono alla formazione del rispettivo personale chiamato ad operare durante eventi di piena, predisponendo anche esercitazioni simulate al PC e coordinate; particolare attenzione è riservata alla formazione del :

- personale autorizzato ad ordinare esecuzione di manovre degli organi di scarico



- personale chiamato alla esecuzione fisica delle manovre
- personale autorizzato all'invio di comunicazioni a terzi.

Gli eventi di piena si verificano di rado, pertanto è opportuno fare delle periodiche esercitazioni coordinate fra area idroelettrica, esercizio, unità operativa, diga ed ingegnere responsabile, utilizzando un simulatore al pc personalizzato con i dati degli invasi oggetto di formazione.

### 3.1.2 Procedure Edison

La procedura fornisce al personale di esercizio delle dighe le istruzioni per la gestione degli eventi di piena. Le azioni sono state definite nel rispetto delle prescrizioni della Circ. P.C.M. 19 marzo 1996, n°DSTN/2/7019 con le quali si integrano.

Le procedure sono raccolte in un documento compilato in modo specifico per ciascuna diga e conservato presso la casa di guardia oltre che nel centro operativo di controllo. Il documento contiene:

- a) le “norme generali di comportamento in caso di piene” che descrivono dettagliatamente tutte le azioni da intraprendere durante le varie fasi dell'emergenza
- b) il “grafico di sorveglianza” che fornisce, per le varie fasi, l'incremento di portata da scaricare dalla diga in funzione del livello del serbatoio e dell'incremento di livello nell'unità di tempo prestabilita  
Il grafico è stato costruito per ciascuna diga in modo da arrivare a scaricare, in condizioni di sicurezza, la piena di progetto; senza cioè superare la quota di massimo invaso del serbatoio.
- c) le tabelle di apertura degli organi di scarico che forniscono il grado di apertura delle paratoie in funzione del livello del serbatoio e della portata da scaricare
- d) l'ordine sequenziale di apertura delle paratoie

La procedura identifica per ciascuna diga quattro fasi principali dell'emergenza ad ognuna delle quali corrisponde un particolare stato di sorveglianza della diga. Esse sono:

1. esercizio normale
2. preallerta fase 1
3. preallerta fase 2 (che prevede il rinforzo della guardiania)
4. allerta

Ogni fase è determinata in base alla quota del serbatoio e all'incremento di livello nell'unità di tempo prestabilita tenendo conto delle caratteristiche del serbatoio e della diga.

Le prime 3 fasi non comportano alcuna manovra sugli organi scarico ma solo delle azioni che devono essere effettuate dal personale di esercizio in base a quanto riportato nelle “norme di comportamento” (punto a) fra cui le comunicazioni con le Autorità (Prefetto, Servizio Nazionale Dighe competenti per territorio) come stabilito nel FCEM.

Nella fase di allerta viene effettuato lo scarico della portata di piena in base a quanto riportato nel “grafico di sorveglianza” (punto b)

Il personale coinvolto nelle operazioni comprende il personale di esercizio della diga, il responsabile di area e l'ingegnere responsabile.

Il documento contiene anche uno studio idrologico semplificato per la previsione di massima della portata di piena in arrivo, sulla base delle altezze di pioggia registrate dal pluviometro della diga.

Il modello fornisce, per diverse altezze di pioggia, una stima del valore della portata di picco, il volume della piena ed il tempo di arrivo del colmo.

### Training

Sono previste periodiche attività di addestramento per ciascuna diga, che comprendono tutto il personale realmente coinvolto nelle attività di gestione dell'emergenza.

L'esercitazione viene effettuata con l'ausilio di un PC che fornisce, passo passo, il livello di invaso nel serbatoio sulla base dei seguenti dati di input:

- idrogramma di piena
- curva di invaso del serbatoio
- portata scaricata dalla diga

L'operatore, in relazione ai valori di livello forniti dal PC ad intervalli di tempo prestabiliti, determina la portata da scaricare e la conseguente manovra da effettuare sulle paratoie sulla base della procedura per la gestione delle piene.

### Software per il training del personale

Nell'ambito della Ricerca di Sistema (decreto DM MICA 26/01/2000), finalizzata a supportare e migliorare il sistema elettrico italiano, la società ENEL.Hydro-B.U. PIS Milano<sup>1</sup> ha sviluppato un software per il training del personale addetto alla manovra degli scarichi di una diga in condizioni di piena.

La società Edison ha fornito la propria procedura operativa utilizzata nella gestione delle emergenze idrauliche, e ha collaborato alla esecuzione di un test di validazione.

Il software, sviluppato per PC, consente di simulare e visualizzare sul monitor, in tempo reale durante il training, la variazione delle principali grandezze coinvolte nell'evento di piena, quali il livello del lago e la portata scaricata. L'operatore può effettuare le manovre ritenute necessarie, ad esempio agire sull'apertura degli scarichi e/o sull'avviamento-arresto delle turbine, tramite una interfaccia grafica di semplice uso.

### **3.1.3 Procedure AEM Milano**

Per le dighe di Cancano e San Giacomo è stata approntata la procedura che fornisce le istruzioni per la gestione degli eventi di piena, attualmente in fase di implementazione. L'approccio al problema e le modalità operative sono analoghe alla procedura di Edison in precedenza descritta. Il controllo della situazione viene effettuato a frequenze sempre più ravvicinate in condizioni di allerta e di manovra. Sulla base del bilancio del serbatoio viene determinata la portata di piena entrante ed attraverso il grafico di manovra viene suggerita la portata da evacuare attraverso aperture progressive o incrementali degli scarichi in pressione.

In dettaglio:

---

<sup>1</sup> *Il PIS, Polo Idraulico e Strutturale di Milano, dal giugno 2002 è confluito nella società CESI.*

- a) delle “norme generali di comportamento in caso di piene” descrivono dettagliatamente tutte le azioni da intraprendere durante le varie fasi dell'emergenza
- b) un “grafico di manovra” fornisce l'incremento di portata da scaricare dalla diga in funzione del livello del serbatoio e dell'incremento di livello nell'unità di tempo prestabilita. Il grafico è stato costruito per ciascuna diga in modo da arrivare a scaricare, in condizioni di sicurezza, la piena di progetto; senza cioè superare la quota di massimo invaso del serbatoio.
- c) delle “tabelle di apertura degli organi di scarico” forniscono il grado di apertura delle paratoie in funzione del livello del serbatoio e della portata da scaricare

#### **3.1.4 Procedure AEM Torino**

Per le dighe AEM in esercizio è stata approntata nel marzo 2002 una procedura che, in conformità alla Circolare del Ministero LL.PP. n. 352/87 e alla Circolare P.C.M. DSTN 19/03/96, è finalizzata ad integrare dette norme in relazione alla struttura organizzativa aziendale e a definire le modalità operative e le azioni da attuare per la gestione degli eventi di piena, in particolare nelle situazioni che potenzialmente potrebbero evolvere in “stato di preallerta” come definito dalle succitate norme.

Il documento, specifico per ciascuna diga, contempla una sezione contenente le norme di comportamento in applicazione della vigente normativa e delle disposizioni previste nel foglio condizioni per l'esercizio e la manutenzione (FCEM).

Un abaco identifica la fase operativa in funzione della quota del serbatoio e del gradiente di crescita dello stesso (portata in ingresso). In relazione al tempo “atteso” di inizio sfioro (o di raggiungimento della quota di massimo invaso) la procedura identifica le azioni da intraprendere, il personale coinvolto e le relative responsabilità.

Completano la procedura le tabelle e i diagrammi delle portate degli organi di scarico, nonché il manuale di esercizio per l'esecuzione delle manovre.

Attualmente è in progetto la predisposizione di un modello afflussi-deflussi relativo al bacino idrografico della Valle Orco (ove sono presenti solo impianti AEM), per supportare, con strumenti rapidi ed affidabili, le scelte da attuare nel rispetto delle procedure previste dalla normativa. E' previsto un piano graduale di sviluppo, orientativamente suddiviso in tre fasi:

- 1) implementazione a livello locale, ovvero con controllo ad utente e interrogazione a intervalli di tempo discreti (di fatto già operativa);
- 2) implementazione a livello automatizzato, integrato con il sistema di monitoraggio esistente, con aggiornamento continuo delle informazioni;
- 3) implementazione a livello previsionale, con disponibilità di misure meteorologiche e idrometriche in tempo reale, simulazione delle possibili evoluzioni e confronto con dati storici.

### Training

In relazione alla recente emissione del manuale di gestione delle emergenze, è stato organizzato un primo corso di addestramento che ha interessato tutto il personale realmente coinvolto dalle procedure di emergenza.

#### **3.1.5 Consorzio Velia**

All'interno delle forniture software di gestione del centro Iside è stata realizzata una "Applicazione Dati Territoriali" finalizzata alla gestione dei dati territoriali, idrologici ed idraulici del bacino del fiume Alento. Tale applicazione rappresenta un sistema integrato per l'analisi, la modellazione e la previsione dei fenomeni idrologici ed idraulici. Oltre alle normali attività di gestione della riserva idrica, il sistema permette di fornire indicazioni per la redazione dei piani di protezione civile, fornire previsioni per l'attivazione dei piani di protezione civile e permette di gestire in tempo reale le condizioni di emergenza durante le piene.

La applicazione si basa sull'utilizzo di un sistema territoriale GIS del bacino dell'Alento accoppiato a moduli finalizzati all'analisi idrologica – idraulica, che coprono i seguenti aspetti:

- a) gestione ed analisi dei dati storici, archiviati in apposita banca dati.
- b) collegamento ad un sistema di monitoraggio automatico composto da pluviometri ed idrometri posti nell'area del bacino.
- c) sistema informatico territoriale basato sul modello digitale dell'intero bacino, con riferimenti alla geomorfologia, alla cartografia ed alle carte tematiche dell'uso del suolo.
- d) schemi idraulici del bacino e sistemi di previsione basati su modelli afflussi-deflussi e simulazioni di scenari di rischio idraulico.
- e) procedure per la gestione delle piene e definizione delle manovre degli organi di scarico e valutazione delle aree inondabili a valle degli sbarramenti, sulla base della reale condizione, sovrapposte al modello digitale del terreno.

Tali procedure sono utilizzate come simulatore per le attività di training degli operatori.

### **3.5 Emergenze statiche**

Nella gestione delle emergenze statiche è sottinteso l'adempimento delle prescrizioni contenute nella Circ. DSTN/2/7019 del 19/02/1996 che devono considerarsi pertanto parte integrante delle procedure interne dei Concessionari.

#### **3.2.1 Procedure Enel**

Enel ha predisposto una guida operativa interna da seguire in caso di cedimento strutturale o evento calamitoso che interessa un'opera idraulica.

In tali casi è prevista l'attivazione delle seguenti fasi:

- accertamento dello stato delle opere : nel tempo più breve possibile dopo l'evento è necessario procedere alle ispezioni di tutte le opere al fine di effettuare una prima ricognizione dello stato delle stesse e di accertare eventuali situazioni anomale. Si procederà anche ad effettuare tutte le misure ed i controlli del comportamento della diga: le risultanze delle ispezioni, dei controlli e delle misure dovranno essere riportate su specifici verbali sottoscritti dagli esecutori.
- eventuali interventi di messa in sicurezza : sulla base dei risultati dei primi sommari controlli e rilievi si provvederà ad adottare provvedimenti cautelativi di messa in sicurezza dell'impianto con le limitazioni di esercizio ritenute opportune, fino alla messa fuori servizio.
- comunicazioni all'autorità di controllo : qualora, a seguito dei primi sommari controlli e misure, risulti una situazione regolare si provvederà a darne comunicazione all'autorità di controllo, qualora invece si siano adottate transitorie misure restrittive dell'esercizio, in attesa dei risultati dei più approfonditi controlli e rilievi successivi, si comunicherà all'autorità di controllo che sono in corso accertamenti specialistici, confermando l'adozione delle misure restrittive dell'esercizio, allorché la necessità venga confermata dall'esito degli accertamenti suddetti.
- Nel caso di dighe, conformemente alla Circ. DSTN/2/7019 del 19.03.1996 sono previste le seguenti fasi :
  - fase di allerta pericolo – allarme tipo 1 : caratterizzata da filtrazioni o movimenti franosi sui versanti o di ogni altra manifestazione interessante l'opera di sbarramento che facciano temere la compromissione della stabilità dell'opera stessa, ovvero preludano a formazione di onde con repentini notevoli innalzamenti del livello d'invaso
  - fase di allerta collasso – allarme tipo 2 : caratterizzata dall'apparire di fenomeni di collasso delle opere di ritenuta o comunque al verificarsi di fenomeni che inducano ad ipotizzare l'imminenza di un evento catastrofico.

### 3.5.1 Procedure Edison

Edison ha predisposto una procedura interna per il controllo di tutte le opere idrauliche afferenti ai propri impianti idroelettrici (dighe, traverse, gallerie, vasche di accumulo, condotte forzate, ecc.).

Nel documento sono indicate in dettaglio per ogni opera:

- Il tipo di controllo e/o di ispezione da effettuare
- La misura da eseguire
- Il personale addetto alla misura / ispezione
- La frequenza di esecuzione
- Le operazioni da effettuare dopo l'esecuzione delle misure (validazione e controllo della misura, archiviazione nella Banca Dati) e dei sopralluoghi
- Il personale da allertare in caso di anomalia

La maggior parte delle dighe é dotata di un sistema automatico di monitoraggio che acquisisce le principali misure di controllo con frequenza di 4 ore (modificabile), o su comando diretto dell'operatore, con generazione di allarmi al superamento di soglie fisse prestabilite. (E' anche possibile il confronto, in tempo reale, della misura acquisita con la misura attesa proveniente dai modelli previsionali).

Il controllo delle misure acquisite viene effettuato, dal personale preposto, con frequenza giornaliera.

In caso di anomalie sono previsti controlli incrociati fra le misure manuali e le misure automatiche per la validazione dei dati.

### 3.5.2 Procedure AEM Milano

Sono state predisposte dai tecnici AEM le procedure operative per le attività di ispezione ed il controllo delle opere di ritenuta. Nella procedura vengono definite le modalità da attuare nonché le persone coinvolte e le relative responsabilità. Gli aspetti trattati da tale procedura sono così sintetizzati:

- a) ispezioni periodiche o straordinarie in caso di sismi o piene.
- b) verifiche impianti ed apparecchiature
- c) controlli strumentali manuali
- d) controllo del funzionamento dei sistemi di monitoraggio automatico
- e) analisi del comportamento strutturale sulla base delle misure automatiche e di quelle manuali.
- f) in caso di individuazione di anomalie di comportamento si ha l'attivazione di analisi approfondite, ispezioni dettagliate, comunicazioni all'Ingegnere Responsabile.

In seguito all'esito dei controlli, l'Ingegnere responsabile attiverà, se è il caso, la procedura di legge.

### 3.5.3 Procedure AEM Torino

E' attiva una procedura operativa per le attività periodiche e straordinarie di ispezione e di controllo della diga. I contenuti sono sostanzialmente simili a quelli di Edison e AEM Milano per quanto concerne ispezioni, verifiche di apparecchiature e impianti, controlli strumentali manuali e controllo del sistema di monitoraggio. Per la sola diga di

Piantelessio è attivo un Modello Interpretativo, combinazione di un modello statistico e di un modello deterministico, nel caso di individuazione di anomalie di comportamento vengono coinvolti specialisti e sviluppate analisi di dettaglio.

#### **3.5.4 Procedure Romagna Acque – Diga di Ridracoli**

Sono state predisposte dai tecnici di Romagna Acque le procedure operative per le attività di ispezione ed il controllo delle opere di ritenuta. Nelle procedure vengono definite le modalità da attuare nonché le persone coinvolte e le relative responsabilità. Gli aspetti trattati da tale procedura sono di seguito riassunti:

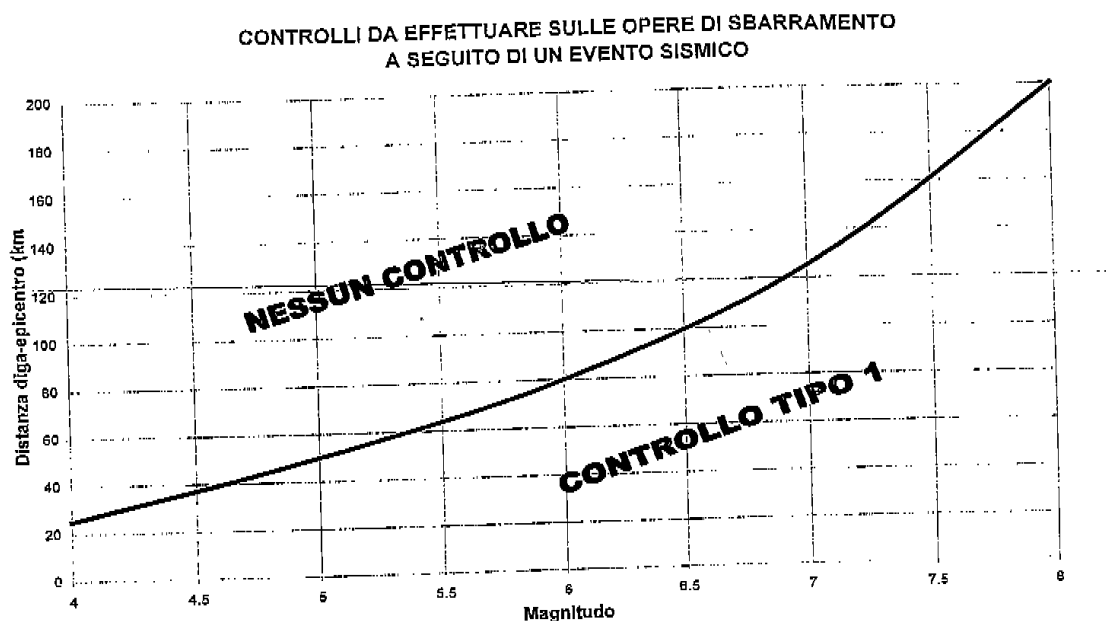
- a) ispezioni (periodiche e straordinaria a seguito di sismi ed eventi di piena)
- b) verifiche impianti ed apparecchiature
- c) controlli strumentali manuali
- d) controllo del funzionamento dei sistemi di monitoraggio automatico, confronti e verifiche strumentali con le misure ad acquisizione manuale
- e) analisi del comportamento strutturale sulla base delle misure automatiche di quelle manuali.
- f) in caso di individuazione di anomalie di comportamento si ha l'attivazione di analisi approfondite, ispezioni dettagliate, comunicazioni all'Ingegnere Responsabile.

### **3.5 Emergenze Sismiche**

A livello internazionale il Bollettino ICOLD 62 "Inspection of Dams Following Earthquakes – Guidelines" suggerisce l'effettuazione di ispezioni allo sbarramento nel caso in cui sussista la seguente condizione:

Magnitudo M	4	5	6	7	8
Distanza R (km)	25	50	80	125	200

Il Servizio Nazionale Dighe ha adottato tale approccio e recentemente ha inviato a tutti i Concessionari una lettera in cui è dettagliata la procedura relativa ai controlli da effettuare a seguito di un sisma (lettera Prot. 3536 del Luglio 2002).



Pertanto nel caso in cui il punto determinato da intensità del sisma-distanza della diga rientri nel campo "Controllo di tipo 1", il gestore è tenuto ad effettuare:

- con immediatezza un sopralluogo a tutte le opere ed alle sponde dell'invaso.
- Comunicazione dell'esito del sopralluogo evidenziando gli eventuali provvedimenti resisi necessari a tutela della pubblica incolumità
- Effettuazione delle misure essenziali per la sicurezza
- Redazione di una Asseverazione Straordinaria.

La richiesta è di recente emanazione e pertanto i vari Gestori si stanno organizzando al fine di adempiere.

### 3.5.1 Procedure Enel

L'organizzazione ENEL prevede che per ciascuna diga in zona sismica devono essere individuati i controlli immediati visivi e strumentali da eseguirsi nel più breve tempo possibile dopo un evento sismico, a cura dell'ingegnere responsabile, di concerto con l'unità idroelettrica.

L'esecuzione dei controlli immediati è attivata a seguito di :

- percezione diretta in loco dell'evento sismico
- segnalazione da parte di terzi di eventi rispondenti alle seguenti condizioni:

scala richter	$\geq 4$	$\geq 5$	$\geq 6$	$\geq 7$	$\geq 8$
distanza diga – epicentro	$\leq 25$	$\leq 50$	$\leq 80$	$\leq 125$	$\leq 200$



Si può rendere necessaria la ripetizione dei controlli più importanti per alcuni giorni dopo l'evento o a distanza di 15 – 30 gg, per il controllo di evidenze che possono comparire successivamente, secondo le valutazioni dell'ingegnere responsabile.

I controlli vanno estesi:

- allo sbarramento (diga e fondazione)
- alle sponde del serbatoio
- alle opere ausiliarie funzionali alla sicurezza dello sbarramento (opere e organi di intercettazione, opere di scarico e relativi impianti)
- zone immediatamente a valle dello sbarramento
- opere di accesso associate alla sicurezza dell'opera e del suo esercizio.

Vanno individuate le misure importanti per il controllo delle condizioni di sicurezza, che devono essere eseguite immediatamente, secondo l'ordine di esecuzione più razionale e deve essere redatto l'elenco delle misure da fare citando con esattezza sigle e denominazioni degli strumenti, rendendo ove necessario disponibili anche le formule di elaborazione.

L'ispezione deve tendere a verificare eventuali anomalie o evidenze di rilievo introdotte dal sisma e quindi deve riferire in termini di variazioni rispetto alla situazione corrente.

### **3.5.2 Procedure Romagna Acque – Diga di Ridracoli**

E' stata predisposta nel passato la procedura operativa per le attività di ispezione ed il controllo della diga in caso di sisma. La procedura viene attivata sulla base delle registrazioni raccolte dal sistema di monitoraggio sismico-dinamico installato sullo sbarramento.

In particolare sulla diga di Ridracoli è installato un sistema di controllo dinamico costituito fondamentalmente da:

- 1 terna sismometrica
- 4 terne accelerometriche poste rispettivamente in profondità nella fondazione, alla base al contatto diga-roccia, in spalla ed al centro del coronamento.

Il sistema sismico-dinamico è accoppiato al sistema statico, pertanto, qualora venga registrata una scossa sismica, il sistema statico effettua scansioni programmate e ravvicinate delle misure.

## **4. Emergenza ambientale**

L'emergenza ambientale riguarda situazioni che possono dare luogo ad effetti negativi sull'ambiente e/o sulle opere a seguito di:

- a) fenomeni di interrimento del serbatoio
- b) sostanze inquinanti presenti nell'acqua, causate da sversamenti accidentali
- c) presenza di corpi galleggianti di grandi dimensioni
- d) rischio di caduta frane dai versanti

Nel seguito si considerano soltanto le emergenze ambientali dovute ai fenomeni di interrimento, data la maggiore probabilità con cui tali fenomeni si presentano negli invasi. Le emergenze di cui ai punti b),c),d) precedenti, data la variabilità delle

situazioni che possono verificarsi, sono da affrontarsi caso per caso e pertanto non è possibile fornire criteri e linee guida di carattere generale.

### **Gestione in emergenza dell'interrimento**

L'**interrimento dei serbatoi**, è provocato dal progressivo accumulo di materiale solido trasportato dal corso d'acqua immissario (in particolare durante la piena) oppure conseguente alla caduta di una frana nell'invaso<sup>2</sup>.

A seguito dei fenomeni di interrimento dei serbatoi, possono verificarsi situazioni di **emergenza** dovute al blocco degli scarichi di fondo della diga oppure all'azione di carichi (provocati dal materiale solido) non previsti sul paramento.

In tali situazioni è necessario provvedere a ristabilire la completa operatività degli scarichi di fondo, in modo siano in grado di rilasciare acqua durante gli eventi di piena oppure per realizzare le operazioni di svasso, e le condizioni di carico strutturale previsto per la diga in esame.

A differenza delle emergenze Idrologica-Idraulica e Strutturale per le quali i Gestori hanno redatto delle procedure per la gestione della crisi ed hanno attivato attività di training, nel caso delle emergenze ambientali, data la variabilità delle situazioni che possono verificarsi, non sono disponibili precise procedure di gestione né esperienze di training del personale da parte dei Gestori.

Pertanto, nel seguito si delinea una possibile procedura, di carattere generale e da applicarsi al caso dell'emergenza provocata da fenomeni di interrimento, messa a punto sulla base di alcuni casi reali.

A seguito della segnalazione di situazioni che prefigurano una emergenza, provocata ad esempio dalla caduta di una frana nel serbatoio tale da ipotizzare il blocco degli scarichi di fondo e/o il rischio di sovraccarichi sulle opere, il Gestore mette in atto una serie di azioni:

1. attivazione di un gruppo di gestione dell'emergenza, che si avvale del supporto tecnico dall'Ingegnere Responsabile, degli specialisti, e della collaborazione dell'area operativa.
2. indagine in sito, per valutare la gravità della situazione e le opere coinvolte
3. rilievo della batimetria, finalizzato alla stima della quantità di materiale di interrimento
4. indagini per la caratterizzazione chimica ed ecotossicologica del materiale di interrimento
5. valutazione, da parte del gruppo di gestione dell'emergenza, dei possibili interventi in base a quanto emerso dagli step precedenti.

---

<sup>2</sup> *La caduta di una frana nell'invaso comporta una emergenza legata agli aspetti idraulici (formazione di onde con il rischio di run-up sui contorni dell'invaso ed overtopping della diga) ed ambientale dovuta alla notevole quantità di materiale solido immesso nel serbatoio. Problematiche simili si avrebbero nel caso la frana bloccasse il corso d'acqua immissario, formando un nuovo invaso più a monte, il quale, in caso di cedimento, comporterebbe il rischio della formazione di un'onda di piena e della mobilitazione di elevate quantità di materiale solido.*

Qualora l'intervento messo a punto (step 5) individui la necessità dell'**apertura degli scarichi di fondo**, è da prevedersi il rilascio di grandi quantità di materiale solido nel corpo idrico di valle.

Date le condizioni di emergenza e stante la necessità di garantire la sicurezza di persone e cose, sono da adottarsi tutti gli accorgimenti in grado di aumentare il grado di diluizione dell'acqua restituita a valle, ad esempio rilasciando contemporaneamente i fanghi e dell'acqua pulita, al fine minimizzare l'impatto ambientale dei rilasci.

Sulla base delle risultanze delle azioni di cui ai punti precedenti ed alla possibile evoluzione dell'emergenza, il Gestore provvede inoltre a coinvolgere nella gestione dell'emergenza le opportune Autorità, quali la Prefettura (per gli aspetti di protezione civile), il Servizio Nazionale Dighe (in relazione a conseguenze sulle opere di sbarramento) o altri Enti (per gli aspetti riguardanti l'impatto ambientale).

Al di fuori delle condizioni di emergenza, il problema dell'interrimento del serbatoio è da affrontarsi nell'ambito della **gestione ordinaria** dell'invaso, in modo da prevenire per quanto possibile il verificarsi di future situazioni di criticità sia per l'ambiente sia per le opere.

Riguardo alle operazioni di svaso, sghiaimento e sfangamento delle dighe, l'art.40 del Dlgs. 152/99 prevede che siano effettuate sulla base di un **progetto di gestione** per ciascun impianto, finalizzato a "*definire sia il quadro previsionale di dette operazioni connesse con le attività di manutenzione da eseguire sull'impianto sia le misure di prevenzione e tutela del corpo recettore, dell'ecosistema acquatico, dell'attività di pesca e delle risorse idriche invase e rilasciate a valle dello sbarramento durante le operazioni stesse*". I criteri per la predisposizione del progetto di gestione sono definiti da un decreto di prossima emissione.

#### Software per il training del personale

Nell'ambito della Ricerca di Sistema (decreto DM MICA 26/01/2000), finalizzata a supportare e migliorare il sistema elettrico italiano, la società ENEL.Hydro-B.U. PIS Milano<sup>3</sup> ha sviluppato un prototipo di software per la stima della quantità di sedimenti rilasciati da un vaso a seguito dell'apertura degli scarichi e finalizzato al training del personale. Il software, sviluppato su PC, consente di stimare e visualizzare sul monitor in tempo reale la quantità di materiale rilasciata e la sua concentrazione media nell'acqua, sulla base di una libreria di simulazioni numeriche. Durante il training, l'operatore può scegliere le condizioni in cui avviene lo svaso e/o spurgo dell'invaso.

---

<sup>3</sup>

*Il PIS, Polo Idraulico e Strutturale di Milano, dal giugno 2002 è confluito nella società CESI.*

### **Riferimenti bibliografici – panorama estero**

- [1] Consiglio Federale Svizzero; “Ordinanza sulla sicurezza degli impianti di accumulazione”, 1998
- [2] Bister P., Le Delliou, P.; “Practical Guidelines for Improvement of Dam Safety during Floods”; ICOLD 20<sup>th</sup> Congress, Beijing, 2000
- [3] Nonstructural Risk Reduction Measures – Benefits and costs for dams; Bulletin Icold E02, august 2000
- [4] Nebdal Svendsen V., Molkersrød K., Torblaa E.; “Emergency Action Planning for Major Accidents within River Basins in Norway”; ICOLD 19<sup>th</sup> Congress, Florence, Q 75, R 21, 1997
- [5] Alfredsen K.; “The River Flood and Accident Simulator – an Interactive Training Tool for Emergency Flood Situations”; 5<sup>th</sup> ICOLD European Symposium, Norway June 2001
- [6] Corso R.A.; “Testing Emergency Action Plans for Large Dams”; ICOLD 19<sup>th</sup> Congress, Florence, Q 75, R 12, 1997

### **Riferimenti bibliografici – Emergenza idrologica - idraulica**

Paolina R, Terziani A.; “La laminazione nella gestione di un serbatoio in caso di piena” Taormina, Congresso Nazionale A.I.I., 1998

### **Riferimenti bibliografici – Emergenza statica**

- Lancini S., Masera A., Piccinelli F., Farina F.;" Ridracoli Dam- A Decision Support System for Managing Dam Surveillance"; ICOLD 20<sup>th</sup> Congress, Beijing, Q 78, R 30, 2000
- Bonaldi P., Chirico F., La Barbera G.;" Inside Center to Manage Dam Safety and Surveillance in the South of Italy"; ICOLD 20<sup>th</sup> Congress, Beijing, Q 78, R 29, 2000
- Bollettino Itcold n.1: “Tecniche e realizzazioni italiane per il monitoraggio delle dighe e delle fondazioni”
- Icold Bulletin 62: “Inspection of dams following earthquake – Guidelines” 1988
- Icold Bulletin 118: “Automated Dam Monitoring Systems – Guidelines and case histories” 2000

### **Riferimenti bibliografici – Emergenza ambientale**

- ICOLD (1989). "*Sedimentation control of reservoirs-Guidelines*". ICOLD-CIGB Bulletin 67.
- Lucignani M. (2002). "La gestione delle ritenute d'acqua artificiali". L'ACQUA, n.3, pp.59-82.
- Huber A. (1997). "*Quantifying impulse wave effects in reservoirs*". Procs. 19th ICOLD Congr., Florence, Italy, Q.74-R.35.
- WORKSHOP (2002). "*International Workshop on ecological, sociological and economic implications of sediment management in reservoirs*". ISIDE Consortium, April 8th-10th , Salerno (Italy).

Ricerca di Sistema. Progetto COMPA-MIDA. Interrimento dei Serbatoi. *"Stima della quantità di sedimenti rilasciati da un invaso a seguito di manovre sugli scarichi: realizzazione del software VISUAL\_SED finalizzato al training del personale."* Rapporto A2-022828.