

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

“CLASSIFICAZIONE DELLE DIGHE”

**Informazioni sulle esperienze in altri Paesi.
Comparazioni, riflessioni.**



2004

1 Membri del Gruppo

- *Ing. Giovanni Ruggeri* *Coordinatore*
-
- *Prof. Ruggiero Jappelli*
-
- *Prof. Ugo Ravaglioli*
-
- *Ing. Paolo Paoliani*
-
- *Dr. Valter Pascucci*
-
- *Ing. Massimo Meghella*
-
- *Ing. Alessandro Leoncini*

2 Scopo

Il Gruppo si è prefisso lo scopo di raccogliere informazioni sull'applicazione di criteri di "classificazione" delle dighe utilizzati in alcuni Paesi, e di sviluppare comparazioni e riflessioni sui dati raccolti.

Di interesse era pertanto qualunque criterio utilizzato per raggruppare le dighe in "classi". Oltre a tipici parametri dimensionali (altezza e volume, più altri parametri in alcuni casi), altri criteri/indici sono infatti adottati in alcuni Paesi per definire le "classi" (situazione a valle, stato della diga,....).

3 Principali fonti per la raccolta delle informazioni

- Regolamenti, Linee Guida, Raccomandazioni di Paesi stranieri (comprese eventuali bozze o proposte in discussione).
- Letteratura Tecnica: Proceedings di Simposi/Congressi ICOLD, Bollettini ICOLD, Documentazione prodotta dai Gruppi di Lavoro del Club Europeo di ICOLD, Bollettino del Comitato ICOLD "Dam Safety" in corso di emissione, informazioni disponibili sui siti Internet di alcune Organizzazioni.
- Contatti diretti con Comitati Nazionali / Esperti di alcuni Paesi (Romania, Spagna, Germania, Austria, Norvegia, Svezia), per chiarimenti e informazioni aggiuntive a quelle reperite nella documentazione tecnica.

4 Informazioni raccolte

L'attenzione è stata principalmente concentrata sui Paesi Europei, che presentano situazioni più confrontabili con la realtà Italiana.

La raccolta delle informazioni è stata comunque estesa anche ad alcuni Paesi extra-Europei.

Complessivamente si sono raccolte informazioni su 20 Paesi:

- 15 Paesi Europei:
 - Spagna,
 - Portogallo,
 - Francia,
 - Svizzera,
 - Austria,
 - Germania,
 - Olanda,
 - Inghilterra,
 - Svezia,
 - Norvegia,
 - Finlandia,

- Slovacchia,
 - Romania,
 - Repubblica Ceca,
 - Italia.
- 5 Paesi extra-Europei:
 - Cina,
 - Stati Uniti,
 - Canada,
 - Australia,
 - Nuova Zelanda.

Le informazioni raccolte sono state riportate in Appendice, composta da 20 Sezioni, una sezione per ogni Paese.

In Tabella 1 sono ricapitolati i Paesi esaminati ed è sintetizzato se in essi sono applicate suddivisioni delle dighe basate su criteri non meramente dimensionali (indici “di rischio”, indici “di stato”, ...).

Per semplicità, nel seguito della presente Nota tali suddivisioni, che hanno diverse articolazioni e contenuti, sono tutte indicate convenzionalmente con il termine di “Classi”.

5 Osservazioni e Commenti

Sono esposti di seguito i commenti e le osservazioni principali emersi dall’analisi e comparazione della situazione riscontrata nei diversi Paesi.

- Dei 15 Paesi Europei esaminati:
 - 5 non utilizzano suddivisioni in classi (Francia, Svizzera, Austria, Germania, Italia).
 Considerazioni basate sull’entità del danno potenziale a valle in caso di ipotetico collasso sono utilizzate soltanto per:
 - estensione delle disposizioni normative a piccole dighe (Francia, Svizzera);
 - introduzione di elementi di flessibilità nella applicazione dei criteri dimensionali (Germania, Francia).
 - 2 utilizzano suddivisioni in classi in relazione ad specifici aspetti della sicurezza dighe:
 - Portogallo (a livello normativo),
 - Inghilterra (in Linee Guida, non normative).

- 8 utilizzano suddivisioni in classi, a livello generale normativo (Spagna, Norvegia, Finlandia, Svezia, Slovacchia, Romania, Repubblica Ceca).
- Tutti i 5 Paesi extra Europei esaminati usano suddivisioni delle dighe in classi.
- La suddivisione in classi è utilizzata per diverse finalità:
 - Per graduare i requisiti "di progetto/verifica" (ad esempio: massima portata di piena, criteri per la verifica sismica, livello di approfondimento richiesto per le valutazioni, livello di dettaglio della documentazione da produrre).
 - Per graduare i requisiti di controllo e sorveglianza delle dighe in esercizio (ad esempio: tipo, dettaglio e frequenza di specifici controlli, del riesame periodico delle condizioni dell'opera, della documentazione tecnica da produrre, del reporting verso l'Autorità; livelli di qualifica del personale coinvolto; etc.).
 - Per definire le priorità di esame e/o di intervento, all'interno di un numero insieme di dighe.
- Nella larghissima maggioranza dei casi la suddivisione in classi è basata sulla stima del danno potenziale per ipotetico collasso, indipendentemente dallo stato e dalle condizioni di sicurezza dell'opera e dalle azioni di controllo e manutenzione effettuate. Così è per: Spagna, Norvegia, Svezia, Finlandia, Portogallo, Inghilterra, Olanda, Repubblica Ceca, Slovacchia, Cina, Nuova Zelanda, Australia, Canada, Stati Uniti.
- Tra i Paesi esaminati, solo in Romania è utilizzata una suddivisione in classi nella quale intervengono anche le reali condizioni e comportamento dell'opera, nonché i livelli di controllo e manutenzione applicati. Oltre al fattore "Conseguenze in caso di collasso" (suddiviso in 7 sottofattori) ed al fattore "Caratteristiche diga e sito" (suddiviso in 6 sottofattori), è infatti utilizzato per la classificazione anche il fattore "Comportamento e condizioni diga" (suddiviso in 8 sottofattori).
- Solo in tre dei Paesi esaminati (Slovacchia, Repubblica Ceca, Cina) il valore economico associato alla diga vera e propria e alla sua funzione è tenuto in conto tra i parametri di "danno" da valutare.
- Alcuni dei Paesi che usano suddivisioni in classi possono raggrupparsi in omogenei gruppi geografico/culturali/storici: Paesi Scandinavi (Svezia, Norvegia, Finlandia), Paesi dell'Est (Slovacchia, Romania, Repubblica Ceca), Paesi di cultura anglosassone (Inghilterra, Stati Uniti, Canada, Australia, Nuova Zelanda). Dei Paesi più vicini alla realtà Italiana per impianti e territorio, nonché per tradizione culturale-tecnica-giuridica, alcuni usano suddivisioni in classi (Spagna, Portogallo), altri no (Francia, Svizzera, Austria, Germania).

- Nella larga maggioranza dei casi le disposizioni relative alle suddivisioni in classi sono recenti: Portogallo: 1993, Olanda: 1996, Spagna: 1996, Svezia: 1997, Finlandia: 1997, Romania: 2000, Norvegia: 2001.
- In alcuni casi (vedi Spagna, Norvegia, Finlandia, Portogallo) i criteri operativi per la definizione delle classi sono stati definiti successivamente alla Legge che ha introdotto la suddivisione in Classi. Tali criteri sono stati definiti in “Guide Tecniche” predisposte per la pratica applicazione dei concetti individuati nella Legge. Ad esempio, le dizioni qualitative usate nel Regolamento Spagnolo 1996 (“*gravi danni a nuclei urbani*”, “*perdite di un ridotto numero di abitazioni*”, “*solo eccezionalmente perdite di vite umane*”) hanno trovato in una successiva Guida la corrispondente definizione operativa (“*Nucleo urbano: insieme di almeno 10 abitazioni che formino agglomerato urbano; anche meno di 10 se le persone che le abitano sono più di 50; comprendendo le abitazioni comprese entro 200 m dall’agglomerato*”,).
- La valutazione del danno potenziale per ipotetico collasso è in generale basata su studi di propagazione dell’onda di piena a valle. In alcuni casi (vedi Spagna e Svezia) è richiesta la valutazione sia del “sunny day collapse” che del collasso in caso di piena eccezionale, con valutazione in quest’ultimo caso dei danni addizionali rispetto a quelli associabili al solo evento naturale.
- Per tutti i Paesi Europei esaminati, la classificazione si concretizza nella definizione di 3 o 4 Classi (3-5 Classi se si comprendono anche i Paesi non Europei).

6 Riflessioni

- L’utilizzo in alcuni Paesi extra-europei (Stati Uniti, Canada, Australia) di classificazioni delle dighe basate su criteri “di rischio” era informazione ben nota e risaputa, almeno qualitativamente, ai membri del Gruppo di Lavoro. Meno nota, e - si può dire - inizialmente anche meno attesa, era invece l’informazione che tali criteri di classificazione fossero applicati anche in un buon numero di Paesi Europei.
- Nelle comparazioni tra i criteri operativi per la definizione delle Classi utilizzati da diversi Paesi occorre tenere ovviamente conto che essi non possono essere disgiunti dalle specifiche caratteristiche del territorio e del “parco-dighe” dei singoli Paesi. Alcuni dati sintetici sulla “densità” delle dighe” nei diversi Paesi europei possono dare una prima generica idea della possibile diversità delle situazioni:
 - il numero delle dighe ogni 1000 Km² varia da circa 0.3 (Olanda) ad oltre 4 (Svizzera). (Italia: ca. 1,7).
 - Il numero di dighe per ogni milione di abitanti varia da poche unità (Olanda, Germania) ad circa trenta unità (Spagna). (Italia: ca. 10).

- Il Gruppo ha discusso approfonditamente sulla seguente domanda: una suddivisione in classi basata essenzialmente sul danno potenziale a valle (la più utilizzata), che non tiene conto quindi dell'effettivo stato e del comportamento dell'opera, può dare origine ad una classificazione non efficace, o non condivisibile ?

Dalla discussione sono emerse le seguenti principali osservazioni.

- ☞ La suddivisione in classi basata sull'esposizione delle aree a valle (persone da evacuare, danni potenziali) è certamente la più utilizzata.
- ☞ Va segnalato come premessa che la soluzione teoricamente ideale (essere in grado di valutare per ogni diga il suo reale grado di rischio, combinazione delle probabilità di "collasso" e delle conseguenze associate) è certamente oltre le reali potenzialità tecniche disponibili. Qualunque suddivisione in classi si prenda in considerazione, non potrà certamente corrispondere a detta soluzione "ideale". Ma non può essere giudicata negativamente soltanto perché "inferiore alla situazione ideale".
- ☞ La discussione va posta non su quanto una classificazione "è giusta", bensì su quanto "è utile" per migliorare l'efficacia e l'efficienza delle attività dedicate alla sicurezza delle dighe.
- ☞ Per quanto riguarda la valutazione e il controllo della sicurezza delle dighe in esercizio, questo tipo di classificazione è certamente utilizzabile come razionale criterio per la definizione di priorità all'interno di un numero insieme di dighe. Essa risulta particolarmente efficace, e praticamente senza alternative, allorché tali dighe siano "in condizioni non note".
- ☞ Sempre con specifico riferimento alle dighe in esercizio, in quelle situazioni in cui ci si trova ad operare su dighe tutte da considerare in adeguate condizioni di sicurezza è evidente che la classificazione opera in realtà non una suddivisioni in diverse "classi di rischio", bensì in diverse "classi di attenzione", o "classi di controllo". Questa forma di classificazione può certamente rivelarsi utile ai fini di un razionale ed efficiente utilizzo delle risorse. La condizione di cui sopra, "dighe tutte da considerare in adeguate condizioni di sicurezza", non può certamente essere associata ad un'ipotetica irrealistica situazione di dighe "tutte sicure perché così sono state progettate e costruite e tali continuano a restare nel tempo". Essa può però risultare dall'insieme delle attenzioni dedicate alle dighe, e dalla presenza di ben individuate e competenti Organizzazioni (Concessionari, Organismo indipendente di supervisione dei controlli) in grado di individuare eventuali situazioni critiche e di risolverle,

anche attraverso provvedimenti “non strutturali” (quali le limitazioni di invaso, specifici potenziamenti dei livelli di controllo e sorveglianza, ecc.).

- La valutazione quantitativa dei danni economici , anche dei soli danni “diretti”, può risultare di difficoltà ed onere rilevante, ed è certamente associata ad inevitabili ampi margini di incertezza. Devono certamente essere utilizzate modalità di valutazione compatibili con i dati di ingresso disponibili nel Paese (significativa al riguardo è la sperimentazione descritta in “*A simplified approach for flood risk assessment*”, Enel-ISMES, Congresso ICOLD Firenze 1997 (Q74, R14).

I danni “indiretti” o “non prettamente economici” (ambientali, storici, monumentali, etc.) sono in generale di quantificazione ancor più incerta e difficile. Nella documentazione esaminata non si sono trovate indicazioni di indirizzo al riguardo. Stante gli aspetti in questione appare naturale prevedere un approccio “caso per caso”, con componenti di valutazione essenzialmente qualitativa, con le inevitabili soggettività che ciò comporta.

E’ comunque da tenere presente che ai fini della suddivisione in classi le valutazioni economiche dei danni sono normalmente necessaria in termini qualitativi, o di ordine di grandezza.

- Una suddivisione in classi introduce evidenti esigenze di aggiornamento periodico assai maggiori rispetto alla tradizionale classificazione sulla base di parametri dimensionali. A maggior ragione quando la classificazione è basata su elementi che traducono le reali condizioni e comportamento dell’opera, ed i livelli di controllo e manutenzione applicati.

Tab. 1 - PAESI EUROPEI

NAZIONE	Parametri dimensionali Altezza/Volume/altri	Classi “generali” (parametri non dimensionali)	Classi per specifici argomenti
Spagna	Si	Si	
Norvegia	Si	Si	
Finlandia	Si	Si	
Svezia	No	Si	
Slovacchia	No	Si	
Romania	No	Si	
Rep. Ceca		Si	
Olanda	No	Si	
Inghilterra	Si	No	In “Linee Guida” per: ○ Massima piena ○ Verifica sismica
Portogallo	Si	No	○ Massima piena
Francia	Si	No	○ Studi onde di piena ○ Indicazioni per piccole dighe
Svizzera	Si	No	○ Indicazioni per piccole dighe
Austria	Si	No	
Germania	In “Revisione” DIN 19700 (in corso)	Qualche accenno nella Revisione	
Italia	Si	No	Proposte su: ○ Modalità guardiania ○ Verifica sismica

Tab 1 - PAESI EXTRA-EUROPEI

NAZIONE	Parametri dimensionali Altezza/Volume/altri	Classi “generali” (parametri non dimensionali)	Classi per specifici argomenti
Cina		Si	
USA		Si	
Canada		Si	
Australia		Si	
Nuova Zelanda		Si	

ICOLD	/	/	o Verifica sismica
--------------	---	---	--------------------

APPENDICE

“Classificazioni delle Dighe”

Informazioni sui criteri utilizzati in diversi Paesi

Spagna
Norvegia
Svezia
Finlandia
Romania
Slovacchia
Rep. Ceca
Olanda
Inghilterra
Portogallo
Francia
Austria
Svizzera
Germania
Italia

Cina
USA
Canada
Australia
Nuova Zelanda

ICOLD

Spagna

Il vigente Regolamento spagnolo (30.marzo1996) introduce i seguenti criteri di classificazione delle dighe.

1. Classificazione dimensionale:

- “Grandi Dighe”:
 - Altezza > 15m (altezza del coronamento rispetto alla parte più bassa della superficie generale di fondazione).
 - Altezza compresa tra i 10 e i 15m, in presenza di una delle seguenti ulteriori caratteristiche:
 - lunghezza del coronamento > 500m;
 - capacità d'invaso > 1.000.000 m³;
 - capacità di scarico > 2000 m³/sec.

Possono inoltre essere classificate come "grandi dighe" dighe che, pur non rispondendo a nessuna delle precedenti condizioni, presentano difficoltà particolari o caratteristiche non ordinarie. In tal caso la classificazione come "grande diga" viene adottata dall'organo competente, nella fase di approvazione del progetto, e deve essere motivata.

- “Piccole dighe”: tutte quelle non classificabili come “Grandi Dighe”

2. Classificazione in funzione del rischio potenziale:

In accordo con la "*Direzione di Pianificazione della Protezione Civile contro il Rischio di Inondazioni*", le dighe devono essere classificate in una delle seguenti categorie:

- Categoria A: diga la cui rottura o comportamento anomalo può comportare gravi danni a nuclei urbani o servizi essenziali o danni materiali o ambientali molto importanti;
- Categoria B: diga la cui rottura o comportamento anomalo può comportare danni materiali o ambientali importanti o perdite di un ridotto numero di abitazioni;
- Categoria C: diga la cui rottura o comportamento anomalo può comportare danni materiali di moderata importanza e solo incidentalmente perdite di vite umane.

Le dighe sono inoltre caratterizzate in funzione della tipologia:

- *Materiali sciolti*
- *Gravità*
- *Contrafforti*
- *Volta*
- *Volte multiple*
- *Traverse fluviali.*

Il Regolamento Tecnico 1996 si applica alle:

- ◆ Grandi Dighe
- ◆ Piccole Dighe classificate nelle classi A e B di rischio potenziale.

La classificazione delle dighe nelle classi di rischio avviene attraverso la valutazione dei danni conseguenti ad un'eventuale rottura o grave avaria o comportamento anomalo della diga (Art. 9).

Questa informazione è sufficiente affinché l'Autorità di controllo possa procedere alla classificazione. Se il livello di rischio di una diga varierà nel corso del tempo, l'Autorità potrà modificare la classificazione.

Per le dighe già in esercizio il decreto di emissione del Regolamento prevedeva che l'invio da parte dei Concessionari alla *Direzione Generale Opere Idrauliche* della proposta di classificazione delle dighe in funzione del rischio, entro un anno dalla data del decreto (=> entro 30.03.1997).

La Direzione Generale Opere Idrauliche doveva deliberare sulla classificazione della diga entro un anno dalla presentazione della proposta.

Alcune disposizioni del Regolamento variano secondo la categoria di rischio della diga. Di seguito ne sono segnalate alcune.

Organizzazione del controllo della sicurezza

Nei confronti dell' "Archivio Tecnico della diga" (contenente una serie di documenti, prevalentemente tecnici, di progetto, sul comportamento della diga in esercizio, ...): per le dighe in categoria C l'Autorità può autorizzare un archivio tecnico semplificato. (Articoli. 5.5 e 5.6).

Ogni 5 anni per le dighe in categoria A, e ogni 10 anni per le dighe nelle categorie B e C (salvo situazioni eccezionali quali sismi o piene eccezionali), il Concessionario effettuerà un'ispezione dettagliata per valutare lo stato della diga e redigerà un documento di valutazione sullo stato di sicurezza, contenente eventuali proposte d'intervento per garantire adeguati livelli di sicurezza che dovranno essere approvate dall'Autorità. (Articolo 5.8)

Emergenze

Tutte le dighe delle categorie A o B devono disporre del relativo Piano di Emergenza, in caso di rischio di avaria grave o rottura della diga, che deve essere predisposto dal Concessionario e approvato dall'Autorità competente. (Articolo 7)

Studio delle piene a valle

Per le dighe delle categorie A e B si stimerà l'idrogramma dell'onda di piena conseguente alla rottura della diga e gli effetti della sua propagazione sia in termini di livelli idrici sia di danni nei territori a valle (Art. 10).

Nelle dighe in calcestruzzo di categoria A, in caso di piene eccezionali, si ammetteranno solo sfiori accidentali, dovuti all'onda prodotta dal vento. Nelle dighe delle categorie B e C si potrà ammettere la possibilità di sfiori di entità superiore (Art. 13).

Per le dighe delle categorie A e B gli scarichi profondi consisteranno, almeno, di due condotti, dei quali uno, come minimo, provvisto di due elementi di intercettazione posti in serie (Art. 15).

Sismi

Nelle zone di sismicità elevata, per le dighe di categoria A, si effettueranno studi sismotettonici necessari per determinare la sismicità della zona ed i parametri sismici di progetto (Art. 18).

Dotazioni complementari di sicurezza

Per le dighe delle categorie A e B una delle fonti di energia sarà un gruppo elettrogeno, sempre disponibile ed efficiente (Art. 23).

Sorveglianza

A cura del Concessionario sarà redatto annualmente un rapporto informativo che sarà inserito nell'Archivio Tecnico della diga. Per le dighe di classe A il Concessionario dovrà inviare tale informativa all'Autorità di controllo, che potrà formulare eventuali osservazioni e/o proposte (Art. 33).

INFORMAZIONI SULLA SITUAZIONE ATTUALE

Informazioni sulla situazione attuale, a valle dell'emissione del regolamento del 1996, sono state raccolte attraverso contatti con il Comitato Spagnolo Grandi Dighe.

L'esperienza finora maturata è giudicata positiva, nonostante le inevitabili complessità conseguenti all'introduzione di elementi innovativi, ed i periodi di tempo troppo brevi definiti nel Regolamento.

Delle oltre 1200 dighe spagnole, attualmente (2003) circa 1000 dighe sono state classificate. Per circa 300 dighe sono stati redatti i Piani di Emergenza.

A fronte dell'inquadramento generale fornito dal Regolamento 1996, sono state in seguito sviluppate diverse "Guide Tecniche", nelle quali gli aspetti tecnici sono dettagliati, ed esposti in forma di linee-guida / raccomandazioni.

In merito alla classificazione delle dighe, è stata emessa nel 1997 dal Ministero dell'Ambiente (Direzione Generale Opere Idrauliche e Qualità delle Acque) la Guida Tecnica "*Clasificación de presas en función del riesgo potencial*".

Gli elementi principali trattati in detta Guida sono i seguenti:

- Identificazione delle dighe da classificare.
- Criteri per la definizione delle Categorie.
- Criteri per la valutazione dei seguenti effetti:

- *Rischio per le vite*
- *Servizi essenziali*
- *Danni materiali*
- *Danni ambientali*
- *Altri effetti*
- Criteri per l'analisi dell'ipotetico collasso:
 - *Scenari di rottura (singola, effetto domino,...)*
 - *Modalità e tempi della formazione della breccia*
 - *Dati di base per lo studio di propagazione dell'onda di piena*
 - *Stima del rischio a valle*
 - *Tempi di preavviso*
- Metodologie per lo studio dell'inondazione conseguenti ad ipotetico collasso.
- Documenti che compongono la proposta di classificazione.

Ad esempio: in merito al rischio nei confronti delle vite, la Guida precisa che le dizioni generali espresse nel Regolamento (“gravi danni a nuclei urbani”, “perdite di un ridotto numero di abitazioni”, “solo incidentalmente perdite di vite umane”) corrispondono alle seguenti condizioni:

- Nucleo urbano: insieme di almeno 10 abitazioni che formino agglomerato urbano; o anche meno di 10 se le persone che le abitano sono più di 50; comprendendo le abitazioni comprese entro 200 m dall'agglomerato.
- Ridotto numero di abitazioni: numero di abitazioni tra 1 e 5
- Incidentale perdita di vite: presenza occasionale e non prevedibile, nel tempo, di persone nell'area coinvolta.

Inoltre, per la predisposizione dei Piani di Emergenza per le dighe delle Categorie A e B è stata predisposta nel Maggio 1999 la Guida Tecnica “*Elaboracion de los planos de emergencia de las presas*”.

Norvegia

Il nuovo Regolamento Dighe Norvegese è stato promulgato il 1 Gennaio 2001

Nel regolamento sono definite le basi giuridiche di riferimento. Più dettagliate indicazioni tecniche devono essere definite in Linee Guida (Raccomandazioni), la cui emissione era prevista nel 2001 e 2002 (sono previste complessivamente 25 Linee Guida).

Poiché in Norvegia la costruzione di nuove dighe è assai limitata, nel nuovo regolamento hanno un ruolo fondamentale i temi dell'esercizio e della manutenzione delle dighe esistenti.

Le 2500 dighe norvegesi soggette alla supervisione dello stato sono quelle che creano serbatoio di volume $V > 0.5 \text{ Mm}^3$ oppure altezza $H > 4 \text{ m}$ (6 m per dighe con basso rischio a valle).

Queste dighe sono suddivise in tre Classi, sulla base del numero di edifici coinvolti dall'eventuale collasso dello sbarramento:

- Classe 1 : nessuna abitazione coinvolta.
- Classe 2 : da 1 a 20 abitazioni coinvolte.
- Classe 3 : più di 20 abitazioni coinvolte.

Il termine abitazione va inteso nel senso abitazione di una famiglia. Tale "abitazione" ha in media, in Norvegia, 2,4 abitanti ed è utilizzata con continuità nel tempo. Altri tipi di edifici (scuole, hotel, fabbriche, ecc.) sono "convertiti" in "abitazioni equivalenti" sulla base del numero di persone che li occupano e del tempo di occupazione.

Inoltre, se l'eventuale collasso dello sbarramento coinvolge linee ferroviarie o strade importanti, la Classe corrispondente non può essere inferiore a 2.

La classificazione è comunque soggetta a un certo grado di giudizio "non aritmetico". Vengono infatti tenuti in considerazione anche altri fattori (danni economici e ambientali, impatti su vie di comunicazioni principali, valore del serbatoio,...) ma senza precisi criteri di riferimento per la valutazione.

Ad oggi: 260 dighe sono classificate in Classe 3, 540 in Classe 2, 1700 in Classe 1.

La classificazione in Classi rappresenta la base per la definizione di requisiti di progetto, e delle richieste verso il Concessionario in termini di qualificazione del personale o altri aspetti.

Esempi:

- La piena di progetto sarà differenziata in funzione della classi.
- Per le dighe in Classe 3, l'"Ingegnere Responsabile della diga" deve essere un ingegnere civile con un master degree.

- Gli ingegneri consulenti per la valutazione della sicurezza delle dighe sono “approvati” dall’Autorità Norvegese e inseriti in due “albi” (generale, specialistico, con diverse sottosezioni). Per le dighe in Classe 3, l’ingegnere consulente deve avere un master degree e almeno 8 anni d’esperienza.
- Gli studi di propagazione onda di piena per ipotetico collasso sono richiesti per le dighe in Classe 2 e Classe 3.
- Il monitoraggio delle dighe sarà trattato in successiva apposita Linea Guida, tenendo conto anche della suddivisione in Classi.

INFORMAZIONI SULLA SITUAZIONE ATTUALE

Le linee Guide previste entro il 2001 – 2002 non sono in realtà ancora state completate. Sono stati definiti i criteri per la definizione della piena di progetto in funzione della Classe della diga.

Nel Gennaio 2004 è stata proposta alla discussione della comunità tecnica la Linea Guida per il monitoraggio.

RIFERIMENTI

- “*Requirements for the operation of dams in the revised Norwegian Legislation*”, European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.
- Contatti con esperti del Comitato Novegese Grandi Dighe.

Svezia

La Svezia non ha normativa specifica per le dighe. E' comunque chiaro dal punto di vista giuridico che la responsabilità della sicurezza delle dighe è dei Concessionari.

La larga maggioranza delle dighe svedesi è a scopo idroelettrico.

L'industria idroelettrica ha inteso adottare una linea di comportamento omogeneo e ha definito delle Linee Guida sulla sicurezza delle dighe, denominate *RIDAS* e messe a punto da *SWEDEnergy* e da *Swedish River Regulation Enterprises*.

La "*Parte Generale*" di tali Linee Guida è stata emessa nel 1997, per applicazione da parte delle Società. Idroelettriche. Esse non hanno evidentemente il significato di norme rigide, e si applicano sia alle dighe nuove che a quelle esistenti.

Le Linee Guida prevedono la classificazione delle dighe sulla base delle conseguenze associate all'ipotetico collasso.

Ogni Concessionario è stato chiamato a classificare le proprie dighe e a riportare i risultati alla Swedish Power Association.

La classificazione prevede 4 classi, basate sulle conseguenze di un ipotetico collasso: **1A, 1B, 2 e 3** (in ordine decrescente di conseguenze). Per la classificazione sono stati dettagliati i seguenti criteri, che prendono separatamente in considerazione il rischio alla sicurezza delle persone e i danni economici/ambientali /sociali:

Sicurezza delle persone :

- Classe 1A Evidente rischio di perdita di vita
- Classe 1B Non trascurabile rischio di perdita di vita o danni a persona

Danni (economici/ambientali /sociali):

- Classe 1A Evidente rischio di seri danni a importanti vie di comunicazione, infrastrutture comparabili, o a importanti valori ambientali,
e
Evidente rischio di danni importanti a valori economici
- Classe 1B Considerevole rischio di seri danni ad importanti vie di comunicazione, infrastrutture comparabili, o ad importanti valori ambientali,
o
Evidente rischio di danni importanti a valori economici
- Classe 2 Non trascurabile rischio di considerevoli danni a vie di comunicazione, infrastrutture comparabili, valori ambientali o economici.
- Classe 3 Trascurabile rischio di considerevoli danni a vie di comunicazione, infrastrutture comparabili, valori ambientali o economici.

Le dizioni sopra indicate corrispondono ai seguenti parametri di probabilità P di accadimento, da interpretare però quali riferimenti da utilizzare per un omogeneo giudizio di tipo ingegneristico, e non quali valori da “calcolare”:

- Evidente rischio: $P > 90 \%$
- Considerevole rischio: $10 \% < P < 90 \%$
- Non trascurabile rischio: $1 \% < P < 10 \%$
- Trascurabile rischio: $P > 1 \%$

Sono inoltre fornite indicazioni e parametri di riferimento orientativi per individuare situazioni che possono corrispondere a condizioni di rischio per le vite.

La classificazione è determinata dalla “peggiore” condizione di collasso. Deve essere esaminato l’ipotetico collasso sia in condizione di afflussi normale (“sunny day failure”) che in condizioni di massima piena. Nel primo caso il danno corrisponde al danno totale, nel secondo al danno incrementale rispetto a quello indotto dall’evento naturale.

La classificazione risultante determina i requisiti che la specifica diga deve rispettare, riguardanti ad esempio: condizioni di carico, massima portata di piena, monitoraggio, ispezioni, modalità per la valutazione delle condizioni di sicurezza.

Ad esempio:

- Per le dighe in classe 1A e 1B è prevista la disponibilità di sistemi di riserva per la movimentazione degli scarichi.
- Per le dighe in classe 1A e 1B controllate a distanza, sono previste linee di comunicazione ridondanti e sistemi anche per la movimentazione in locale.
- Sono previste diverse frequenze per:
 - o Ispezioni:
 - 2 volte l’anno per le dighe in classe 1A e 1B
 - 1 volta l’anno per le dighe in classe 2
 - o “Surveys” (“inspection and accumulated professional evaluation of measuring results”):
 - 1 volta ogni 3 anni per le dighe in classe 1A e 1B
 - 1 volta ogni 6 anni per le dighe in classe 2
 - o Valutazione complessiva della sicurezza della diga:
 - 1 volta ogni 15 anni per le dighe in classe 1A
 - 1 volta ogni 24 anni per le dighe in classe 1B
 - 1 volta ogni 30 anni per le dighe in classe 2

RIFERIMENTI

- “Guidelines for consequences based dam classification in Sweden”, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.
- Traduzione inglese (non ufficiale) delle Linee Guida RIDAS 1997. (Nota: una revisione delle RIDAS è stata emessa nel Luglio 2002. con alcune modifiche minori rispetto alla versione 1997. Essa è però disponibile soltanto in lingua svedese).

Finlandia

La normativa Finlandese sulle dighe (Dam Safety Act, DSA) è del 1984. Essa si applica a tutte le dighe di altezza $H > 3$ m.

Per l'applicazione del DSA, nel 1985 è stata emessa la prima edizione del Dam Safety Code of Practice (DSCP), predisposto dalle Autorità con la partecipazione dei Concessionari, che traduce le disposizioni normative in pratiche Linee Guida. Il DSCP è stato aggiornato nel tempo e l'ultima edizione è quella del 1997.

Il DSCP classifica le dighe in tre classi funzione del rischio a valle (un'ulteriore classe speciale è definita per le dighe temporanee - cofferdams).

La classificazione deve essere stabilita in fase di planning, controllata prima che la diga entri in esercizio (*commissioning inspection*), aggiornata nel tempo se le condizioni cambiano.

Le dighe sono classificate nelle classi seguenti:

- Classe P Se la diga in caso di incidente mette chiaramente a rischio la vita di persone o l'ambiente e le proprietà. Una diga P può essere anche di altezza inferiore ai 3 m.
- Classe N Se la diga costituisce un rischio minore di una dia P, ma non può essere classificata come diga O.
- Classe O Se la diga in caso di incidente induce solo minori condizioni di pericolosità nelle aree interessate.

La classificazione determina i requisiti richiesti alla diga.

Ad esempio:

- Il periodo di ritorno della piena di progetto è diverso per le tre classi.
- Il programma di monitoraggio è approvato da un centro regionale, che in caso di diga in classe P deve acquisire il parere del Finnish Environment Institute.
- In aggiunta ad un'ispezione annuale, un'ispezione generale viene fatta almeno ogni 5 anni, e nel caso di diga in classe P le Autorità (Governo provinciale, comando regionale e municipale dei Vigili del Fuoco, Finnish Environment Institute) devono essere informati della data della ispezione e, a loro discrezione, possono decidere di parteciparvi.
- Il rischio indotto da una diga in classe P deve essere tenuto in conto nella pianificazione dei servizi di protezione civile.

RIFERIMENTI

- “*New Dam Safety Guidelines in Finland*, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.

Slovacchia

La normativa di riferimento per le dighe è individuata dalla Legge n. 138/1973 (“Watermanagement Projects”) e dalla Legge n. 135/1974 (“State Administration in Water Management”).

Con riferimento a tali leggi, il Ministry of Forestry and Water Management ha emesso la disposizione n. 169/1975 che regola la supervisione tecnica sulla sicurezza delle dighe (attività professionale finalizzata ad accertare lo stato delle opere idrauliche dal punto di vista della sicurezza e degli eventuali interventi necessari a tal fine), effettuata dai “National Committees”.

Ai fini di tale attività di supervisione le opere idrauliche sono classificate in Categorie, da parte delle Autorità. Le Categorie sono un modo di “graduare” le opere a seconda della loro importanza.

Per la determinazione delle categorie si fa riferimento a criteri ordinati nei seguenti gruppi:

- Gruppo A: Valore delle potenziali perdite e danni conseguenti ad ipotetico collasso. Comprende l’incolumità delle persone e i danni materiali.
- Gruppo B: Valore dell’opera. Comprende i danni materiali relativi all’opera vera e propria e i danni all’economia nazionale conseguenti alla perdita dell’esercizio dell’opera.
- Gruppo C: Probabilità di collasso, indipendentemente dalle attuali condizioni dell’opera.

La composizione di “punteggi” associati ai tre gruppi sopra descritti porta ad un numero finale, **K**, (dove ogni “punto” corrisponde ad 1 milione SC – moneta Slovacca) e sulla base di **K** si definiscono le seguenti 4 Categorie :

- Categoria I : $K > 1500$
- Categoria II : $150 < K < 1500$
- Categoria III : $15 < K < 150$
- Categoria IV : $K > 15$

Per le opere in Categoria I e II la supervisione delle opere deve essere effettuata attraverso l’organizzazione allo scopo incaricata dal Ministero competente. Per le opere in Categoria III e IV la supervisione delle opere rientra nelle competenze degli “administrators”.

In totale 611 opere idrauliche sono classificate nelle 4 categorie suddette.

Le dighe e traverse in senso stretto sono in totale 465, che sono state così classificate:

Categoria	I	II	III	IV	
Dighe	17	18	92	272	(totale: 399)
Traverse	2	7	12	45	(totale: 66)

RIFERIMENTI

- “*Assurance of the safety on water projects in Slovak Republic*”, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.

Romania

La prima legge rumena sulla sicurezza delle dighe, entrata in vigore nel novembre 2000, suddivide le opere idrauliche in “Categorie di importanza”, definite sulla base di una valutazione quantitativa del rischio associato alle opere.

La legge ha introdotto la classificazione delle opere idrauliche in 4 Categorie di rischio:

- A-Eccezionale,
- B-Significativo,
- C-Normale,
- D-Basso.

Per la classificazione delle dighe si fa riferimento alle tre Categorie A, B, C. Alcune opere idrauliche (non dighe) possono essere classificate in Categoria D.

L'esecuzione di una vera e propria analisi probabilistica per la determinazione quantitativa del rischio per le 246 grandi dighe esistenti in Romania (più diverse centinaia, ca. 600-800, dighe minori), non è stata ritenuta praticamente fattibile.

Pertanto, per la classificazione delle dighe in categorie di rischio la legge ha previsto il ricorso ad un sistema di criteri e indici che tengono conto delle caratteristiche della diga e del sito, del comportamento della diga e delle conseguenze del collasso della diga, dai quali derivare un indice globale di rischio (**DAR**, *Dam Associated Risk*) da utilizzare per la classificazione.

L'indice globale di rischio **DAR** è così definito: **DAR=PF*FC**

- **PF**: fattore associato alla probabilità di collasso (“vulnerabilità”), a sua volta espresso come:

$$PF = 1 / (\alpha DCS + \beta DB)$$

- α : indice associato al progetto¹
- DCS : fattore associato alle caratteristiche diga e condizioni del sito²
($DCS_{max} = 100$)

¹ $\alpha = 1$ → diga progettata secondo il vigente regolamento
 $\alpha = 0,8$ → progettata secondo il passato regolamento, ma verificata rispetto al vigente
 $\alpha = 0,4$ → nessuna documentazione di progetto disponibile

² L'indice DCS è costruito dai seguenti 6 criteri, per ciascuno dei quali sono definiti “punteggi” numerici di riferimento (crescenti al diminuire della “vulnerabilità”):

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1) dimensioni diga | (punteggio: da 2 a 10) |
| 2) tipo di diga | (punteggio: da 5 a 20) |
| 3) fondazione | (punteggio: da 2 a 20) |
| 4) Scarichi | (punteggio: da 5 a 25) |
| 5) Classe rischio idrologico | (punteggio: da 5 a 15) |
| 6) Sismicità. | (punteggio: da 3 a 10) |

- β : indice associato al comportamento della diga durante l'esercizio³
 - DB : fattore associato al comportamento e condizioni della diga⁴ (DBmax = 100)
- **FC**: fattore associato alle conseguenze del collasso⁵ ($FC_{max} = 100$).

Si tiene quindi conto nella classificazione anche del riscontrato comportamento reale della diga, nonché della qualità e dell'efficacia con cui sono svolte le attività di controllo e di manutenzione.

L'esame di un ampio campione di dighe, e numerose simulazioni numeriche, hanno portato alla definizione della seguente classificazione incrementale del rischio per le dighe, basata sul valore dell'indice globale di rischio **DAR** :

- Inaccettabile : $DAR > 1$. Rischio inaccettabile, fuori dalla classificazione.
- Eccezionale (A) : $0.50 < DAR < 1$.
- Significativo (B) : $0.25 < DAR < 0.50$
- Normale (C) : $DAR < 0.25$

La suddivisione delle dighe in categorie di rischio è usata per:

- definire le priorità, per la valutazione della sicurezza di un ampio numero di dighe,
- definire il livello della valutazione stessa,
- definire il livello di monitoraggio della diga,

³ $\beta=1 \rightarrow$ comportamento normale (Per una nuova diga si assume $\beta=1$)
 $\beta=0,7 \rightarrow$ incidenti che hanno richiesto importanti interventi

⁴ L'indice DB è valutato per le dighe esistenti ed è basato sui seguenti 8 criteri e relativi "punteggi" (crescenti per situazioni più positive. Per una nuova diga si assume DB = 100):

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1) Sistema di monitoraggio | (punteggio: da 0 a 17) |
| 2) Equipaggiamento meccanico | (punteggio: da 0 a 17) |
| 3) Manutenzione | (punteggio: da 0 a 10) |
| 4) Età della diga | (punteggio: da 0 a 10) |
| 5) Perdite e/o deformazioni | (punteggio: da 0 a 24) |
| 6) Interrimento serbatoio | (punteggio: da 0 a 10) |
| 7) Bacino dissipazione - rivestimento | (punteggio: da 0 a 6) |
| 8) Comportamento sismico. | (punteggio: da 0 a 6) |

⁵ L'indice FC (conseguenze del collasso) è valutato sulla base dei seguenti 7 criteri e relativi "punteggi" (crescenti per situazioni più gravose) :

- | | |
|--|------------------------|
| 1) Densità della popolazione a valle | (punteggio: da 0 a 20) |
| 2) Sistemi di allarme | (punteggio: da 0 a 20) |
| 3) Destinazione d'uso del serbatoio | (punteggio: da 2 a 20) |
| 4) Sviluppo economico del territorio a valle | (punteggio: da 0 a 10) |
| 5) Uso del territorio a valle | (punteggio: da 2 a 10) |
| 6) Impatto ambientale a valle | (punteggio: da 1 a 5) |
| 7) Effetti della rottura su bacino fluviale | (punteggio: da 2 a 15) |

- individuare gli obblighi del Concessionario per la riduzione del livello di rischio,
- definire la frequenza con cui deve essere svolto un dettagliato riesame delle condizioni di sicurezza.

Ad esempio, per quanto riguarda il controllo del comportamento della diga:

- dighe delle Categorie A e B : strumentazione di monitoraggio, ispezioni tecniche regolari, tests periodici delle apparecchiature.
- dighe delle Categorie C e D : solo osservazioni visive e periodiche ispezioni tecniche.

INFORMAZIONI SULLA SITUAZIONE ATTUALE

I principali Concessionari hanno completato il riesame del loro insieme di dighe e la classificazione delle dighe nelle previste Categorie.

In generale la legge ha avuto favorevole accoglimento, anche se alcuni Concessionari non hanno gradito gli oneri economici – a loro carico – delle valutazioni richieste e – come conseguenza – degli adeguamenti delle fasi di manutenzione e controllo. Problemi (mancanza di adeguata informazione, carenza di fondi, scarso interesse) riguardano principalmente le dighe più modeste gestite da piccoli concessionari.

La classificazione delle dighe è proposta dai Concessionari. La proposta è valutata dalla “monitoring commission”. La Commissione Nazionale Sicurezza Dighe (appartenente al Ministero delle Acque e Ambiente) certifica, alla fine, le proposte risultanti a seguito delle valutazioni della “monitoring commission”.

RIFERIMENTI

- *“Progress in Romanian dam safety legislation based on risk management”*, European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.
- Chiarimenti forniti dal Comitato Rumeno Grandi Dighe.

Repubblica Ceca

Una legge del 1975 ha definito, sulla base di considerazioni di risk assessment, ambiti e modalità per il controllo e la sorveglianza della sicurezza delle dighe.

La normativa sopra citata suddivide le dighe, sulla base di considerazioni di risk assessment, in quattro “Categorie”.

Ad aggiornamento delle Norme precedenti, sono state predisposte nel 1999 nuove “Linee Guida” sull’analisi di rischio in relazione alle piene estreme, nelle quali è introdotta una classificazione delle dighe in 3 classi (A, B, C) sulla base del rischio potenziale indotto nelle aree a valle (“Assessment Related Categories”).

I serbatoi esistenti sono classificati sulla base delle “Categorie”. Per i nuovi e per i piccoli serbatoi la classificazione è basata sulla stima delle perdite e danni potenziali in caso di collasso diga.

A tal fine sono presi in considerazione i seguenti parametri:

- a) perdita di vite umane
- b) perdite economiche:
 - b1) danni diretti alla diga
 - b2) danni diretti nell’area a valle
 - b3) perdita di benefici per mancato esercizio del serbatoio
 - b4) danni indiretti nelle aree a valle
- c) danni all’ambiente
- d) conseguenze sociali ed economiche patite dal Concessionario, Regione, Paese.

Ai fini della individuazione del periodo di ritorno della massima piena da considerare si fa quindi riferimento alle seguenti suddivisioni:

“Assessment Related Category”	Categorie	Criterio
A (extremely high)	I – II	Più di 10 vite a rischio
A (extremely high)	II	Nessuna probabile vita a rischio
B (high)	III	Singole vite a rischio
B (high)	III	Nessuna probabile vita a rischio
C (low)	IV	Prevalenti danni a terzi
C (low)	IV	Prevalenti i danni al concessionario

RIFERIMENTI

- “Guidelines for assessing reservoir flood safety in Czech Republic”, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.

Olanda

Circa un quarto del territorio olandese è sotto il livello del mare. La protezione di queste terre è affidata ad un esteso sistema di argini e dighe.

Gli attuali criteri di sicurezza per le dighe riguardano la capacità di offrire adeguata protezione nei confronti degli eventi di “acqua alta”.

Essi furono stabiliti nel 1958, da una Commissione nominata allo scopo dopo la disastrosa alluvione del 1953 (1800 vittime). Fino ad allora si era fatto riferimento per il dimensionamento dell'altezza delle dighe al massimo livello storico delle acque più un margine di 0.5-1m. La Commissione segnalò che il livello di sicurezza avrebbe dovuto essere stabilito, per ogni diga, bilanciando il costo di costruzione con i possibili danni conseguenti ad una alluvione. Riconobbe però che tale criterio non era allora (1960) fattibile in pratica, e definì un criterio più semplice regolato sulla base del “livello d'acqua prescritto”. Per ogni area fu definito un livello di sicurezza espresso attraverso la tollerabile frequenza (probabilità) di superamento del prescritto massimo livello dell'acqua.

Il livello di sicurezza varia in ragione delle caratteristiche dell'area protetta, da 1/10.000 per anno (aree costali densamente popolate) a 1/1.250 per anno.

Questi livelli di sicurezza furono definiti per legge nel 1996 e le attuali attività sono tese al raggiungimento di detti livelli attraverso interventi di sovrizzo delle dighe.

Sono comunque riconosciuti i limiti di un approccio nel quale non sono tenuti in conto gli aspetti di stabilità geotecnica (che non possono essere espressi semplicemente in termini del livello d'acqua o dell'altezza della diga) e la correlazione tra il collasso di diversi tratti/sezioni delle dighe. Conseguentemente, notevoli sforzi sono stati fatti, e molti sono in corso, per rendere applicabile un più approfondito approccio basato sulla valutazione del rischio espresso come prodotto della probabilità di alluvione e degli effetti di quest'ultima (in termini di vittime e di danni).

E' riconosciuto che i metodi oggi disponibili necessitano di ulteriori sviluppi prima che il nuovo approccio possa essere applicato. Alcuni strumenti sono stati già migliorati, per quanto riguarda la determinazione della probabilità di superamento di un certo livello d'acqua. Minore sviluppo vi è stato nella formulazione probabilistica dei meccanismi di collasso geotecnici. Gli strumenti per la valutazione delle conseguenze devono invece essere ancora in buona parte sviluppati.

RIFERIMENTI

- “*Risk-based flood protection policy*”, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.
- Bozza del Bollettino ICOLD “*Risk Assessment in Dam Safety Management- A Reconnaissance of Benefits, Methods and Current Applications*”, ICOLD Dam Safety Committee.

Inghilterra

La normativa inglese sulle dighe, di tipo “non-tecnico”, è rappresentata dal “Reservoir Act” del 1975, che ha aggiornato un precedente Reservoir Act del 1930.

La normativa si applica a tutti i serbatoi aventi volume $V > 25.000 \text{ m}^3$.

Il Concessionario ha la responsabilità della sicurezza del serbatoio. La verifica dell'applicazione del Reservoir Act è affidata alle Autorità Locali. Molti Concessionari integrano le procedure di supervisione e di ispezione previste dal Reservoir Act con ulteriori propri controlli/attività.

Il Reservoir Act non introduce particolari classificazioni delle dighe. Classificazioni delle dighe sono invece utilizzate in documenti tecnici predisposti da autorevoli istituzioni tecniche. Essi hanno la funzione di Linee Guida per specifici aspetti (e, in quanto Linee Guida, non hanno carattere obbligatorio).

Esempio 1:

La “Institution of Civil Engineers” ha predisposto nel 1996 la Linea Guida “*Floods and Reservoir Safety*”, per la valutazione della sicurezza idrologica/idraulica.

Nella Linea Guida le dighe sono classificate in 4 categorie, in funzione dei potenziali effetti del collasso della diga. Alle 4 categorie sono associati diversi requisiti tecnici, ad esempio diversi criteri per la definizione della massima piena da considerare.

Le 4 categorie sono così definite:

- Categoria A: Il collasso mette a rischio comunità..
- Categoria B: Il collasso mette a rischio vite singole (non comunità), o produce danni elevati.
- Categoria C: Il collasso pone trascurabile rischio alle vite e produce danni limitati.
- Categoria D: Casi speciali, nei quali il collasso non mette a rischio vite e produce danni molto limitati.

Esempio 2:

Il “Building Research Establishment” ha predisposto nel 1991 la Linea Guida: “*An engineering guide to seismic risk for dams in the United Kingdom*”, per la valutazione della sicurezza sismica degli sbarramenti.

Questa Guida riprende la classificazione delle dighe in 4 Classi già proposta nel 1989 da ICOLD nel Bulletin 72, per la quale si rimanda alla sezione “ICOLD”.

2

RIFERIMENTI

- “*Report of the European Working Group on Floods*”, European ICOLD Symposium, Barcellona, 1998.
- “*Reservoir legislation in the UK: past, present and future*”, European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.

Portogallo

Il Regolamento Dighe (Decreto Legge 11/90 entrato in vigore nel 1990) si applica alle dighe con i seguenti parametri dimensionali: $H > 15$ m, o $H < 15$ m e $V > 100\,000$ m³. Possono inoltre essere soggette al Regolamento le dighe che, a giudizio dell’Autorità competente, hanno un elevato o significativo livello di rischio potenziale. Nel Regolamento non sono esplicitati criteri per tale valutazione.

Non vi sono ulteriori classificazioni delle dighe a livello generale

L’attuale normativa per le dighe comprende una serie di Norme successive al Regolamento 1990, finalizzate ad agevolare l’applicazione del Regolamento.

Nelle Norme per il “Progetto” (846/93, 10 Settembre 1993), ai fini dell’identificazione della piena di progetto è introdotta una classificazione delle dighe basata sull’altezza H (m) della diga e sulle condizioni di hazard per le aree a valle.

La classificazione in 4 classi, alle quali corrispondono diversi criteri per la massima piena di progetto, è la seguente:

Dighe in calcestruzzo

1. $H \geq 100$, Hazard Elevato
2. $H \geq 100$, Hazard Significativo; $50 \leq H < 100$, Hazard Elevato
3. $50 \leq H < 100$, Hazard Significativo; $15 \leq H < 50$, Hazard Elevato o Significativo; $H < 15$, Hazard Elevato
4. $H < 15$, Hazard significativo

Dighe in materiali sciolti

1. $H \geq 50$, e Hazard Elevato
2. $H \geq 50$, e Hazard Significativo; $15 \leq H < 50$, e Hazard Elevato
3. $15 \leq H < 50$, e Hazard Significativo; $H < 15$, e Hazard Elevato o Significativo

Nel Regolamento del 1990, il termine “hazard” è definito come “*quantificazione delle conseguenze di un incidente, indipendentemente dalla sua probabilità di accadimento*”. Esso è definito “*Significativo*” nel caso di “*alcune vite a rischio e costi materiali relativamente importanti*”, è definito “*Elevato*” nel caso di “*molte vite a rischio e elevati costi materiali*”

La valutazione del “hazard” richiede una serie di azioni che coinvolgono l’Autorità, il Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC), il Concessionario, e occasionalmente consulenti specialisti. Tali azioni includono gli studi di propagazione onde di piena a valle in caso di incidente alla diga (compreso l’ipotetico collasso).

RIFERIMENTI

- “*Portuguese dam safety legislation. Hydraulic issues in dams of EDP Group*”, European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.

Francia

La costruzione di una diga, qualunque siano le dimensioni, richiede una autorizzazione da parte dell'Amministrazione.

Disposizioni normative più specifiche sono disponibili per dighe di altezza $H > 20$ m, o che rappresentano un pericolo per la popolazione.

Nel 2000 il 15% delle dighe che rientravano in dette più specifiche disposizioni normative erano di altezza inferiore a 20 m, e ne era previsto incremento al 35% per effetto di un aggiornamento della classificazione per circa un centinaio di dighe.

Un sottoinsieme di dighe è stato individuato per la predisposizione dei "Piani di Intervento" (PPI, analoghi ai nostri Piani di Emergenza). Il riferimento è una legge generale del 1987 per la prevenzione dei rischi ed un successivo decreto ministeriale del 1994.

La predisposizione dei PPI è a cura delle Prefetture ed è richiesta per le dighe aventi:

- altezza $H > 20$ m,
- volume del serbatoio $V > 15 \text{ Mm}^3$

Per dighe inferiori ai suddetti limiti, i singoli Prefetti possono decidere di predisporre PPI semplificati.

Ad oggi i PPI sono richiesti per 98 dighe, a fronte di 392 dighe di altezza maggiore di 20 m.

Prima della predisposizione dei PPI il Concessionario deve predisporre:

- Analisi di rischio che comprende la verifica della sensitività della diga a tre specifici rischi (piene eccezionali, sisma, frane in serbatoio) e lo studio di propagazione piena a valle per ipotetico collasso.
- Progetto delle attrezzature per la sorveglianza e il controllo.
- Progetto di sistema di allarme verso la Autorità e la popolazione immediatamente a valle diga (comunicazioni, sirene,...).

RIFERIMENTI

- European Working Group, "*Dam legislation*", Luglio 2000.
- "*The French organization for emergency planning*", European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.

Austria

“Categorizing Austria’s large dams in risk groups with different safety requirements has been refrained from”

RIFERIMENTI

- “*Assessing and improving the safety of existing dams in Austria*”, Congresso ICOLD 1994, Durban, Q.68-R.58
- Riscontri, con esperto del Comitato Austriaco, per verifica dell’assenza di eventuali aggiornamenti.

Svizzera

Il Regolamento svizzero del Dicembre 1998 (in vigore dal 1° Gennaio 1999) è applicato alle dighe di altezza maggiore di 10 m e a quelle di altezza maggiore di 5 m con volume maggiore di 50.000 m³.

Il Regolamento è applicato anche alle dighe di dimensioni inferiori se esse costituiscono un potenziale grave pericolo per le popolazioni o beni a valle.

Sono state predisposte specifiche linee-guida per stabilire i casi nei quali piccole dighe possono essere un rischio potenziale per le popolazioni e beni a valle.

Ad esempio, quando in caso di ipotetico collasso almeno un'abitazione, un posto di lavoro o un edificio pubblico, un campeggio pubblico o un'importante infrastruttura stradale è interessata dall'onda di piena artificiale. Il parametro preso in esame per valutare il livello di rischio in queste circostanze è il prodotto della profondità dell'acqua per la velocità dell'acqua stessa, prodotto che va confrontato con valori limite definite nelle linee-guida.

RIFERIMENTI

- “*Structural safety of dams, according to the new Swiss legislation*”, European ICOLD Symposium, Geiranger (Norvegia), 2001.

Germania

La Germania è uno stato federale (15 Stati). Perciò ogni “Stato” ha le proprie disposizioni normative.

Dalle informazioni raccolte non pare che alcun Stato abbia introdotto criteri per la classificazione dighe non basati su fattori esclusivamente dimensionali.

Le norme nazionali DIN sono standard tecnici di riferimento, cui fanno riferimento i singoli Stati. Per le dighe fa da standard tecnico di riferimento la norma DIN 19700, che include una classificazione delle dighe in diversi tipi, ma nessuna “classificazione” in funzione dei classici parametri dimensionali (altezza, volume).

E’ attualmente (2003) in corso la revisione di alcune parti della DIN 19700.

La revisione della parte 11 della norma prevede la classificazione delle dighe con i seguenti criteri:

- Classe 1: dighe con $H > 15$ m, o $V > 1\,000\,000$ m³.
- Classe 2: dighe con H e V inferiori a quelli della Classe 1.

E’ previsto che, in ragione dei requisiti di sicurezza che si ritengono necessari e della rilevanza complessiva della diga, dighe possono essere attribuite alle classi 1 e 2 anche indipendentemente dai fattori dimensionali H e V.

RIFERIMENTI

- Contatti con esperti del Comitato Tedesco Grandi Dighe.

ITALIA

Nelle *Raccomandazioni per la valutazione della sicurezza sismica delle dighe in esercizio* recentemente elaborate all'interno del SND si fa riferimento alla suddivisione delle dighe in Categorie individuata nel Bollettino 72 di ICOLD (vedi ICOLD).

Alla medesima classificazione SND ha fatto riferimento nella *Proposta per la definizione di criteri aggiornati per le attività di vigilanza e guardiania*.

Per quanto riguarda il fattore “danno potenziale a valle”, per tenere conto delle perdite economiche, dirette ed indotte, nei documenti predisposti da SND si è cercato di quantificare tale parametro in rapporto alla situazione economica generale del Paese, attraverso i seguenti criteri per la categorizzazione dei danni attesi:

- Elevato : danno superiore all'1 % del prodotto interno lordo (PIL)
- Moderato : danno superiore allo 0.1 % e inferiore all' 1% del PIL
- Basso : danno superiore allo 0.01 % e inferiore allo 0.1% del PIL
- Trascurabile : danno inferiore allo 0.01% del PIL

In aggiunta, si e' posta in evidenza la necessità di valutare casi particolari, come la presenza a valle di importanti siti di interesse storico, artistico e/o archeologico e rare caratteristiche ambientali, dei quali devono essere considerati anche gli oneri per il recupero. Analoghe valutazioni riguardano la presenza a valle di impianti industriali che presentano una potenziale fonte di inquinamento ambientale: in tal caso la stima del danno deve includere anche gli oneri relativi al recupero delle caratteristiche ambientali preesistenti.

La categorizzazione fa riferimento principalmente al potenziale offensivo rappresentato dall'invaso e alle conseguenze della rottura catastrofica. Essa non considera né l'influenza delle condizioni ambientali esterne, né la vulnerabilità della diga, entrambi elementi necessari per la valutazione del rischio effettivo.

Va osservato che, in base ai pesi associati a ciascuno dei quattro fattori sopra definiti, dighe di altezza inferiore ai 15 metri o di volume inferiore a 100.000 m³ non possono in nessun caso ricadere nella classe IV.

CINA

I progetti relativi al controllo delle risorse d'acqua e alla produzione idroelettrica sono classificati in accordo con la tabella seguente, in funzione della loro dimensione, benefici e dell'importanza che rivestono nell'economia nazionale.

Grado del progetto	Volume del serbatoio (10 ⁶ m ³)	Controllo delle piene		waterloggin control	Irrigazione	Alimentaz. potabile	Energia idroelettr.
		Città e regioni industriali	Zone agricole (10 ³ ha)	Zona allagata di drenaggio (10 ³ ha)	Area irrigata (10 ³ ha)	Città	Potenza installata (MW)
I	>1000	molto importante	>333	>133.3	>100	molto importante	>750
II	1000-100	Importante	333-67	133.3-40	100-33.3	importante	750-250
III	100-10	Moderatam. importante	67-20	40-10	33.3-3.3	Moderatam. importante	250-25
IV	10-1.0	Poco importante	20-3.3	10-2.0	3.3-0.3	poco importante	25-0.5
V	<1.0		<3.3	<2.0	<0.3		<0.5

La classificazione di una struttura idraulica è determinata in accordo con la tabella seguente, basata sul grado del progetto cui essa appartiene e sulla sua funzione e importanza all'interno del progetto.

Grado del progetto	Livello di strutture permanenti		Livello di strutture provvisorie
	Strutture principali	Strutture di minore importanza	
I	1	3	4
II	2	3	4
III	3	4	5
IV	4	5	5
V	5	5	

Le strutture permanenti sono divise in due categorie in funzione della loro importanza:

- strutture principali: in grado di causare, in caso di rottura, danni catastrofici alle zone a valle o seri danni alla funzionalità dell'impianto. Dighe, traverse, stazioni di pompaggio e centrali idroelettriche;

- strutture di minore importanza: tali da non causare, in caso di rottura, danni catastrofici alle zone a valle o seri danni alla funzionalità dell'impianto come retainig walls, diversion walls, bank-protection walls.

Le strutture provvisorie sono quelle utilizzate durante la costruzione, come le strutture di derivazione, ecc.

Per gli impianti di grado dal II al V e per le strutture temporanee, il grado delle strutture può essere aumentato o diminuito nelle seguenti situazioni:

- Localizzazione dell'impianto di vitale importanza, e la rottura delle strutture può causare serie catastrofi. Il grado delle strutture può essere aumentato di un grado.
- Condizioni geologiche molto complicate o un tipo innovativo di struttura. Il grado delle strutture può essere incrementato di un livello.
- Il grado di strutture temporanee la cui rottura può causare serie catastrofi o compromettere seriamente il programma di costruzione, può essere incrementato di uno o due livelli.
- Per gli impianti la cui rottura non determina effetti considerevoli, il grado delle strutture può essere abbassato previa opportuna valutazione.

Sulla base del livello della struttura, definito nella tabella precedente, viene determinato il grado di sicurezza della struttura che rientra nel calcolo di progetto della stessa. Tale classificazione è riportata nella tabella seguente :

Livello delle strutture idrauliche	Grado di sicurezza delle strutture idrauliche
1	I
2, 3	II
4, 5	III

In funzione del grado di sicurezza della struttura, è definito il parametro γ_0 che compare nelle espressioni che definiscono gli stati limiti di progetto.

Per esempio, per il caso di Combinazione base (permanente e transitoria): $\gamma_0 \Psi S(\gamma_G G_k, \gamma_Q Q_k, a_k) \leq 1/\gamma_{d1} R(f_k/\gamma_m, a_k)$, il fattore γ_0 (fattore di importanza della struttura), assume i valori 1.1 - 1.0 - 0.95 a seconda che il grado di sicurezza della struttura sia I, II, III.

RIFERIMENTI

"The Standard Compilation of Water Power in China", Settembre 2000

Stati Uniti

La sintesi di inquadramento esposta di seguito è derivata da: *ASDSO – Association of State Dam Safety Officials – USA 2001*

Numero totale di dighe censite nel “*National Inventory of Dam*” (NID) ⁽⁶⁾: 75000.

Suddivisione per scopo: 31% ricreazione; 17% prevenzione incendi; 15% laminazione piene; 14% irrigazione; 10% acqua potabile; 8% ritenzione residui minerali; 3% idroelettrico; 2% altro.

Suddivisione per proprietà: 58% privata, il 16% governi locali, il 4% stati nazionali. Governo e agenzie federali possiedono e gestiscono un numero inferiore al 4%.

La responsabilità della sicurezza delle dighe ricade interamente sui proprietari e i gestori delle stesse.

Tutti gli stati, ad eccezione di Alaska e Delaware, si sono dotati di programmi regolamentati per la sicurezza delle dighe. Gli stati nazionali hanno responsabilità normativa per 95% delle dighe incluse nel NID, il restante 5% è di responsabilità delle agenzie federali.

Le priorità di attuazione vengono individuate sulla base della pericolosità a valle per persone, beni e ambiente (*downstream hazard*).

Per questo motivo i sistemi di classificazione di rischio delle dighe, pur diversi da stato a stato (e da agenzia ad agenzia), adottano sempre questo criterio come base per la suddivisione delle dighe in Classi, con l'eventuale aggiunta (in pochi casi) di requisiti dimensionali.

Generalmente le classi di rischio variano da 3 a 5.

Attualmente 9300 dighe sono classificate ad alta pericolosità (*high hazard*) e 2100 dighe sono dichiarate insicure (*unsafe*). A questo proposito è stato stimato un fabbisogno di 35 miliardi di dollari per riparare, riabilitare o dismettere le dighe prive di adeguati standard di sicurezza. I budget statali individuati necessari per l'attuazione dei programmi di sicurezza delle dighe variano da \$0 a \$6,000,000; il budget medio annuale è pari a \$375,000. Ciò significa che la maggior parte degli stati non ha sufficienti risorse per dotarsi o per attuare tali programmi.

Il numero medio di dighe per stato è pari a 1,500 e il numero di tecnici addetti per stato è pari in media a 6. Ne consegue che ogni addetto è mediamente responsabile di sovrintendere la sicurezza di 250 dighe, mentre per un'attuazione efficace dei programmi di sicurezza statali è stato stimato necessario 1 addetto per 25 dighe (fabbisogno di un ordine di grandezza superiore all'attuale).

⁽⁶⁾ I requisiti dimensionali minimi per la registrazione al NID sono i seguenti: altezza pari 25 feet (~8 m) o capacità del serbatoio pari a 50 acre-feet (~62x10³ m³).

Il 77% delle dighe non federali non ha ancora un piano di emergenza.

Nel 1996 è stato approvato dal governo federale il “*National Dam Safety Program Act*” allo scopo di armonizzare e coordinare l’assistenza agli stati nazionali per il miglioramento dei loro programmi, attraverso agevolazioni finanziarie, finanziamenti alla ricerca e il coordinamento del trasferimento tecnologico.

Il programma è stato rinnovato nel 2000 ed è amministrato dalla “*Federal Emergency Management Agency*” (*FEMA*).

Il budget relativo (\$31,000,000 per il quinquennio 1998÷2002) è così suddiviso:

- Supporto ai programmi statali: \$1,000,000 per il 1998, \$2,000,000 per il 1999, \$4,000,000 l’anno dal 2000 al 2002;
- Gestione e manutenzione del *National Inventory of Dam*: \$500,000 l’anno;
- Formazione e addestramento: \$500,000 l’anno;
- Ricerca: \$1,000,000 l’anno
- Supporto a *FEMA*: \$400,000 l’anno.

Negli allegati seguenti (Allegati 1-5) sono riportate le informazioni sulle suddivisioni delle dighe in Classi adottate da alcune importanti Organizzazioni USA:

- *US Corps of Engineers* (Allegato1),
- *US Bureau of Reclamation* (Allegato2),
- *US Committee on Safety Criteria for Dams* (Allegato3),
- *Federal Energy Regulatory Commission - FERC* (Allegato 4),
- *Tennessee Valley Authority* (Allegato5),

Allegato 1

US Corps of Engineers Hazard Potential Classification for Civil Works Projects

ER 1110-2-1806

31 Jul 95

Table B-1
Hazard Potential Classification

Category ¹	Direct Loss of Life ²	Lifeline Losses ³	Property Losses ⁴	Environmental Losses ⁵
Low	None (rural location, no permanent structures for human habitation)	No disruption of services (cosmetic or rapidly repairable damage)	Private agricultural lands, equipment, and isolated buildings	Minimal incremental damage
Significant	Rural location, only transient or day-use facilities	Disruption of essential facilities and access	Major public and private facilities	Major mitigation required
High	Certain (one or more) extensive residential, commercial, or industrial development	Disruption of critical facilities and access	Extensive public and private facilities	Extensive mitigation cost or impossible to mitigate

¹ Categories are based upon project performance and do not apply to individual structures within a project.

² Loss of life potential based upon inundation mapping of area downstream of the project. Analyses of loss of life potential should take into account the population at risk, time of flood wave travel, and warning time.

³ Indirect threats to life caused by the interruption of lifeline services due to project failure, or operation, i.e. direct loss of (or access to) critical medical facilities.

⁴ Direct economic impact of property damages to project facilities and downstream property and indirect economic impact due to loss of project services, i.e. impact on navigation industry of the loss of a dam and navigation pool, or impact upon a community of the loss of water or power supply.

⁵ Environmental impact downstream caused by the incremental flood wave produced by the project failure, beyond which would normally be expected for the magnitude flood event under which the failure occurs.

Allegato 2

US. Bureau of Reclamation Dam Hazard Classifications

The classification for a dam is based on the potential consequences of failure. In other words, on potential loss of life and damage to downstream property that failure of the dam would probably cause. Such classification is related to the amount of development downstream of a dam.

There are three classifications: **High - Significant - Low.**

- **High Hazard** is a downstream hazard classification for dams in which more than 6 lives would be in jeopardy and excessive economic loss (urban area including extensive community, industry, agriculture, or outstanding natural resources) would occur as a direct result of dam failure.
- **Significant Hazard** is a downstream hazard classification for dams in which 1-6 lives are in jeopardy and appreciable economic loss (rural area with notable agriculture, industry, or work sites, or outstanding natural resources) would occur as a result of dam failure.
- **Low Hazard** is a downstream hazard classification for dams in which no lives are in jeopardy and minimal economic loss (undeveloped agriculture, occasional uninhabited structures, or minimal outstanding natural resources) would occur as a result of failure of the dam.

Allegato 3

US National Research Council Commission on Engineering and Technical Systems – Water Science and Technology Board Committee on Safety Criteria for Dams

TABLE 3-1 Terms for Classifying Hazard Potentials

Category	Impoundment (ac-ft)	Height of Dam (ft)
<i>Size of dam *</i>		
Small	50 to 1,000	25 to 40
Intermediate	1,000 to 50,000	40 to 100
Large	Over 50,000	Over 100
Category	Loss of Life (Extent of Development)	Economic Loss
<i>Hazard potential classification</i>		
Low	None expected (no permanent structures for human habitation)	Minimal (undeveloped to occasional structures or agriculture)
Significant	Few (no urban developments And no more than a small number of inhabitable structures)	Appreciable (notable agriculture, industry, or structures)
High	More than few	Excessive (extensive community, industry, or structures)

* Criterion that places project in largest category governs.

Allegato 4

FERC (FERC-0119-1)

1-2 Project Classification

1-2.1 Hazard Classification

The hazard potential classification of a project determines the level of engineering review and the criteria that are applicable. Therefore, it is critical to determine the appropriate hazard potential of a dam, because it sets the stage for the analyses that must be completed to properly evaluate the structural integrity of any dam.

1-2.2 Downstream Hazard Potential - Definitions

The hazard potential of dams describes the potential for loss of human life or property damage in the area downstream or upstream of the dam in event of failure or incorrect operation of a dam. Hazard classification does not indicate the structural integrity of the dam itself, but rather the effects if a failure should occur. The hazard potential assigned to a dam is based on consideration of the effects of a failure during both normal and flood flow conditions.

Dams conforming to criteria for the low hazard potential category generally are located in rural or agricultural areas where failure may damage farm buildings, limited agricultural land, or township and country roads. **Low hazard** potential dams have a small storage capacity, the release of which would be confined to the river channel in the event of a failure and therefore would represent no danger to human life.

Significant hazard potential category structures are usually located in predominately rural or agricultural areas where failure may damage isolated homes, secondary highways or minor railroads; cause interruption of use or service of relatively important public utilities; or cause some incremental flooding of structures with possible danger to human life.

Dams in the **High hazard** potential category are those located where failure may cause serious damage to homes, agricultural, industrial and commercial facilities, important public utilities, main highways, or railroads, and there would be danger to human life.

The hazard potential evaluation includes consideration of recreational development and use and socio-economic matters. Included in the high hazard potential category are dams where failure would cause serious damage to permanently established or organized recreational areas or activities. Also included in the high hazard potential category are dams where failure could result in loss of life of people gathered for an unorganized recreational activity (such as salmon fishermen and kayakers) where concentrated use of a confined area below the dam is a common annual occurrence during certain times each year.

Allegato 5

Tennessee Valley Authority

TVA uses a hazard classification for structures described as follows:

- *High Hazard*

The high hazard classification includes structures whose failure during floods would likely cause serious social or economic loss. Unless specific studies show otherwise, structures 100 feet or more in height or with 50,000 acre feet or more of total capacity at maximum flood levels shall arbitrarily be classified as high hazard.

- *Medium Hazard*

The medium hazard classification includes structures whose failure during floods would likely cause significant but not serious social or economic loss. When a higher hazard situation is not evident, structures over 25 feet but less than 100 feet in height or with total capacity at maximum flood levels greater than 5,000 acre-feet but less than 50,000 acre feet shall arbitrarily be classified as medium hazard unless specific studies show otherwise.

- *Low Hazard*

The low hazard classification includes any structures whose failure during floods would likely cause only minor social or economic loss. Structures not in the high hazard or medium hazard classifications defined above shall be classified as low hazard when neither existing nor prospective future conditions indicate that a higher hazard situation is to be expected.

TVA's guidelines provide that high hazard structures will be tested with the *probable maximum flood*, medium hazard structures with the TVA *maximum probable flood* and low hazard structures with a design flood "appropriate to the economic life and planned purpose of the structures". The *probable maximum flood* and the TVA *maximum probable flood* determinations are to be based upon combinations of hydrologic factors which are selected to prevent unrealistic combinations of hydrologic conditions.

Canada

Canadian Dam Safety Association

Rating	Loss of Life	Economic and Social Loss	Environmental and Cultural Losses
VERY HIGH	Large potential for multiple loss of life involving residents and working, travelling and/or recreating public. Development within inundation area (the area that could be flooded if the dam fails) typically includes communities, extensive commercial and work areas, main highways, railways, and locations of concentrated recreational activity. Estimated fatalities could exceed 100.	Very high economic losses affecting infrastructure, public and commercial facilities in and beyond inundation area. Typically includes destruction of or extensive damage to large residential areas, concentrated commercial land uses, highways, railways, power lines, pipelines and other utilities. Estimated direct and indirect (interruption of service) costs could exceed \$100 million.	Loss or significant deterioration of nationally or provincially important fisheries habitat (including water quality), wildlife habitat, rare and/or endangered species, unique landscapes or sites of cultural significance. Feasibility and/or practicality of restoration and/or compensation is low.
HIGH	Some potential for multiple loss of life involving residents, and working, travelling and or recreating public. Development within inundation area typically includes highways and railways, commercial and work areas, locations of concentrated recreational activity and scattered residences. Estimated fatalities less than 100.	Substantial economic losses affecting infrastructure, public and commercial facilities in and beyond inundation area. Typically includes destruction of or extensive damage to concentrated commercial land uses, highways, railways, power lines, pipelines and other utilities. Scattered residences may be destroyed or severely damaged. Estimated direct and indirect (interruption of service) costs could exceed \$1 million.	Loss or significant deterioration of nationally or provincially important fisheries habitat (including water quality), wildlife habitat, rare and/or endangered species, unique landscapes or sites of cultural significance. Feasibility and practicality of restoration and/or compensation is high.
LOW	Low potential for multiple loss of life. Inundation area is typically undeveloped except for minor roads, temporarily inhabited or non- residential farms and rural activities. There must be a reliable element of natural warning if larger development exists.	Low economic losses to limited infrastructure, public and commercial activities. Estimated direct and indirect(interruption of service) costs could exceed \$100,000.	Loss or significant deterioration of regional important fisheries habitat (including water quality), wildlife habitat, rare and endangered species, unique landscapes or sites of cultural significance. Feasibility and practicality of restoration and/or compensation is high. Includes situations where recovery would occur with time without restoration.
VERY LOW	Minimal potential for any loss of life. The inundation area is typically undeveloped	Minimal economic losses typically limited to owners property and do not exceed \$100,000. Virtually no potential for future development of other land uses within the foreseeable future.	No significant loss or deterioration of fisheries habitat, wildlife habitat, rare or endangered species, unique landscapes or sites of cultural significance.

Australia

Australia NSW Dam Hazard Rating System

A dam is prescribed under the Act on the recommendation of the Committee. This is usually based on the size and hazard rating of the dam. Currently there are (240) prescribed dams.

Ownership is spread between: State Authorities (80), Local Government (97), private owners (25) and mining companies (38).

Owners must submit regular reports on each dam's behaviour as indicated:

<i>Prescribed Dams & Surveillance Requirements</i>			
<i>Size</i>	<i>Hazard Rating</i>		
	High	Significant	Low
>15m high	Prescribe Type 1 Report	Prescribe Type 2 Report	Prescribe Type 3 Report
<15m high	Prescribe Type 2 Report	Prescribe Type 3 Report	Do not prescribe

Type 1 reports are required for the larger high hazard dams. These detailed reports are prepared by a team of experienced dam engineers and specialists, and include plans, photographs, comments on monitoring and visual inspection, and a "first pass" review of the current safety of the dam and the extent to which it meets modern design requirements.

Type 2 reports for the smaller, high hazard, and larger, significant hazard dams, are less comprehensive but of a similar format to Type 1 reports and are required to be undertaken by at least a qualified, experienced dam engineer.

Type 3 reports for small, significant hazard, and large, low hazard dams can be carried out by dam owners, or their representatives, by completion of a standard form listing relevant items to be inspected.

CONSEQUENCE CATEGORIES

<i>Population at Risk (PAR)</i> (Note 7)	<i>Severity of Damage and Loss</i>			
	<i>Negligible</i>	<i>Minor</i>	<i>Medium</i>	<i>Major</i>
<1	<i>Very Low</i>	<i>Very Low</i>	<i>Low</i>	<i>Significant</i>
1 to 10	<i>Low</i> (Notes 1, 4 & 5)	<i>Low</i> (Notes 4 & 5)	<i>Significant</i> (Note 5)	<i>High C</i>
10 to 100	(Note 1)	<i>Significant</i> (Note 2 & 5)	<i>High C</i> (Note 6)	<i>High B</i> (Note 6)
100 to 1000		(Note 2)	<i>High A</i> (Note 6)	<i>High A</i> (Note 6)
>1000			(Note 3)	<i>Extreme</i>

Note 1: With a PAR of 5 or more people, it is unlikely that the severity of damage and loss will be “Negligible”.

Note 2: “Minor” damage and loss unlikely when the PAR exceeds 10.

Note 3: “Medium” damage and loss unlikely when the PAR exceeds 1000.

Note 4: Change to Significant where the loss of itinerant lives is reasonably likely, given dam failure.

Note 5: Change to at least High C where the loss of non-itinerant lives is reasonably likely, given dam failure.

Note 6: Refer Section 2.7 and 1.6 of the ANCOLD *Guidelines on Assessment of the Consequences of Dam Failure* for explanation of the range of High Consequence Categories.

Note 7: The contribution to PAR of non-itinerants (ie regular occupants of dwellings, schools, hospitals, nursing homes, commercial and industrial premises and other permanent places of occupation) shall be the largest total population that is exposed at the one time on a regular basis. To allow for the variable exposure of itinerants, the contribution to PAR of such populations shall be computed on the basis of exposure factors. Where low exposure factors are applied to few itinerants, it is possible to have a notional PAR, which is less than 1.0.

Nuova Zelanda

New Zealand Dam Safety Guidelines

III.1.2 Potential Impact Classification

These Guidelines adopt the definitions of Potential Impact category as given in Table III.1. The categories are based on the incremental losses which a failure might give rise to. Incremental losses are those additional losses that might have occurred for the same natural event if the dam had not failed.

Table III.1 Potential Impact Categories for Dams in Terms of Failure Consequences.

<i>Potential Impact Category</i>	<i>Potential Incremental Consequences of Failure</i>	
	<i>Life</i>	<i>Socio-economic, Financial, & Environmental</i>
High	Fatalities	Catastrophic damages
Medium	A few fatalities are possible	Major damages
Low	No fatalities expected	Moderate damages
Very Low	No fatalities	Minimal damages beyond owner's property

The dam height and reservoir volume parameters while useful for an initial screening of potential impact classification should not control the potential impact classification where the consequences of a dam failure are not consistent with such an initial screening. For example, a 10 - 15 metre high dam whose failure can lead to fatalities should be classified with a high potential impact. Similarly, a 25 metre high dam whose failure would not cause fatalities and where damages are moderate can be classified as Low Potential Impact. There are actual dams in New Zealand where the above two examples apply.

Very Low Potential Impact dams are likely to be those that are exempt under the Building Act, being those dams that retain not more than 3 metres depth, and not more than 20,000 cubic metres volume of water. The dam height would generally be less than 4 metres.

Low Potential Impact dams are likely to have dam heights less than 10 metres, and less than 6 metres if the storage exceeds 50,000 cubic metres.

Medium Potential Impact dams are likely to have dam heights in the 10 - 20 metre range, but not exceeding 15 metres if the stored volume of water exceeds 1,000,000 cubic metres.

If the dam height and storage exceeds those for other categories then a High potential impact classification is probable.

ICOLD

Una classificazione delle dighe basata sull'abbinamento di fattori dimensionali (altezza e volume di invaso) e fattori legati alle caratteristiche demografiche ed economiche del territorio esposto a valle è stata introdotta in relazione alla valutazione delle condizioni di sicurezza delle dighe in campo sismico, nel:

- Bulletin n. 72, “*Selecting Seismic Parameters for Large Dams*”, 1989.

La classificazione delle dighe in 4 “*Categorie*” deriva da un “*Fattore di classificazione*”:

<i>Categoria.</i>	<i>Fattore di Classificazione</i>
I	0-6
II	7-18
III	19-30
IV	31-36

Il *Fattore di Classificazione* è determinato dalla somma dei fattori parziali così definiti:

- **Invaso** (Mm^3) : **0** ($< 0,1$) **2** ($0,1-1$) **4** ($1-120$) **6** (>120)
- **Altezza** (m) : **0** (<15) **2** ($15-30$) **4** ($30-45$) **6** (>45)
- **Persone da evacuare** : **0** (*Nessuna*) **4** ($1-100$) **8** ($100-1000$) **12** (>1000)
- **Danno potenziale a valle:** **0** (*Trascurabile*) **4** (*Basso*) **8** (*Moderato*) **12** (*Elevato*)

Il fattore parziale “Danno potenziale a valle” intende tenere conto essenzialmente delle perdite economiche, dirette ed indotte, dell'eventuale rilascio incontrollato dell'acqua d'invaso.