ITCOLD
Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE

OSSERVATORIO PERMANENTE
RAPPORTO 2018

2018

INDICE

1. **RAPPORTO 2012**
2. **AGGIORNAMENTO 2014**
3. **AGGIORNAMENTO 2016**
4. **AGGIORNAMENTO 2018**

ITCOLD
Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE

2012

Gruppo di Lavoro:

Coordinatore:
Francesco Fornari (ENEL)

Membri:
Carlo Marcello (Studio Marcello)
Giuseppe Donghi (Edison)
Pietro Sembenelli (SC Sembenelli)
Luciano Serra (WATERWAYS)
Paolo Valgoi (A2A)
Giuseppe Oldani (ENEL)

Hanno collaborato:
Sergio Ballatore (Consulente)
Nicola Brizzo (IREN)
Diego Donnarumma (EDIPOWER)
Fausto Zinetti (ENEL)
Lorenzo Artaz (CVA)
Gabriella Vaschetti (Carpivasch)
Rossella Caruana (ENEL)
Paolo Chemello (ENEL)
Domenico Conventi (Tirreno Power)
Ernesto Forte (ENEL)
Alessandro Leoncini (ENEL)
Alberto Masera (CESI)
Giuliano Spogli (EON)

Un ricordo riconoscente e affettuoso all' Ingegner Aldo Marcello, iniziale coordinatore del Gruppo di Lavoro recentemente scomparso, che ha fornito il suo prezioso contributo per indirizzare l'attività nella fase d'impostazione.

Maggio 2012

NOTA

Le informazioni, analisi e conclusioni contenute nella presente memoria sono rivolte a tecnici capaci di comprenderne valore, portata e limiti. Malgrado l'attenzione impiegata nella redazione di questo testo, non è ovviamente possibile garantirne la completezza e l'esaustività.
Si declina pertanto qualsiasi responsabilità derivante dall'interpretazione o dalla possibile applicazione, del contenuto del presente documento.

INDICE

1. PREMESSA

2. IL CONCETTO DI RIABILITAZIONE

3. GLI INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

4. IL PARCO DIGHE ITALIANO

5. TIPOLOGIA DELLE DIGHE ITALIANE

6. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

7. FINALAITA' DEGLI INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

8. LEGAME ANOMALIA - INDAGINE - SOLUZIONE

9. PROBLEMATICHE RECENTI

10. BASE DATI

11. POSSIBILI SVILUPPI

12. CARENZA DELLE RISORSE

13. CONCLUSIONI

ALLEGATO 1 : Raccolta schede interventi

ALLEGATO 2 : *Istruzioni per la formazione e la manutenzione di un sistema informativo per la archiviazione dei dati sui lavori di ripristino delle dighe italiane*

1. PREMESSA

Le dighe sono tra le opere che meglio rappresentano il sodalizio tra l'"artificiale" ed il "naturale" che le sostiene, le coinvolge e ne determina nel tempo le condizioni di esercizio; questa considerazione permette di cogliere la "dinamicità" della "staticità" di queste opere; dinamicità che fa sì che siano costantemente monitorate e controllate.

L'età media delle dighe italiane ha superato i 50 anni, età che supera anche i 70 anni se ci si limita alle Alpi come territorio di riferimento.

La vetustà di queste opere, confrontata con la vita utile prevista in sede di progetto delle stesse porta ovviamente a domandarsi: queste opere sono eterne?

Le funzioni svolte da queste opere e la loro importanza non solo economica ma soprattutto di tutela del territorio e dell'ambiente, portano a rispondere all'interrogativo precedente con un imperativo: debbono essere eterne!!

E' per questa ragione che le attività di esercizio, manutenzione, miglioramento o riabilitazione delle dighe esistenti hanno trovato grande sviluppo nei paesi sviluppati, fino a prevalere sulle attività connesse alle nuove realizzazioni.

Questa premessa conferma l'attualità del tema della riabilitazione, che il Gruppo di Lavoro istituito dall'ITCOLD ha sviluppato e a cui questo documento si riferisce.

2. IL CONCETTO DI RIABILITAZIONE

Qui di seguito si riporta la classificazione delle attività che i Concessionari, sotto il controllo degli Organi Istituzionali, eseguono per garantire il mantenimento in esercizio delle opere:

- Manutenzione: la sequenza di attività, frequenti e continuative, necessarie al mantenimento in buono stato di esercizio dell'opera e delle sue componenti.
- Miglioramento: le attività, eccezionali, finalizzate all'incremento del beneficio tratto dall'opera esistente.
- Ammodernamento: attività che lo sviluppo tecnologico consente di prevedere con fine la miglior gestione dell'opera esistente.

Queste attività possono evolvere fino alla riabilitazione, essenzialmente quando insorgono situazioni di criticità:
Riabilitazione: il complesso di attività che preveda gli interventi correttivi da implementarsi a rimedio delle anomalie comportamentali riscontrate nell'opera, mirata al pieno recupero prestazionale, al riacquisto di una vita utile attesa il più possibile simile all'originaria, al conseguimento del grado di sicurezza, richiesto e necessario.

In merito si richiama che il grado di sicurezza di una diga è elemento di evoluzione, in parallelo con la vita e l'esercizio dell'opera: conseguentemente la sua valutazione non è definitiva ed immutabile nel tempo.

3. GLI INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

L'esame di una diga, finalizzato alla valutazione del suo comportamento immediato e nel prosieguo degli anni di esercizio, deve tenere conto delle precipue caratteristiche dei diversi fattori che caratterizzano l'opera ed incidono sul suo comportamento.

Fra questi ve ne sono di intangibili ed invariabili, degli "a priori":

- l'ubicazione
- la tipologia
- le dimensioni
- le scelte progettuali
- le caratteristiche dell'ambiente coinvolto
- le metodologie costruttive adottate
- la qualità esecutiva conseguita

Altri sono invece da considerarsi evolutivi:

- le variazioni antropiche del territorio
- le trasformazioni socio-economiche
- il progresso tecnologico
- lo sviluppo normativo
- le istanze di variazione nell'utilizzo delle risorse
- le disponibilità economico-finanziarie
- le scelte politiche

Da ultimo le anomalie del comportamento strutturale o di esercizio, nonché gli eventuali segnali di non conformità delle opere e dell'ammasso roccioso costituente l'imposta ed i versanti dell'invaso.

Fra questi:

- l'effetto indotto da eccezionali eventi naturali
- l'incidente da malfunzionamento o errore umano
- il degrado strutturale e/o dei sistemi operativi
- le anomalie segnalate dal sistema di monitoraggio
- i "segni" di spostamenti anormali, specie se soggetti a possibile evoluzione
- eventuali modifiche alle condizioni di esercizio
- eventuale decremento dei margini di sicurezza globale
- alterazione dei materiali

4. IL PARCO DIGHE ITALIANO

La vita media delle dighe esistenti in Italia ha superato i 50 anni, età che supera anche i 70 anni, limitando all'arco delle Alpi il territorio di riferimento.

Le grandi dighe italiane sono 541, di cui il 62% sono utilizzate a scopo idroelettrico o industriale; il restante 38 % ha finalità irrigua, idropotabile o di laminazione (Fig. 1: Alpe Gera la più alta in esercizio).

Fra i Concessionari, il gruppo ENEL detiene oltre il 32% delle opere, gli altri Concessionari idroelettrici il 30% (Fig. 2 traversa Miorina sul Ticino).

I Concessionari con una sola diga sono 106, e 22 quelli con 2 dighe (Fig. 3 diga di Rosamarina).

Questo estremo frazionamento dei Gestori, ha reso particolarmente difficile al Gruppo di Lavoro la ricerca di informazioni riguardo alle opere, ed in particolare riguardo agli interventi eseguiti dai Concessionari a tutela della qualità del loro comportamento strutturale ed operativo.

I dati che si riportano attengono al 57% del parco dighe nazionale, valore non certo tale da permettere di validarlo come esaustivo (Fig.4).

Per quanto attiene agli interventi riabilitativi, si deve però considerare la collaborazione ottenuta dai principali Concessionari e dagli studi di ingegneria specializzati nel settore, che consente di ritenere ben maggiore la percentuale relativa al totale degli interventi eseguiti, anche se non quantificabile; considerazione che accresce il valore delle analisi e delle sintesi che si sono sviluppate in merito, specie se ci si riferisce agli ultimi decenni, indicativamente a partire dal 1970.

Va poi sottolineato un fenomeno che per ora ha interessato prevalentemente il settore industriale ma che in prospettiva pensiamo si possa estendere anche agli altri comparti: l'accentuata frequenza di cessioni di titolarità delle concessioni sia per sopraggiunta scadenza sia per decisioni politico/finanziarie riguardanti il riassetto del settore. Dall'inizio del nuovo millennio ENEL ha ceduto oltre il 20% delle sue concessioni cui sono legate numerose dighe oggi di

competenza CVA, Tirreno Power, EON, Edipower, e sono inoltre nati nuovi soggetti quali HDE, SEL, ENEL Green Power , analogamente, anche se in misura minore, si è evoluta la situazione nel gruppo Edison.

Questa profonda trasformazione ha comportato la distribuzione all'interno delle newco di una porzione non indifferente del "know how" accumulato in oltre 30 anni di esercizio di una grossa porzione del parco impianti italiano.

Di converso nel settore irriguo e idropotabile, a fronte di una notevole dispersione di partenza, sono in gestazione accorpamenti miranti ad una razionalizzazione del settore.

5. TIPOLOGIA DELLE DIGHE ITALIANE

La lunga storia della realizzazione delle dighe italiane è segnata anche dalla eterogeneità delle diverse tipologie adottate. L'esame delle dighe oggi esistenti consente l'individuazione di ben 19 categorie principali.

Oltre alla fantasia dei progettisti che si sono impegnati nella definizione strutturale degli sbarramenti, anche le condizioni economiche e di disponibilità dei materiali e dei mezzi d'opera hanno contribuito a questa ricca varietà tipologica.

Basti pensare che la quasi totalità delle dighe italiane è stata realizzata nel XX secolo, periodo di sviluppo tecnologico e di importanti variazioni socio-economiche.

Nei primi decenni le dighe murarie sono soprattutto in pietrame interconnesse con malta, ma anche dighe a volte sostenute da contrafforti, nel campo delle dighe in materiali sciolti venivano adottate tipologie oggi desuete quali le terre omogenee e le scogliere addensate a mano (Fig. 5).

Vi è quindi lo sviluppo del calcestruzzo, dapprima semplice e poi armato. Materiale questo che ha consentito la definizione di forme tipologiche diverse, con la ricerca per esempio di soluzioni alleggerite per la tipologia a gravità, in accordo con il presupposto vigente in quegli anni (circa 1930÷1970) per cui la massima economia veniva a coincidere con il minor volume dei materiali impiegati, è l'epoca gloriosa delle dighe a gravità alleggerita (Fig. 6).

Soprattutto l'incremento del costo della mano d'opera, ma anche il parallelo sviluppo del macchinario di cantiere, ha definitivamente orientato la scelta verso le soluzioni più massicce con minori e più semplici superfici da casserare, ultimamente anche con la variante R.C.C.

Analogamente per lo sviluppo delle dighe in materiali sciolti, si può affermare il parallelismo con quello dei mezzi di scavo e movimento terra, che ha consentito la realizzazione di grandi rilevati a condizioni economiche competitive (Fig. 7).

Nel grafico seguente (Fig. 8) si riporta la distribuzione statistica delle diverse categorie evidenziando come circa il 30 % delle opere appartengono a schemi statici oggi ormai

definitivamente abbandonati. Tali sbarramenti sono spesso quelli che con l'andar del tempo il gestore ha dovuto significativamente aggiornare per le varie problematiche che più avanti andremo a dettagliare.

La ripartizione storica dei periodi di costruzione (Fig. 9) evidenzia come il grosso delle dighe in esercizio è stato realizzato tra gli anni '20 e gli anni '60, altro fattore su cui riflettere è il consistente numero di opere non completate, quasi esclusivamente a finalità irrigua-idropotabile, e quindi almeno parzialmente sottoutilizzate.

6. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

Si sono segnalate le difficoltà incontrate nella raccolta dei dati relativi alle dighe italiane, soprattutto per l'estrema frammentazione dei loro Concessionari.

Il gruppo di lavoro sulla Riabilitazione delle dighe in Italia si è formato all'inizio del 2008 con una prima fase di approfondimento tematico da cui è discesa la definizione degli obiettivi e della tempistica. La raccolta delle informazioni ha richiesto più di due anni, al termine dei quali si sono potute tirare le conclusioni di cui si da conto nel presente rapporto.

Comunque, la consolidata comunità dei tecnici che si occupano di queste tematiche, ha fornito elementi che si ritengono sufficienti a raffigurare un quadro ben rappresentativo di questa importante tematica. Un primo screening dei dati raccolti consente di completare la seguente tabella in cui gli interventi sono classificati per il periodo in cui sono stati eseguiti e per categorie tipologiche:

	Corpo diga	Paramento monte	Scarichi	Fondazione	
ante 1970	1	2		1	4
1970-79	1	4	4	0	9
1980-89	1	11	6	1	19
1990-99	7	18	4	4	33
2000-2009	16	17	26	13	72
post 2009	3	4	2	4	13
non datati	9	4	8	5	26
	38	60	50	28	176

In diversi casi gli interventi su di un'opera hanno riguardato diversi aspetti della stessa e quindi si può dire che le dighe oggetto delle attività di riabilitazione sono state 136.

Per quanto riguarda il periodo in cui sono stati eseguiti, è notevole l'incremento degli interventi negli anni più recenti (Fig. 10), tanto da non poter essere giustificato con il solo analogo incremento dell'età degli impianti. L'interpretazione non può non richiamare la già segnalata maggior attenzione volta allo sviluppo di attività che prolunghino la vita utile degli impianti. Attenzione che ha senz'altro determinato una significativa evoluzione nel settore gestionale degli impianti, ed in quello degli Organi di vigilanza.

In merito si richiama che ben 58 delle 541 dighe italiane sono soggette a limitazione di invaso: per un volume di 1.105 hm3. Volume che corrisponde per 805 hm3 agli invasi sperimentali in corso, per 300 hm3 a prescrizione preventiva.

Molto interessante è anche la ripartizione delle dighe sul territorio italiano, rapportata agli interventi eseguiti (Figg. 11, 12). La concentrazione delle informazioni derivanti dall'area Nord Ovest ancorchè influenzata da un'età media delle dighe più elevata e da una maggiore concentrazione di gestori idroelettrici, fa presupporre che esista ampio spazio per ulteriori segnalazioni di interventi effettuati e non ancora censiti.

Pur nella incompletezza delle informazioni disponibili si può anche rilevare che il costo medio degli interventi non si discosta significativamente dal milione di euro, cioè di un valore raramente superiore all'1% del valore dell'opera al nuovo.

Riguardo alle quattro macrocategorie in cui sono stati suddivisi gli interventi, si può sottolineare la prevalenza di rimedi alla tenuta del paramento diga rispetto agli interventi sul corpo della diga e, soprattutto, sull'ammasso di imposta (Fig. 13).

Per valutare la significativa (28%) percentuale riferita agli organi di scarico, bisogna considerare le rivalutazioni che hanno portato all'incremento delle onde di piena massime prevedibili, con effetto gli interventi agli scarichi superficiali.

Dal punto di vista delle parti di infrastruttura oggetto degli interventi le quattro categorie individuate presentano tutte un buon numero di casi che verranno analizzati nel seguito.

7. FINALITA' DEGLI INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

Tutta una serie di problematiche importanti e delicate riguardanti varianti anche sostanziali ad un progetto approvato e legate ad evidenze emerse in fase realizzativa o durante gli invasi sperimentali, non sono oggetto della presente indagine in quanto risolte prima del collaudo.

Vengono presi in esame quei provvedimenti adottati dai Concessionari nella fase di maturità di un'opera e legati quindi alle evidenze che emergono nel periodo di vero e proprio esercizio.

Gli interventi segnalati discendono dalle criticità riscontrate sullo sbarramento in esercizio. Si possono organizzare in:

- carenze strutturali
- inadeguatezza opere di scarico
- instabilità del territorio circostante

A ciascuna di queste criticità è associato uno dei tre disastri italiani per cedimento di dighe: Gleno 1923, Sella Zerbino 1935, Vajont 1963 (Figg. 14, 15, 16).

7.1. CARENZE STRUTTURALI

A questa categoria appartengono oltre il 60% delle segnalazioni e sono così ulteriormente articolabili:

- carente assetto statico
- insufficiente impermeabilità del corpo diga e/o dello schermo in fondazione
- insufficiente sistema di drenaggio
- inadeguata risposta alle azioni esterne (temperatura) o interne (trasformazioni chimiche).

a) Carente assetto statico

Si tratta evidentemente del caso più significativo, in quanto prefigura un potenziale squilibrio strutturale in determinate situazioni di sollecitazione in funzione della configurazione dell'opera.

Dalla raccolta dei dati risulta che i casi di intervento di appesantimento del corpo diga sono 8, in altri 6 casi sono citati interventi di realizzazione di un nuovo paramento massiccio in calcestruzzo. Modalità questa che fa presupporre l'intento di risolvere contemporaneamente il problema statico e quello dell'impermeabilità (Fig. 17).

b) Insufficiente impermeabilità corpo diga e schermo

L'impermeabilità di uno sbarramento è contributo essenziale alla sua funzionalità, ma anche protezione nei riguardi di indesiderate ed anche pericolose filtrazioni in corpo diga o nell'ammasso costituente la sua imposta.

Si tratta di caratteristica difficile da preservare nel tempo, perché frutto di un complesso di dispositivi soggetti ad importanti sollecitazioni da parte dell'ambiente esterno.

L'impermeabilità di uno sbarramento è ottenuta essenzialmente mediante i seguenti apparati:

- paramento di monte (Fig. 18)
- giunto, coprigiunto (Fig. 19)
- schermo di fondazione

L'inefficienza di ciascuno di essi provoca, a seconda della tipologia dello sbarramento, fenomeni degenerativi pericolosi, talvolta causa di altre azioni evolutive in atto, soprattutto destabilizzazione della zona d'imposta.

L'indagine espletata mette in luce, per quanto riguarda i paramenti di monte, una netta prevalenza delle modalità legate alla posa di film sottili (35) (Fig. 20):

- trattamenti superficiali impermeabilizzanti
- paramenti bituminosi (Fig. 21)
- gunitature

meno rilevanti quantitativamente i casi di attività più impegnative (11) quali:

- paramenti metallici (Fig. 22)
- paramenti massici in cls (Fig. 23)
- nuovi manti in cls
- ricostruzione paramenti in bolognini (Fig. 24)

L'esito soddisfacente di tali interventi e l'aspettativa di vita degli stessi sono certamente variegati e strettamente correlati alle scelte dei materiali e ai corretti metodi realizzativi (Fig. 25).

Di tali interessanti informazioni non esiste una organica raccolta se non nel "know how" cumulato nelle aziende concessionarie e presso gli studi di consulenza di cui esse si avvalgono.

Sugli interventi in corrispondenza dei giunti o sugli schermi di impermeabilizzazione, spesso abbinati, le segnalazioni sono poco più che puntuali e non consentono di estrarre una casistica significativa.

c) Insufficiente sistema di drenaggio

Argomento strettamente legato a quello precedente è indubbiamente il corretto dimensionamento del sistema di drenaggio in corpo diga ed in fondazione. Nel corso dell'esercizio dell'opera, in correlazione all'efficienza del sistema di impermeabilizzazione, questo apparato costituisce un elemento essenziale per l'evacuazione corretta delle permeazioni ed il controllo delle sottopressioni sul piano di fondazione e nell'ammasso di imposta.

Una tematica abbastanza diffusa ma che non ha dato adito a specifiche indicazioni, è il graduale deterioramento dell'efficienza della capacità dei dreni per progressivo sviluppo di colate carbonatiche (Fig. 26).

Interessante in merito il dispositivo adottato alla diga dell'Eugio, con sifoni al piede delle canne drenanti, finalizzato ad impedire la risalita dell'aria.

Quantitativamente le segnalazioni non sono numerose (Fig. 27):

- integrazione sistema drenante nel corpo diga: 6
- integrazione sistema drenante in fondazione: 8

d) Inadeguata risposta alle azioni esterne o interne

In questa categoria rientrano una serie di fenomeni quali:

- lesioni o deformazioni anomale per sollecitazione termica
- rigonfiamento corpo diga per sviluppo reazione alcali-aggregati
- impoverimento del legante per progressivo dilavamento

I provvedimenti adottati sono essenzialmente riconducibili alla seguente casistica (Fig. 28):

- iniezioni nel corpo diga: 5
- iniezioni in fondazione: 1
- tagli strutturali: 3 (Fig. 29)
- incollaggio lesioni: 3

7.2. INADEGUATEZZA ORGANI DI SCARICO

A questa categoria appartengono circa il 30% delle segnalazioni e sono così ulteriormente articolabili (Figg. 30, 31):

- insufficiente dimensionamento
- inadeguatezza organi di intercettazione
- inadeguata risposta alle azioni esterne (materiale flottante o sedimentato)

La classificazione degli interventi come raccolta dalle segnalazioni pervenute, non consente una attribuzione punto per punto dei raggruppamenti di intervento ad una specifica finalità.

In diversi casi le modifiche all'assetto originario hanno avuto l'esito di migliorare da tutti i punti di vista l'efficienza del complesso degli organi di scarico esistenti, anche se di solito quello prevalente è l'incremento di capacità di evacuazione complessiva.

A ciò ha certamente contribuito l'esperienza di esercizio e l'evoluzione degli studi idrologici con un livello di oggettività ben più spinto rispetto al concetto di piena di progetto su cui la gran parte delle dighe era stata dimensionata.

La tendenza generale è oggi di privilegiare scarichi di superficie a soglia libera e con luci ampie in modo da ridurre i rischi di occlusione da materiale galleggiante.

Una categoria di recente sviluppo è quella degli organi dedicati al rilascio del Deflusso Minimo Vitale che in qualche caso si configurano come vere e proprie opere accessorie nel corpo diga.

7.3. INSTABILITA' DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE

Si tratta generalmente di problemi connessi all'instabilità di aree più o meno importanti del territorio circostante lo sbarramento o l'invaso con esso realizzato.

A modesti fenomeni localizzati, di facile soluzione, si affiancano casi in cui le aree e i volumi di versante soggetti a frana o a deformazioni gravitative, raggiungono valori assolutamente importanti e richiedono interventi anche drastici.

Le segnalazioni in merito non raggiungono il 5%, anche se con ogni probabilità sottostimano la oggettiva realtà.

Generalmente i problemi di questo tipo, se non individuati in fase progettuale, si evidenziano in fase costruttiva con l'apertura degli scavi o, ancor più, con la realizzazione dell'invaso e conseguente imbibizione del versante sede di instabilità (Fig. 32).

Entità e qualità dei fenomeni non consentono ovviamente una generalizzazione degli interventi a rimedio, marcatamente caratterizzati dal caso per caso e spesso causa di drastica riduzione delle capacità di invaso.

8. IMPORTANZA DELLE RIABILITAZIONI

Il quadro della tematica riabilitativa, come seppur sinteticamente enunciato nei capitoli precedenti, è quanto mai articolato.

La molteplicità delle problematiche che si pongono durante la lunga vita delle dighe è ben più ricca di spunti e sfumature di quanto non si possa schematizzare in uno studio come quello presente in quanto ogni opera di sbarramento costituisce un unicum con il territorio che la ospita senza contare il peso che assume il contesto climatico.

Altro fattore talvolta determinante è il contesto in cui chi gestisce la diga si trova ad analizzare una anomalia e a progettare un possibile rimedio. Nel descrivere il quadro che emerge da oltre 40 anni di interventi di riabilitazione emergono evidenti i fenomeni evolutivi dettati da un know how che via via si è affinato anche in relazione ad una maggiore esperienza, più approfondite analisi e maggiore attenzione ai volumi di spesa.

In generale laddove le informazioni sui singoli interventi lo hanno consentito, è stato espresso un giudizio positivo sull'efficacia delle attività messe in campo, ma tale quadro va preso con la dovuta prudenza vista la lentezza con cui si sviluppano i fenomeni di deterioramento per mastodonti quali le grandi dighe.

Da notare come, secondo le testimonianze di chi ha collaborato al Gruppo di Lavoro, quasi sempre si sono risolti efficacemente problemi anche gravi all'origine degli interventi messi in atto con costi variabili ma sempre al di sotto del 10% del valore di ricostruzione dell'opera.

Diverse iniziative riabilitative nascono dalla necessità di riportare l'opera ad uno standard di sicurezza accettabile in quanto l'obiettivo della piena affidabilità nell'esercizio degli sbarramenti a tutela del territorio circostante è sempre stato il fulcro della legislazione tecnica cumulatasi nell'arco dei decenni facendo tesoro delle esperienze talvolta drammatiche della comunità nazionale.

Una struttura quale una grande diga è un valore trasmessoci dalle generazioni precedenti che abbiamo, il dovere morale oltre all'interesse economico di preservare ai fini di un proficuo utilizzo anche per le generazioni future

9. LEGAME ANOMALIA - INDAGINE - SOLUZIONE

Il quadro che emerge da questa seppur incompleta indagine statistica evidenzia come la materia presenti una notevole ricchezza di spunti di approfondimento, alcune domande possono indirizzare ulteriori sviluppi di ricerca:

- Gli interventi posti in essere sono stati risolutivi?
- Le tecnologie a suo tempo adottate sono ancora attuali?
- Che tempi e quante risorse sono state investite nella fase di analisi pre-intervento?
- Si può parlare di best practices? Quanto sono note alla comunità tecnica formata dai gestori, consulenti, autorità tutorie, atenei?
- L'evoluzione normativa ha indirizzato positivamente gli investimenti nell'ambito della sicurezza dighe?

10. PROBLEMATICHE RECENTI

L'indagine statistica, come si è esposto, ha mirato a raccogliere la maggiore quantità possibile di informazioni risalendo a ritroso anche di svariati decenni, ne consegue che alcune problematiche interessanti oggi la platea degli operatori non hanno ancora un peso quantitativo

significativo, ma che diventerà più evidente nei prossimi anni. Parliamo in particolare di filoni quali:

- misure per la mitigazione dell'interrimento
- razionalizzazione degli organi di smaltimento piene (Fig. 33)
- misure per il controllo degli effetti di rigonfiamento cls per fenomeno alcali – aggregati
- adeguamenti per adempimenti naturalistici quali nuovi scarichi per Deflussi minimi vitali, scale pesci, usi plurimi
- dismissione opere non rispondenti ai requisiti minimi di sicurezza (Fig.34)

11. BASE DATI

Il Gruppo di Lavoro Riabilitazione Dighe ha prodotto 76 schede disponibili in Allegato 1. Nelle schede sono riportate descrizioni sintetiche dei lavori eseguiti per la riabilitazione di dighe in Italia. Questi lavori riguardano una frazione (significativa) dei lavori di ripristino effettuati sulle 533 grandi dighe italiane.

L'attività del Gruppo di Lavoro proseguirà con un osservatorio affidato dall'ing. Francesco Fornari, che si occuperà di mantenere aggiornata ed eventualmente di completare la documentazione ad oggi costituita.

Per questa ragione i dati resi disponibili sono stati costituiti in un inventario ragionato, ed adatto a essere integrato in futuro con nuovi dati, in base ad una precisa metodologia sistemica.

La base dati è realizzata su supporto software Microsoft Office, ed è costituita da due tabelle fondamentali, una per l'insieme delle dighe italiane, e l'altro specificamente per i lavori di ripristino. Le due tabelle sono tra loro collegate in modo che si rende possibile:

- aggiornare l'inventario mediante comode maschere;
- effettuare analisi di qualunque tipo mediante lo sviluppo di queries;
- produrre rapporti e schede di buona qualità grafica.

La procedura di gestione e manutenzione dell'inventario deve essere rigorosa per evitare la corruzione di dati e per garantirne la validazione. L'amministrazione dell'inventario sarà certamente di responsabilità del coordinatore del futuro Osservatorio.

Alcune indicazioni sulle procedure, la terminologia specializzata ed i campi sono elencati in appendice.

L'inventario è uno strumento di utilità interna del Gruppo di Lavoro, eventualmente di Itcold, e non ha la pretesa di essere corretto in ogni sua parte. Esso può essere tuttavia perfezionato e può divenire molto utile per i Soci.

In allegato al presente documento (Allegato 2) sono riportate le istruzioni della base dati.

12. POSSIBILI SVILUPPI

Dalle considerazioni esposte, vista la complessità dei temi che la comunità tecnica che si occupa delle dighe in esercizio deve presidiare senza smagliature, discende a nostro giudizio l'importanza di mettere a fattor comune quanto via via acquisito in termini di conoscenza/esperienza.

Quanto prodotto fino ad oggi dal Gruppo di Lavoro ITCOLD, pur coi limiti esposti, può senz'altro costituire una base a cui fare riferimento. Il database predisposto da questo GdL può diventare un potente strumento di indirizzo e condivisione.

Serve senz'altro la conferma di un interesse da parte di tutti gli attori del settore: esercenti, autorità di vigilanza, ambito della ricerca scientifica per affrontare i temi dell'invecchiamento di queste opere che vorremmo eterne in analogia a quanto avviene in campo medico dove, su basi statistiche più ampie, vengono raggiunti importanti progressi che diventano rapidamente patrimonio universale.

Nel recente Simposio di Innsbruck è stato anche messo a tema un aspetto fortemente sentito dai partecipanti: ha senso pensare ad una Normativa europea? Forse è prematuro ma ogni sviluppo normativo dei singoli stati membri dovrebbe tener conto di un contesto sovranazionale, purtroppo invece stiamo assistendo ad esempio alla formulazione di normative regionali riguardanti le piccole dighe tra loro sensibilmente differenziate.

13. CARENZA DELLE RISORSE

Come detto nell'introduzione le grandi dighe sono infrastrutture che nella maggioranza dei casi modificano in maniera definitiva l'assetto paesaggistico; superati gli scogli autorizzativi, le opposizioni locali, talvolta motivate, spesso pretestuose, le incertezze della fase realizzativa e gli invasi sperimentali, vanno a costituire una risorsa del territorio cui ben raramente la popolazione accetta di rinunciare.

Queste vere e proprie miniere a cielo aperto, soffrono spesso del fatto che non sono più viste, a volte nemmeno dai Concessionari, come un'opera speciale con le sue peculiari esigenze manutentive proporzionali al valore di reintegro del bene, ma come una porzione di un impianto industriale la cui vita utile è usualmente ben più esigua.

Negli anni scorsi abbiamo assistito ad una proliferazione di provvedimenti incentivanti lo sviluppo delle fonti rinnovabili, tali iniziative certamente efficaci hanno determinato un boom di investimenti nel settore eolico, fotovoltaico, delle biomasse, anche l'idroelettrico ne ha beneficiato parzialmente con una accelerazione nel rinnovo dei macchinari. L'ambito delle grandi infrastrutture idrauliche è però stato solo sfiorato da tali interventi finanziari mentre ci sarebbe margine anche per riconoscere l'elevato valore energetico da preservare in ambito idroelettrico, senza parlare di quanto siano strategiche le risorse a fini idropotabili ed irrigui.

L'altro aspetto che ha una enorme influenza sui comportamenti dei gestori è l'esiguità degli

orizzonti temporali delle concessioni, è evidente che un soggetto che deve fare i conti con un piano industriale, non può accettare investimenti i cui benefici siano raccolti ben al di là del termine di sicura disponibilità. La durata delle concessioni dovrebbe razionalmente essere commisurata ad una stima degli investimenti insiti nella gestione dello specifico impianto che, come si diceva ben difficilmente può essere dismesso.

Senza un ripensamento in tal senso diventa fatale che opere così imponenti come le dighe tendano ad essere le cenerentole nell'ambito delle grandi reti infrastrutturali in quanto soggette a sempre più pressanti vincoli non accompagnati da proporzionali remunerazioni.

14. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati raccolti e precedentemente presentati, risulta che il numero complessivo degli interventi riabilitativi, indipendentemente dalla loro importanza, è di 176 su 136 dighe (di cui solo 149 sono classificabili per tipologia di intervento) cui corrisponde il 25% delle dighe italiane.

Oltre la metà di questi interventi sono stati eseguiti negli ultimi 10 anni, fatto dovuto sicuramente non solo all'incremento di età degli impianti, ma anche alla maggiore attenzione dedicata da parte dei soggetti coinvolti al prolungamento della vita utile degli stessi.

Si segnala inoltre come gli interventi di riabilitazione che attengono a problematiche connesse all'ammasso di fondazione sono solo il 15%, in contrasto con la casistica internazionale in cui queste criticità sono prevalenti. In Italia emergono invece come predominanti gli interventi a recupero dell'impermeabilità del corpo diga, che rappresentano il 38% del totale e che per oltre il 70% dei casi sono stati risolti con la posa di film sottili, per l'esattezza per il 50% con manti in PVC.

Si riporta qui di seguito un grafico che ha suscitato molto interesse agli scriventi, presentato dall'Ing. Cristian Andersson, dello Swedish Hydropower Centre, in un suo documento presentato all'8th ICOLD EUROPEAN CLUB SYMPOSIUM di Innsbruck del settembre 2010 (Fig. 36).

La Svezia è caratterizzata da uno scenario per certi versi analogo a quello italiano, con centinaia di dighe eseguite per la quasi totalità verso la metà del secolo scorso; in questo grafico l'Ing. Andersson raffigura, seppure per il solo settore idroelettrico svedese, l'andamento degli investimenti, dei costi di gestione e manutenzione e le competenze tecniche disponibili del settore ("available competence"). Nel grafico viene mostrato come la diminuzione degli investimenti, conseguente al crollo delle realizzazioni dei nuovi impianti, abbia portato anche ad una diminuzione di queste "available competence".

Nonostante la sopracitata analogia tra Italia e Svezia, noi riteniamo per contro che in Italia la curva delle "available competence" non sia e sicuramente non sarà più in discesa perché gli interventi di riabilitazione, sempre più necessari oggi ma soprattutto un domani sulle nostre dighe, fanno e faranno sì che sia necessaria una sempre maggiore presenza di tecnici qualificati che dovranno fronteggiare problematiche non previste o prevedibili in sede di progettazione di una nuova opera e che dovranno disporre di un "know-how" che gli permetta di intervenire su una grande varietà di tipologie di sbarramento alcune delle quali non vengono più eseguite da quasi un

secolo.

Come esposto più sopra, riteniamo che una concreta facilitazione per l'acquisizione di questo "know-how" sia sicuramente la conoscenza e lo studio delle problematiche e dei conseguenti interventi riabilitativi già eseguiti e che, la frammentazione dei Concessionari spesso rende molto difficile; gli strumenti più opportuni dovranno essere approfonditi possibilmente con il contributo fattivo di tutti gli attori del settore.

RIFERIMENTI

1. International Energy Agency, "*Key world energy statistics",* 2008

2. Hydropower and Dams, "*World Atlas*", 2008

3. R. Charlwood, J.M.B. Sanz, "*Chemical Expansion of concrete in dams & Hydro-Electric Projects*", ICOLD Symposium, Sofia, 2008

4. N. Bishop, "*Water ways*", Water Power & Dam Construction, June 2008

5. ATCOLD, "Proceedings of 8th ICOLD European Club Symposium ", 2010

FIGURE

Fig.1: Alpe Gera (SO) h 160 m

Fig. 2: Miorina (VA) h 3,3 m

Fig. 3: Rosamarina (PA) h 84 m

Fig 4: Ripartizioni concessionari

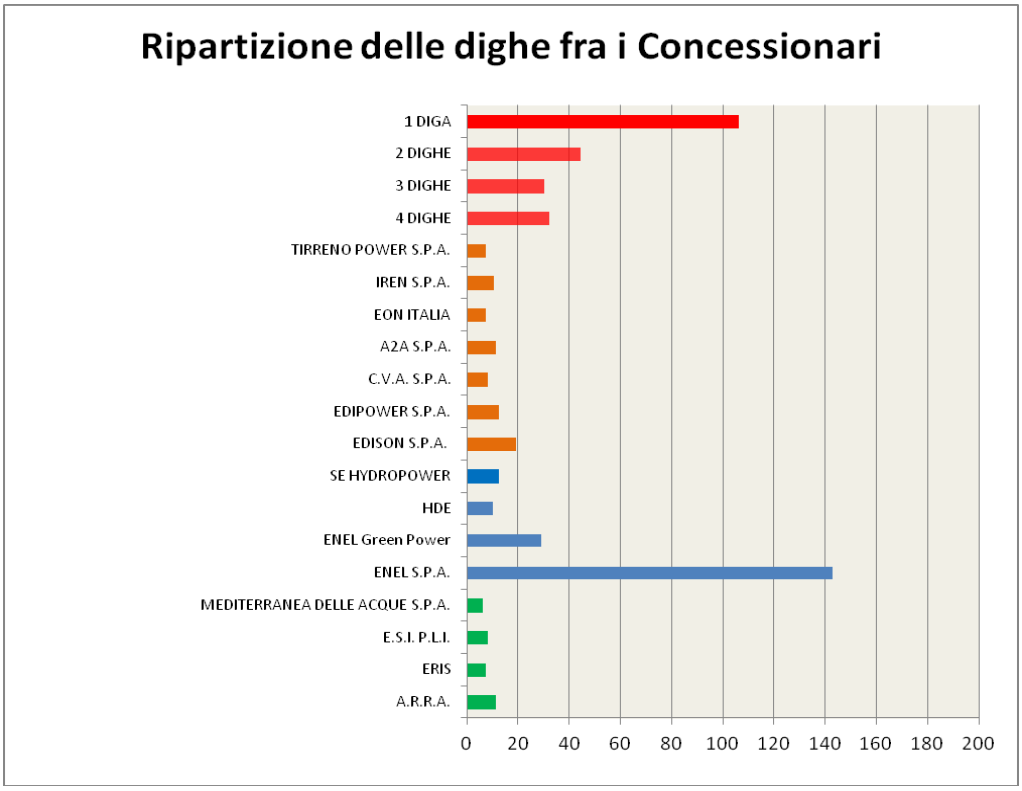


Fig. 5: Pian Sapejo (GE)

Fig. 6: Sabbione (VB) h 61 m

Fig. 7: Santa Rosalia (RG) h 53 m

Fig. 8: Ripartizione tipologica

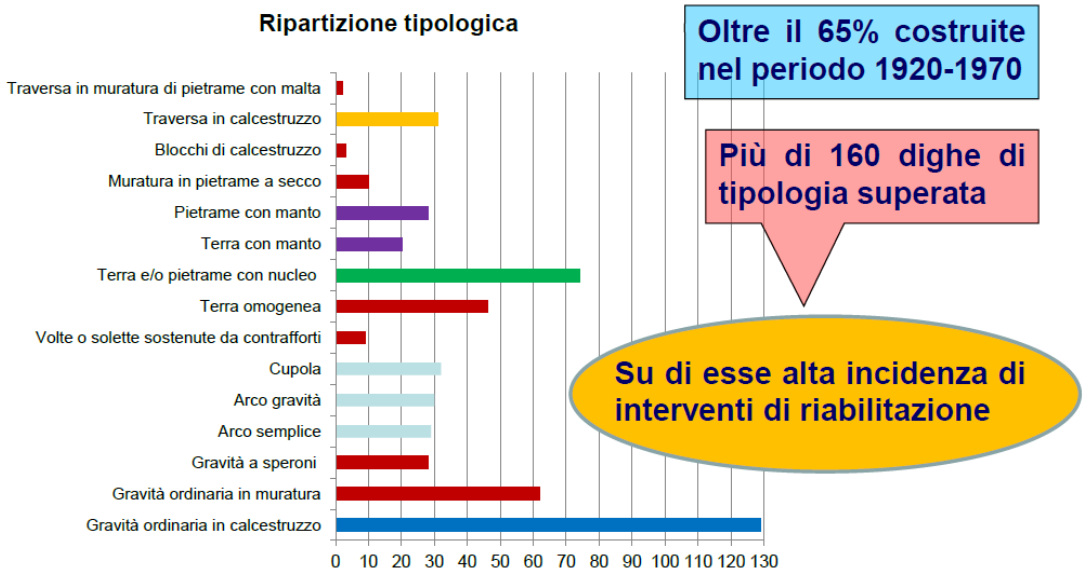


Fig. 9 Periodo di costruzione

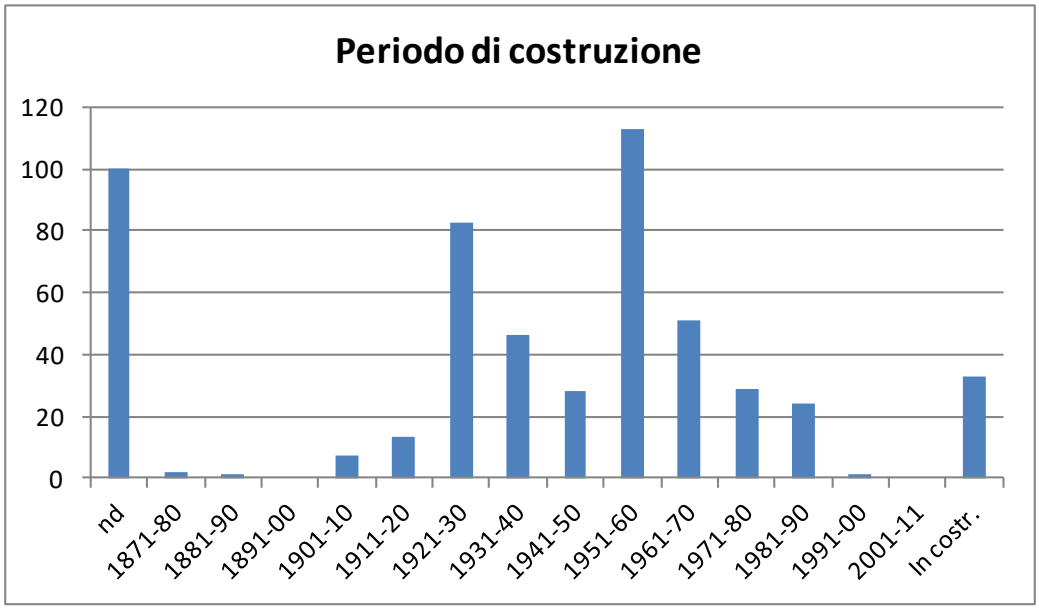


Fig. 10: Periodo di costruzione e interventi manutenzione straordinaria

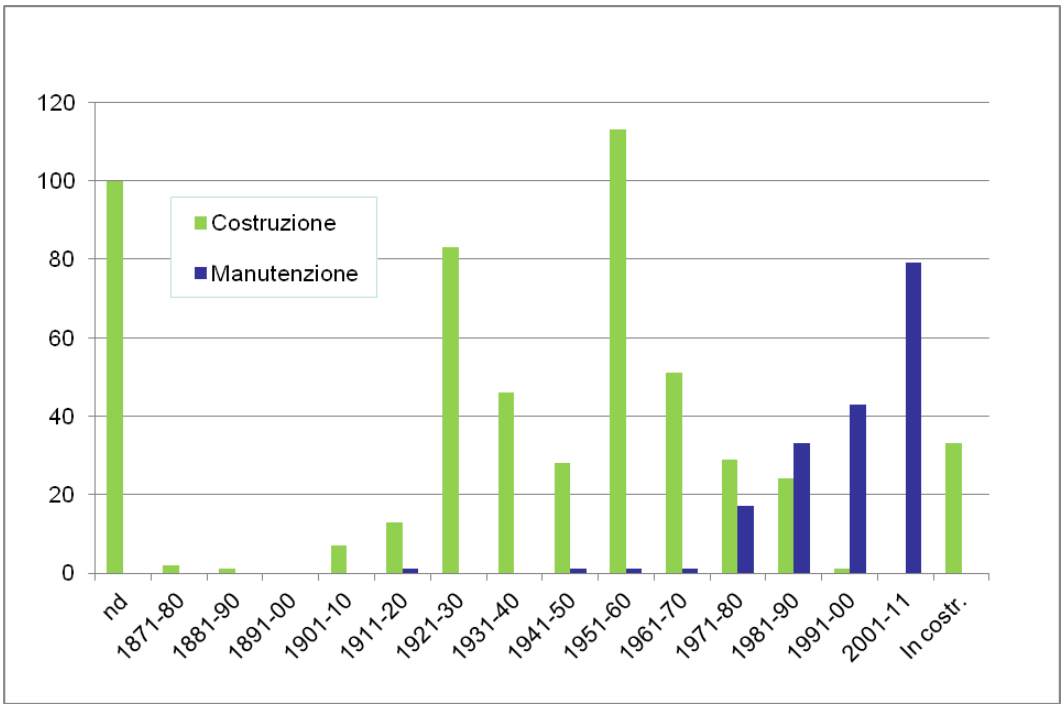


Fig. 11: Ripartizione dighe per regione

Distribuzione territoriale dighe in Italia

= 10 dighe

Nord	*46%*
Centro	*22%*
Sud e isole	*32%*
Totale	*541*

Fig. 12: Ripartizione interventi censiti per regione

Interventi di riabilitazione censiti

= 10 interventi

Nord	*83 %*
Centro	*6 %*
Sud e isole	*11 %*

Prevalentemente al Nord Ovest

Quasi esclusivamente da operatori idroelettrici

Fig. 13: Interventi censiti per parte interessata

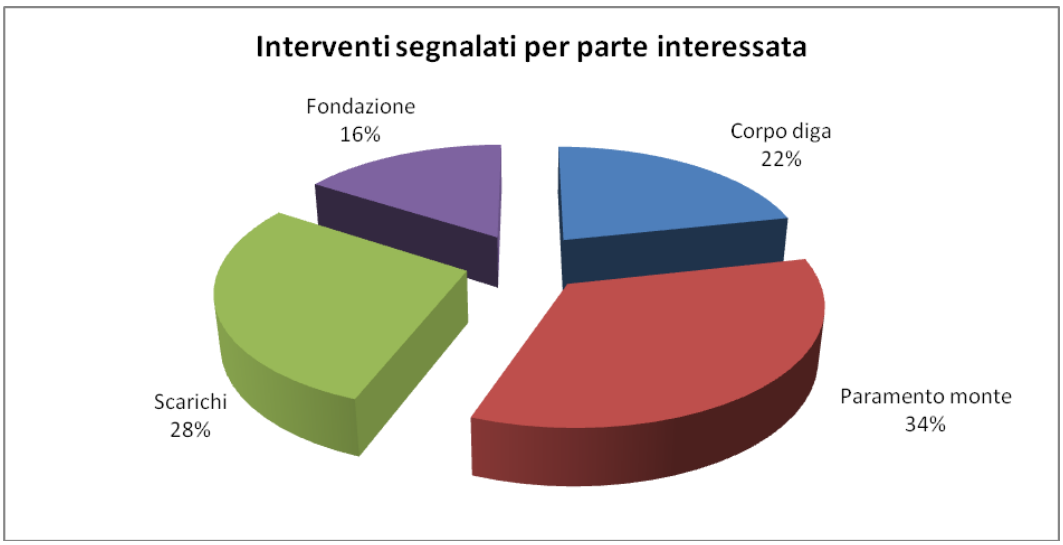


Fig. 14: Gleno (BG) 1923: cedimento in fondazione

Fig. 15: Sella Zerbino (AL) 1935: inadeguatezza organi di scarico

Fig. 16: Vajont (BL) 1963: instabilità versante

Fig. 17: diga Valtoggia (VB): nuovo paramento massiccio

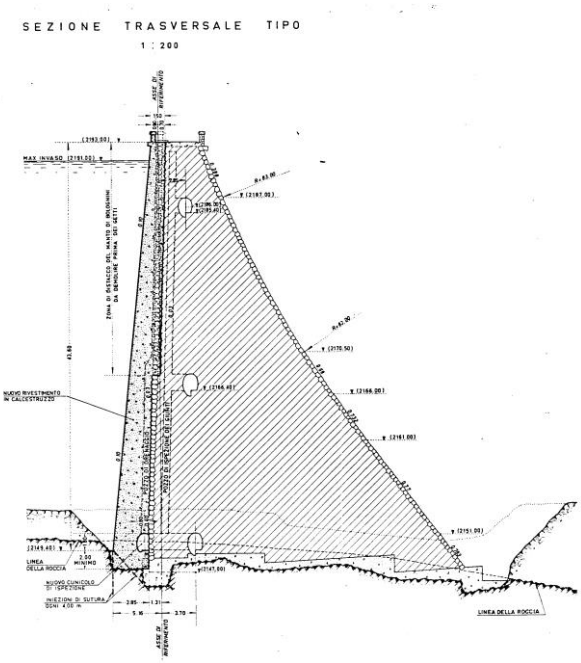


Fig. 18: diga Lago della Rossa (TO): gunitatura

Fig. 19: diga Lago Pescegallo (SO): rifacimento travi coprigiunto

Fig. 20: diga Publino (BG): nuovo paramento in PVC

Fig. 21: diga Monte Cavallaro (SR): nuovo paramento bituminoso

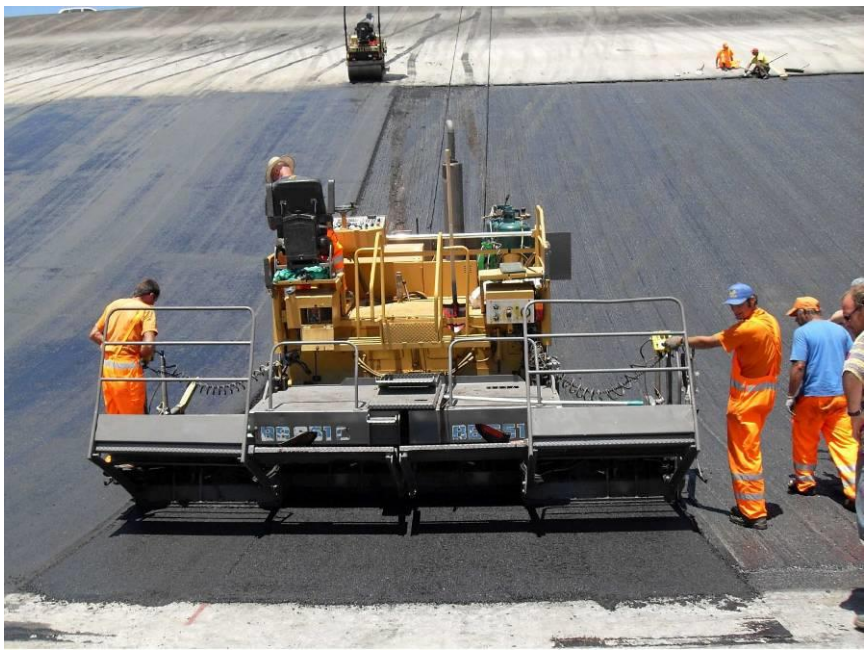


Fig. 22: diga Cingino (VB): nuovo paramento metallico

Fig. 23: diga Lago Busin (VB): nuovo paramento massiccio in cls

Fig. 24: diga Agaro (VB): ricostruzione paramento in bolognini

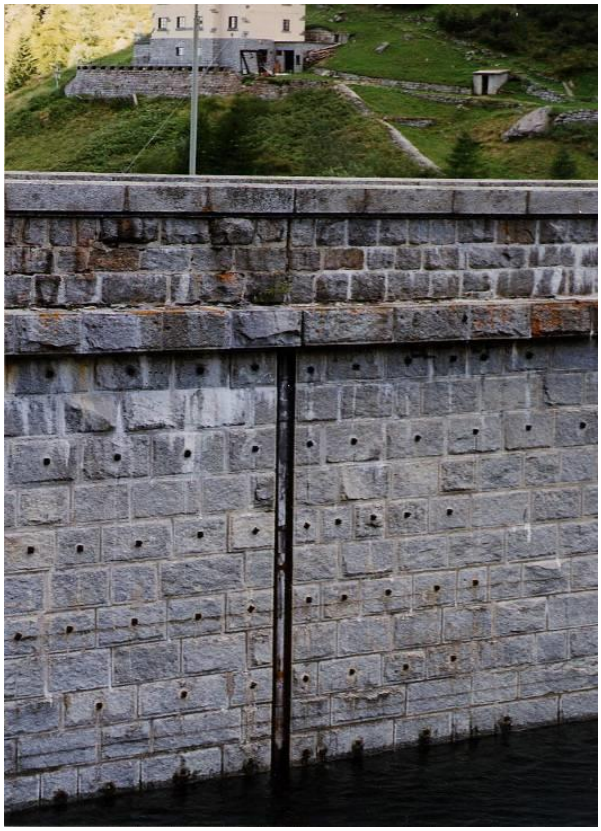


Fig. 25: interventi sul paramento di monte

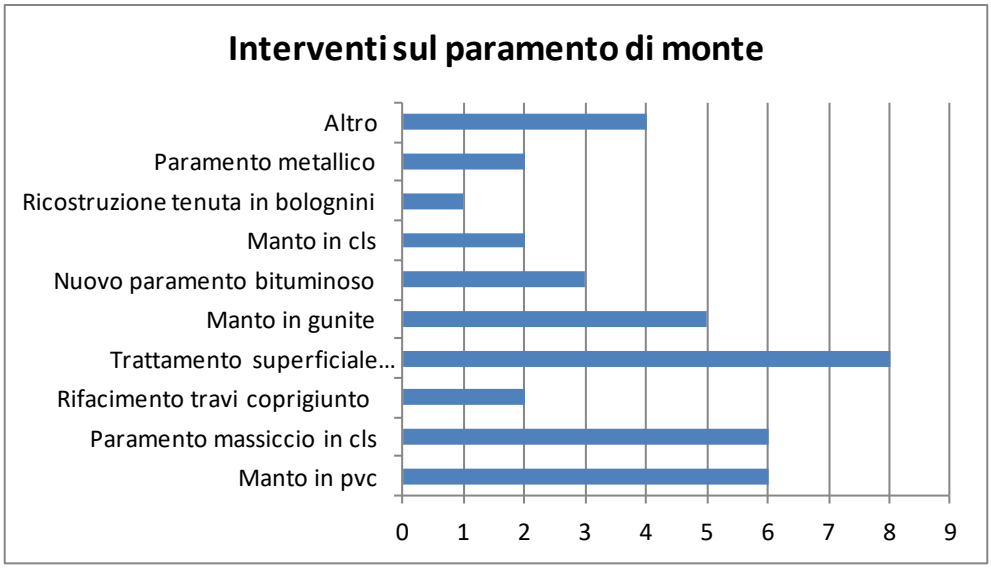


Fig. 26: esempio di un dreno intasato

Fig. 27: interventi di fondazione

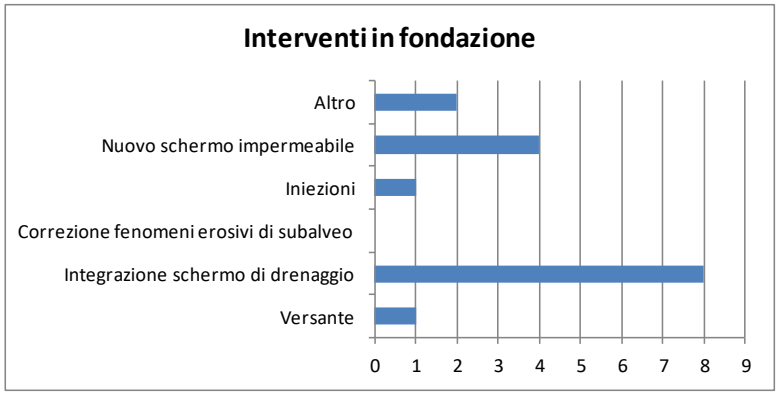


Fig. 28: interventi sul corpo diga

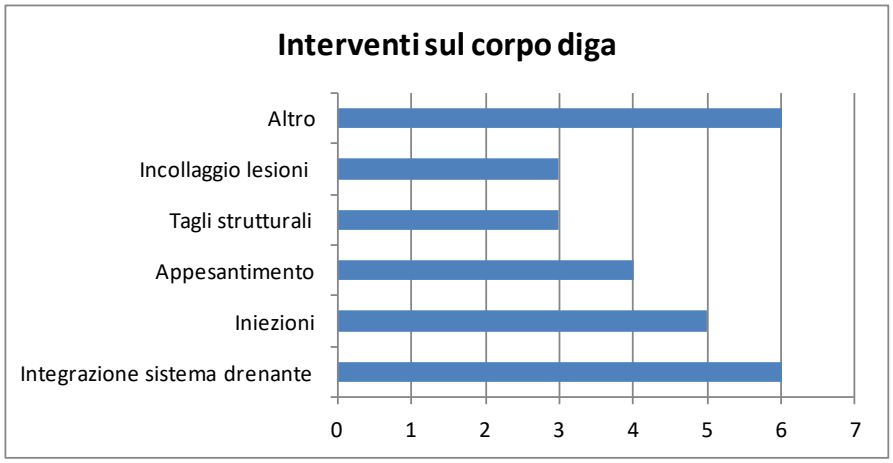


Fig. 29:Diga Poglia (BS): taglio strutturale

Fig.30: Interventi sugli organi di scarico

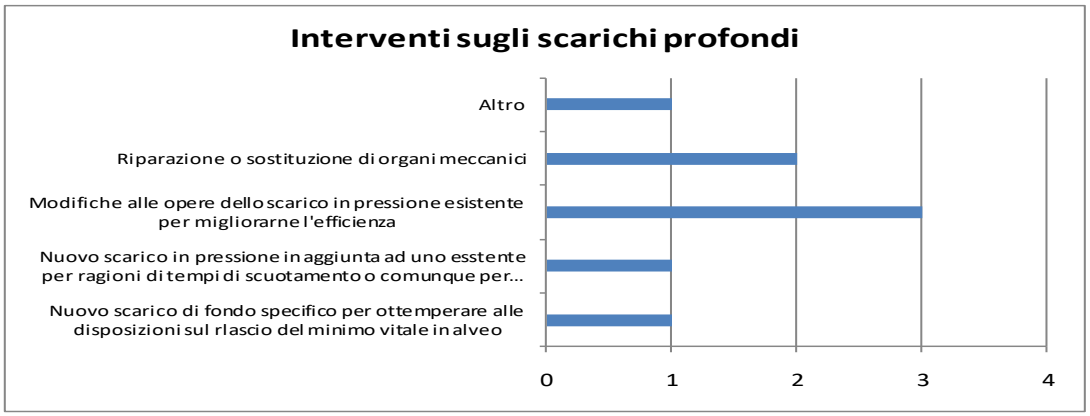


Fig. 31:Diga Ponte Acqua (BG): nuovo scarico di superficie

Fig. 32:Diga Beauregard (AO): versante sponda sinistra

Fig. 33:Diga Fedio (CN): nuove paratoie scarico di fondo

Fig. 34:Diga Campo Tartano (SO): imbocco scarico sussidiario

Fig. 35:Diga Rio Salita (LU): intervento di messa in sicurezza

ante intervento

post intervento

Fig. 36: Sviluppo temporale investimenti e “know how” in Svezia

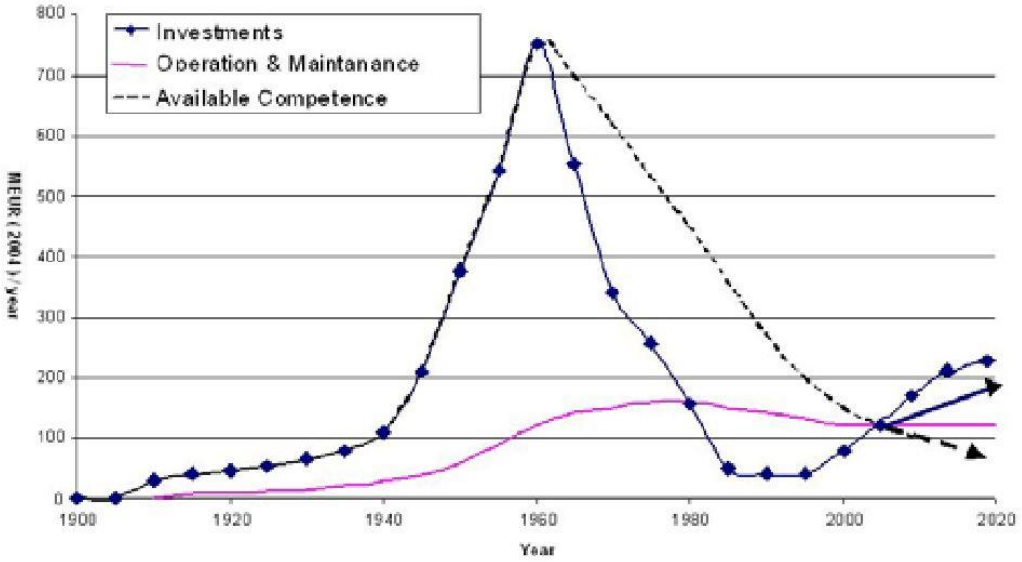


Figure 1: Historical and projected annual investments, annual operation & maintenance costs and “available competence” (schematic illustrations) in the Swedish hydro power industry.

2.

ITCOLD
Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE

OSSERVATORIO PERMANENTE
RAPPORTO MAGGIO 2014

2014

INDICE

1. PREMESSA

2. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

3. IL PARCO DIGHE ITALIANO

4. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

5. CONCLUSIONI

ALLEGATO 1 : Raccolta schede interventi aggiornata

15. PREMESSA

Nel maggio 2012 è stato completato il report conclusivo del gruppo di lavoro riabilitazione dighe che ha operato tra 2008 e 2011 una raccolta di informazioni sugli interventi di manutenzione straordinaria messi in opera dai concessionari negli ultimi 40 anni

Il risultato di tale indagine ha dato origine ad una Relazione finale disponibile sul sito ITCOLD e ufficialmente presentata in occasione della Giornata di Studio tenutasi a Roma il 16 maggio 2012.

Il lavoro ha fornito una interessante casistica di attività riabilitative miranti a risolvere tutta una serie di problematiche insorte durante l'esercizio degli sbarramenti

Dette informazioni sono state aggregate sistematicamente in base agli obiettivi dichiarati, alla tipologia di diga oggetto degli interventi e alle soluzioni tecniche adottate

Ne è nato un rapporto che nonostante non sia esaustivo fornisce un quadro interessante degli approcci adottati per risolvere le carenze identificate e della loro evoluzione in base alle esperienze e alle tecnologie via via disponibili

Appare anche evidente come le dimensioni degli operatori siano determinanti nel mettere a fattor comune il know how acquisito per affrontare problematiche spesso rare in quanto legate a specificità delle opere e all'ambiente in cui sono inserite

In Italia gli operatori con almeno 8 dighe sono una decina e gestiscono meno del 50% degli sbarramenti, i piccoli concessionari non hanno di solito una struttura tecnica interna e si appoggiano a un ristretto numero di esperti operanti anche in campo internazionale

In questo contesto è stato riconosciuta in ambito ITCOLD l'importanza di procedere con una sistematica classificazione degli interventi di riabilitazione una volta giunti a compimento e con una azione divulgativa che consenta ai detentori di interesse di essere sempre aggiornati su quanto di meglio matura in questo settore strategico.

A tal fine il Comitato di Presidenza ha deliberato in data 20 settembre 2012 di istituire un Osservatorio Permanente sulla Riabilitazione delle Dighe incaricando l'Ing. Francesco Fornari di procedere con le metodiche definite nell'ambito del Gruppo di Lavoro a completare e tenere aggiornata la mole di dati raccolta.

Il presente Rapporto da conto dell'attività svolta nell'arco degli ultimi due anni, vengono ripercorsi gli argomenti trattati nella relazione 2012 evidenziando le informazioni salienti oggetto di integrazioni.

16. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

Come già detto si trattava di:

- continuare la raccolta delle segnalazioni di intervento
- organizzare le informazioni secondo un ordinato criterio di omogeneità
- predisporre le nuove schede informative
- sollecitare i portatori di interesse a collaborare nella circolazione delle informazioni
- entrare in contatto con analoghe iniziative in campo internazionale

Volendo dar conto al Consiglio dell'attività svolta in questi mesi, essa può essere così sintetizzata:

contattati numerosi soggetti operanti nel settore: gestori, progettisti, imprese,

- ✓ predisposta mail list e aggiornato archivio interventi
- ✓ predisposte 42 nuove schede intervento, nel seguito allegate,
- ✓ preso contatto con l'ICOLD Committee on Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams" con l'obiettivo di acquisire utili spunti di sviluppo
- ✓ partecipato con la presentazione dell'attività in oggetto ai seguenti eventi:
  - Symposio del Comitato Francese Grandi Dighe CFBR (Grenoble 31 gennaio 2013)
  - Giornata Mondiale dell'Acqua Associazione Idrotecnica Italiana (Torino 20 marzo 2013)
  - Simposio del Club Europeo EURCOLD (Venezia 10-13 aprile 2013)

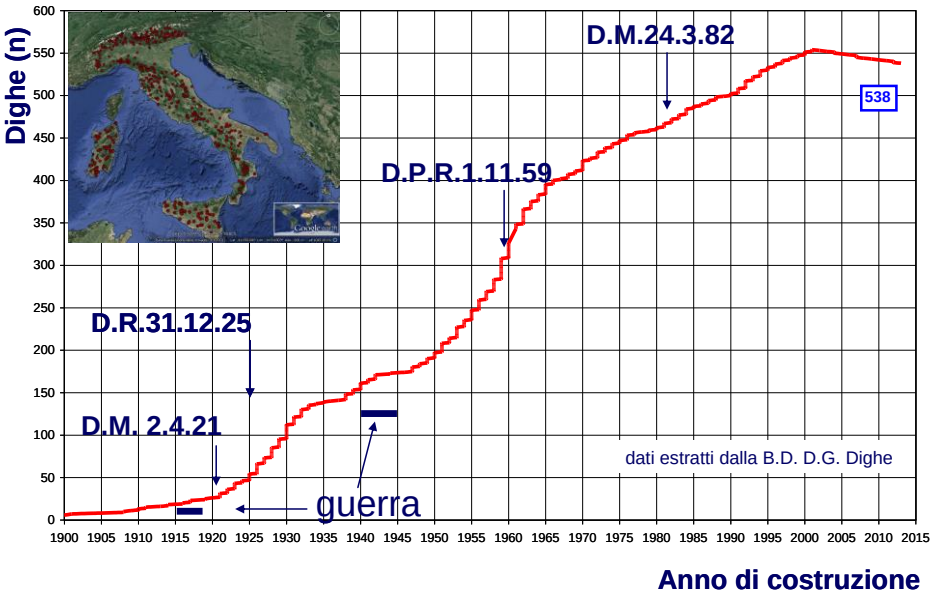
Recentemente la collaborazione con la Direzione generale per le dighe del Ministero Infrastrutture e Trasporti si è fatta più intensa condividendo il reciproco interesse ad un approfondimento sulla tematica. Nel corso dei prossimi mesi si avvierà un processo di integrazione delle informazioni disponibili per completare un quadro maggiormente esaustivo dello stato dell'arte.

17. IL PARCO DIGHE ITALIANO

Le grandi dighe che per dimensioni rientrano nella competenza statale, sono ad oggi 538, tra cui risultano comprese 15 dighe fuori esercizio per le quali non è stata rinnovata o richiesta la concessione e non ha avuto luogo la loro definitiva dismissione.

L'età media delle dighe italiane è prossima a 60 anni, con valori medi maggiori (oltre 70 anni) per le regioni dell'arco alpino e degli Appennini ligure e tosco-emiliano, mentre valori medi inferiori a 40 anni caratterizzano le dighe delle regioni del Sud e delle isole. Anche la tipologia degli sbarramenti segue una distribuzione geografica differenziata come anzidetto, con prevalenza delle dighe murarie nelle regioni dell'arco alpino e degli Appennini ligure e tosco-emiliano e delle dighe di materiali sciolti nelle regioni meridionali.

L'incremento nella realizzazione di nuove dighe si è avuto soprattutto nel periodo tra le due guerre mondiali, delimitato dalle stasi nei due periodi bellici, e tra il 1950 e il 1990. A partire dagli anni '90 il gradiente è invece in diminuzione, soprattutto negli ultimi 15 anni. Le intervenute emanazioni delle disposizioni normative (1925 – 1931 – 1959 – 1982) non risultano avere influenzato, nei periodi relativi, gli andamenti, neppure in via tendenziale. Il calo del numero complessivo incorpora alcune dighe inserite e in negativo sia i declassamenti sia il passaggio da diga in costruzione a diga un progetto per quei casi in cui il processo realizzativo risultava significativamente bisognoso di un riesame.



Attualmente le 538 dighe presenti sul territorio italiano risultano così disaggregate:

esercizio normale,	402	(23 limitate)
esercizio sperimentale	92	
fuori esercizio	31	(15 DL 79/04)
costruzione	13	

L'Autorità di controllo sulle grandi dighe è articolata anche territorialmente mediante uffici decentrati (DPR n.85/1991), oggi denominati Uffici tecnici per le dighe di TORINO – MILANO – VENEZIA – FIRENZE – PERUGIA – NAPOLI – CAGLIARI – PALERMO (con sezione staccata a Catanzaro/Cosenza), che hanno competenza sulle dighe rispettivamente ubicate nei territori individuati secondo la suddivisione nazionale evidenziata nella seguente figura.

Nella tabella che segue il dato numerico complessivo (538 grandi dighe) viene anche disaggregato in funzione dell'utilizzazione prevalente del serbatoio ed associato al Volume totale dell'invaso (valutato a termini della legge n.584/94), disarticolando poi quest'ultimo in funzione del livello idrico formalmente autorizzato.

Utilizzazione prevalente	N.ro dighe	Volume totale (milioni m^3)	Volume autorizzato (milioni m^3)	Delta volume (milioni m^3)
IDROELETTRICO	313	4389.51	4239.35	150.16
IRRIGUO	139	8584.11	7108.24	1475.87
POTABILE	40	416.64	386.15	30.49
INDUSTRIALE	15	197.75	180.81	16.94
LAMINAZIONE	7	127.41	106.86	20.55
VARIE	9	19.85	17.24	2.61
DL 79	15	7.18	0	7.18
TOTALE	538	13 742.45	12038.65	1 703.80

Per completezza, si chiarisce che nel novero dei volumi totali sono conteggiati anche i circa 3'230 Mm3 determinati dagli sbarramenti regolatori dei 6 grandi laghi prealpini: Garda – Maggiore – Como – Iseo – Orta – Varese, nella misura determinata dai sopralzi delle traverse.

18. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

Lo sviluppo della raccolta dati sugli interventi ha permesso di:

- Inserire nuove segnalazioni di interesse
- Completare alcune segnalazioni già computate
- Escludere alcuni casi di minor interesse
- Produrre 42 nuove schede intervento che si aggiungono alle 76 della prima fase riunite in allegato

La sintesi dello stato attuale del censimento è condensata nella seguente tabella:

periodo	Corpo diga	paramento monte	opere di scarico	fondazione	totale
non definito	6	1	5	1	13
ante 1970	0	3	0	1	4
1970-1979	1	4	5	0	10
1980-1989	2	11	8	3	24
1990-1999	7	17	4	4	32
2000-2009	23	30	32	20	105
2010-2014	8	4	5	5	22
totale	47	70	59	34	210

4.1 Corpo diga

I nuovi casi inseriti in questa categoria sono pochi ma alcuni molto significativi:

- Pian Sapeio (Tirreno PW) 2011 trasformazione di diga da voltine a gravità , intervento che ha portato ad una variazione tipologica di uno sbarramento di vecchia concezione strutturale

- Bastia (ENEL) 2006-09 ricarica e riprofilatura di una diga in terra, adeguamento sia strutturale che idraulico di un grande bacino di compenso

- Lago Colombo (ENEL) 2010-13 realizzazione di tagli strutturali in diga a gravità, riequilibrio tensionale ottenuto mediante una tecnica che ormai non può più essere considerata sperimentale

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- integrazione sistema drenante 8
- iniezioni intasamento/sigillatura 6
- appesantimento struttura 9
- taglio strutturale 3
- incollaggio lesioni 3
- declassamenti 2
- altre tipologie o interventi non specificati 16

come si vede qui come in altri gruppi sussistono ancora molti casi da approfondire, gli interventi post 2000 sono 31.

4.2 Paramento di monte

Si tratta del gruppo di interventi più numeroso dove spesso il confine fra manutenzione ordinaria e riabilitazione è incerto. Sicuramente è un ambito dove le innovazioni apportate dal'adozione di nuovi materiali mutuati da altri settori edilizi sta apportando un ampio spettro di soluzioni che possono essere vagliate anche grazie al riscontro della buona riuscita o meno valutata dopo un adeguato test di esercizio.

Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono:

- Don Sturzo (CB Caltagirone) nuovo paramento in conglomerato bituminoso, attività tipica per dighe in materiali sciolti

- Lago delle Piazze (Edison) 1999 nuovo manto in geomembrana (PVC) su diga a gravità in pietrame

- Lago Baitone (ENEL) 2008 nuovo paramento in cls armato

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- ricostruzione manto in bolognini 3
- rifacimento travi coprigiunto 4
- ripristino manto metallico 2
- ripristino manto con gunite 7
- ripristino manto con malte 17
- nuovo paramento massiccio 10
- nuovo manto in conglomerato bituminoso 6
- nuovo manto in geomembrana (PVC) 7
- nuovo manto metallico 1
- altre tipologie o interventi non specificati 13

gli interventi post 2000 sono 34.

4.3 Opere di scarico

Gli interventi di questa famiglia mirano in primis al potenziamento della capacità di evacuazione e ma spesso anche ad una migliore esercibilità.

Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono:

- Pian Sapeio (Tirreno PW) 2011 riprofilatura dello sfioratore originario e dei canali di allontanamento

- Mollaro (Edison) 2004 nuovo scarico per DMV

- Lago Baitone (ENEL) 2008 eliminazione paratoie autolivellanti

- La Spina (Comune di Pralormo) 2012 realizzazione nuovo scarico di fondo

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- nuovo scarico di superficie 2
- potenziamento scarico di superficie 21
- nuovo scarico in pressione 3
- modifica scarico in pressione 7
- nuovo scarico per DMV 3
- altre tipologie o interventi non specificati 22

gli interventi post 2000 sono 37.

4.4 Fondazioni e sponde

Si tratta del gruppo meno nutrito, probabilmente quello in cui sono più ampi gli spazi di incertezza soprattutto sull'aspetto sponde. Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono senz'altro:

- Suio (ENEL) 2001 diaframmatura a sostegno pile traversa

- Isola Serafini (ENEL) 2005 interventi a correzione fenomeni filtrazione subalveo

- Maria al Lago (SE Hydropower) 2001 iniezioni per ripristino tenuta schermo

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- sponde 3
- integrazione schermo di drenaggio 13
- nuovo schermo impermeabile 2
- nuovo schermo drenante 2
- nuovo taglione 5
- interventi non specificati 9

gli interventi post 2000 sono 25.

19. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati raccolti e precedentemente presentati, risulta che il numero complessivo degli interventi riabilitativi, indipendentemente dalla loro importanza, è di 210 su 166 dighe cui corrisponde il 41% delle dighe italiane effettivamente in esercizio.

Oltre il 60 % di questi interventi sono stati eseguiti a partire dall'anno 2000 fatto dovuto sicuramente non solo all'incremento di età degli impianti, ma anche alla maggiore attenzione dedicata da parte dei soggetti coinvolti al prolungamento della vita utile degli stessi.

In gran parte esaurito lo screening relativo agli interventi più datati, l'indagine si focalizzerà ora sulla sistematica reportazione delle attività più recenti in modo da avere un quadro preciso di tutto ciò che matura in Italia nel settore delle grandi manutenzioni e riqualificazioni degli sbarramenti.

Un filone di ricerca è potenzialmente quello del riesame critico di quanto messo in opera per trarre utili indicazioni a chi si trova ad affrontare le svariate problematiche concernenti l'esercizio di tali importanti infrastrutture.

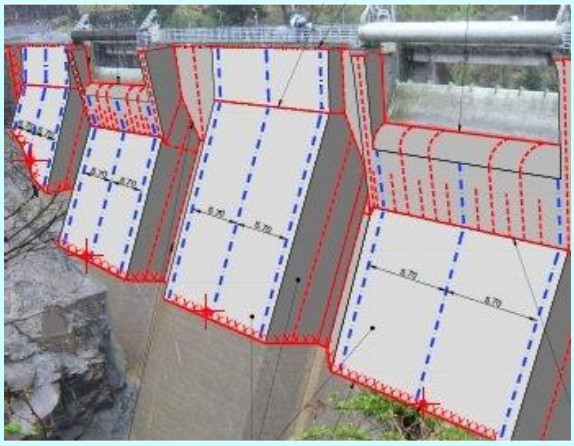
Altro tema è l'allargamento dello sguardo a quanto avviene al di fuori dei nostri confini ad opera di imprese italiane, utilizzando le opportunità del web, la rete dei contatti che molti dei membri hanno sviluppato nell'ambito dell'attività professionale e soprattutto quanto reso disponibile dall'attività ICOLD- EURCOLD.

3.

ITCOLD
Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE

OSSERVATORIO PERMANENTE AGGIORNAMENTO 2016



2016

INDICE

1. PREMESSA

2. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

3. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

4. CONCLUSIONI

ALLEGATO 1 : Raccolta schede interventi aggiornata

20. PREMESSA

Nel maggio 2012 è stato completato il report conclusivo del gruppo di lavoro riabilitazione dighe che ha operato tra 2008 e 2011 una raccolta di informazioni sugli interventi di manutenzione straordinaria messi in opera dai concessionari negli ultimi 40 anni

Il risultato di tale indagine ha dato origine ad una Relazione finale disponibile sul sito ITCOLD e ufficialmente presentata in occasione della Giornata di Studio tenutasi a Roma il 16 maggio 2012.

Il lavoro ha fornito una interessante casistica di attività riabilitative miranti a risolvere tutta una serie di problematiche insorte durante l'esercizio degli sbarramenti

Dette informazioni sono state aggregate sistematicamente in base agli obiettivi dichiarati, alla tipologia di diga oggetto degli interventi e alle soluzioni tecniche adottate

Ne è nato un rapporto che nonostante non sia esaustivo fornisce un quadro interessante degli approcci adottati per risolvere le carenze identificate e della loro evoluzione in base alle esperienze e alle tecnologie via via disponibili

Appare anche evidente come le dimensioni degli operatori siano determinanti nel mettere a fattor comune il know how acquisito per affrontare problematiche spesso rare in quanto legate a specificità delle opere e all'ambiente in cui sono inserite

In Italia gli operatori con almeno 8 dighe sono una decina e gestiscono meno del 50% degli sbarramenti, i piccoli concessionari non hanno di solito una struttura tecnica interna e si appoggiano a un ristretto numero di esperti operanti anche in campo internazionale

In questo contesto è stato riconosciuta in ambito ITCOLD l'importanza di procedere con una sistematica classificazione degli interventi di riabilitazione una volta giunti a compimento e con una azione divulgativa che consenta ai detentori di interesse di essere sempre aggiornati su quanto di meglio matura in questo settore strategico.

A tal fine il Comitato di Presidenza ha deliberato in data 20 settembre 2012 di istituire un Osservatorio Permanente sulla Riabilitazione delle Dighe incaricando l'Ing. Francesco Fornari di procedere con le metodiche definite nell'ambito del Gruppo di Lavoro a completare e tenere aggiornata la mole di dati raccolta.

21. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

Come già detto si trattava di :

- continuare la raccolta delle segnalazioni di intervento
- organizzare le informazioni secondo un ordinato criterio di omogeneità
- predisporre le nuove schede informative
- sollecitare i portatori di interesse a collaborare nella circolazione delle informazioni
- entrare in contatto con analoghe iniziative in campo internazionale

Volendo dar conto al Consiglio dell'attività svolta nell'arco degli ultimi 4 anni, essa può essere così sintetizzata:

- ✓ contattati numerosi soggetti operanti nel settore: gestori, progettisti, imprese,
- ✓ predisposta mail list e aggiornato archivio interventi
- ✓ predisposte 62 nuove schede intervento, nel seguito allegate,
- ✓ preso contatto con l'ICOLD Committee on Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams" con l'obiettivo di acquisire utili spunti di sviluppo
- ✓ partecipato con la presentazione dell'attività in oggetto ai seguenti eventi:
  - I. Symposio del Comitato Francese Grandi Dighe CFBR (Grenoble 31 gennaio 2013)
  - II. Giornata Mondiale dell'Acqua Associazione Idrotecnica Italiana (Torino 20 marzo 2013)
  - III. Simposio del Club Europeo EURCOLD (Venezia 10-13 aprile 2013)
- ✓ Effettuato riscontro e aggiornamento dei dati con la Direzione dighe (2015)

22. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

Lo sviluppo della raccolta dati sugli interventi ha permesso di:

- Inserire nuove segnalazioni di interesse
- Completare alcune segnalazioni già computate
- Escludere alcuni casi di minor interesse
- Produrre 62 nuove schede intervento che si aggiungono alle 76 della prima fase riunite in allegato

La sintesi dello stato attuale del censimento è condensata nella seguente tabella:

Periodo	Corpo diga	paramento monte	opere di scarico	fondazione	totale
non definito	6	1	4	1	12
ante 1970	0	3	0	1	4
1970-1979	1	4	5	0	10
1980-1989	2	11	8	3	24
1990-1999	7	17	4	4	32
2000-2009	23	30	32	20	105
2010-2016	11	6	7	7	31
totale	50	72	60	36	218

4.1 Corpo diga

I nuovi casi inseriti in questa categoria sono pochi ma alcuni molto significativi:

Pian Sapeio (Tirreno PW) 2011 trasformazione di diga da voltine a gravità, intervento che ha portato ad una variazione tipologica di uno sbarramento di vecchia concezione strutturale

Bastia (ENEL) 2006-09 ricarica e riprofilatura di una diga in terra, adeguamento sia strutturale che idraulico di un grande bacino di compenso

Ancipa (ENEL) 2003-2010 realizzazione copertura termica, contrafforti antisismici e risarcitura lesione mediante iniezioni di resine

Lago Colombo (ENEL) 2010-13 realizzazione di tagli strutturali in diga a gravità, riequilibrio tensionale ottenuto mediante una tecnica che ormai non può più essere considerata sperimentale

Lago della Rossa (ENEL) 2014 integrazione dello schermo drenante nel corpo diga, un esempio di diversi analoghi messi in campo anche per le fondazioni

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata (nuovi rispetto al 2014):

- integrazione sistema drenante	10	(+2)
- iniezioni intasamento/sigillatura	7	(+2)
- appesantimento struttura	9	
- taglio strutturale	3	
- incollaggio lesioni	3	
- declassamenti	2	
- altre tipologie o interventi non specificati	13	

come si vede qui come in altri gruppi sussistono ancora molti casi da approfondire, gli interventi post 2000 sono 34.

4.2 Paramento di monte

Si tratta del gruppo di interventi più numeroso dove spesso il confine fra manutenzione ordinaria e riabilitazione è incerto. Sicuramente è un ambito dove le innovazioni apportate dal'adozione di nuovi materiali mutuati da altri settori edilizi sta apportando un ampio spettro di soluzioni che possono essere vagliate anche grazie al riscontro della buona riuscita o meno valutata dopo un adeguato test di esercizio.

Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono:

Don Sturzo (CB Caltagirone) 2013 nuovo paramento in conglomerato bituminoso, attività tipica per dighe in materiali sciolti

Lago Baitone (ENEL) 2008 nuovo paramento in cls armato

Poglia (EDISON) 2016 nuovo paramento in geotessile su diga a speroni

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- ricostruzione manto in bolognini	3	
- rifacimento travi coprigiunto	4	
- ripristino manto metallico	2	
- ripristino manto con gunite	7	
- ripristino manto con malte	17	
- nuovo paramento massiccio	10	
- nuovo manto in conglomerato bituminoso	7	(+1)
- nuovo manto in geomembrana (PVC)	8	(+1)
- nuovo manto metallico	1	
- altre tipologie o interventi non specificati	13	

gli interventi post 2000 sono 27.

4.3 Opere di scarico

Gli interventi di questa famiglia mirano in primis al potenziamento della capacità di evacuazione e ma spesso anche ad una migliore esercibilità.

Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono:

Pian Sapeio (Tirreno PW) 2011 riprofilatura dello sfioratore originario e dei canali di allontanamento con la finalità di un potenziamento ed efficientamento dell'organo

Mollaro (Edison) 2004 nuovo scarico per rilascio del Deflusso Minimo Vitale

Lago Baitone (ENEL) 2008 eliminazione paratoie autolivellanti per l'incremento dell'affidabilità operativa

La Spina (Comune di Pralormo) 2012 realizzazione nuovo scarico di fondo, organo essenziale per la sicurezza e non presente in uno sbarramento in terra tra i più antichi in esercizio

Rimasco (ENEL GREEN POWER) 2016 realizzazione nuovo scarico di fondo finalizzato all'incremento potenzialità e alla fluitabilità dei sedimenti

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- nuovo scarico di superficie	3	
- potenziamento scarico di superficie	23	(+2)
- nuovo scarico in pressione	3	
- modifica scarico in pressione	7	
- nuovo scarico per DMV	3	
- altre tipologie o interventi non specificati	21	(-1)

gli interventi post 2000 sono 39.

4.4 Fondazioni e sponde

Si tratta del gruppo meno nutrito, probabilmente quello in cui sono più ampi gli spazi di incertezza soprattutto sull'aspetto sponde. Tra i nuovi casi inseriti in questa categoria i più significativi sono senz'altro:

Isola Serafini (ENEL) 2005 interventi a correzione fenomeni filtrazione subalveo

Maria al Lago (SE Hydropower) 2001 iniezioni per ripristino tenuta schermo

Mazzè Canavese (Coutenza Canali Cavour) 1998-2004 importante e complesso intervento di messa in sicurezza della traversa con nuovo schermo di impermeabilizzazione

Beauregard (CVA) 2011-15, grande intervento di messa in sicurezza comportante la parziale demolizione del corpo diga

La statistica complessiva aggiornata dal punto di vista delle sottocategorie tipologiche risulta così articolata:

- sponde	3	
- integrazione schermo di drenaggio	14	(+1)
- nuovo schermo impermeabile	2	
- nuovo schermo drenante	2	
- nuovo taglione	6	(+1)
- interventi non specificati	9	

gli interventi post 2000 sono 27.

23. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati raccolti e precedentemente presentati, risulta che il numero complessivo degli interventi riabilitativi, indipendentemente dalla loro importanza, è di 218 su 171 dighe cui corrisponde circa il 40% delle dighe italiane effettivamente in esercizio.

Oltre il 60 % di questi interventi sono stati eseguiti a partire dall'anno 2000 fatto dovuto sicuramente non solo all'incremento di età degli impianti, ma anche alla maggiore attenzione dedicata da parte dei soggetti coinvolti al prolungamento della vita utile degli stessi.

In gran parte esaurito lo screening relativo agli interventi più datati, l'indagine si sta focalizzando sulla sistematica reportazione delle attività più recenti in modo da avere un quadro preciso di tutto ciò che matura in Italia nel settore delle grandi manutenzioni e riqualificazioni degli sbarramenti.

Un filone di ricerca è potenzialmente quello del riesame critico di quanto messo in opera per trarre utili indicazioni a chi si trova ad affrontare le svariate problematiche concernenti l'esercizio di tali importanti infrastrutture.

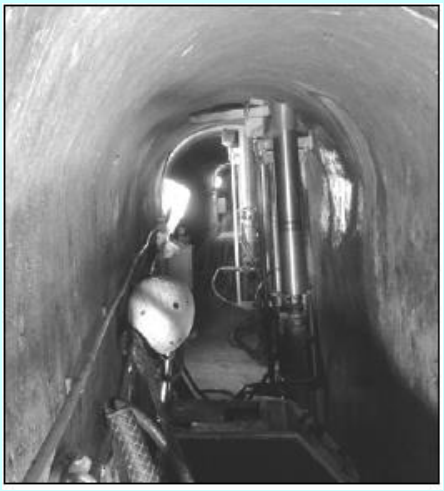
Altro tema è l'allargamento dello sguardo a quanto avviene al di fuori dei nostri confini ad opera di imprese italiane, utilizzando le opportunità del web, la rete dei contatti che molti dei membri hanno sviluppato nell'ambito dell'attività professionale e soprattutto quanto reso disponibile dall'attività ICOLD- EURCOLD.

4.

ITCOLD
Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE

OSSERVATORIO PERMANENTE AGGIORNAMENTO 2018



2018

INDICE

1. PREMESSA

2. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

3. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

4. NUOVI CASI CENSITI

24. PREMESSA

Nel maggio 2012 è stato completato il report conclusivo del gruppo di lavoro riabilitazione dighe che ha operato tra 2008 e 2011 una raccolta di informazioni sugli interventi di manutenzione straordinaria messi in opera dai concessionari negli ultimi 40 anni

Il risultato di tale indagine ha dato origine ad una Relazione finale disponibile sul sito ITCOLD e ufficialmente presentata in occasione della Giornata di Studio tenutasi a Roma il 16 maggio 2012.

Il lavoro ha fornito una interessante casistica di attività riabilitative miranti a risolvere tutta una serie di problematiche insorte durante l'esercizio degli sbarramenti

Dette informazioni sono state aggregate sistematicamente in base agli obiettivi dichiarati, alla tipologia di diga oggetto degli interventi e alle soluzioni tecniche adottate

Ne è nato un rapporto che nonostante non sia esaustivo fornisce un quadro interessante degli approcci adottati per risolvere le carenze identificate e della loro evoluzione in base alle esperienze e alle tecnologie via via disponibili

Appare anche evidente come le dimensioni degli operatori siano determinanti nel mettere a fattor comune il know how acquisito per affrontare problematiche spesso rare in quanto legate a specificità delle opere e all'ambiente in cui sono inserite

In Italia gli operatori con almeno 8 dighe sono una decina e gestiscono meno del 50% degli sbarramenti, i piccoli concessionari non hanno di solito una struttura tecnica interna e si appoggiano a un ristretto numero di esperti operanti anche in campo internazionale

In questo contesto è stato riconosciuta in ambito ITCOLD l'importanza di procedere con una sistematica classificazione degli interventi di riabilitazione una volta giunti a compimento e con una azione divulgativa che consenta ai detentori di interesse di essere sempre aggiornati su quanto di meglio matura in questo settore strategico.

A tal fine il Comitato di Presidenza ha deliberato in data 20 settembre 2012 di istituire un Osservatorio Permanente sulla Riabilitazione delle Dighe incaricato di procedere con le metodiche definite nell'ambito del Gruppo di Lavoro a completare e tenere aggiornata la mole di dati raccolta.

25. SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

Nell'arco di questi anni ci si è proposti di:

- continuare la raccolta delle segnalazioni di intervento
- organizzare le informazioni secondo un ordinato criterio di omogeneità
- predisporre le nuove schede informative
- sollecitare i portatori di interesse a collaborare nella circolazione delle informazioni

- entrare in contatto con analoghe iniziative in campo internazionale

Volendo dar conto al Consiglio dell'attività svolta nell'arco degli ultimi 6 anni, essa può essere così sintetizzata:

- ✓ contattati numerosi soggetti operanti nel settore: gestori, progettisti, imprese,
- ✓ predisposta mail list e aggiornato archivio interventi
- ✓ predisposte in totale 145 schede intervento, nel seguito allegate,
- ✓ preso contatto con l'ICOLD Committee on Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams" con l'obiettivo di acquisire utili spunti di sviluppo
- ✓ partecipato ad eventi di settore presentando l'attività in oggetto
- ✓ effettuato riscontro e aggiornamento dei dati con la Direzione dighe (2018)

26. GLI INTERVENTI ESEGUITI SULLE DIGHE ITALIANE

Lo sviluppo della raccolta dati sugli interventi ha permesso di:

- Inserire nuove segnalazioni di interesse
- Completare alcune segnalazioni già computate
- Escludere alcuni casi di minor interesse
- Produrre 69 nuove schede intervento che si aggiungono alle 76 della prima fase riunite in allegato disponibile sul sito

La sintesi dello stato attuale del censimento è condensata nella seguente tabella:

Periodo	Corpo diga	paramento monte	opere di scarico	fondazione	totale
non definito	6	1	4	1	12
ante 1970	0	3	0	1	4
1970-1979	1	4	5	0	10
1980-1989	2	11	8	3	24
1990-1999	7	17	4	4	32
2000-2009	23	30	33	20	106
2010-2018	13	5	10	7	35
totale	52	71	64	36	223

27. NUOVI CASI CENSITI 2017-18

Diga di SA TEULA (NU)

Regione:	SARDEGNA
Utilizzazione:	Idroelettrica
Anno ultimazione:	1949
Concessionario:	ENEL PRODUZIONE
Gestore	ENEL GREEN POWER
Tipologia:	MURARIA A GRAVITA'
Volume invaso:	0,11 Mm3
Altezza:	21,7 m

Tipologia intervento: organi di scarico
(scheda 144)

Nel 2005, durante un evento di piena improvviso, si verificava una mancata apertura della paratoia piana che costituiva lo scarico principale della diga in oggetto. La movimentazione di detta paratoia era asservita ad una coppia di galleggianti che non entrarono in azione a causa dell'intasamento delle bocche di presa. L'accumulo del materiale flottante provocò la completa asportazione del telaio.
L'organo di guardia fu sostituito nel 2006 con una paratoia a settore realizzato dalle Officine Meccaniche Galileo (OMG)

Diga del GIOVERETTO (BZ)

Regione:	TRENTINO ALTO ADIGE
Utilizzazione:	Idroelettrica
Anno ultimazione:	1956
Concessionario/Gestore:	HYDROS S.p.A.
Tipologia:	MURARIA A GRAVITA' ALLEGGERITA A SPERONI
Volume invaso:	19,98 Mm3
Altezza:	81,5 m

Tipologia intervento: corpo diga
(scheda 140)

L'intervento ha avuto la finalità di ripristinare l'efficienza dello schermo impermeabile e del sistema drenante. Sono state messe in atti una nutrita serie di iniezioni di impermeabilizzazione e realizzata una nuova serie di canne drenanti ad integrazione di quelle già esistenti ma parzialmente occluse.
I lavori sono stati progettati dallo studio Balossi.Restelli e diretti da M. Scienza nel 2015 e hanno avuto un importo di 650.000 €

Diga del SALTO (RI)

Regione:	LAZIO
Utilizzazione:	Idroelettrica
Anno ultimazione:	1940
Concessionario/Gestore:	ERG HYDRO SPA
Tipologia:	MURARIA A GRAVITA'
Volume invaso:	278 Mm3
Altezza:	98 m

Tipologia intervento: corpo diga
(scheda 141)

L'intervento ha avuto la finalità di ripristinare l'efficienza del sistema drenante. E' stato realizzato un nuovo sistema drenante con piezometri di controllo in fondazione (800 m perforazioni Φ 200 mm), rispetto a quello originariamente limitato a pochi fori con funzione anche di piezometro, e riperforate le canne drenanti interne al corpo diga (2000 m perforazioni Φ 120 mm), intasate in fase di collaudo mediante iniezioni cementizie. I lavori sono stati progettati dallo studio GEOTECNA e diretti da G. Spogli nel 2016 e hanno avuto un importo di 1,5 M €

Diga di RIO LUNATO (MO)

Regione:	EMILIA ROMAGNA
Utilizzazione:	Idroelettrica
Anno ultimazione:	1942
Concessionario e gestore:	ENEL GREEN POWER
Tipologia:	MURARIA A VOLTINE E CONTRAFFORTI
Volume invaso:	0,11 Mm3
Altezza:	24 m

Tipologia intervento: corpo diga e organi di scarico
(schede 142 e 143)

Con la finalità di adeguare staticamente una struttura originariamente esile della tipologia a voltine e contrafforti, si è proceduto alla sua trasformazione in una più robusta a gravità massiccia mediante intasamento delle luci.

Contestualmente per adeguare la portata evacuabile e consentire la fluitazione dei sedimenti è stato realizzato nel corpo diga un nuovo scarico di fondo

I lavori progettati dalla società LOMBARDI si sono protratti dal 2011 al 2014 e hanno avuto un importo complessivo di 6,5 M€

Diga di LAGO D'AVINO (VB)

Concessionario	ENEL
Regione:	PIEMONTE
Utilizzazione:	Idroelettrica
Anno ultimazione:	1929
Concessionario:	ENEL PRODUZIONE
Gestore:	ENEL GREEN POWER
Tipologia:	PIETRAME CON MANTO DI TENUTA ARTFICIALE
Volume invaso:	5 Mm3
Altezza:	19,55 m

Tipologia intervento: organi di scarico
(scheda 145)

L'intervento ha riguardato tutta una serie di componenti del sistema di scarico della diga: ricostruzione opera di imbocco i cui muri di approccio erano fortemente ammalorati, sostituzione organi di guardia e delle condotte metalliche che erano ancora quello originarie, ricostruzione dell'edificio alloggiante la vasca di restituzione, stilatura giunti del paramento monte, adeguamento e riprofilatura dello sfioratore. I lavori realizzati nell'estate 2017 sono stati progettati e diretti da ENEL e hanno avuto un importo complessivo di 0,43 M€