

Ministero delle
infrastrutture e dei
trasporti

FORMAZIONE: DIGHE A VOLTA

WEBINAR

MAGGIO 2023, 14:00-18:30

Problemi più ricorrenti e rimedi

Ing. Rinaldo MURANO
rinaldo.murano@mit.gov.it

***M.I.T. - Direzione Generale per le dighe e le
infrastrutture idriche***

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 26 giugno 2014 .

Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

B.2. - Classificazione delle dighe

Agli effetti delle norme che seguono, le dighe sono classificate nei tipi seguenti:

a. Dighe di calcestruzzo:

a.1 a gravità

a.1.1. ordinarie

a.1.2. alleggerite

{ a.2. a volta

a.2.1. ad arco

a.2.2. ad arco gravità

a.2.3 a cupola

b. Dighe di materiali sciolti:

b.1. di terra omogenea

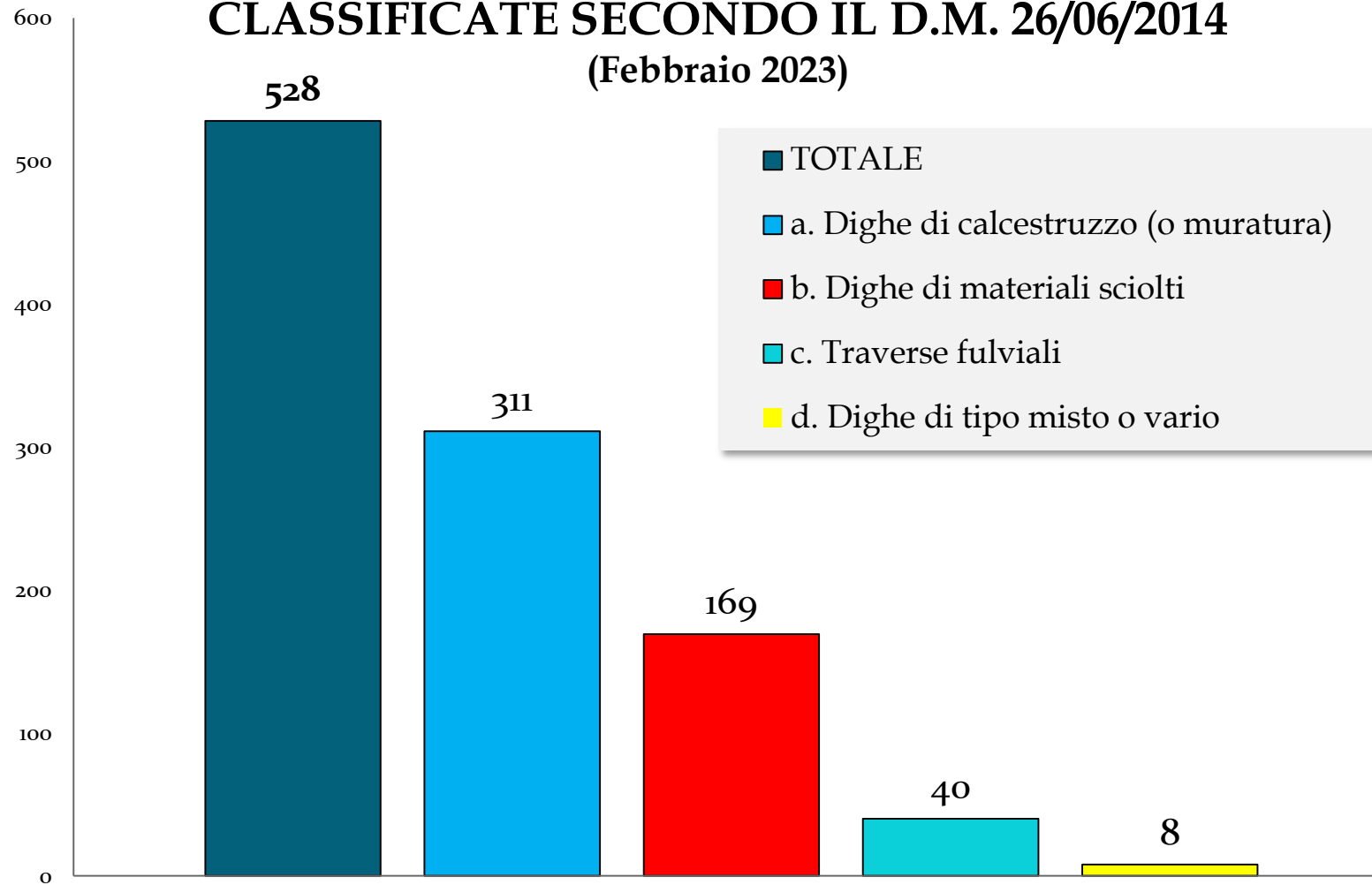
b.2. di terra e/o pietrame, con struttura di tenuta interna

b.3. di terra e/ o pietrame, con struttura di tenuta esterna

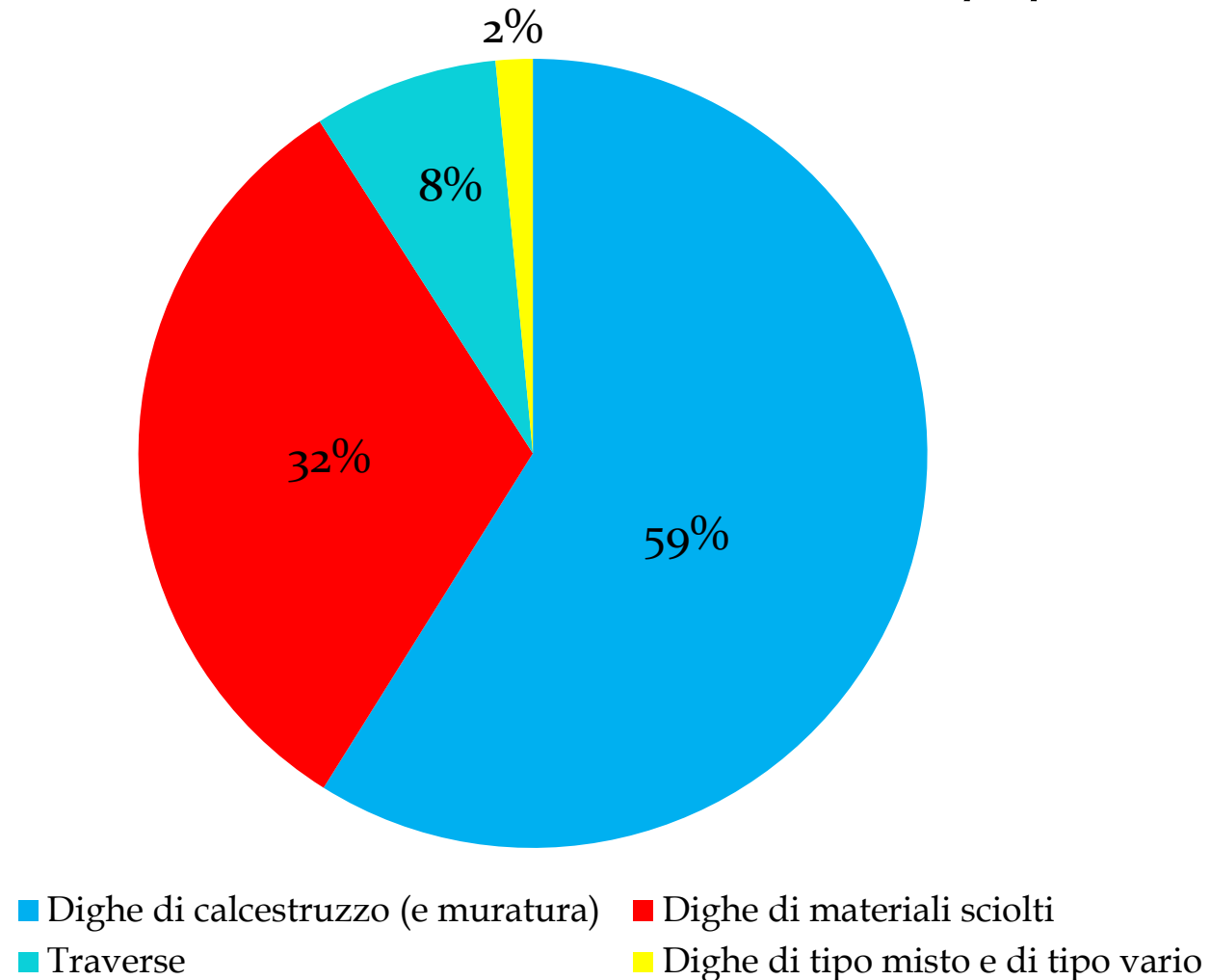
c. Traverse fluviali

d. Dighe di tipo misto e di tipo vario

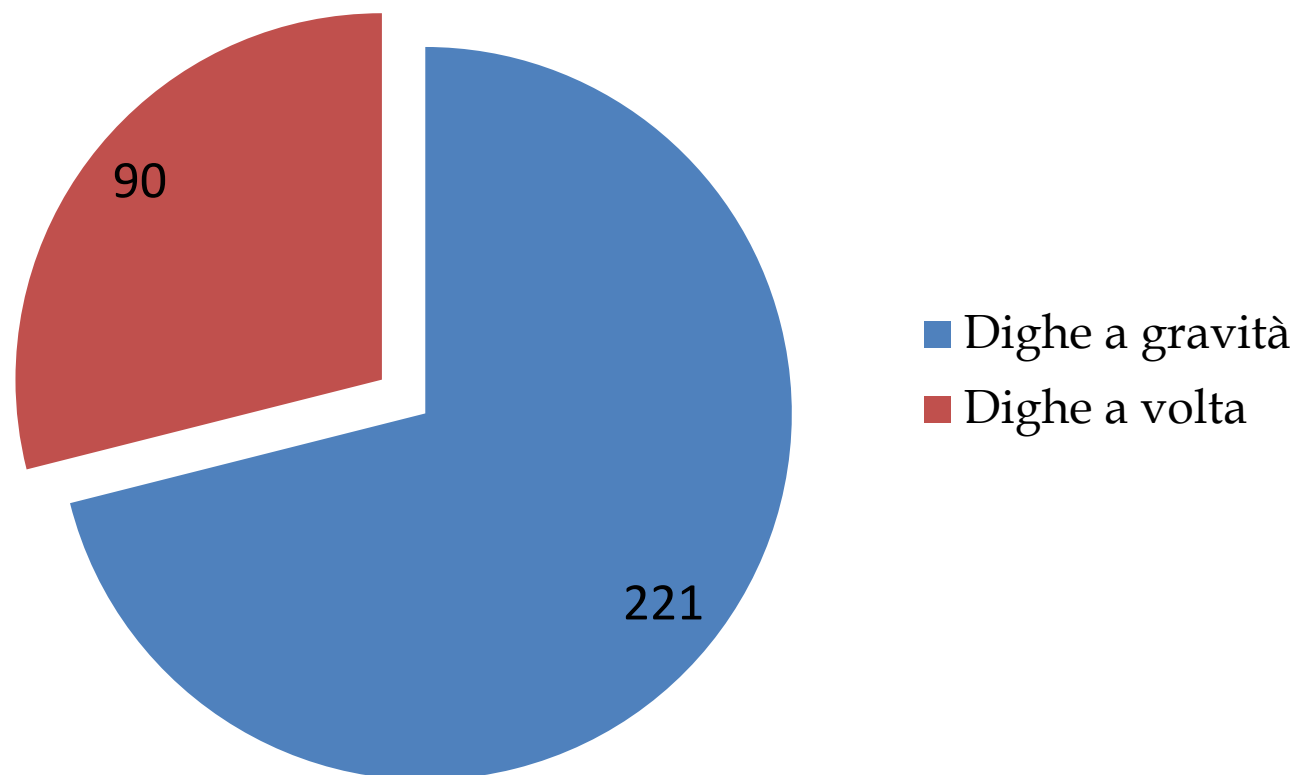
LE GRANDI DIGHE IN ITALIA CLASSIFICATE SECONDO IL D.M. 26/06/2014 (Febbraio 2023)



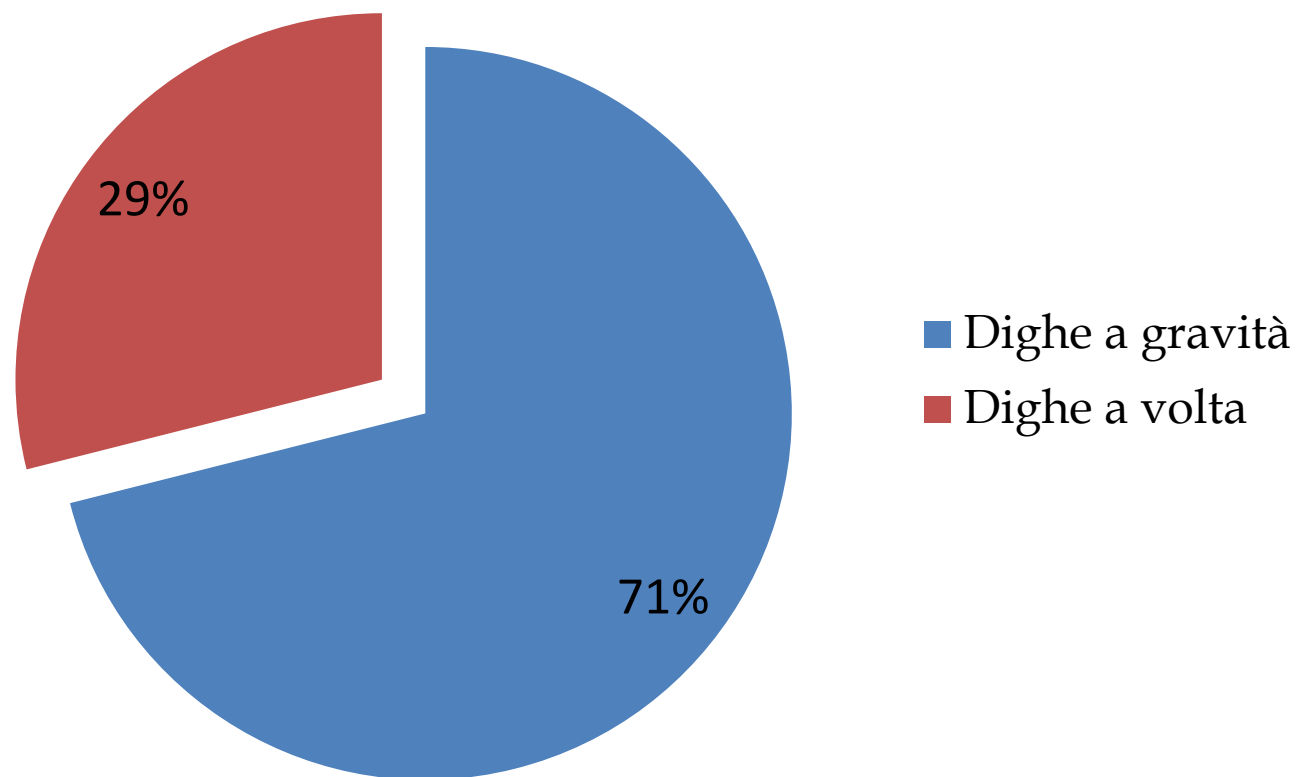
LE GRANDI DIGHE IN ITALIA CLASSIFICATE SECONDO IL D.M. 26/06/2014



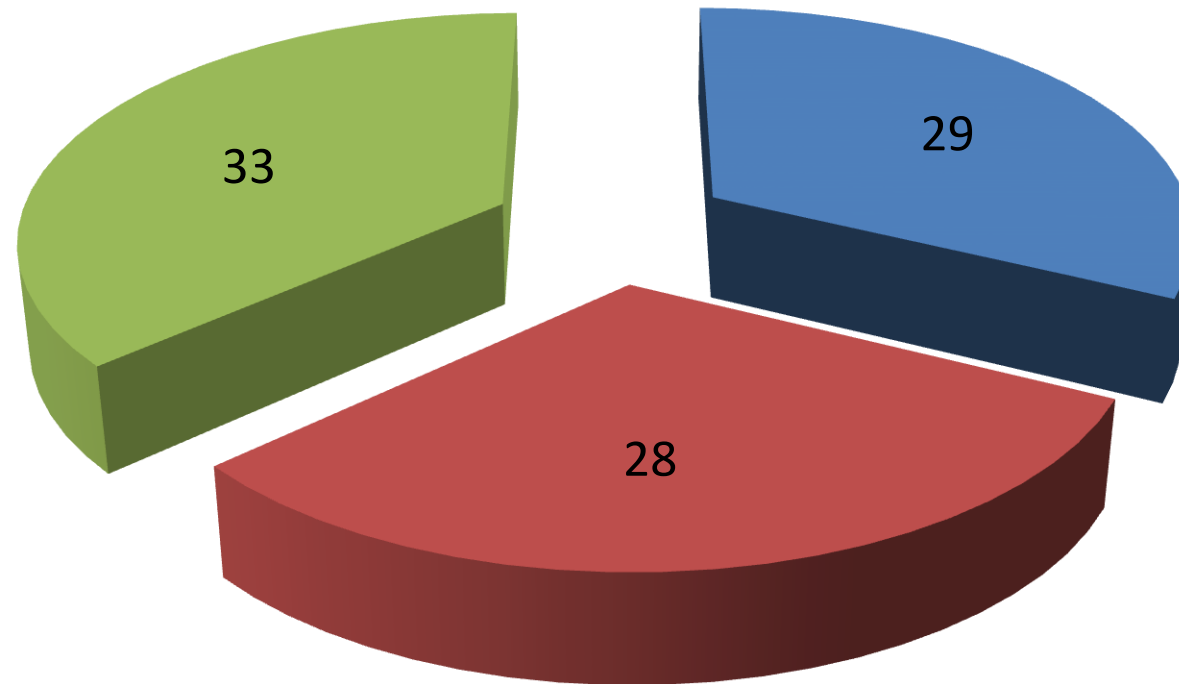
Dighe di calcestruzzo (e muratura)



Dighe di calcestruzzo (e muratura)

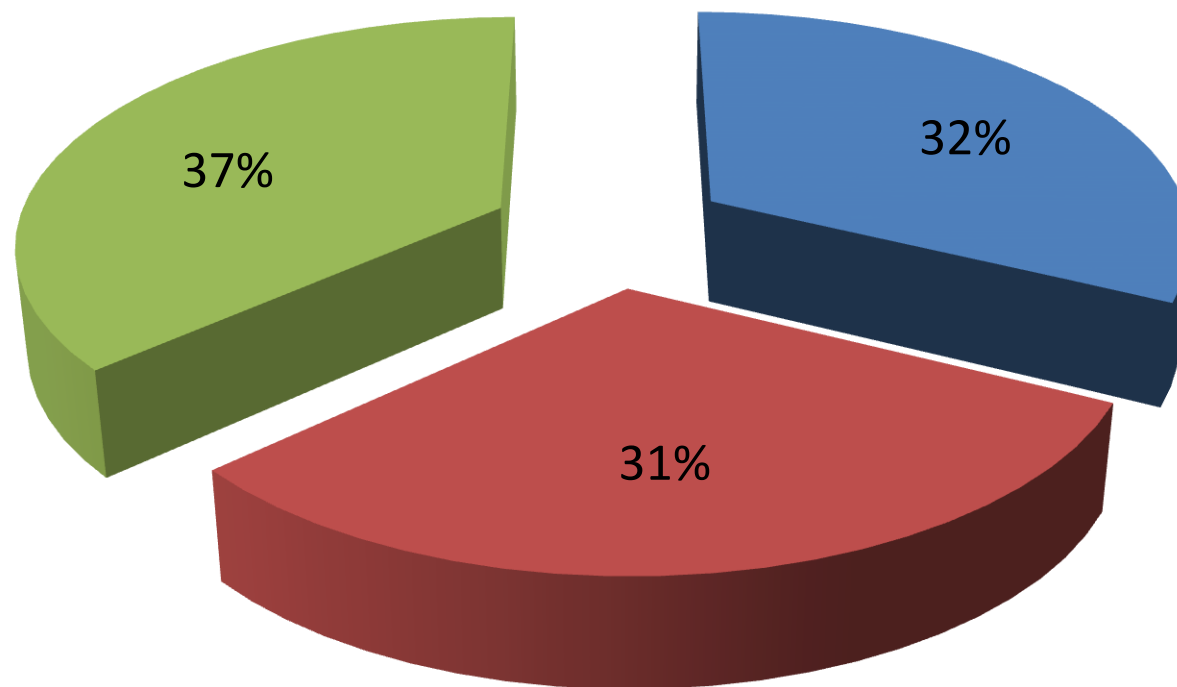


Dighe a volta



■ ad arco ■ ad arco gravità ■ a cupola

Dighe a volta



■ ad arco ■ ad arco gravità ■ a cupola

D.M. 24/06/2014 – Art. D.3

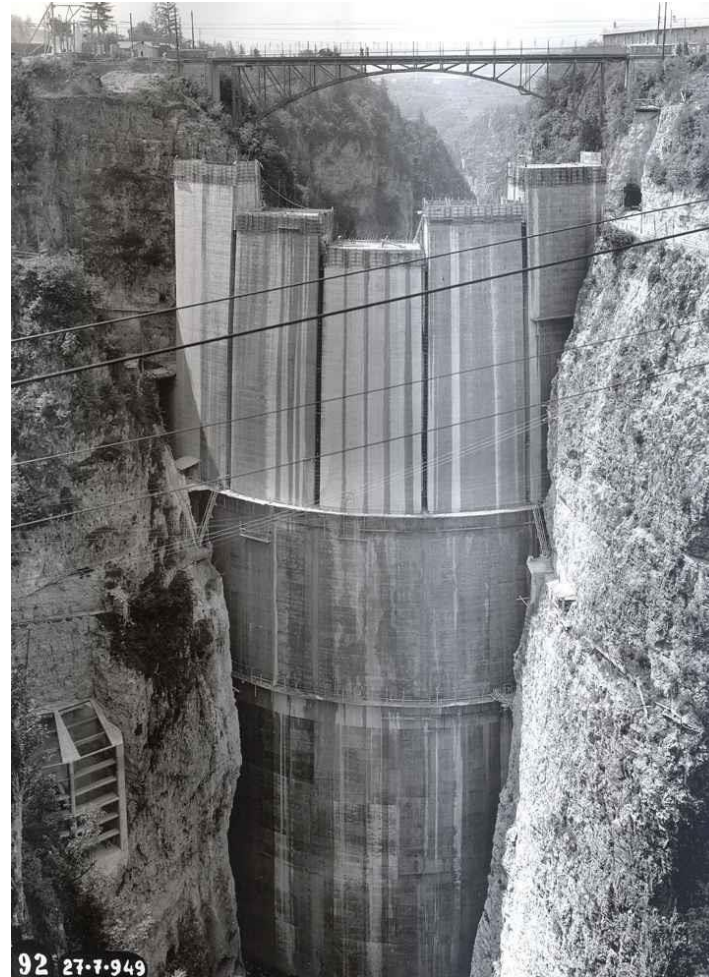
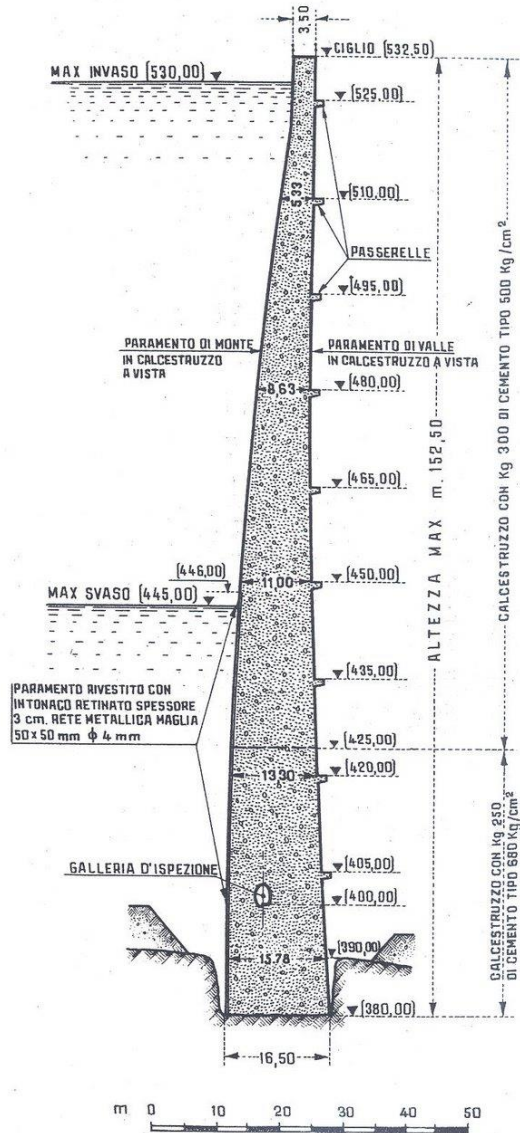
Dighe a volta

Si distinguono convenzionalmente, ai fini dell'analisi strutturale, in:

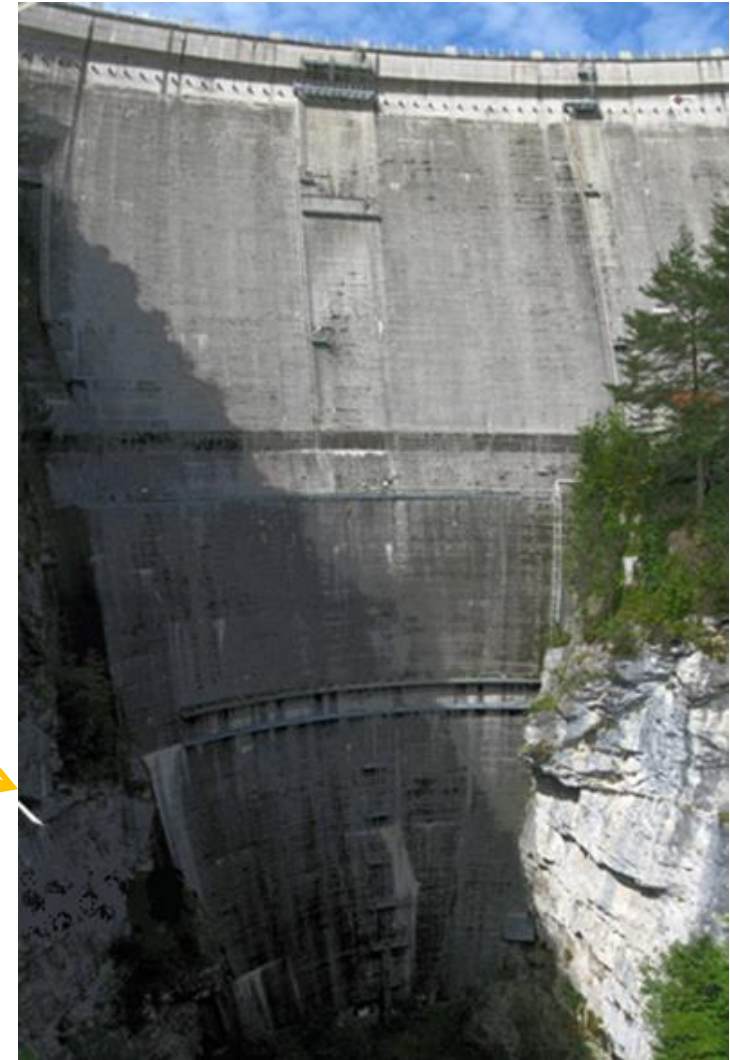
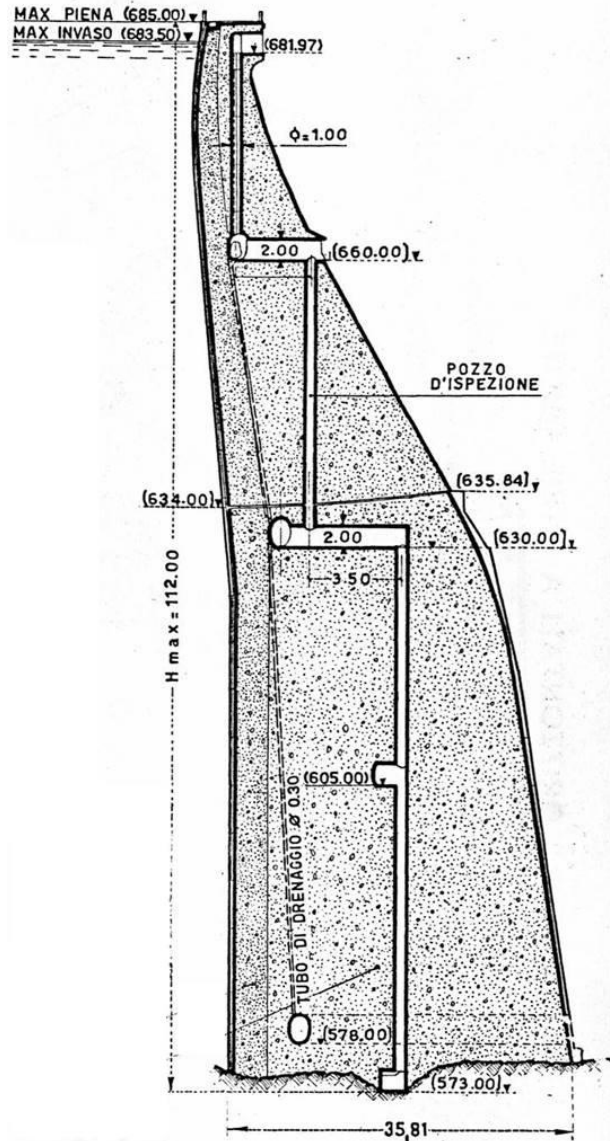
- a) dighe ad arco, quando la forma ed i rapporti di dimensione sono tali che la resistenza alla spinta dell'acqua, ed eventualmente del ghiaccio, ed alle azioni sismiche è sopportata in grande prevalenza per effetto della curvatura longitudinale (arco);
- b) dighe ad arco-gravità, quando la forma ed i rapporti di dimensione sono tali che alla resistenza predetta concorrono in misura singolarmente non modesta, sia l'effetto della curvatura longitudinale, sia quello trasversale di mensola;
- c) dighe a cupola, quando la forma ed i rapporti di dimensione sono tali che la reattività elastica è assimilabile a quella di lastra a doppia curvatura.

DIGA AD ARCO

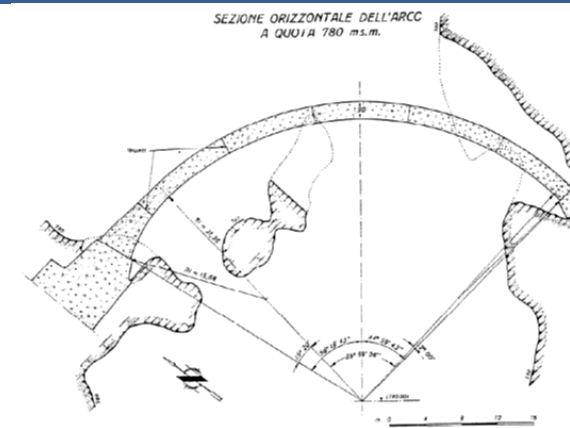
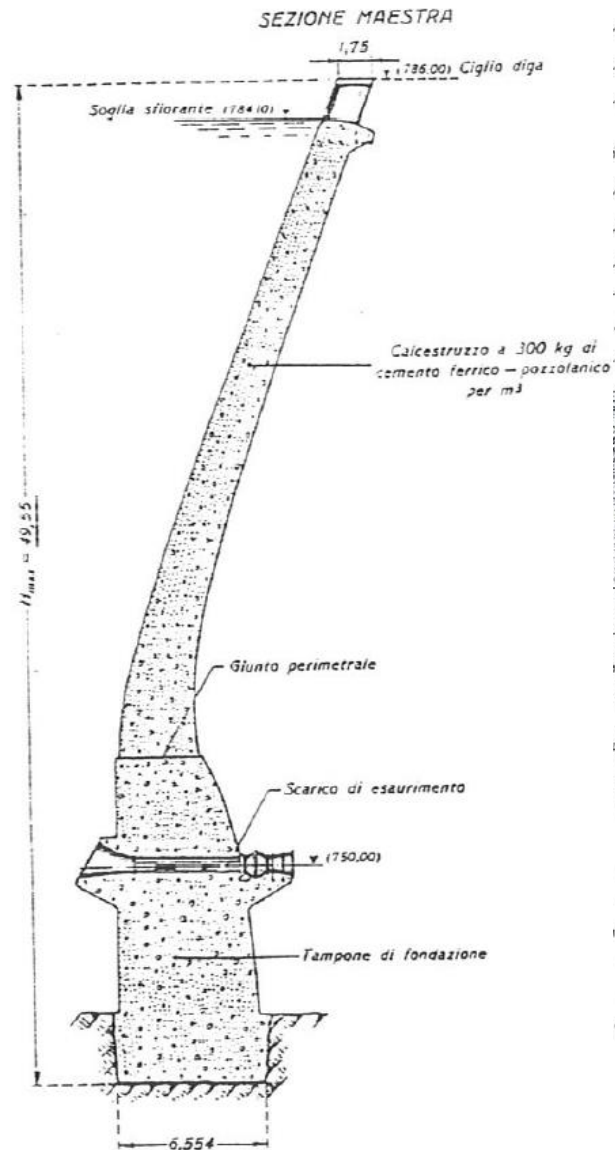
SANTA GIUSTINA (Trentino Alto Adige)



DIGA AD ARCO GRAVITÀ PIEVE DI CADORE (Veneto)



DIGA A CUPOLA GROTTACAMPANARO (Lazio)



Dighe esistenti D.M. 24/06/2014 – Art. H.2: Interventi

Sono individuate le seguenti categorie di intervento:

1. interventi di **RISTRUTTURAZIONE** mediante lavori e opere di trasformazione anche parziale
 - di adeguamento, atti a conseguire i livelli di sicurezza e funzionalità previsti dalle presenti norme per le nuove realizzazioni;
 - di miglioramento atti ad aumentare la sicurezza preesistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti per le nuove realizzazioni;
 - di riparazione o interventi locali che interessino elementi isolati e che, comunque, comportino miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti;
 - di declassamento, con riduzione dell'altezza della diga e/o del volume di invaso del serbatoio;
2. interventi di **DISMISSIONE** per privare lo sbarramento della funzione di ritenuta idraulica, garantendo la sicurezza del sito e dei territori di valle.

Oltre agli interventi di RISTRUTTURAZIONE e di DISMISSIONE specificati dalla norma, è possibile individuare anche interventi di **AMMODERNAMENTO**, ovvero delle attività innovative che lo sviluppo tecnologico consente di apportare al fine di una migliore gestione dell'opera esistente.

RIABILITAZIONE DELLE DIGHE (OSSERVATORIO PERMANENTE)

CONCETTO DI RIABILITAZIONE: complesso delle attività che preveda:

- interventi di **RISTRUTTURAZIONE**.
- interventi di **AMMODERNAMENTO**



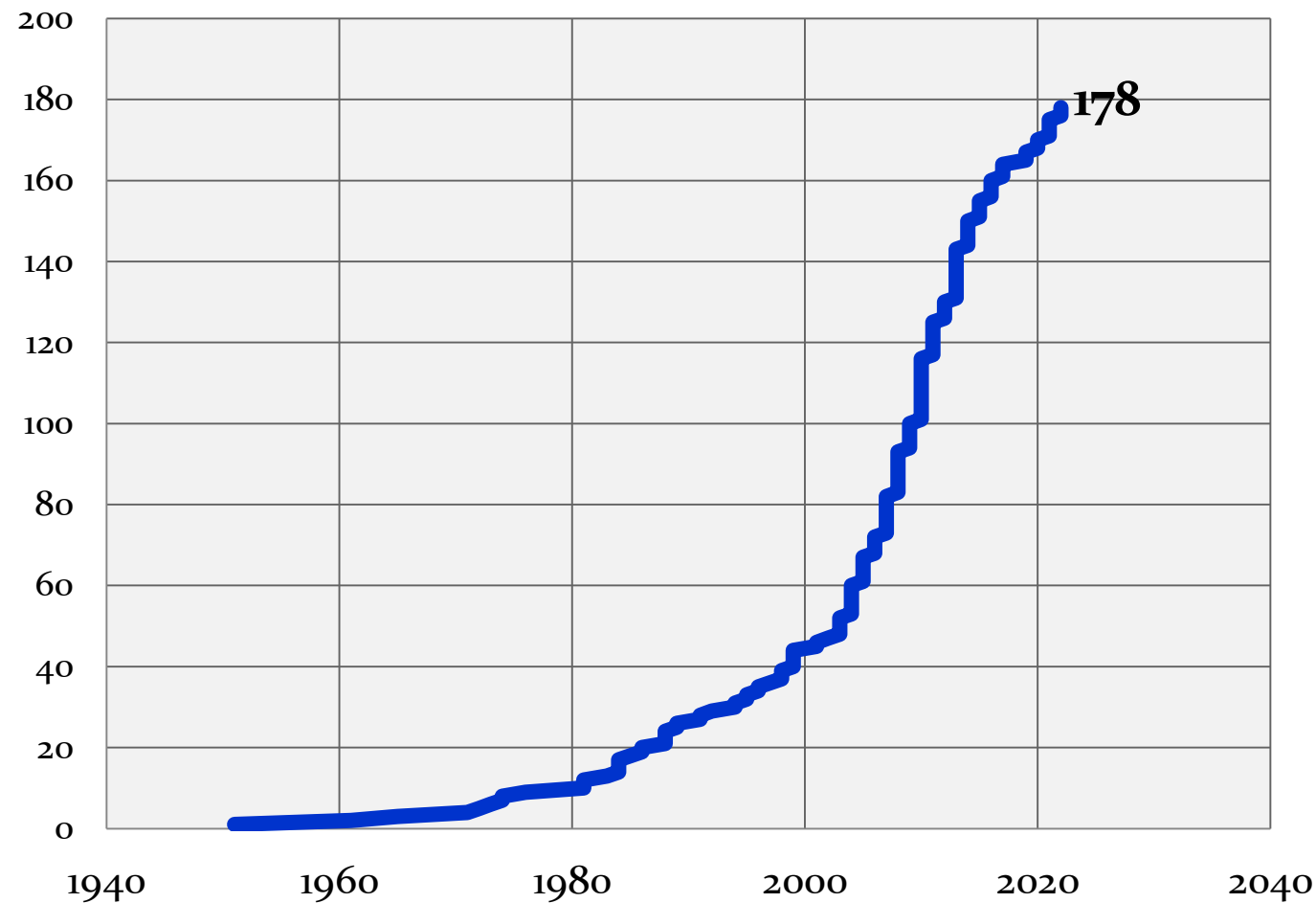
Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali



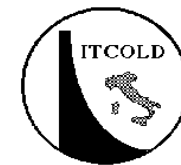
INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

Numero di interventi nel tempo



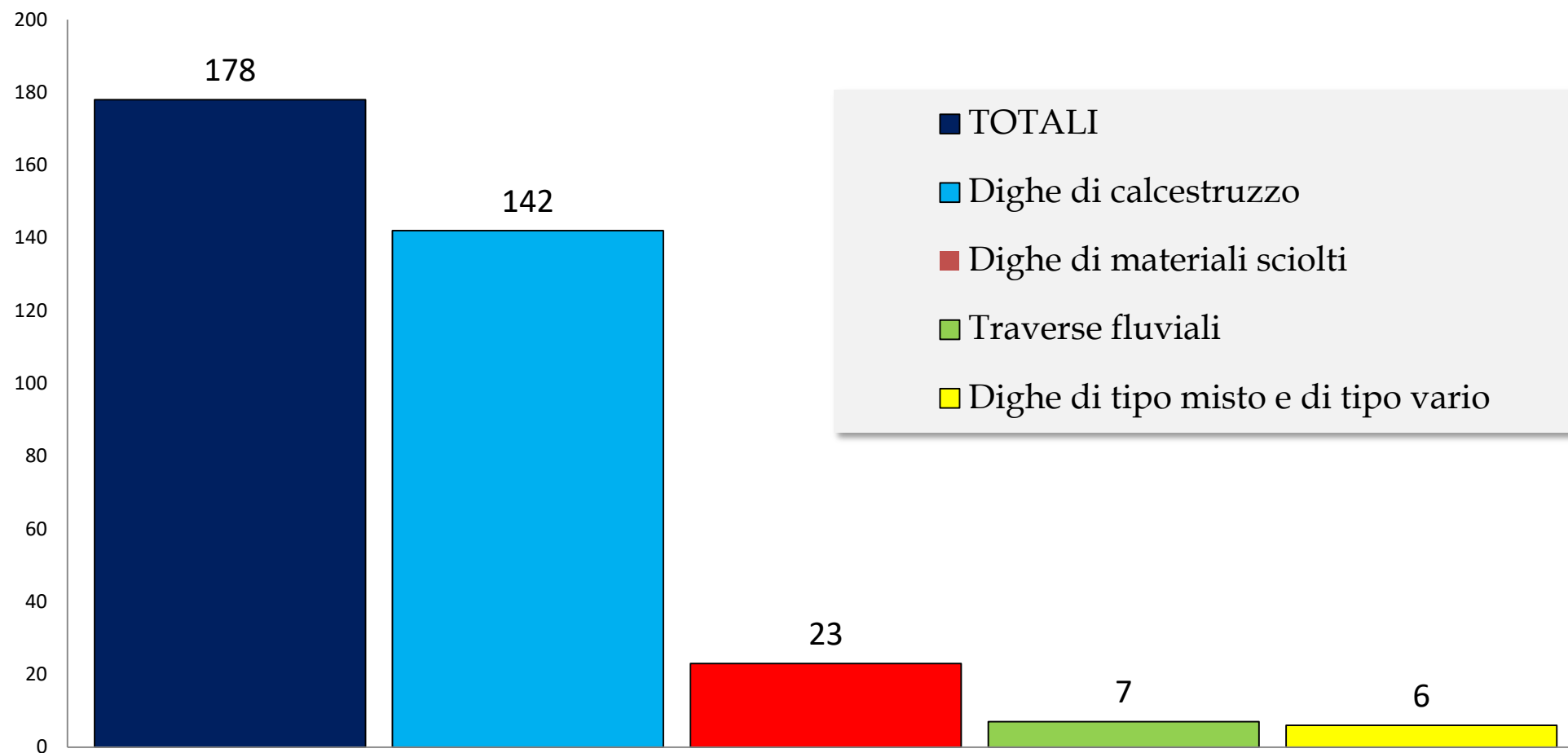
Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali



INTERVENTI DI RIABILITAZIONE

Numero di interventi per tipologia di diga

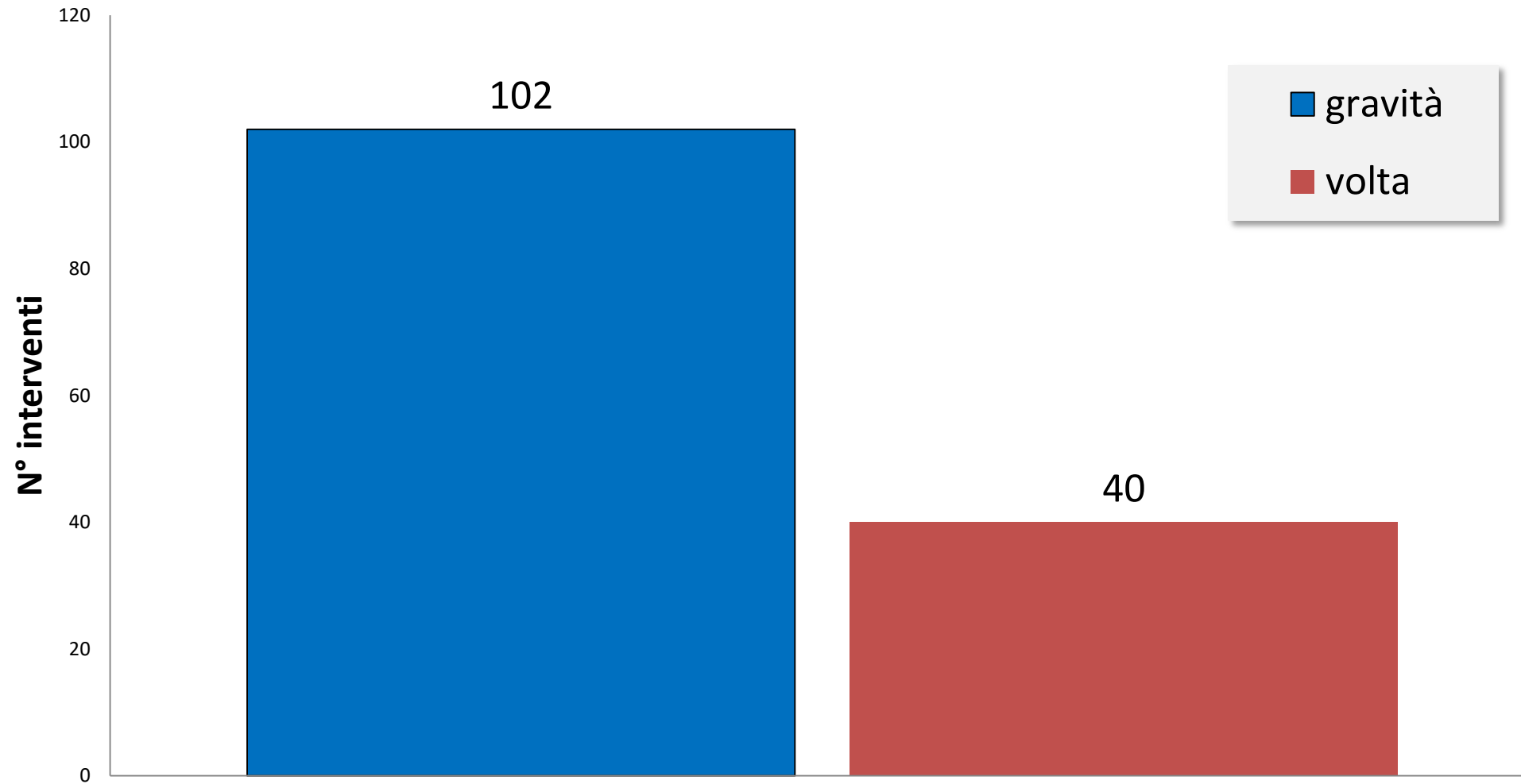


Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe in cls



INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SU DIGHE IN CLS

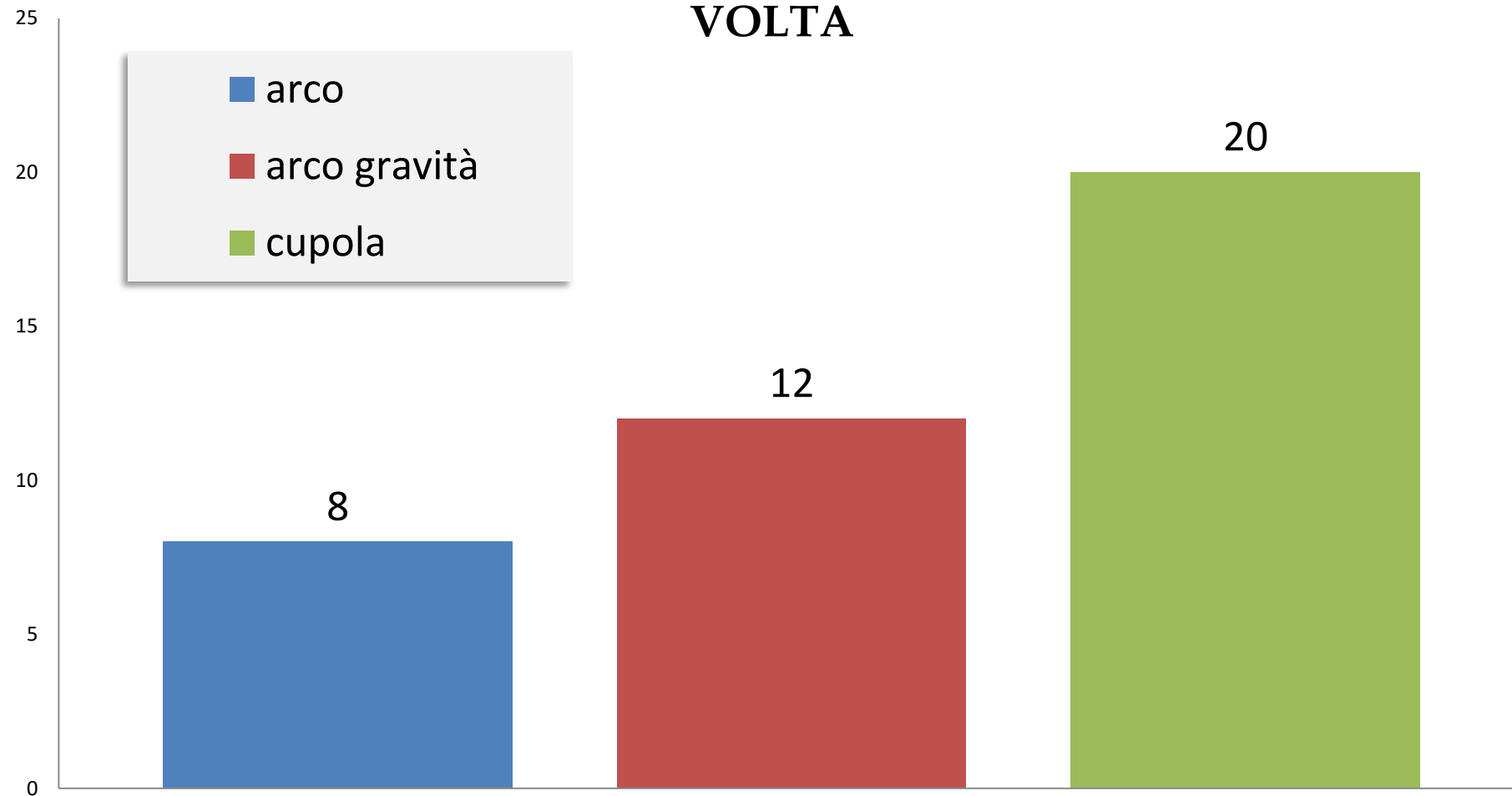


Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

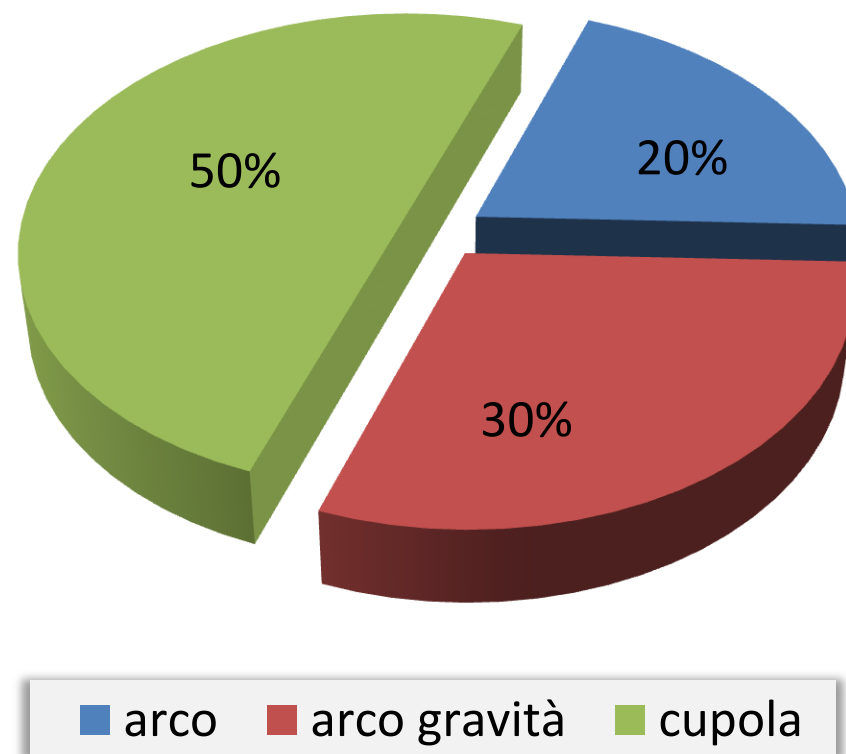
Statistiche generali dighe a volta



INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SU DIGHE A VOLTA

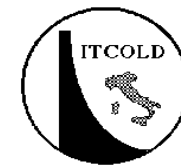


INTERVENTI DI RIABILITAZIONE
Numero di interventi per tipologia di diga



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

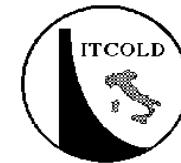
Statistiche generali dighe a volta



TITOLARIO			
Interventi di riabilitazione			
<u>Tipologia di interventi di 1° livello</u>			
Corpo diga	Fondazione/imposte	Paramenti	Scarichi
<u>Tipologia di interventi di 2° livello</u>			
<ul style="list-style-type: none"> - Appesantimento - Tagli strutturali - Incollaggio lesioni - Iniezioni - Integrazione sistema drenante - Dismissione - Altro 	<ul style="list-style-type: none"> - Integrazione schermo impermeabile - Integrazione schermo di drenaggio - Nuovo taglione - Stabilità fondazione 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuovo manto in bitume - Nuovo manto metallico - Nuovo manto in pvc - Nuovo paramento massiccio - Ricostruzione manto in bolognini - Rifacimento travi coprigiunto - Ripristino manto con gunite - Ripristino manto con malte - Ripristino manto metallico 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuovo scarico di superficie - Potenziamento scarico di superficie - Nuovo scarico profondo - Modifica scarico profondo - Sistema comando e/o movimentazione - Nuovo scarico per DMV - Altro

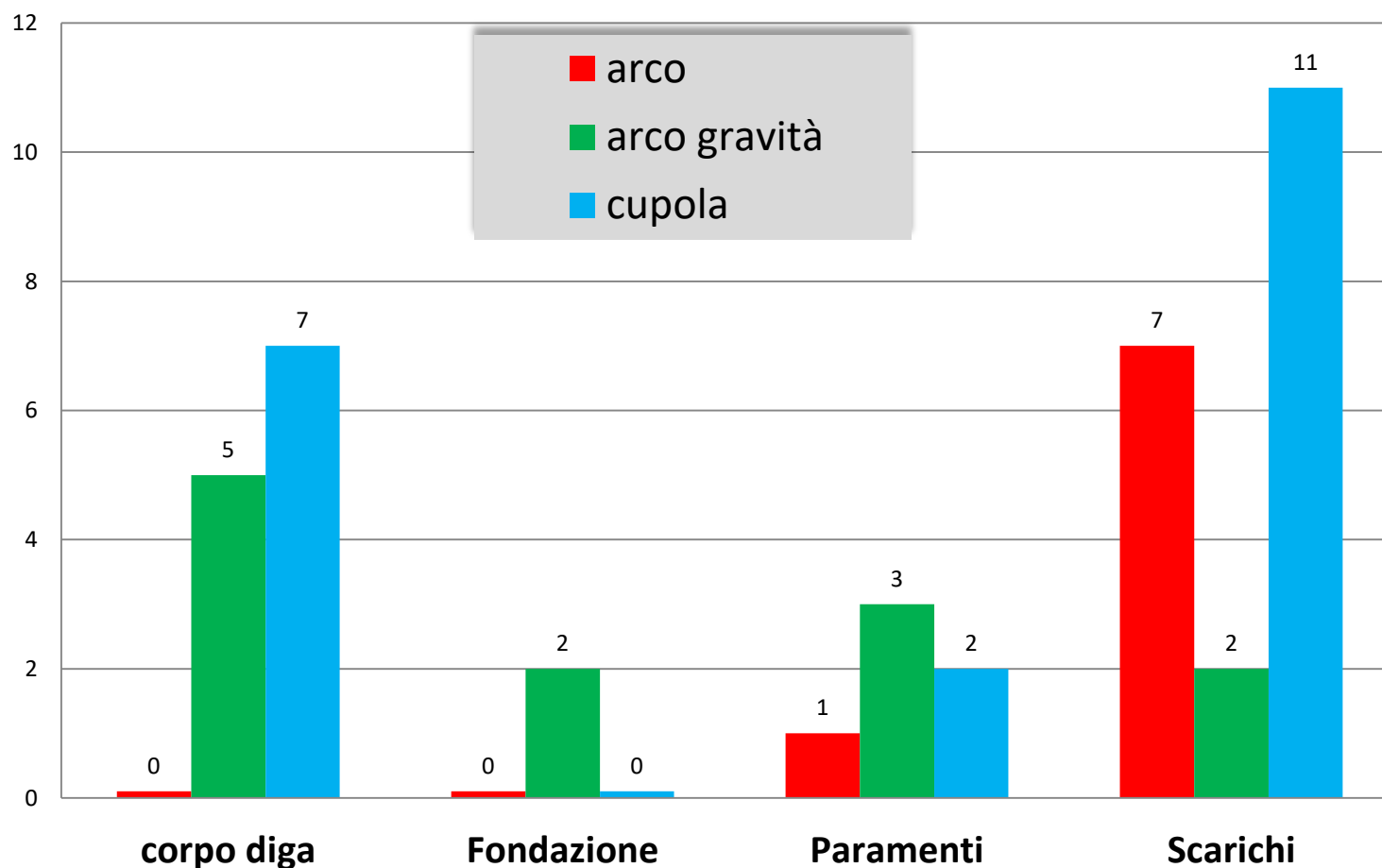
Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta



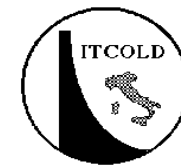
INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DIGHE A VOLTA

Numero di interventi per tipologia di intervento



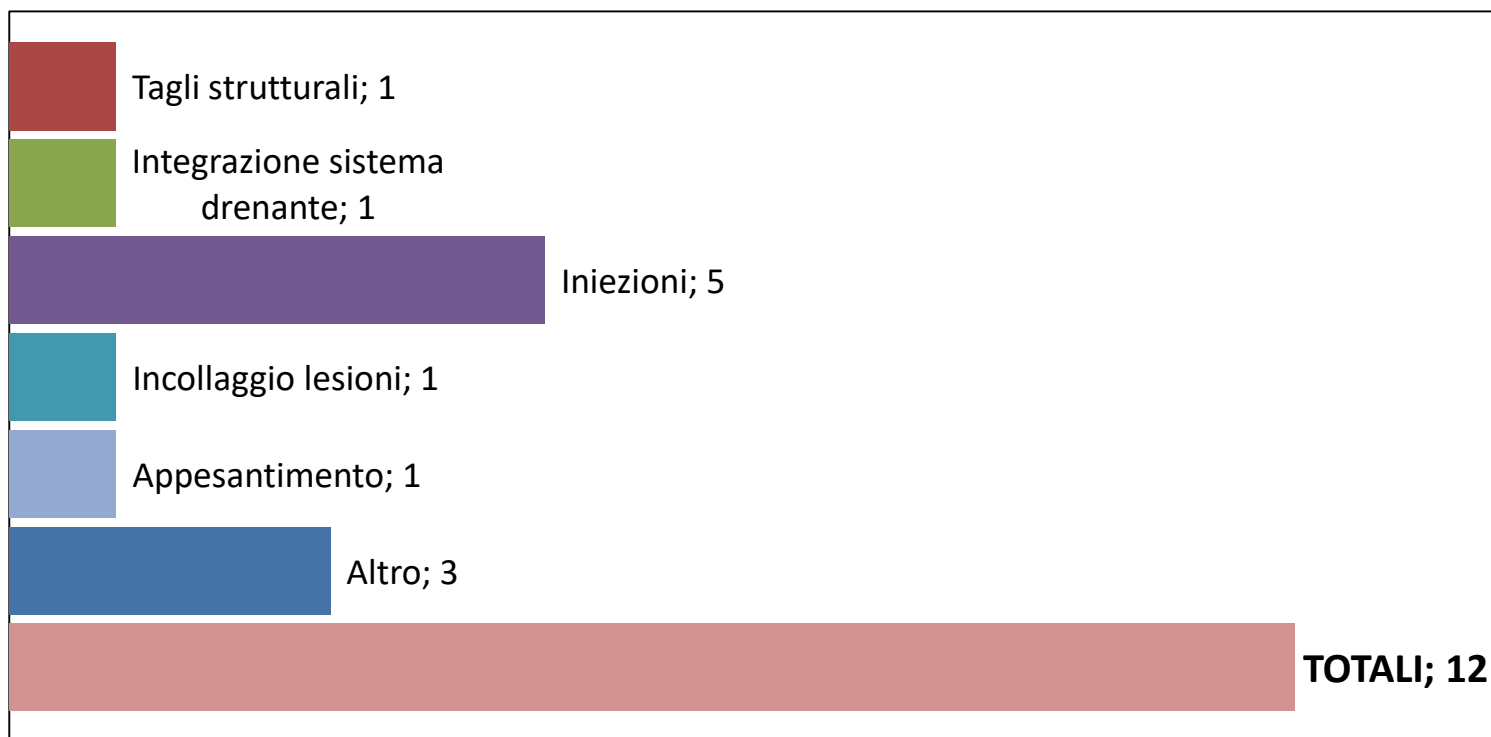
Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



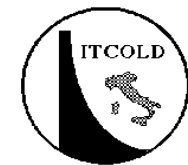
DIGHE A VOLTA

INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SUL **CORPO DIGA**



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



CORPO DIGA - **TAGLIO STRUTTURALE** Diga di PIANTELESSIO (TO)

Periodo di esecuzione: 2007 - 2008

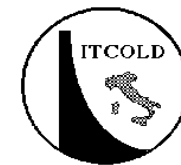
Motivazione: reazione alcali - aggregati

Breve descrizione: esecuzione di sedici tagli verticali e ricostruzione della tenuta in corrispondenza dei tagli



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



CORPO DIGA - **INTEGRAZIONE SISTEMA DRENANTE** Diga di CANCANO (SO)

Periodo di esecuzione: 2011

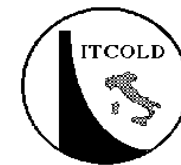
Motivazione: necessità di ripristino della pervietà dei dreni in corpo diga

Breve descrizione: pulizia mediante idrogetto ad alta pressione



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



CORPO DIGA - **INIEZIONI**

Diga di NEVES (BZ)

Periodo di esecuzione: 2022

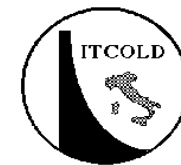
Motivazione: necessità di rifacimento completo del giunto longitudinale in coronamento

Breve descrizione: asportazione manuale completa del giunto longitudinale esistente e idropulizia con getto d'acqua in pressione. Successiva iniezione di riempimento con sigillante poliuretanico fluido e adesivo epossidico bicomponente tissotropico



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



CORPO DIGA - **INCOLLAGGIO LESIONI** Diga di GROTTACAMPANARO (FR)

Periodo di esecuzione: 2001-2004

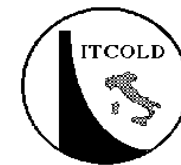
Motivazione: ripristino continuità strutturale del corpo diga

Breve descrizione: risarcitura delle lesioni mediante incollaggio con resina epossidica bicomponente



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – CORPO DIGA



CORPO DIGA – **APPESANTIMENTO**

Diga di SENAIGA (BL)

Periodo di esecuzione: 2008

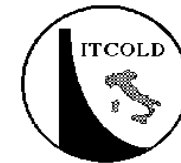
Motivazione: Manutenzione del ponte costituente parte della struttura di coronamento della diga

Breve descrizione: demolizione di parti delle pile lesionate e di parti dell'impalcato; posa in opera di nuovi appoggi, ampliamento e rinforzo delle pile; iniezioni di resine epossidiche e cucitura finale mediante inserimento di barre dyvidag.

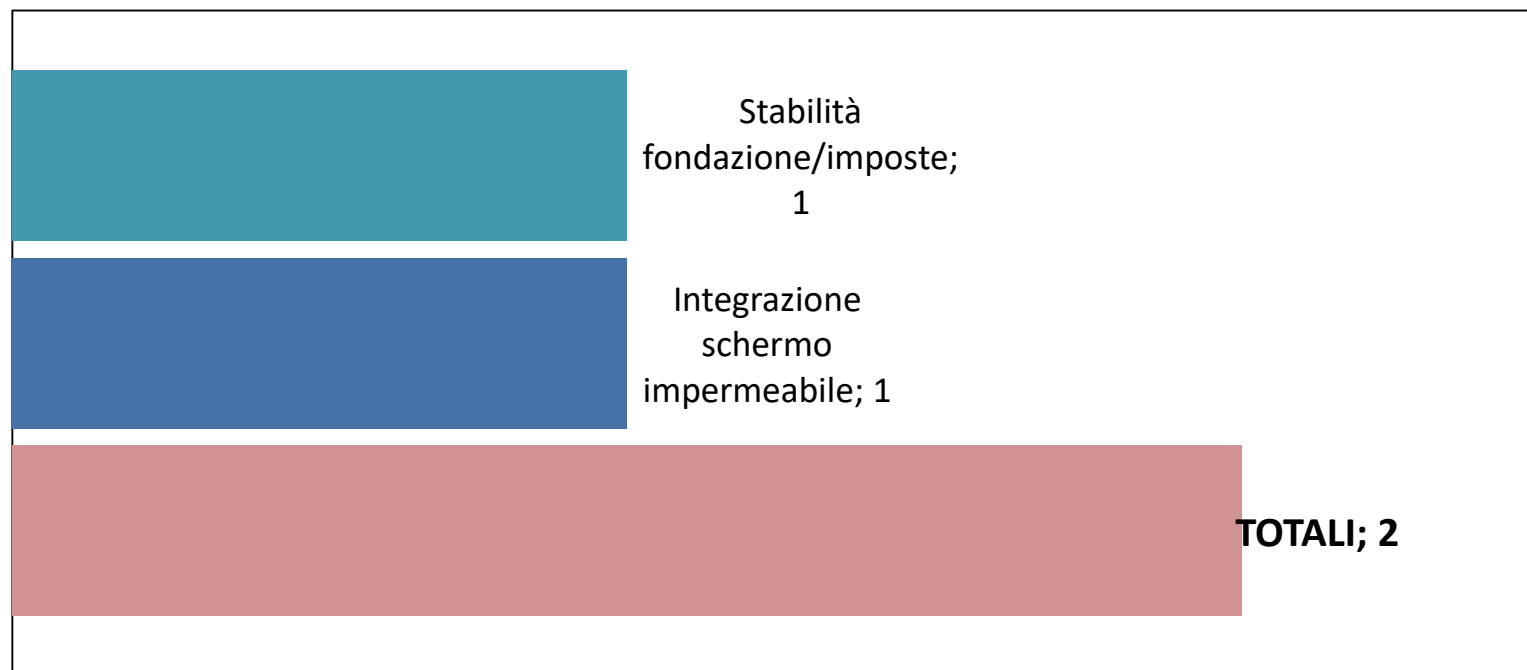


Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – FONDAZIONE/IMPOSTE

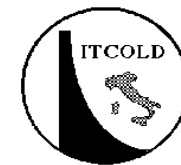


DIGHE A VOLTA INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SU **FONDAZIONE/IMPOSTE**



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – FONDAZIONE/IMPOSTE



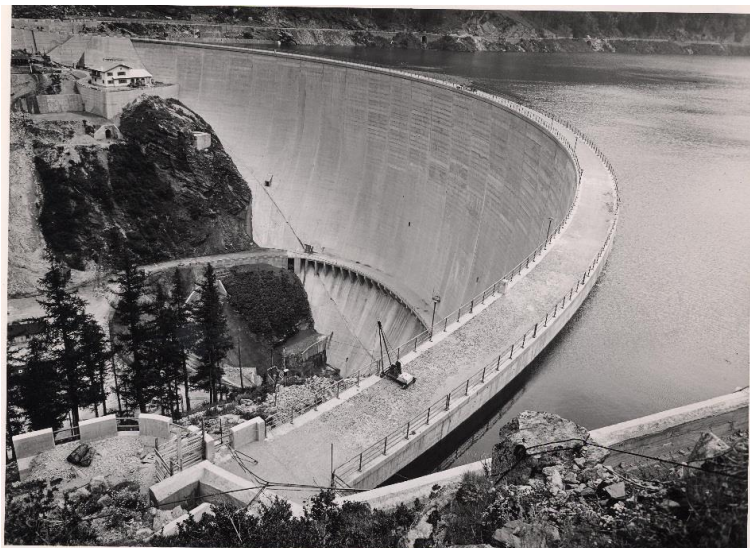
FONDAZIONE/IMPOSTE – **STABILITA' FONDAZIONE/IMPOSTE**

Diga di BEAUREGARD (AO)

Periodo di esecuzione: 2011-2015

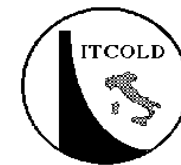
Motivazione: presenza di DGPV su spalla sinistra diga

Breve descrizione: demolizione parte superiore della diga e interventi di consolidamento della fondazione e dell'imposta



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – FONDAZIONE/IMPOSTE



FONDAZIONE – INTEGRAZIONE SCHERMO IMPERMEABILE

Diga di VALSOERA (TO)

Periodo di esecuzione: 2009-2010

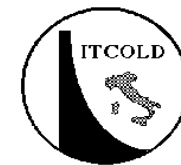
Motivazione: Elevate filtrazioni in fondazione e aumento delle filtrazioni sul paramento di monte

Breve descrizione: integrazione schermo di iniezione in fondazione nella zona centrale del tampone, risanamento dei giunti tra i bolognini e in corrispondenza delle travi coprigiunto.

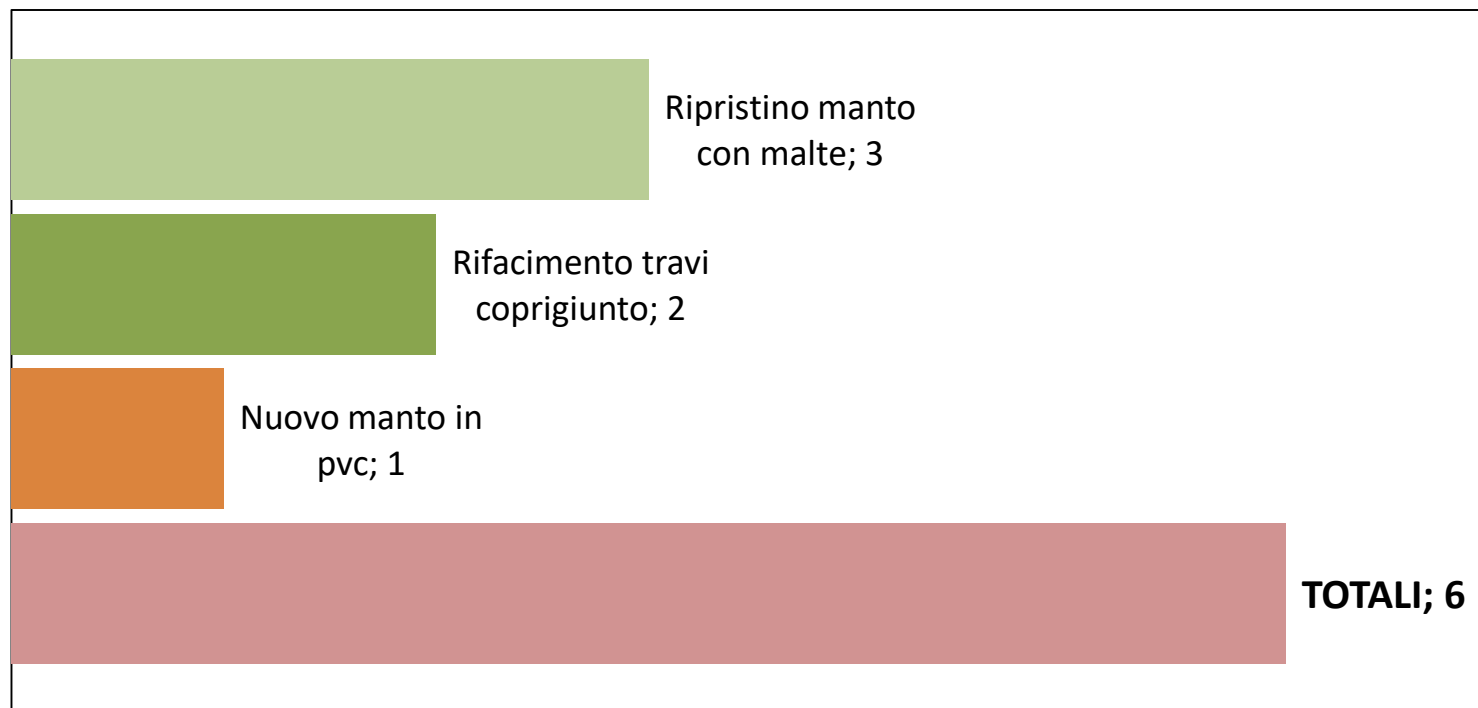


Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – PARAMENTI

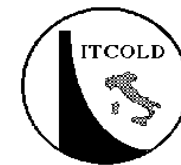


DIGHE A VOLTA INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SUI **PARAMENTI**



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – PARAMENTI

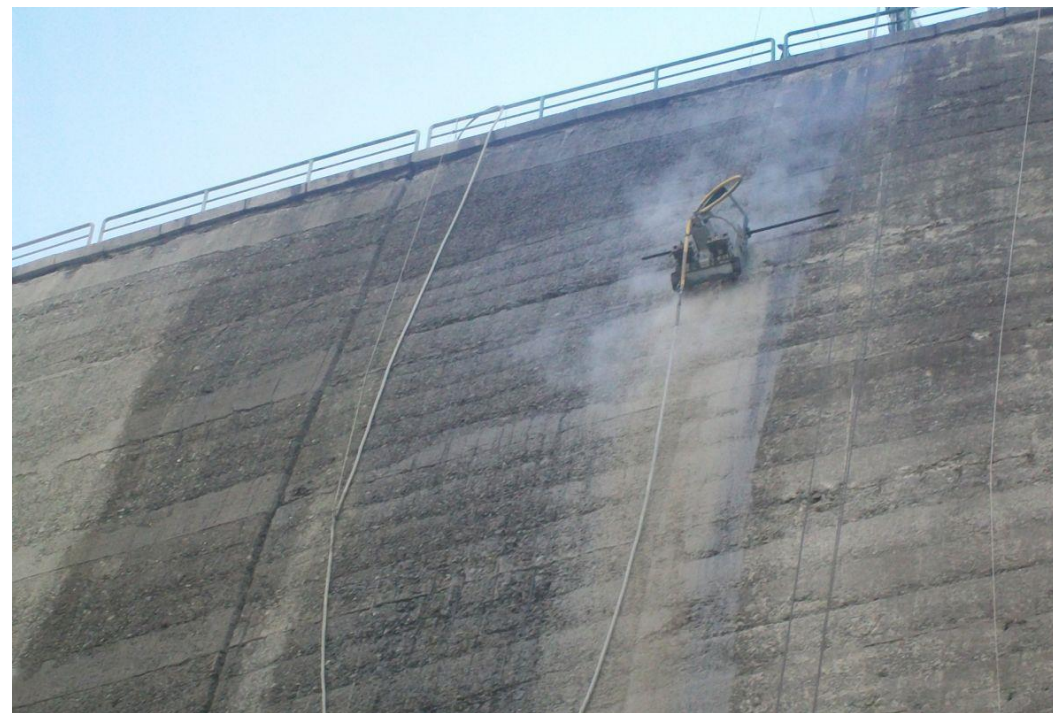
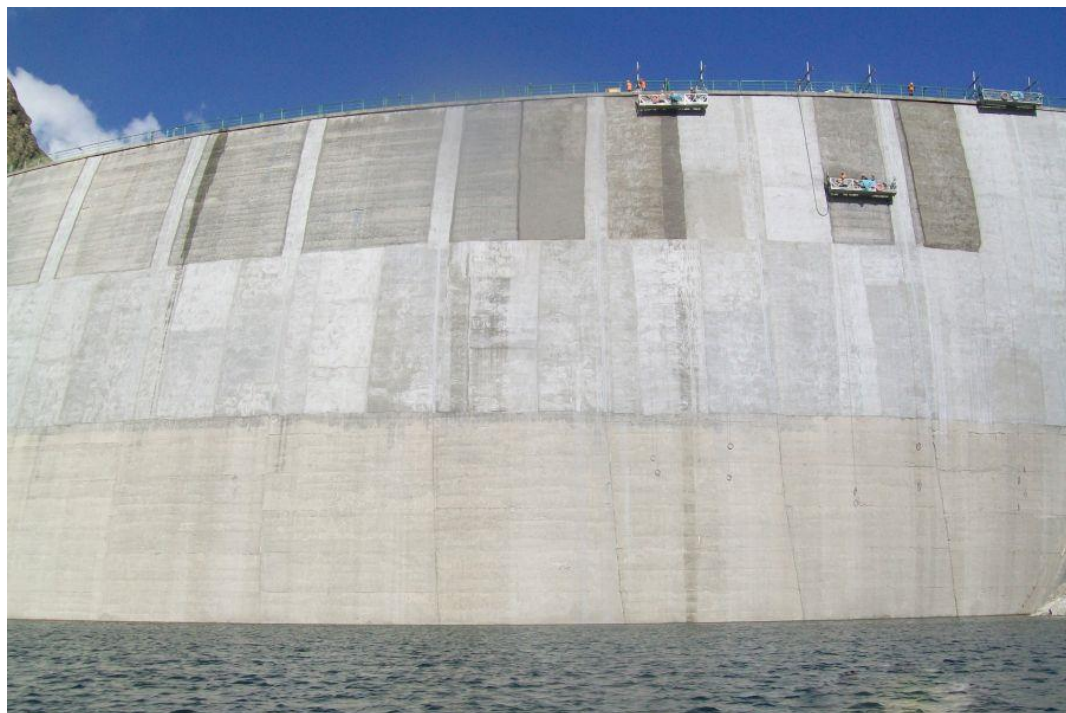


PARAMENTI - **RIPRISTINO MANTO CON MALTE** Diga di CHIOTAS (CN)

Periodo di esecuzione: 2011

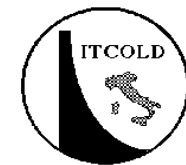
Motivazione: degrado del paramento e giunti di dilatazione

Breve descrizione: risanamento della fascia superiore mediante malte fibrorinforzate e sigillatura giunti



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – PARAMENTI



PARAMENTI – RIFACIMENTO TRAVI COPRIGIUNTO

Diga di LUMIEI(UD)

Periodo di esecuzione: 2013

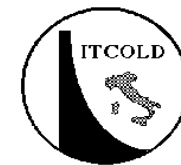
Motivazione: ammaloramenti diffusi

Breve descrizione: idropulizia, demolizione e ripristino delle tratte di travi coprigiunto ammalorate; passivazione dell'armatura affiorante



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – PARAMENTI



PARAMENTI – **NUOVO MANTO IN PVC** Diga di LAGO PUBLINO (SO)

Periodo di esecuzione: 1989

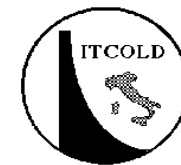
Motivazione: Impermeabilizzazione paramento di monte

Breve descrizione: Applicazione membrana in PVC



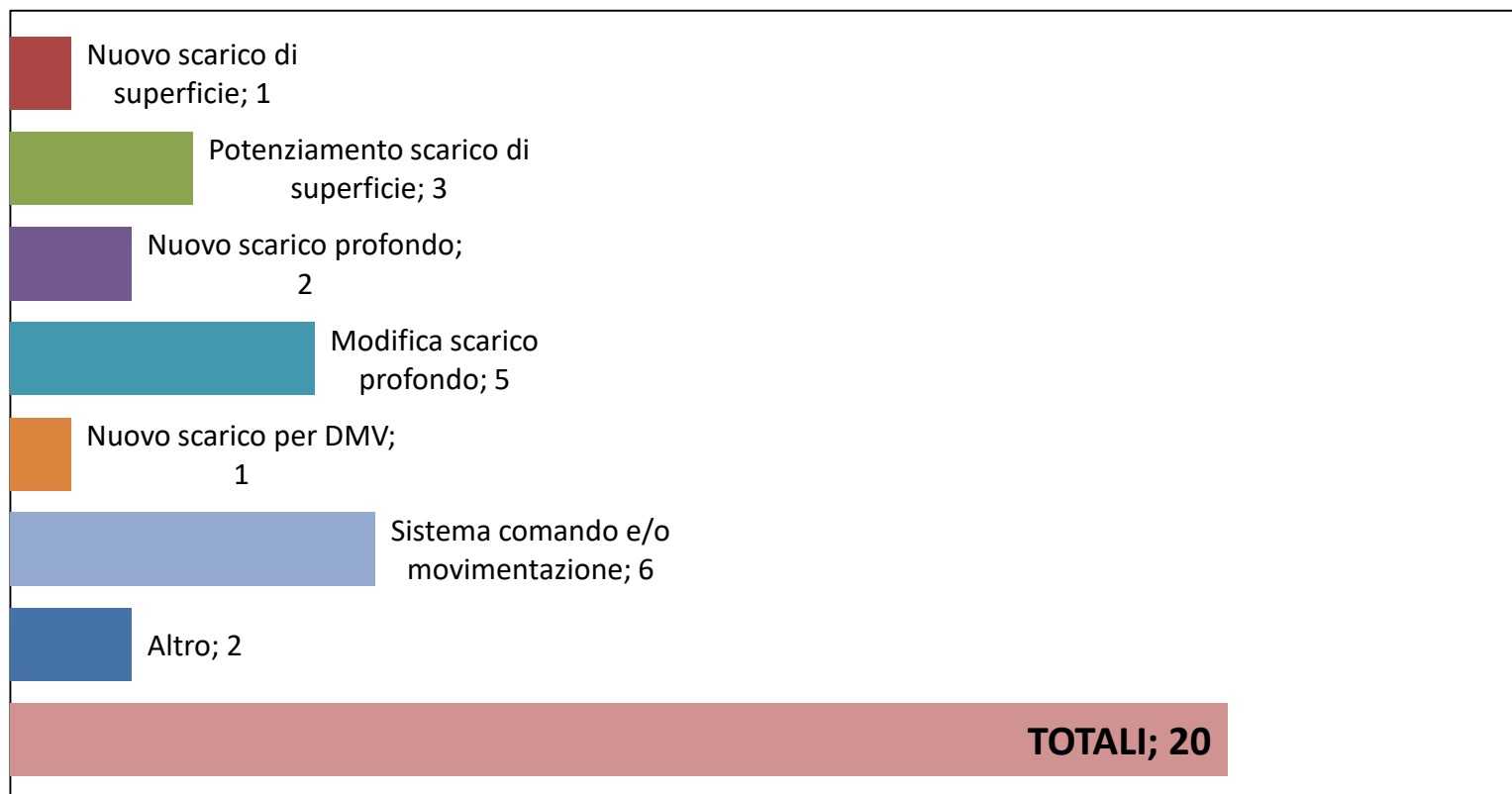
Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



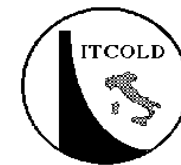
DIGHE A VOLTA

INTERVENTI DI RIABILITAZIONE SUGLI **SCARICHI**



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – **NUOVO SCARICO DI SUPERFICIE** Diga di PONTESEI (BL)

Periodo di esecuzione: 1984

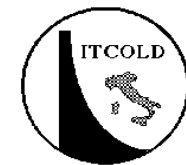
Motivazione: in conseguenza della limitazione di invaso imposta a seguito della frana di Fagarè

Breve descrizione: realizzazione di un nuovo scarico di superficie a ventola e a soglia fissa



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – **POTENZIAMENTO SCARICO DI SUPERFICIE**

Diga di CA' ZUL (PN)

Periodo di esecuzione: 2019-2021

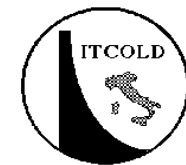
Motivazione: insufficienza degli scarichi con conseguente necessità di interventi per l'incremento delle condizioni di sicurezza idraulica della diga.

Breve descrizione: allargamento dello scarico di superficie in fregio allo sbarramento (da 40m a 45m) ed innalzamento della quota di coronamento (da 600,00 a 600,40 m s.m.)



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – **NUOVO SCARICO DI FONDO** Diga di RIMASCO (VC)

Periodo di esecuzione: 2014-2016

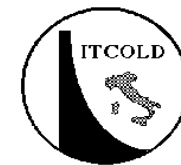
Motivazione: potenziamento capacità di scarico.

Breve descrizione: realizzazione di un nuovo scarico di fondo



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – MODIFICA SCARICO DI FONDO

Diga di NOVARZA (UD)

Periodo di esecuzione: 2016

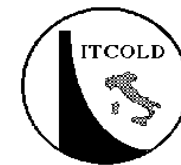
Motivazione: intervento manutentivo straordinario sulla paratoia dello scarico di fondo della diga

Breve descrizione: svuotamento dell'invaso, manutenzione allo scarico di fondo, con sostituzione della guarnizione; reinvaso del bacino



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – **NUOVO SCARICO PER DMV** Diga di SANTA GIUSTINA (TN)

Periodo di esecuzione: 2004

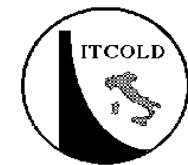
Motivazione: sfruttamento energetico del rilascio del DMV

Breve descrizione: perforazione del copro diga, posa della tubazione e realizzazione della centrale a piede diga.



Attività dell'Osservatorio ITCOLD «Manutenzione e Riabilitazione delle Dighe»

Statistiche generali dighe a volta – SCARICHI



SCARICHI – AMMODERNAMENTO SISTEMA COMANDO E/O MOVIMENTAZIONE Diga di PONTE RACLI (PN)

Periodo di esecuzione: 2013

Motivazione: impianto ormai obsoleto

Breve descrizione: realizzazione del nuovo impianto oleodinamico ed elettrico; installazione di un nuovo sistema di sollevamento delle paratoie a settore e delle paratoie a ventola (I e II scarico).

