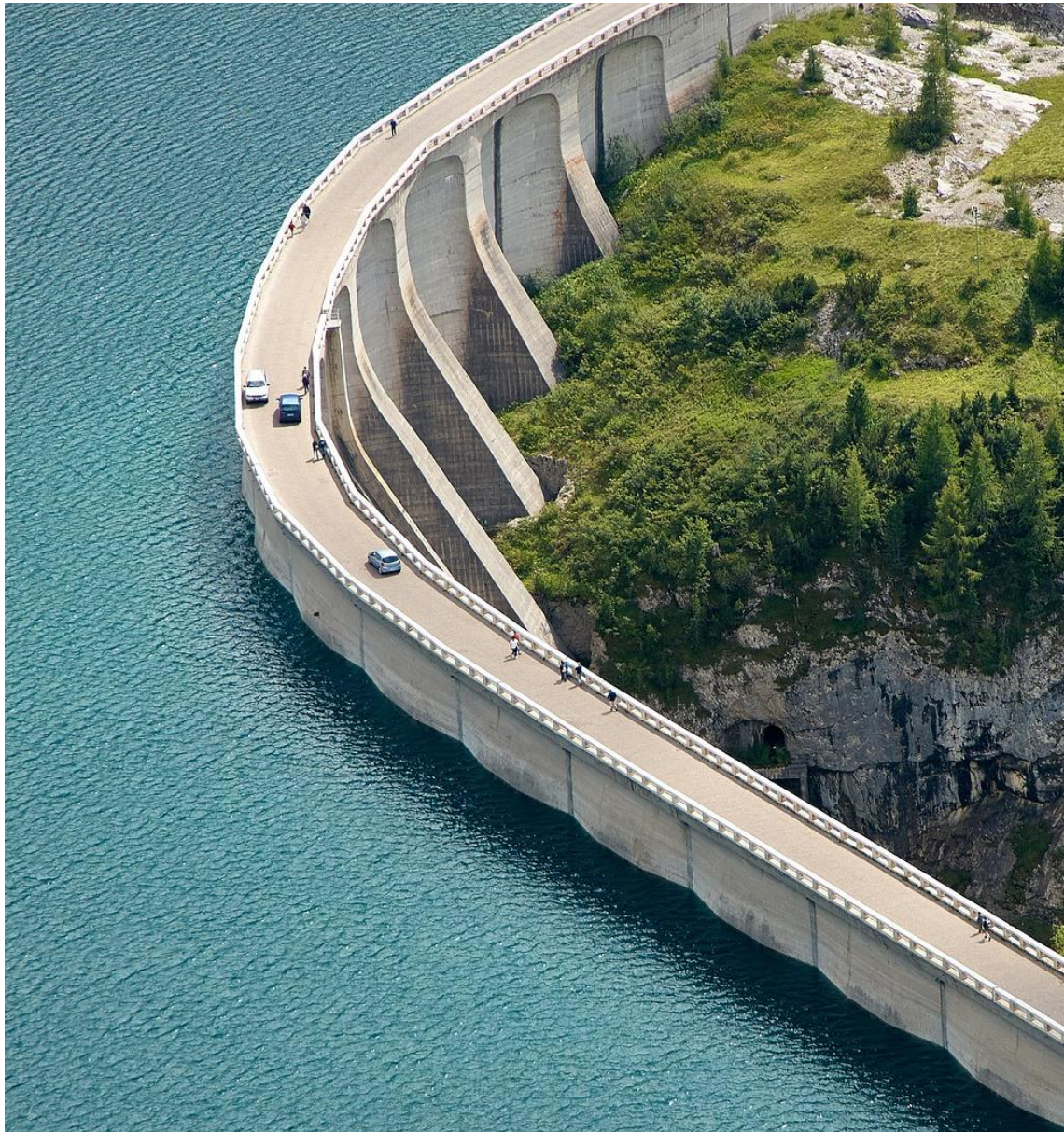
La sicurezza delle dighe: aspetti idraulici e cenni sull'interrimento dei serbatoi in Italia

Ing. Ludovica Ruggeri

La sicurezza di una diga

Principali aspetti tecnici

- Statici
- Sismici
- Idrologico-idraulici
- Interrimento



La sicurezza di una diga

La normativa nazionale

DM del 26 giugno 2014

Finalità

Le presenti Norme hanno la finalità di assicurare, anche in caso di eventi estremi, la permanenza della funzione di contenimento dell'acqua di invaso e della funzionalità degli organi necessari alla vuotatura controllata del serbatoio.

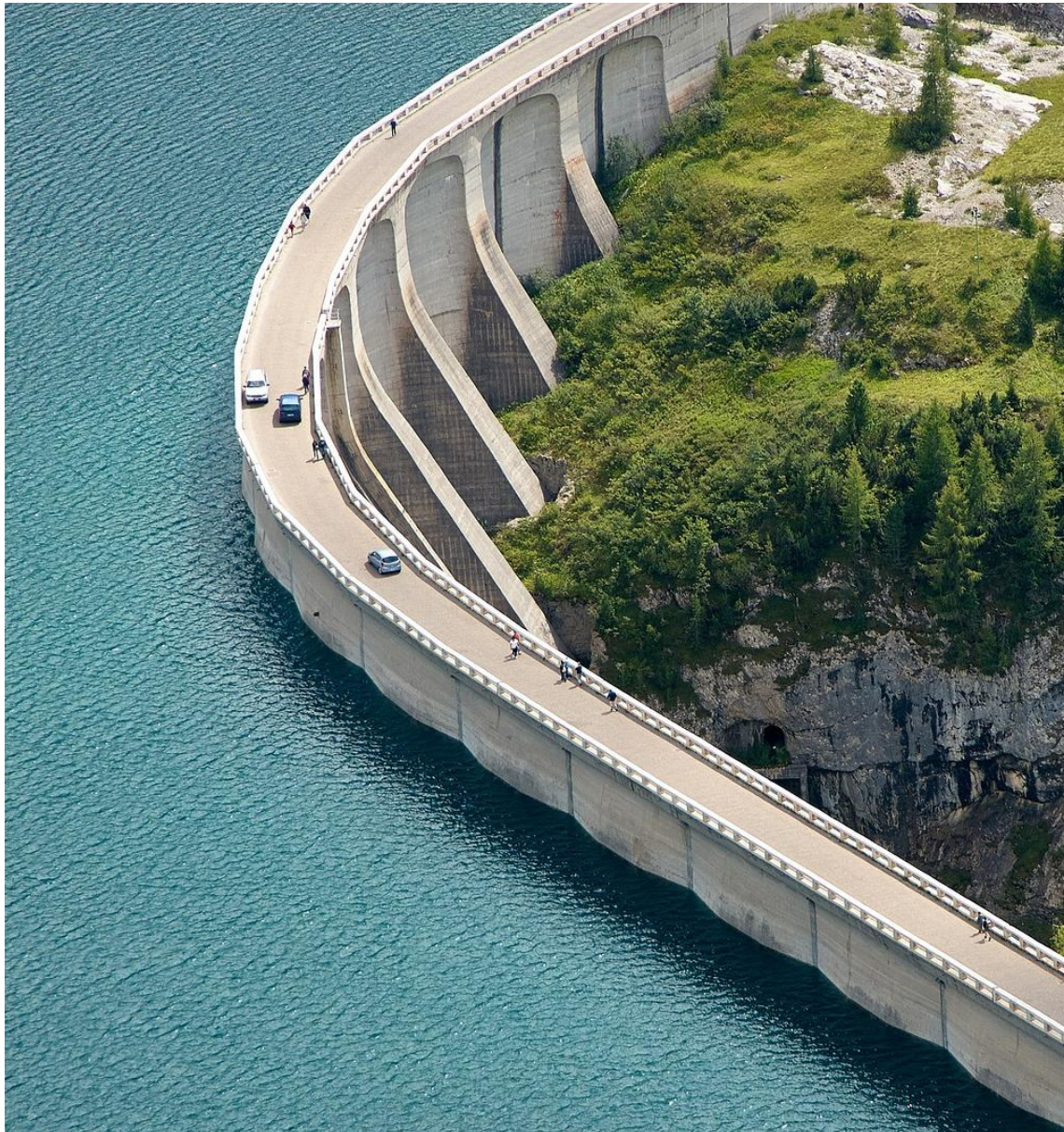
Campo di Applicazione

Tutti gli sbarramenti del territorio italiano

Criteri di Progetto e di Verifica

(Statici – Sismici – idraulici)

Dighe Esistenti e Nuove Dighe

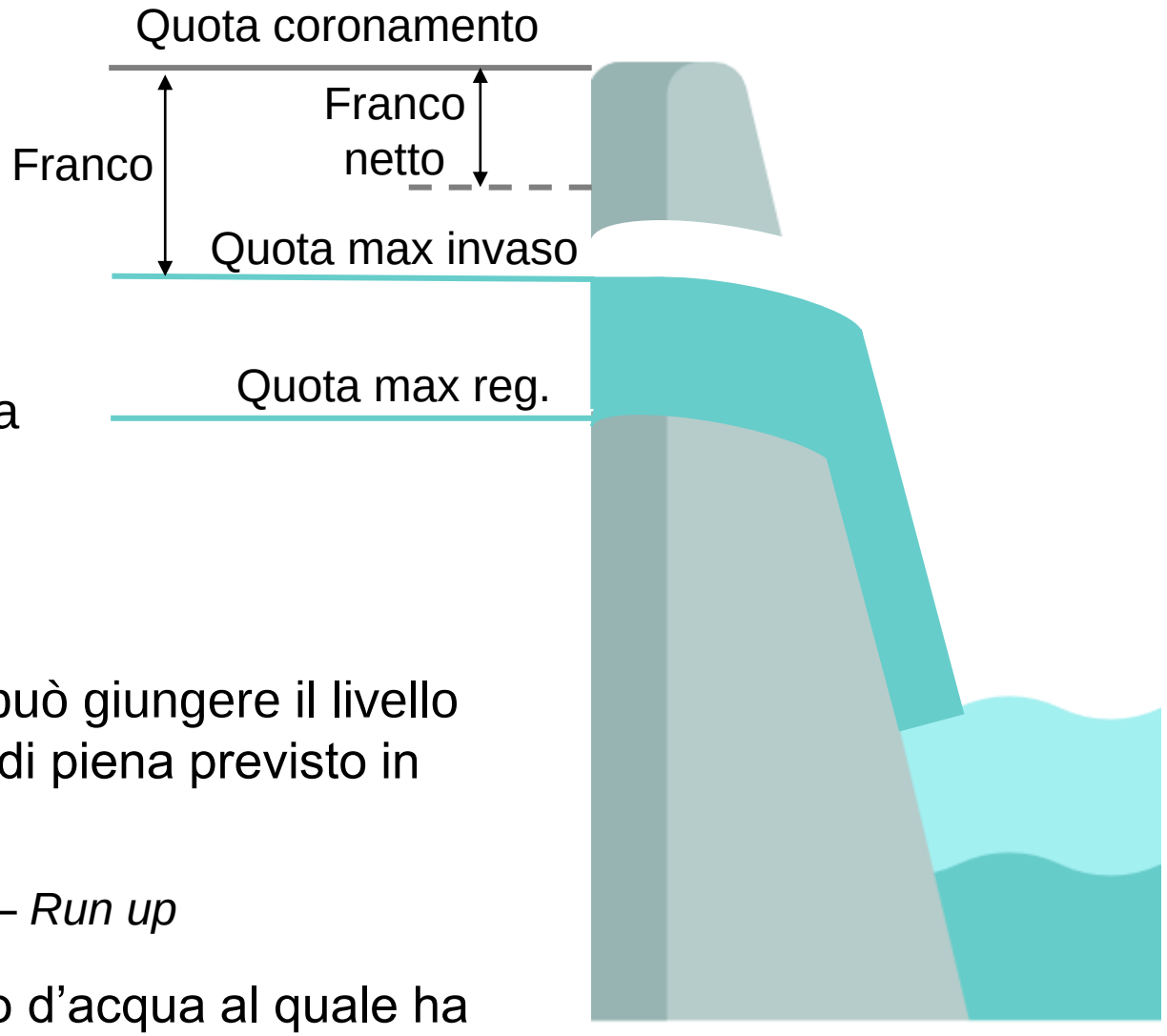


La sicurezza di una diga

Alcune definizioni

Franco: differenza tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso.

Franco netto: differenza tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso incrementata della semialtezza della maggiore tra l'onda generata dal vento o da sisma. Dovranno essere considerati i fenomeni di interazione tra moto ondoso e diga: "riflessione" e "risalita".



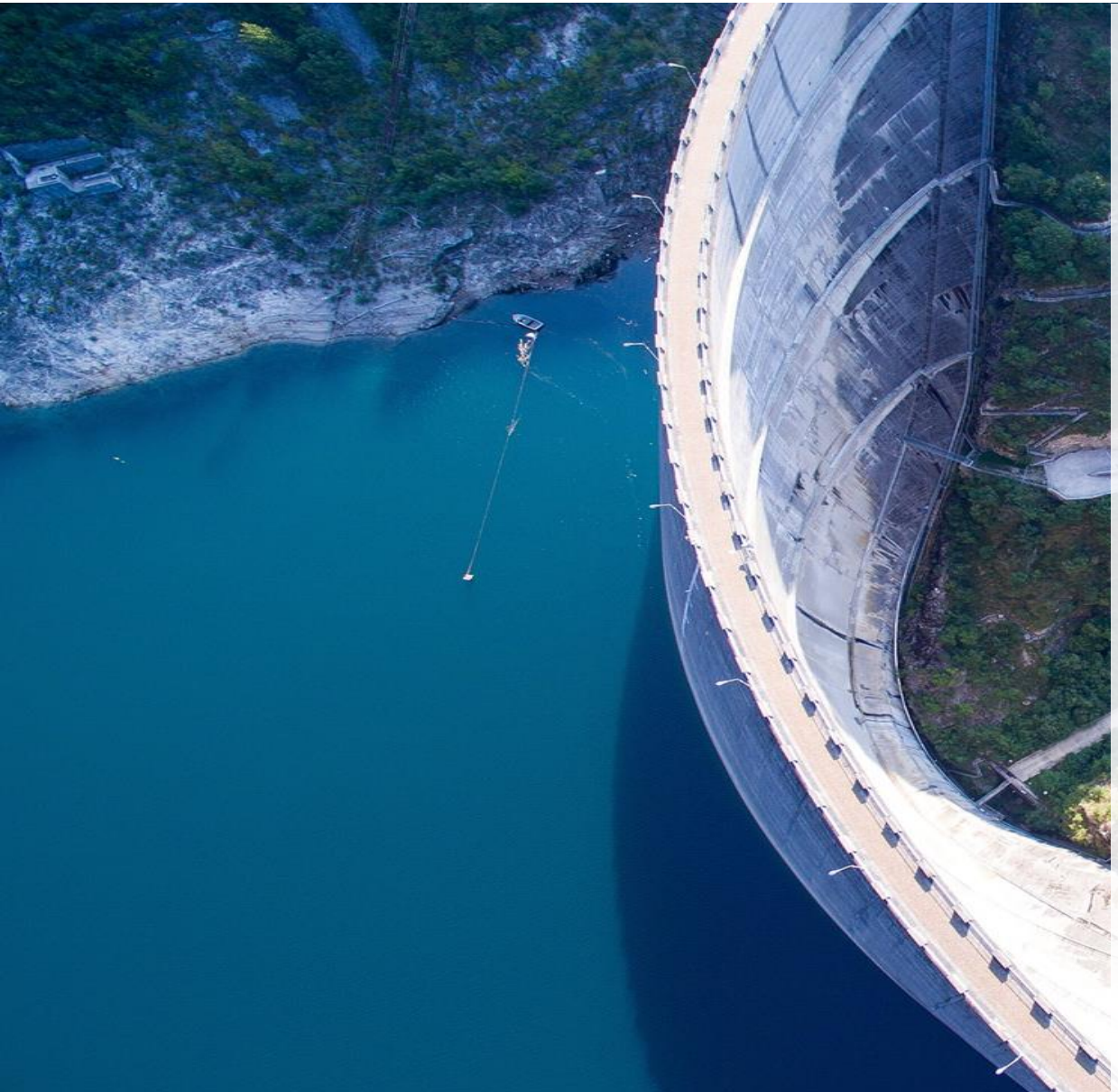
Quota di massimo invaso: quota massima cui può giungere il livello dell'invaso ove si manifesti il più gravoso evento di piena previsto in progetto.

Q max invaso =
Coronamento – FN – Semialtezza – Riflessione – Run up

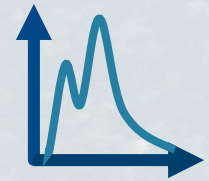
Quota massima di regolazione: quota del livello d'acqua al quale ha inizio, automaticamente, lo sfioro dagli appositi dispositivi.

Sicurezza idrologico-idraulica

Valutazioni idrologico-idrauliche



Stime delle portate al colmo di piena di assegnato Tempo di Ritorno



Metodi statistici diretti sui dati di portata storici



Metodi indiretti afflussi-deflussi

Verifica dell'adeguatezza degli scarichi





Aggiornamento con nuovi dati

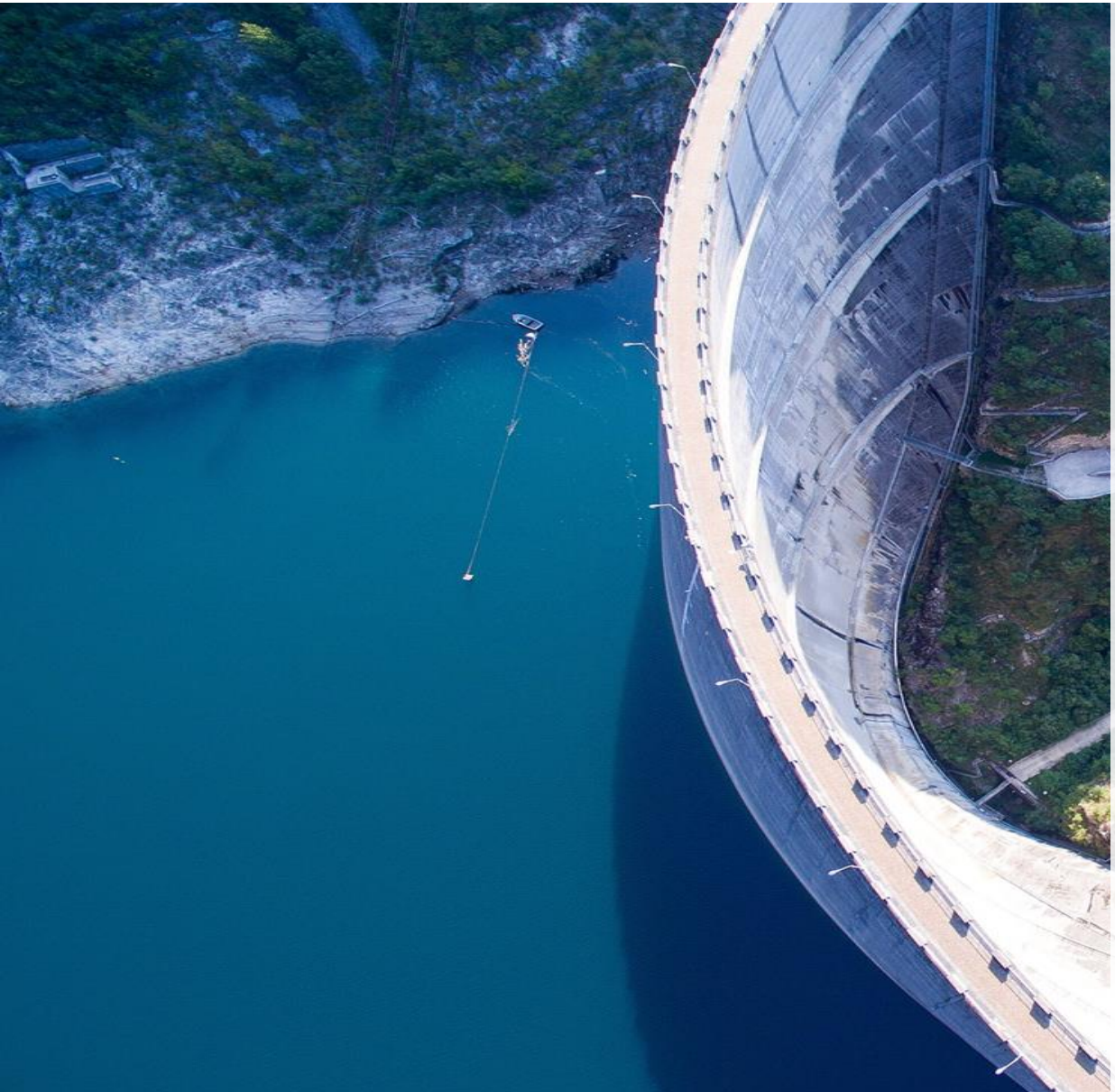
Richieste specifiche per progetti/lavori

Variazioni normative

Richieste da parte del Ministero

Sicurezza idrologico-idraulica

Valutazioni idrologico-idrauliche



Tempi di ritorno ai sensi del DM 2014

Dighe Esistenti	In Calcestruzzo	TR=500 anni
	In Materiali sciolti	TR=1000 anni

Verifiche ai sensi del DM 2014

1. Scarichi pienamente efficienti
   Q scaricata a quota < quota max invaso

2. Scarichi di superficie parzialmente efficienti
   Paratoie bloccate CA (20%) MS (50%)
   Q scaricata a quota < quota con FN/3

3. **Tempo di ritorno** della portata a cui si annulla il Franco Netto (FN)

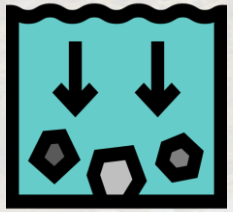
Il fenomeno dell’interrimento

Cenni introduttivi

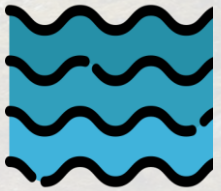


Riduzione della capacità di invaso dei serbatoi, dovuta alla sedimentazione del materiale solido trasportato dalle acque che affluiscono al serbatoio

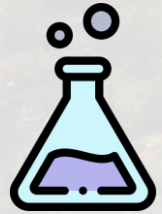
Meccanismi di interrimento



Sedimentazione per riduzione delle velocità



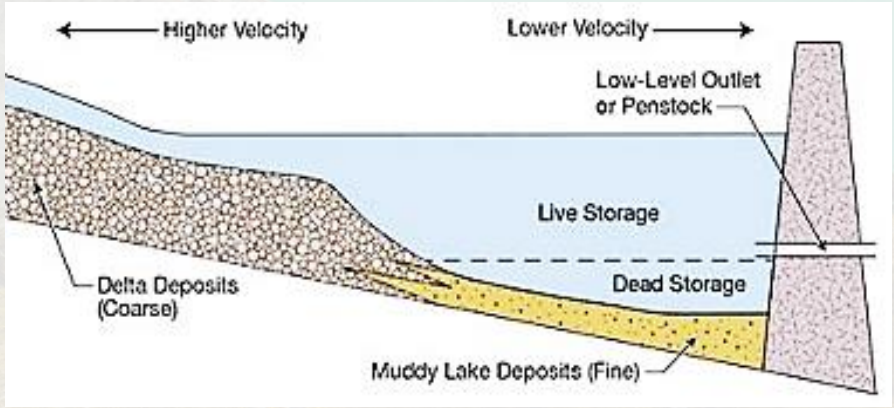
Azione del moto ondoso sulle sponde



Sedimentazione chimica

Distribuzione dei sedimenti

Sedimenti più grossolani — Sedimenti più fini



Il fenomeno dell’interrimento

Principali problematiche

Effetti sui serbatoi

1) Riduzione capacità di invaso
2) Riduzione capacità di regolazione piene
3) Riduzione di usi ricreativi del lago
4) Possibili impatti sulla qualità delle acque
5) Riduzione producibilità idroelettrica
6) Incremento spinta sul paramento di monte
7) Possibili impatti sulla risposta sismica della diga
8) Interrimento organi di scarico profondi

Effetti sui corsi d’acqua

1) Riduzione del trasporto solido a valle dello sbarramento
2) Possibili fenomeni erosivi a valle
3) Erosione delle coste



Il fenomeno dell'interrimento

Alcune definizioni



V INT (Mm3)

Volume interrimento serbatoio

è il volume totale dei materiali solidi depositati all'interno del serbatoio

VINT ANNUO (Mm3)
Volume di interrimento medio annuo

$$V_{INT\ ANNUO} = \frac{\Delta V_{INT}(T1 - T0)}{N_{ANNI\ (T1-T0)}}$$

GI (%)
Grado di interrimento

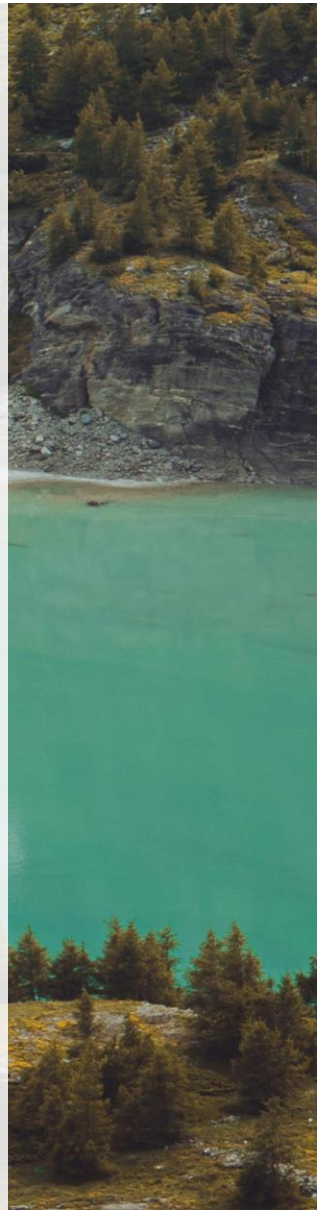
$$GI = \frac{\Delta V_{INT}(T1 - T0)}{V_{T0}}$$

GI > 5% → Serbatoi soggetti ad interrimento

TI (%)
Tasso di interrimento medio annuo

$$TI = \frac{V_{INT\ ANNUO}\ (T1 - T0)}{V_{T0}}$$

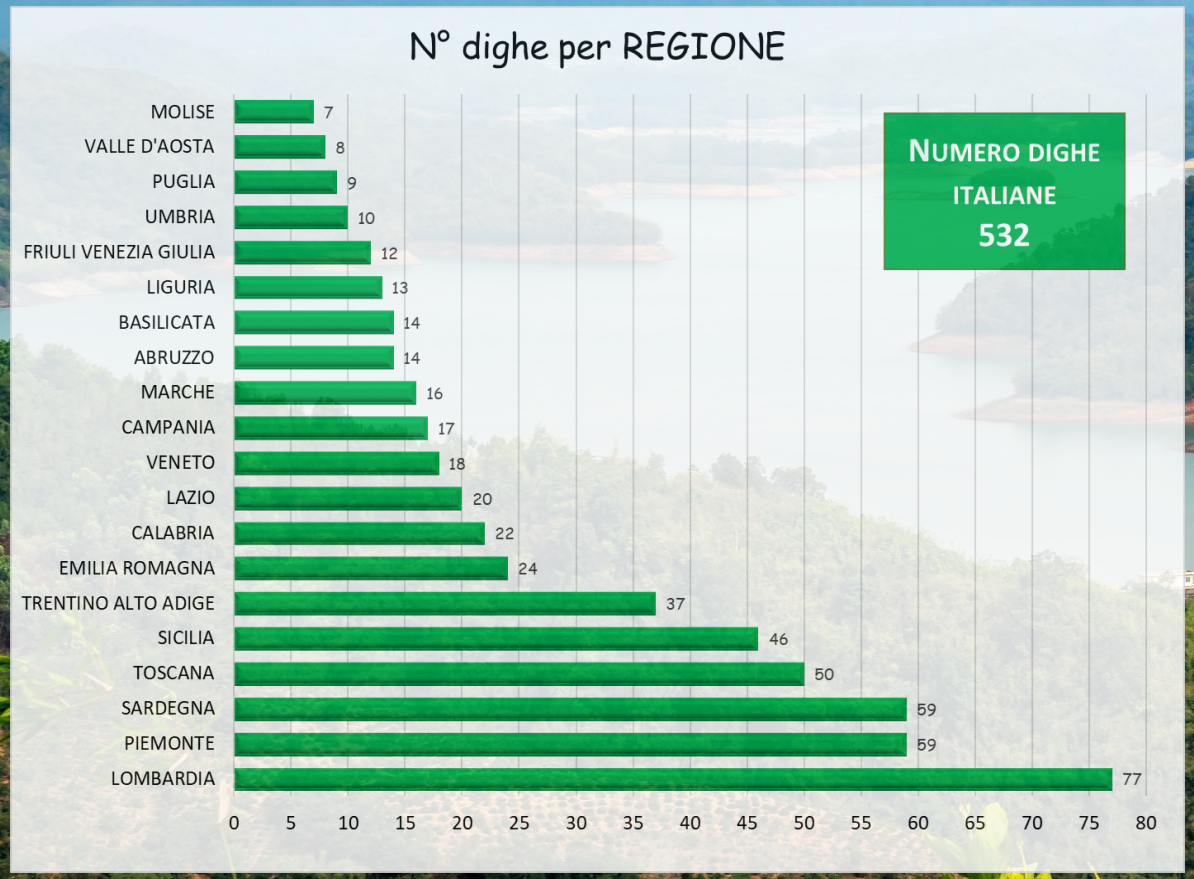
TI > 2% → Bacini con elevata produzione di sedimenti

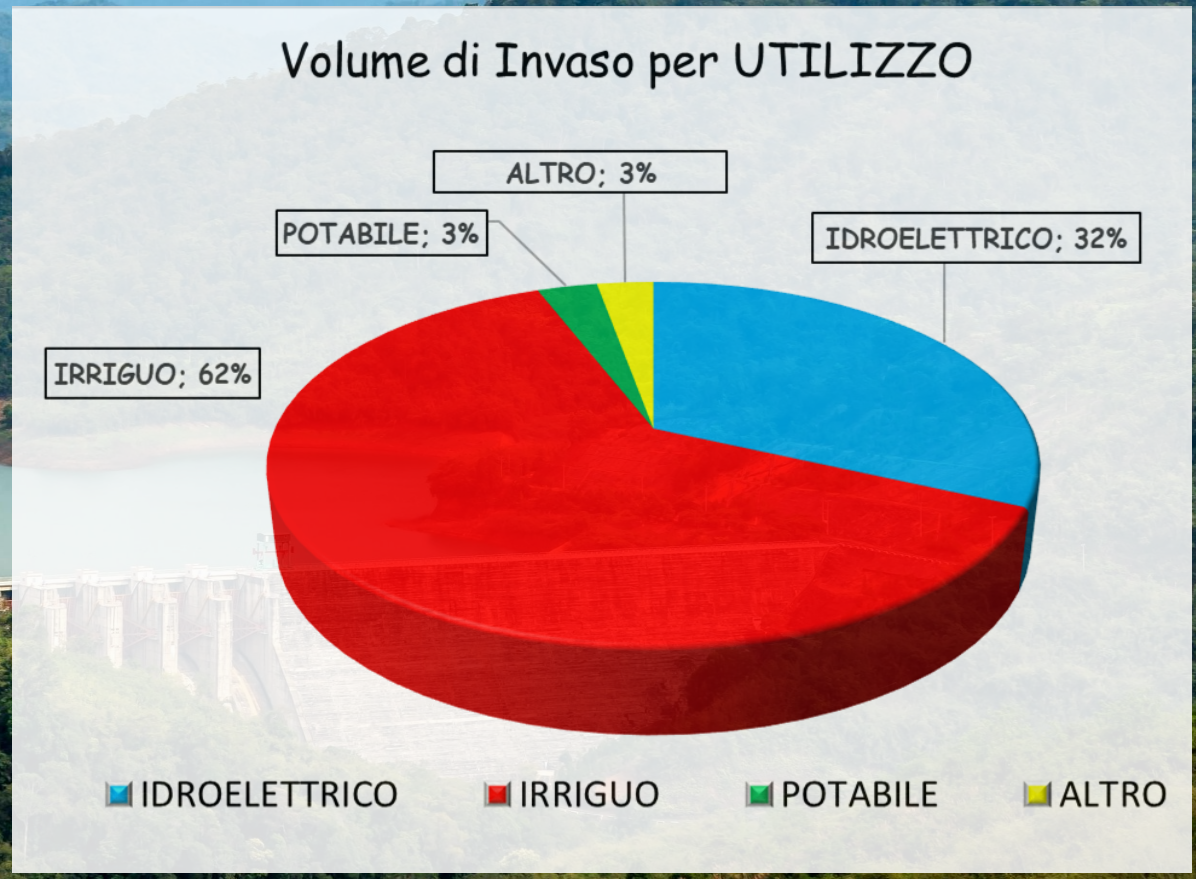


L’interrimento in Italia

Le grandi dighe italiane

Volume totale di invaso delle 532 grandi dighe
di competenza statale è di circa 14 miliardi di metri cubi





L’interrimento in Italia

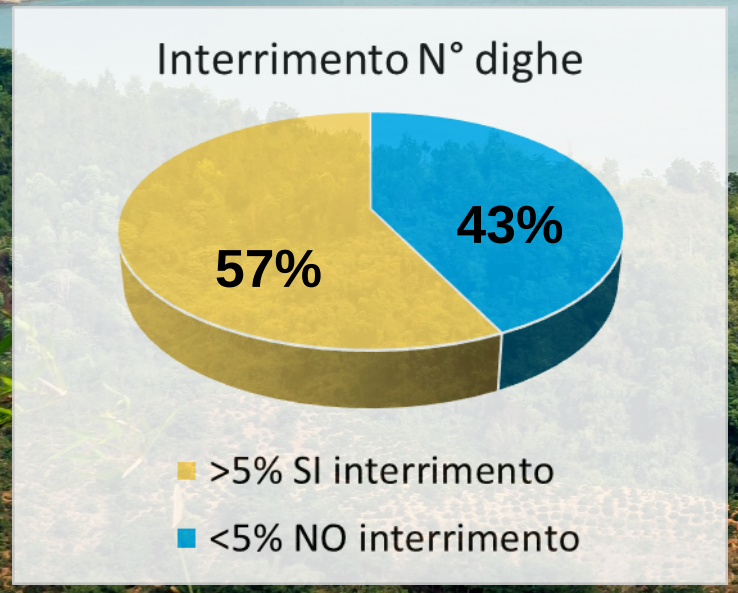
I numeri del fenomeno analizzati da ITCOLD

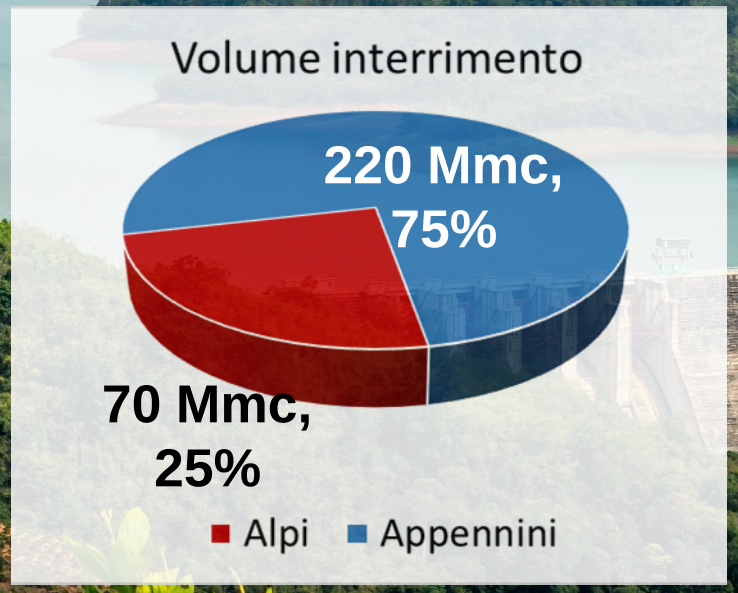
Dighe considerate = 222 (40%)

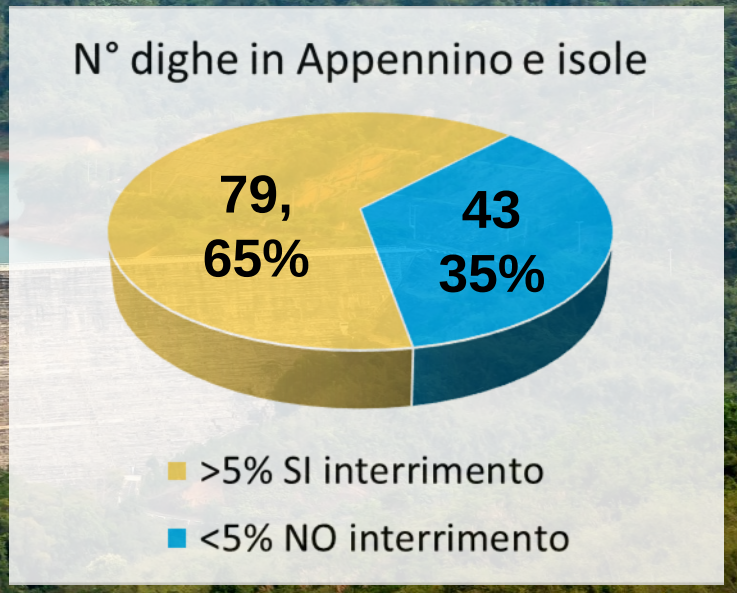
Volume utile considerato = circa 3.6 Miliardi mc (26% ca)

Volume di sedimenti = circa 290 Milioni di mc

Grado di interrimento medio italiano 8%







Rimozione dei sedimenti

Principali Tecniche

Sfangamento

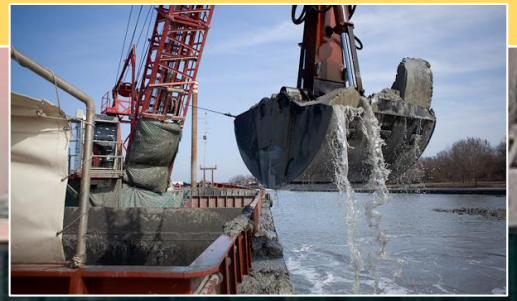
Asportazione meccanica

A bacino “vuoto”: operazione che, preventivamente a uno svaso, utilizza macchine per il movimento e la rimozione del materiale



Riutilizzo
(materia prima, sottoprodotto o rifiuto)

A bacino “pieno”: operazione che utilizza sistemi di pompaggio o di dragaggio



Spurgo/Fluitazione

operazione che fa esitare a valle, il materiale solido sedimentato tipicamente con apertura scarichi sotto battente (spurgo) o tramite scarico di fondo a bacino vuoto (fluitazione)



Il sedimento viene «restituito» all’alveo con delle concentrazioni prestabilite a livello regionale

Grazie

enel
Green Power