

# **DIGHE E TERRITORIO IN ITALIA. PRINCIPALI PROBLEMATICHE E CRITICITÀ**

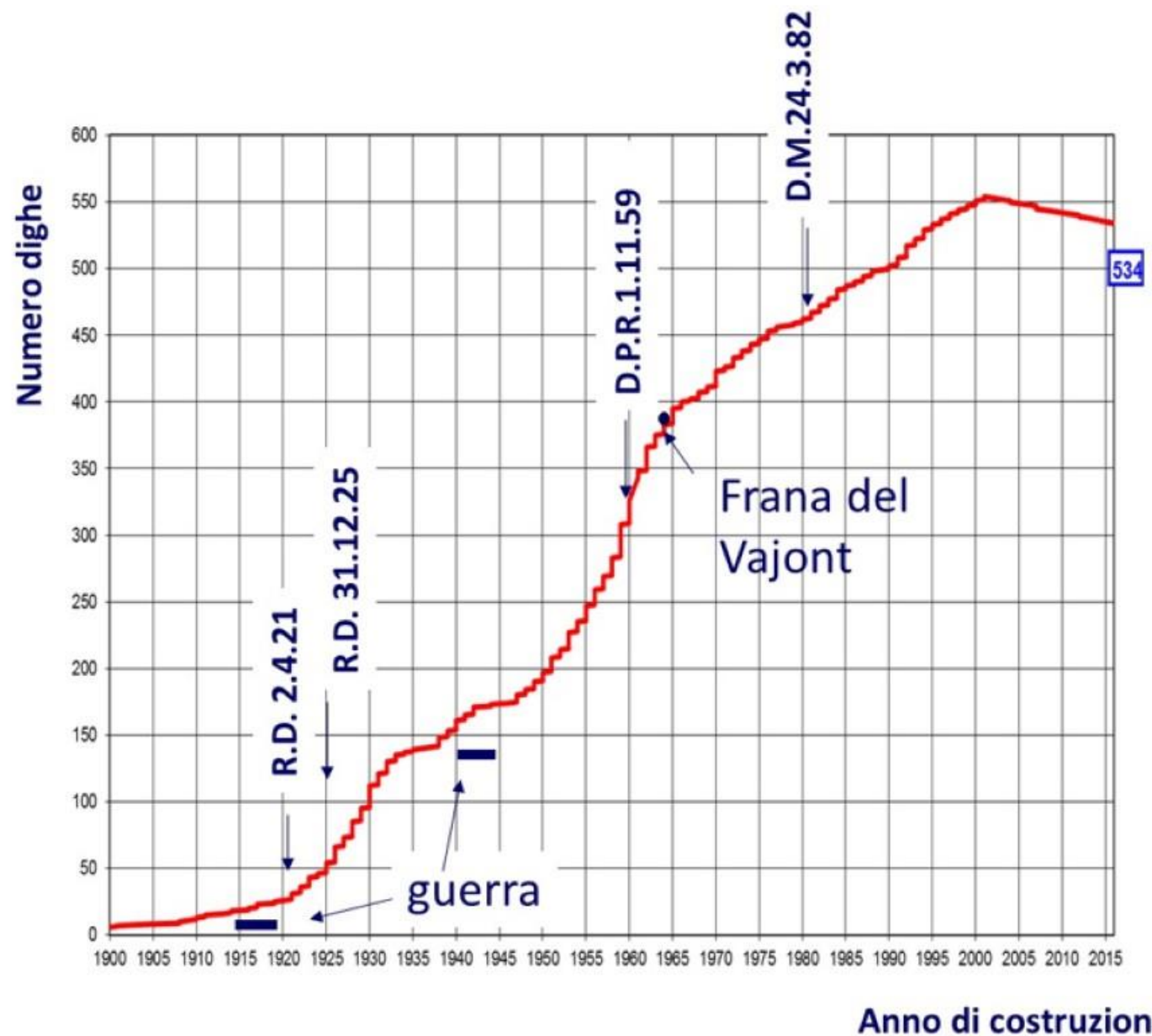
**Armando Brath**  
*Università di Bologna*  
*Presidente Associazione Idrotecnica Italiana*

**Derivanti da:**

- NATURA E CARATTERISTICHE DEL PATRIMONIO INFRASTRUTTURALE**
- INTERRIMENTI E RECUPERO DELLA CAPACITA' DI INVASO**
- PIANI DI LAMINAZIONE**
- PROCESSI DI RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA IDRAULICA E SISMICA DELLE DIGHE**
- INADEGUATEZZA DELL'INFORMAZIONE IDROLOGICA DI BASE**



# Criticità relative alle CARATTERISTICHE DEL PATRIMONIO INFRASTRUTTURALE



## I GRANDI INVASI IN ITALIA

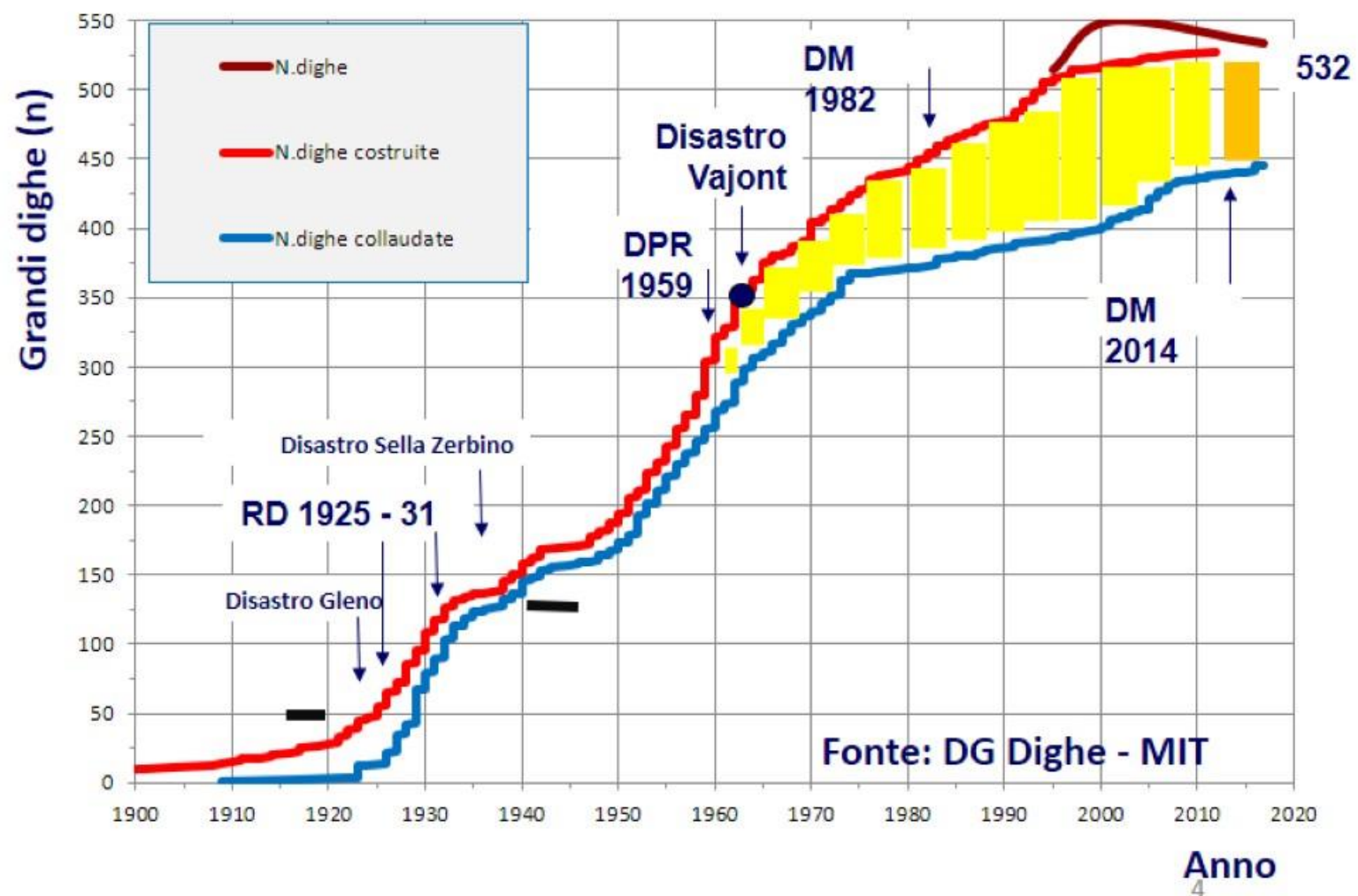
Da 25 a 400 dighe dal 1920 al 1965 (8.3 nuove dighe/anno).  
A seguito del disastro del Vajont (1963), 4.3 nuove/anno fino a circa il 2000 (circa 550 dighe); poi costante o anzi in decrescita.

**VETUSTA' DEL PARCO DIGHE**  
**età media dighe italiane: 65 anni !**

# Criticità relative a CARATTERISTICHE DEL PATRIMONIO DIGHE - Dighe in esercizio sperimentale

## Condizioni di esercizio delle grandi dighe

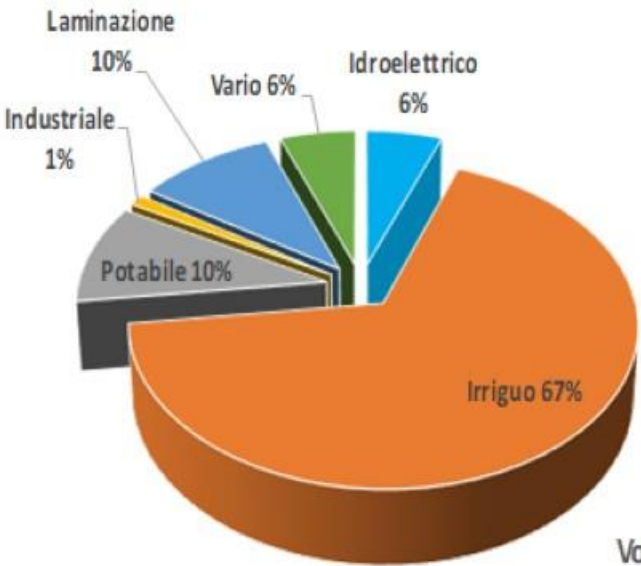
Condizione diga	N dighe	W tot (Mmc)
Esercizio normale	409	7923.59
Esercizio sperimentale	89	5586.05
Costruzione	11	218.24
Fuori esercizio temporaneo	25	19.72
Totale	534	13747.60



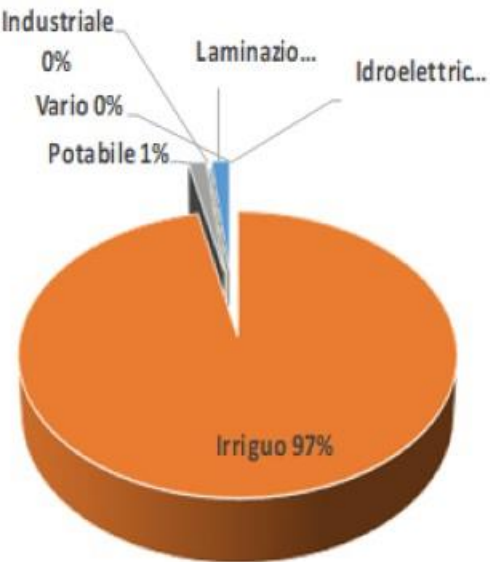
DIGHE IN ESERCIZIO SPERIMENTALE

Uso prevalente	N dighe	W tot (Mmc)	W autorizzato (Mmc)	Differenza (Mmc)
Idroelettrico	5	4.26	3.79	0.47
Irriguo	60	5400.21	4358.44	1041.77
Potabile	9	86.88	53.43	33.45
Industriale	1	3.12	3.12	0.00
Laminazione	9	89.50	75.50	14.00
Vario	5	2.08	0.01	2.07
Totale	89	5586.05	4494.29	1091.76

Numero grandi dighe in esercizio sperimentale



Volumi grandi dighe esercizio sperimentale

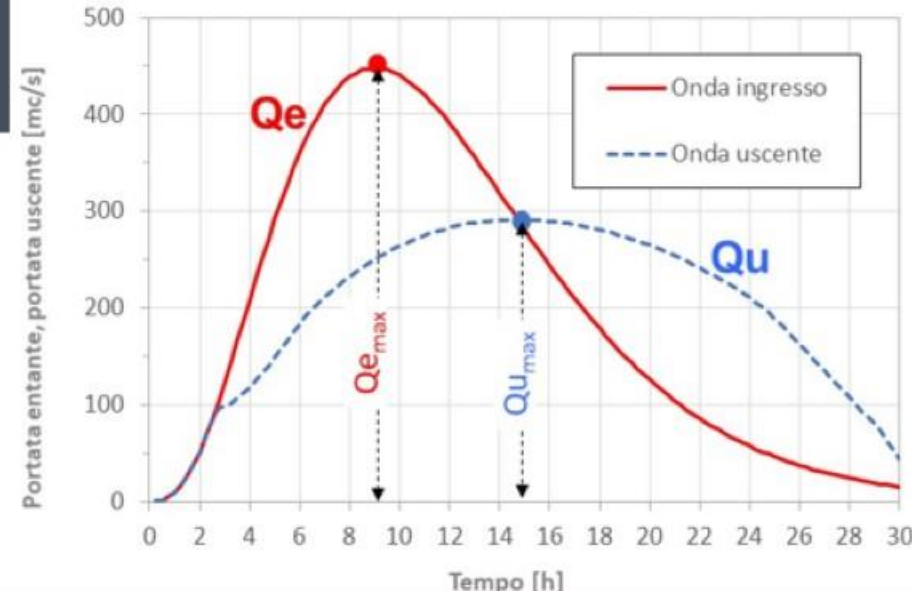




## Criticità relative ai PIANI DI LAMINAZIONE

**Presupposto teorico dei piani di laminazione:**  
**"Una diga riduce sempre il rischio idraulico a valle"!**

La massima portata uscente da una diga verso valle è sempre inferiore alla portata entrante massima



**Direttiva P.C.M. 27 febbraio 2004** "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del **sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile**" (cd. Direttiva Berlusconi)

"In un bacino idrografico nel quale sono presenti invasi artificiali, ancorché destinati alla produzione di energia e/o all'approvvigionamento primario di risorsa idrica, ..... **deve essere organizzata una adeguata attività di regolazione dei deflussi**".

Si "**dovrà assicurare la massima laminazione dell'evento di piena, atteso o in atto, e lo sversamento in alveo di portate non pericolose** per i tratti del corso d'acqua a valle delle opere stesse e/o compatibili con i piani d'emergenza....

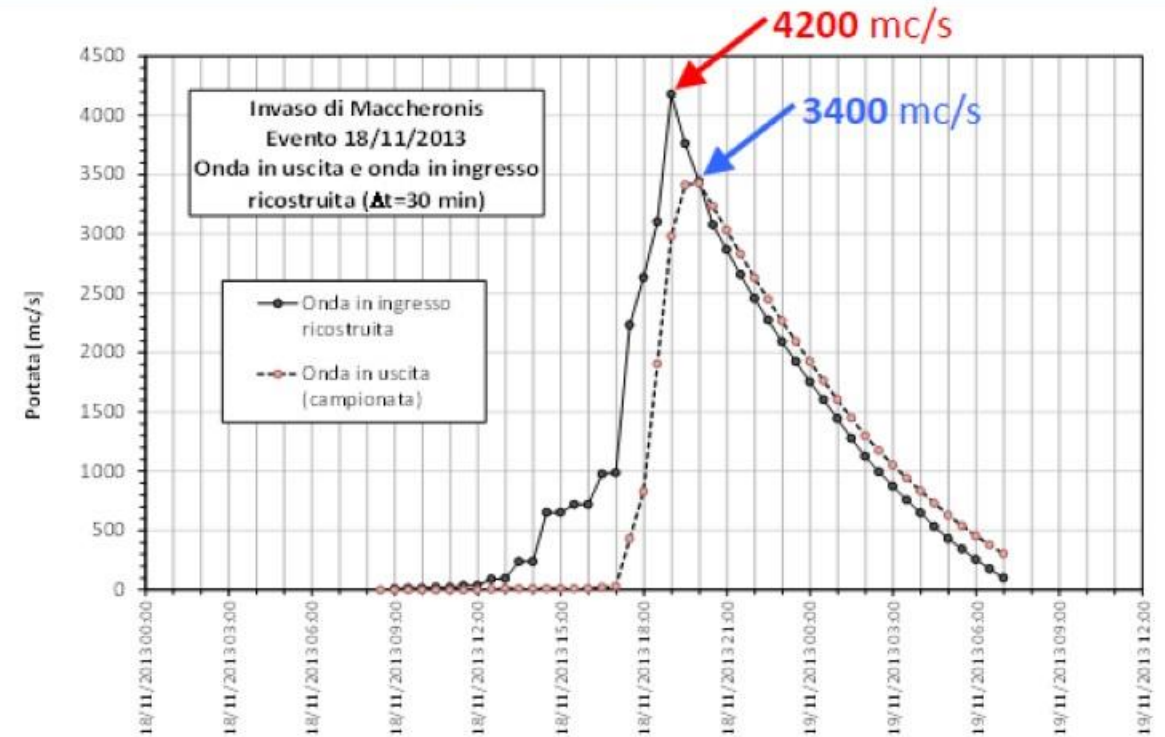
A tal fine .....**devono essere individuati quegli invasi che potrebbero essere effettivamente utili alla laminazione delle piene e quindi ad una riduzione del rischio idraulico a valle degli invasi stessi**"

"**Per tali invasi le Regioni**, con il concorso tecnico dei Centri Funzionali decentrati, delle AdB e della DG Dighe del MIT, d'intesa con i gestori, sotto il coordinamento del DPC, **predisporranno ed adotteranno un piano di laminazione preventivo**".

**Piani di laminazione statici o dinamici**



# PdL - La diga di Maccheronis sul rio Posada e il Ciclone Cleopatra (18/11/2013)



*Notevole beneficio dovuto alla diga nella mitigazione dell'evento di piena a valle*

**Abbattimento** della portata al colmo dell'evento:  
in ingresso alla diga pari a **4200 mc/s**, a valle della diga **3400 mc/s**.

**Abbattimento** del tempo di ritorno  $T_r$  del colmo:  
da circa **900 anni** (a monte) a **280 anni** (a valle).

**A valle**, però la portata 200-ennale stimata dal PAI a valle era di **3200 mc/s**  
e inoltre l'**officiosità dell'alveo** a valle, al momento dell'evento,  
era molto inferiore localmente solo **1500 mc/s**.





Sup. bacino sotteso: 87.2 kmq.

Quota max regolazione: **337.80** m.s.m.

Volume di invaso alla quota di massima regolazione: 12 Mmc

**Alla diga nel 1965-70 sono state imposte dal Genio Civile importanti limitazioni di esercizio, tuttora vigenti:**

Quota max autorizzata: **335.80** m.s.m.  
(2 m sotto max regolazione)

$Q_{\max}$  autor. scarichi fondo: 70 mc/s

**Queste limitazioni sono l'equivalente di un Piano di Laminazione (statico)**



# PdL - La diga di Mignano sul torrente Arda - 2

Sicurezza idraulica dei territori lungo il torrente Arda  
a valle della diga di Mignano



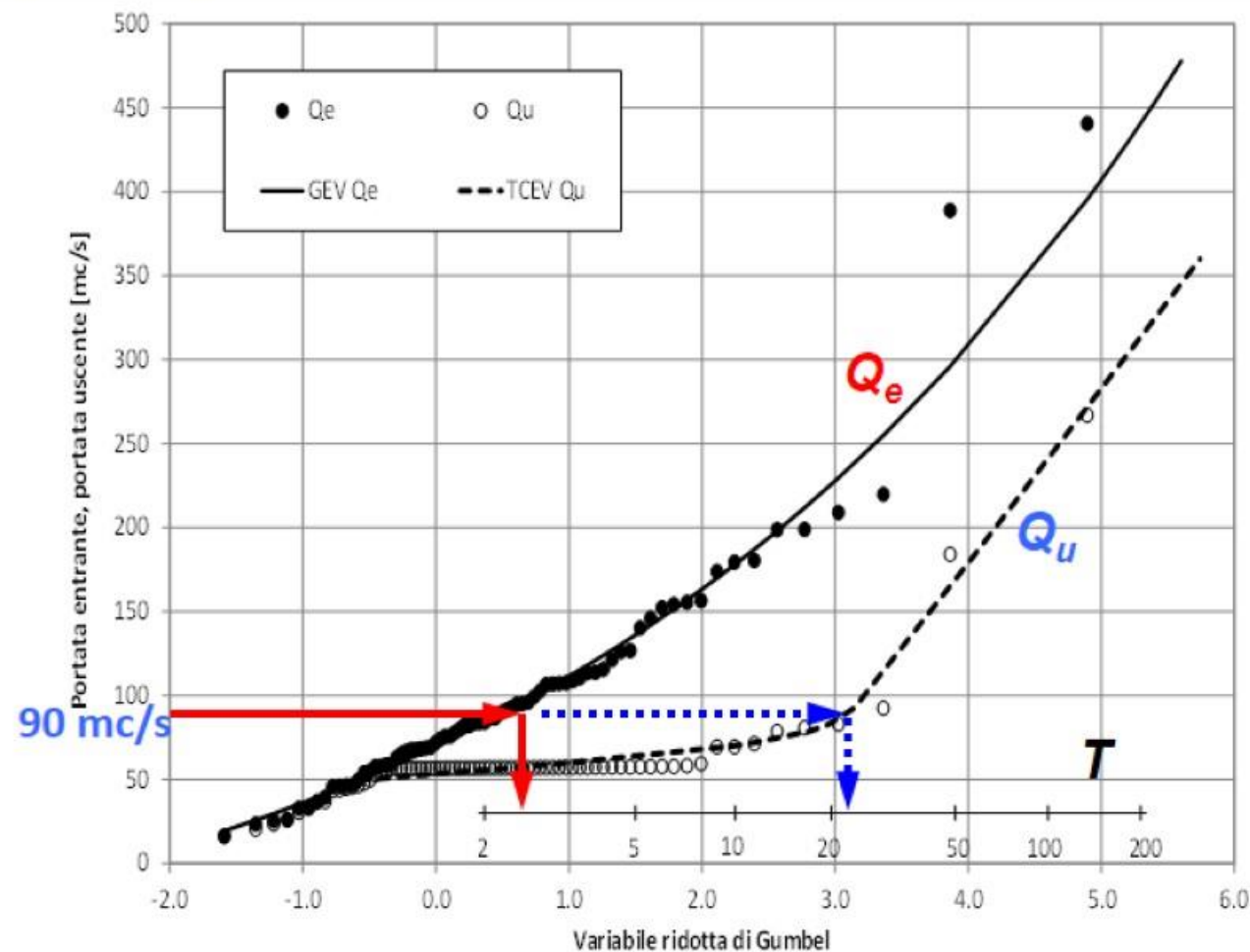
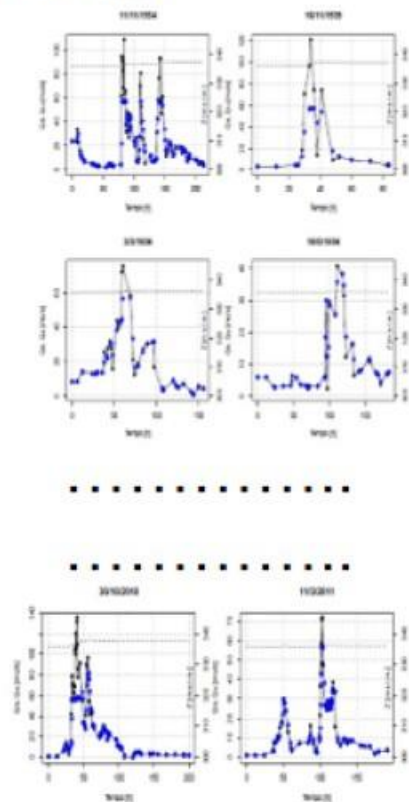
Officiosità idraulica  $\cong$  90 mc/s

Stato manutenzione alveo; vegetazione



# PdL - La diga di Mignano sul torrente Arda - 3

Ricostruzione di oltre 100 piene naturali in ingresso alla diga dal 1935 a oggi



90 mc/s a valle della diga hanno oggi un Tr di circa 25 anni  
In assenza della diga il Tr sarebbe di circa 3 anni

La diga di Mignano, grazie anche alle limitazioni di invaso, ha salvato da inondazione i territori a valle lungo l'Arda molte volte dal 1960-70 a oggi!



# PIANI DI LAMINAZIONE: un nuovo paradigma in merito alle funzioni delle dighe?

L'attuazione degli interventi di difesa idraulica del territorio incontra oggi notevoli difficoltà legate:

1) alla difficoltà di creazione del consenso sociale

2) alla difficoltà di spesa  
(più che alla disponibilità dei finanziamenti)

Sindromi di "N.I.M.B.Y."  
e di "N.I.M.T.O."



## LA GRANDE DIGA DEL BAGANZA AL CASALE NON TUTELA ANZI DEVASTA IL TERRITORIO

Lunghezza Km. 1,2 - 4,7 milioni di metri cubi d'acqua - argine con altezza sino a 16 m.

**COSTO: 55 MILIONI DI EURO**

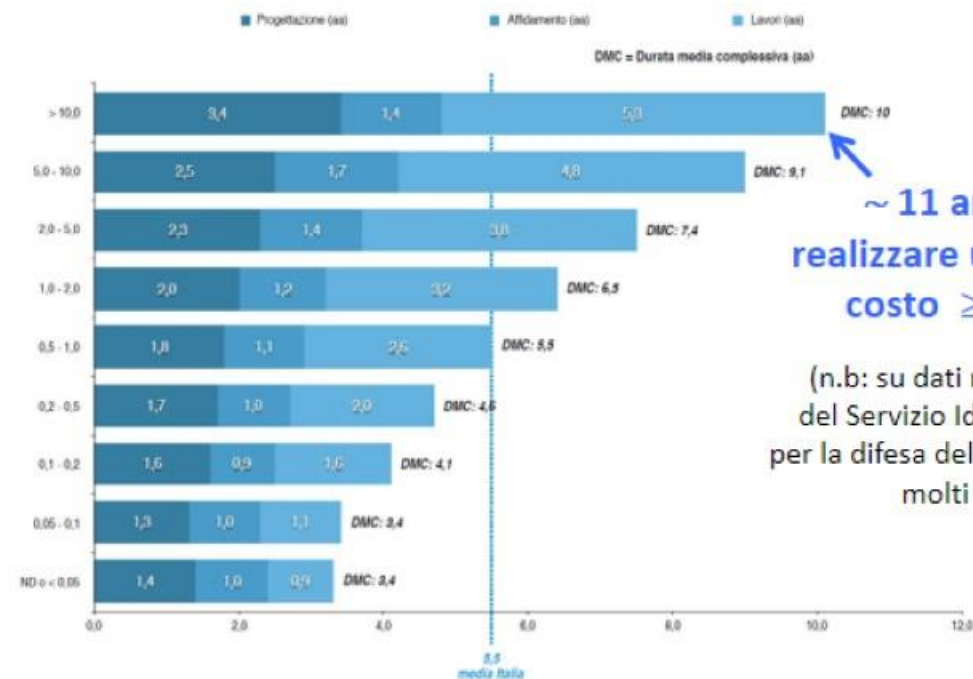


SIAMO SICURI CHE "I NOSTRI SOLDI" SIANO USATI AL MEGLIO?  
SI PUO' METTERE IN SICUREZZA PARMA IN ALTRO MODO?

## Casse, cittadini ancora in piazza

*L'appuntamento a maggio. Vertice del forum dei comitati contrari all'opera*

Durata media (in anni) di progettazione, affidamento e lavori per classe dimensionale in milioni di euro



~ 11 anni per realizzare un'opera di costo  $\geq 10$  M€

(n.b: su dati riferiti a lavori del Servizio Idrico Integrato; per la difesa del suolo sarebbero molti di più)

*In queste condizioni, c'è la possibilità che si affermi un'interpretazione estensiva e fuorviante della disciplina sui piani di laminazione, come "nuovo paradigma per la difesa del suolo".*

Studi di aggiornamento della sollecitazione idrologica e sismica delle dighe:  
necessari, oltre che richiesti dalla legislazione vigente.

I loro esiti comportano spesso importanti interventi di adeguamento delle dighe esistenti.



## Area analizzata e consistenza dei dati storici di portata

Studio UniBo per conto di DG MIT.  
Aree: Alpi Orientali e Appennino Settentrionale



### **Alpi Orientali:**

78 bacini strumentati

2391 dati di portata al colmo max annuale  $n_{\text{medio}} \approx 30.6$

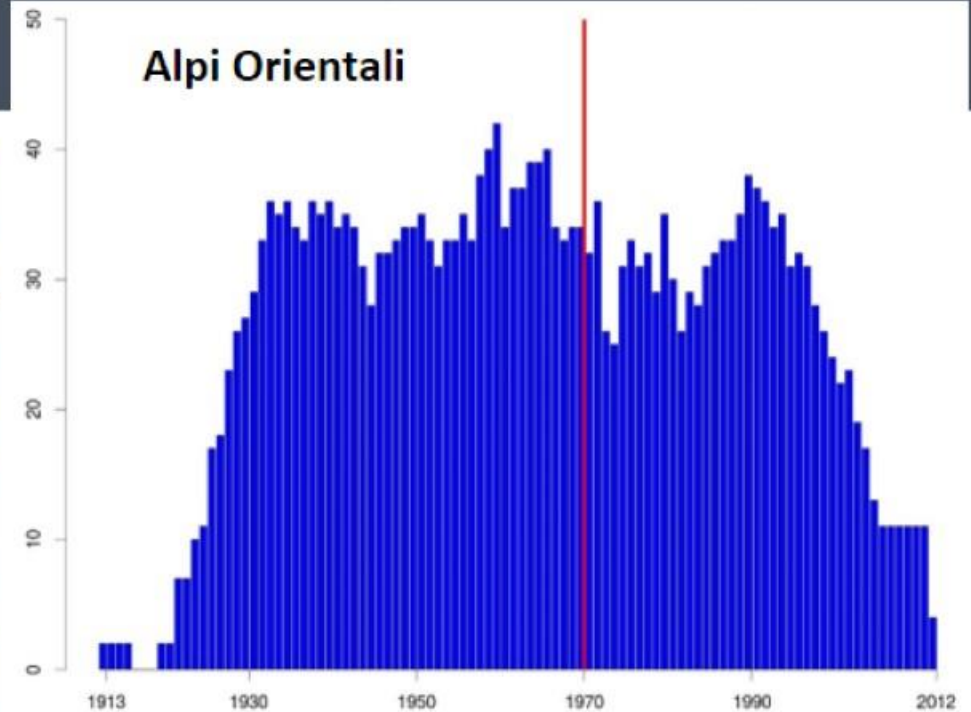
### **Appennino Settentrionale:**

60 bacini strumentati

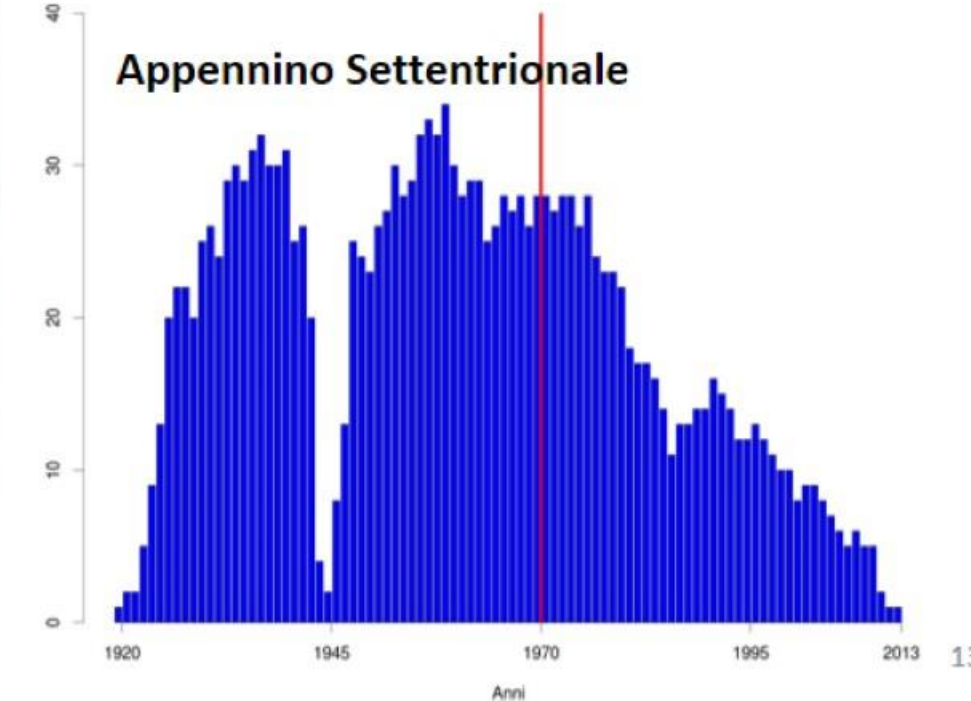
1773 dati di portata al colmo max annuale  $n_{\text{medio}} \approx 29.5$

Numero di dati di portata al colmo massima annuale per anno

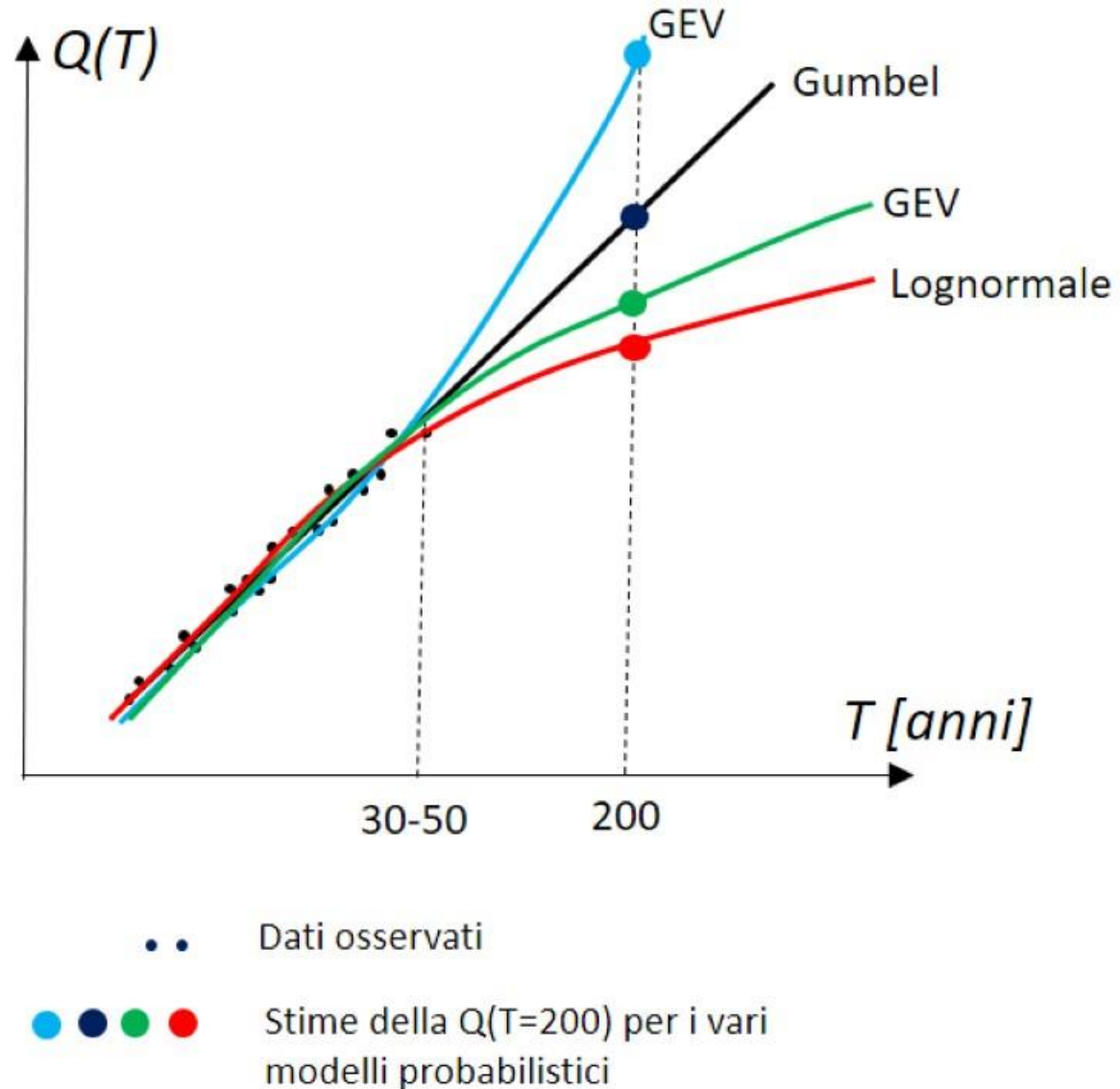
### Alpi Orientali



### Appennino Settentrionale



## Per ottenere stime affidabili a tempi di ritorno elevati servirebbero lunghe serie di dati



La stima locale dovrebbe essere utilizzata solo per serie storiche molto lunghe:

$$n > \frac{T}{2}$$

Si **sopperisce** a tale carenza di dati usando **metodi regionali**.

Per le stime regionali, in UK, il Flood Estimation Handbook consiglia però una serie *station-year* avente:

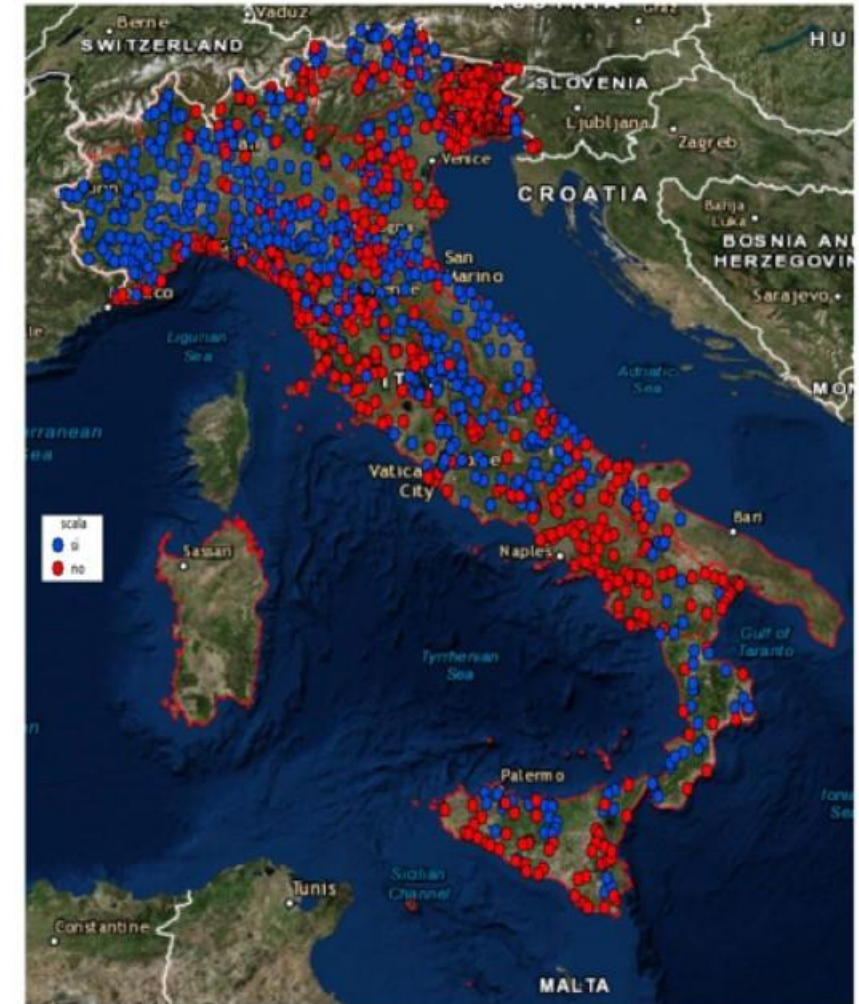
$$n_{\text{gruppo}} > 5 \cdot T$$



# Quale è la reale situazione dei dati idrometrici in Italia?

Numero di sezioni di misura di portata pubblicate sugli annali Idrologici del SIMN

Numero di sezioni di bilancio						
	Superficie	1951	1961	1971	1981	1991
Compartimento						
Venezia	37000	37	32	20	3	2
Parma	67100	60	50	33	16	7
Bologna	22000					
Pescara	13200	20	25	27	10	16
Bari	20000	10	10	19	20	18
Catanzaro	23700	20	46	42	4	
Napoli	19300	32	26	24	16	15
Roma	23600	19	15	17	4	4
Pisa	20700	20	28	33	26	20
Genova	4800	17	13	18		
Palermo	25700	6	25	23	43	34
Cagliari	24100	20	19	16		
TOTALE	301200	261	289	272	142	116



**Attualmente:**

**1250** stazioni idrometriche  
(**600 con scala di deflusso in blu**).

Scala affidabile?

# Il Progetto VAPI .... un importante lavoro incompiuto, oggi da rivedere e aggiornare

Il **Progetto VAPI (Valutazione delle Piene)** fu promosso negli anni '90 dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (**G.N.D.C.I.**) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) per la **regionalizzazione delle piene**.

**Serie dati** massimi annuali (AFS) di portate al colmo di piena **rilevate fino agli anni '80 (spesso fino al 1970)**.

Metodo della piena indice

I modelli probabilistici prescelti sono stati TCEV e, in qualche caso, GEV.

*Un Progetto importante ma un lavoro incompiuto e comunque da aggiornare e rivedere*

The screenshot displays the VAPI website interface. At the top, it reads "Consiglio Nazionale delle Ricerche" and "Gruppo Nazionale Per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche". Below this is the title "PROGETTO SPECIALE VAPI". On the left, there is a vertical menu with buttons for "Home", "Rapporto Nazionale", "SIVAPI", and "@contacts", along with flags for Italy and the UK. The main area features a map of Italy with regional labels: Torino, Milano, Genova, Bolzano, Venezia, Bologna, Ancona, Pisa, Roma, Pescara, Napoli, Bari, Catanzaro, Palermo, and Cagliari. On the right, a box titled "VAPI" contains the text "Valutazione delle portate in Italia" and "Compartimenti Italiani:", followed by a list of regions: Torino, Milano, Genova; Bolzano, Venezia; Bologna, Ancona, Pisa; Roma, Pescara; Napoli; Bari; Basilicata; Catanzaro; Palermo; and Cagliari. At the bottom, it says "Per accedere ai singoli rapporti regionali selezionare la regione di interesse sulla carta d'Italia o sull'elenco a destra" and "Copyright © 2001 CNR-IRPI GNDCI".



# Regioni omogenee considerate nel VAPI. Verifica dell'omogeneità

Test di omogeneità idrologica di un gruppo di bacini  
**Hosking e Wallis (1993)**

**Misura di eterogeneità  $H_1$ :**

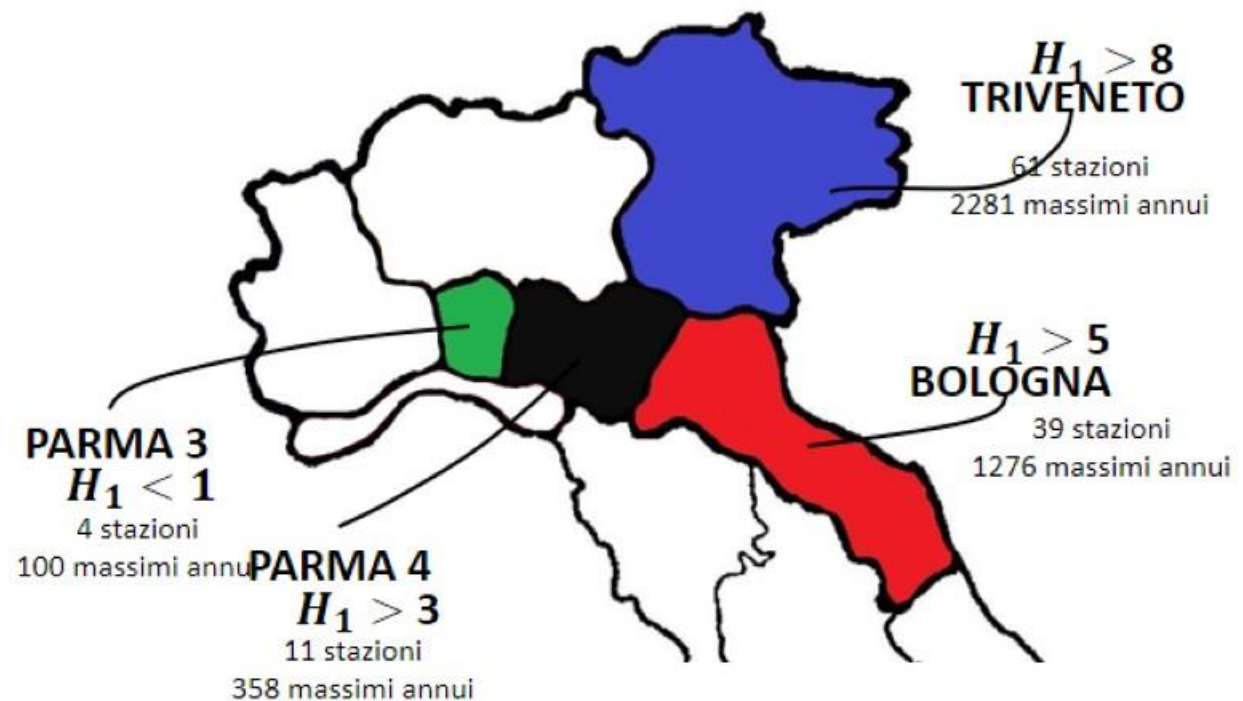
$H_1 < 1$  **Bassa** eterogeneità (il gruppo di stazioni potrebbe essere omogeneo)

$1 \leq H_1 < 2$  **Moderata** eterogeneità (il gruppo di stazioni potrebbe essere eterogeneo)

$H_1 \geq 2$  **Spiccata** eterogeneità (l'ipotesi di omogeneità della regione è da scartare)

## Risultati applicazione del Test

Considerando solo le stazioni dotate di almeno 10 anni di osservazioni



# Verifica di alcuni risultati del VAPI



Fig. 4.4. Regioni omogenee dell'Italia Nord-Occidentale in relazione al regime di piena.

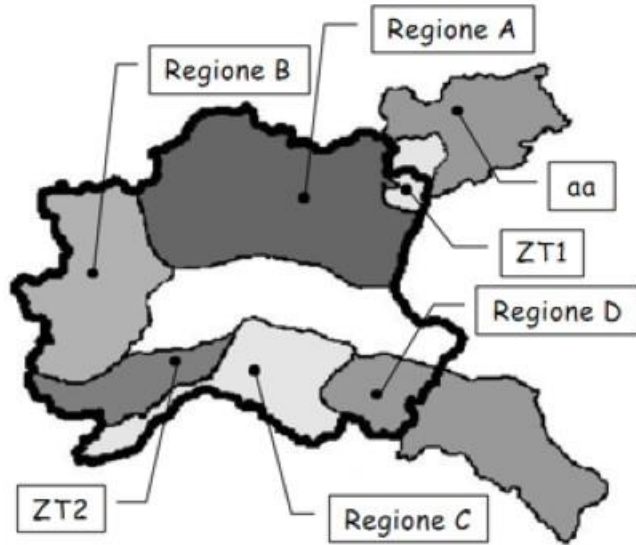
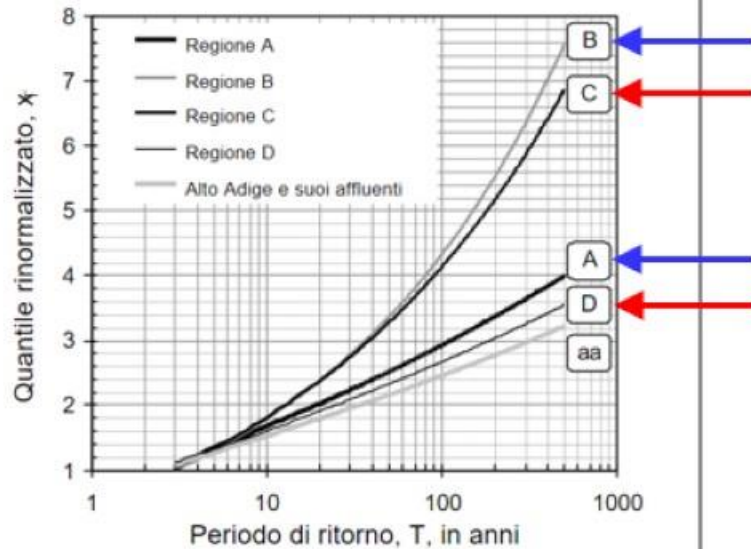
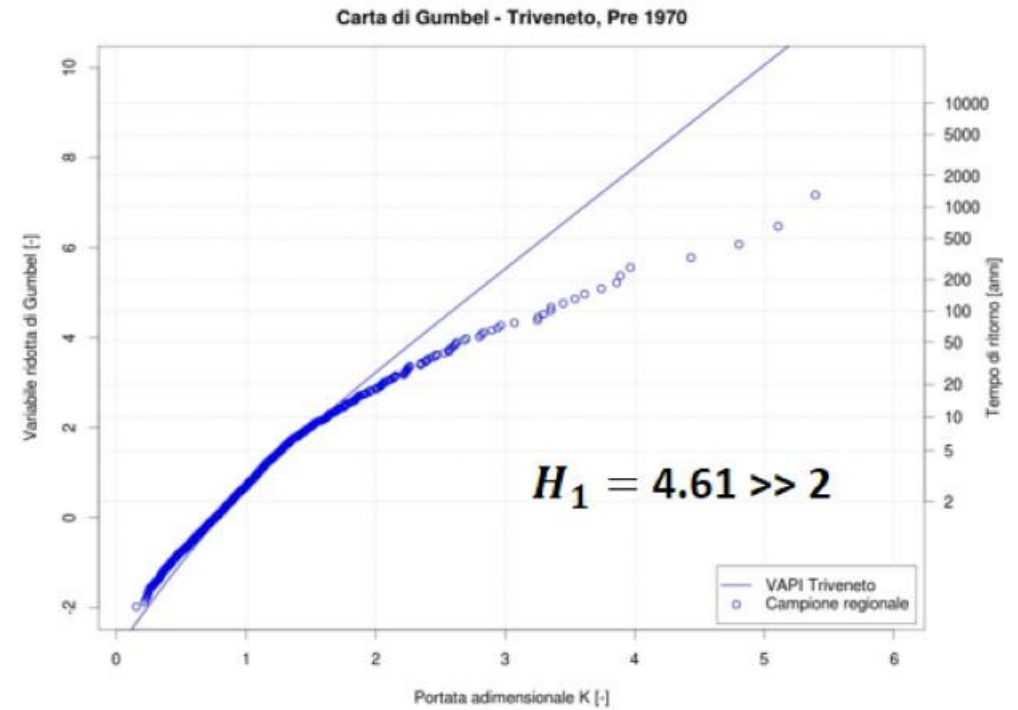


Fig. 4.5. Curve di crescita GEV regionali dell'Italia Nord-Occidentale.



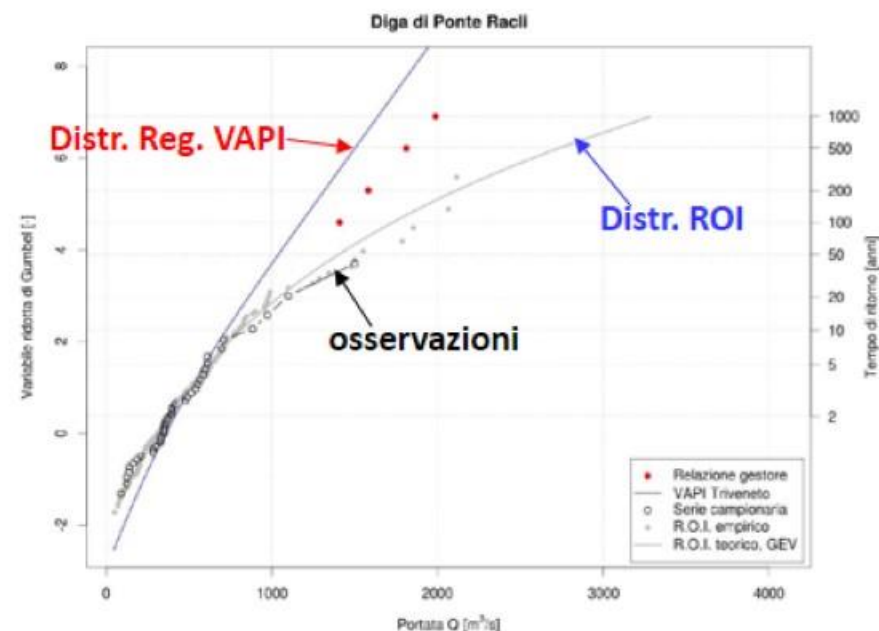
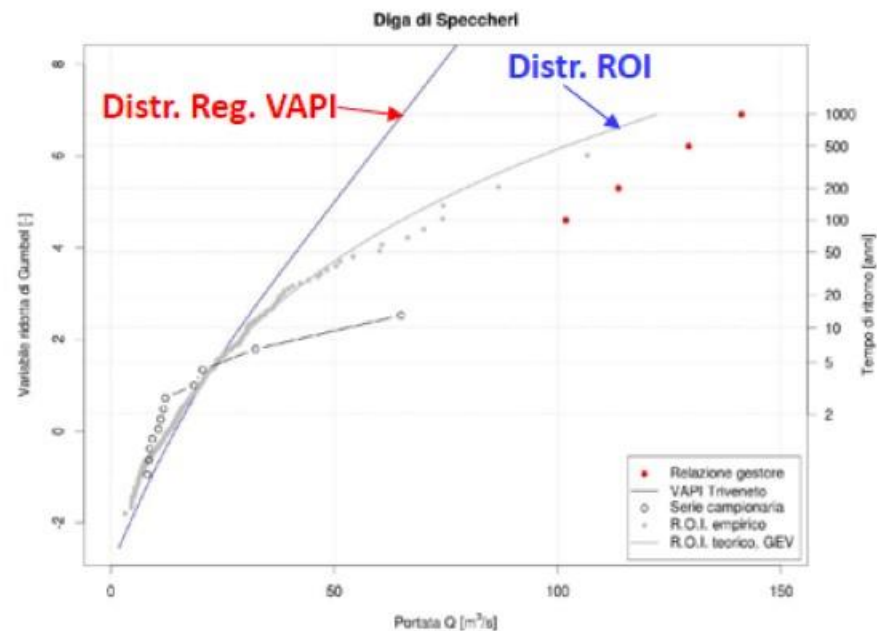
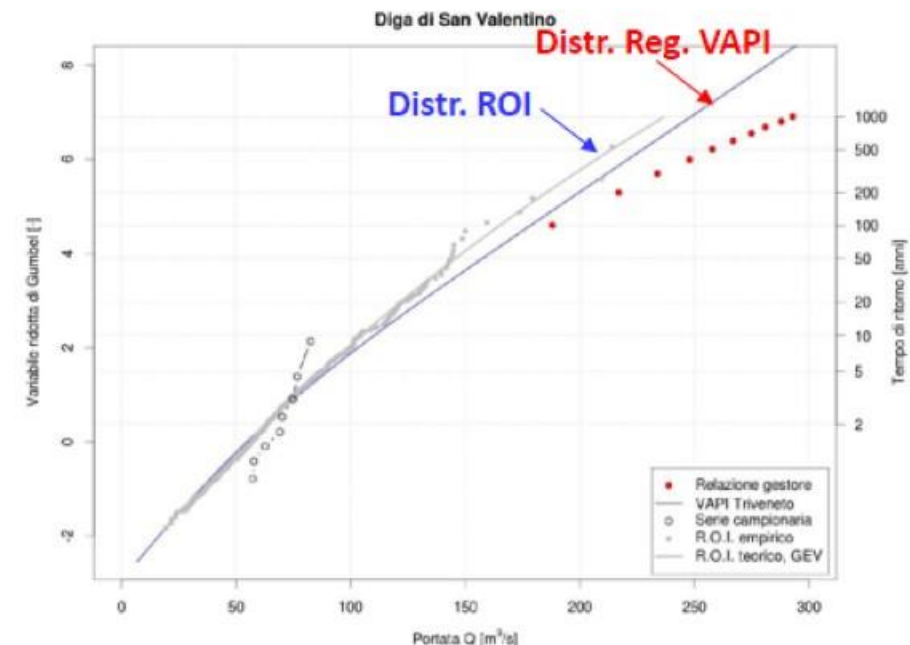
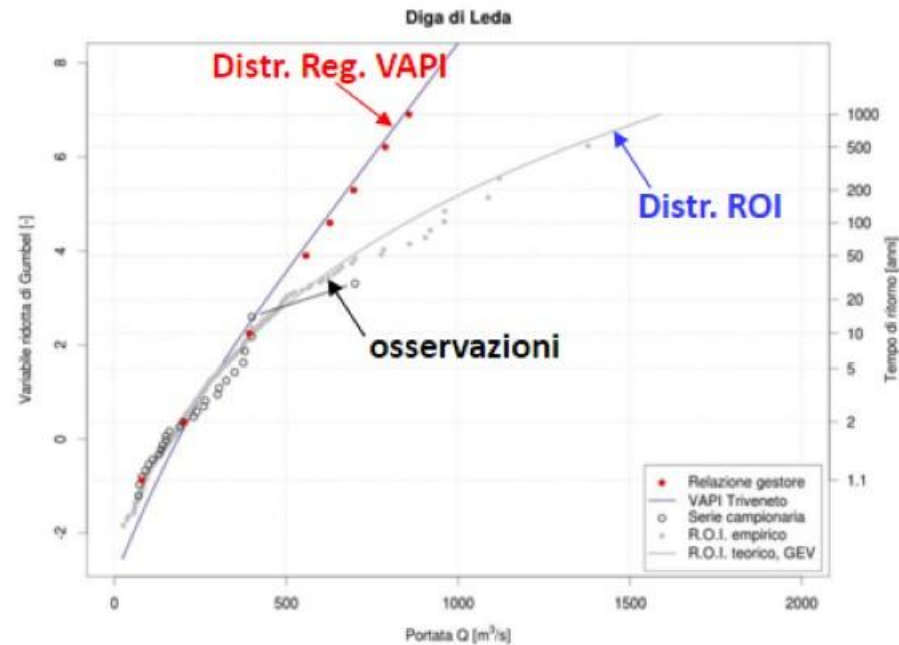
## Verifica dell'ipotesi di omogeneità idrologica dell'intero Triveneto (assunta nel Progetto VAPI)



(Caso: massimi annuali portata fino al 1970)



# Prestazioni della distribuzione regionale VAPI per alcuni siti sede di dighe



## Necessità di incrementare la base dati di portata disponibile. Come ?

Le **dighe esistenti** sono, almeno in linea di principio, **i più affidabili misuratori di portata** dei corsi d'acqua intercettati; ciò attraverso la **ricostruzione dell'evento di piena in ingresso all'invaso**.

Queste ricostruzioni **consentirebbero di disporre**, almeno in linea di principio, **di un consistente patrimonio di dati storici in tempi rapidi**, essendo l'età media degli invasi **> 60 anni**.

### Circolare D.G. Dighe 13-02-2018



*Ministero delle infrastrutture e dei trasporti*  
Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici  
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche

AGGIORNAMENTO DELLA PROCEDURA RELATIVA ALLE MISURE IDROLOGICO-IDRAULICHE  
DA EFFETTUARE IN CASO DI PIENA

Prevede **obbligo per il Gestore di ricostruire** nelle asseverazioni semestrali **il più importante evento idrologico di ogni anno**, in termini di onda di piena in ingresso all'invaso.

Obbligo di ricostruire, già nella II asseverazione del 2018, uno o più eventi di piena significativi del quinquennio precedente.

*Un importante passo nella giusta direzione!*





*Grazie per l'attenzione*

*armando.brath@unibo.it*