



# PIANI DI LAMINAZIONE E RIVALUTAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA DELLE DIGHE

**Armando Brath**

*Università di Bologna*

*Presidente Associazione Idrotecnica Italiana*

**21 settembre 2021**

*RemTech Expo Blended Edition 2021 (22, 23, 24 Settembre) FerraraFiere*

[www.remtechexpo.com](http://www.remtechexpo.com)

# *Parte prima*

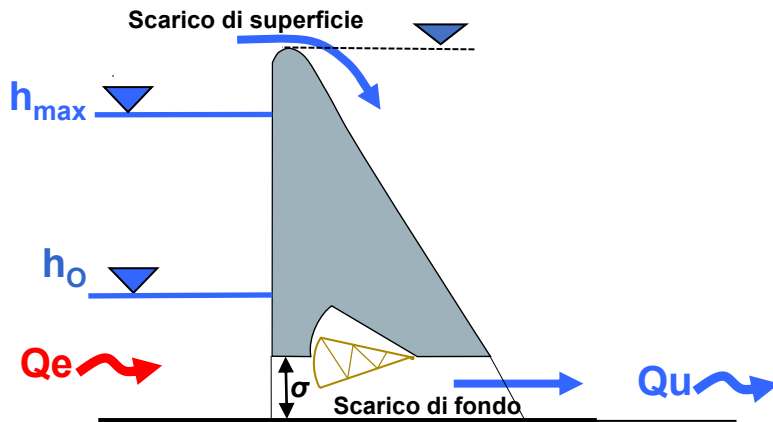
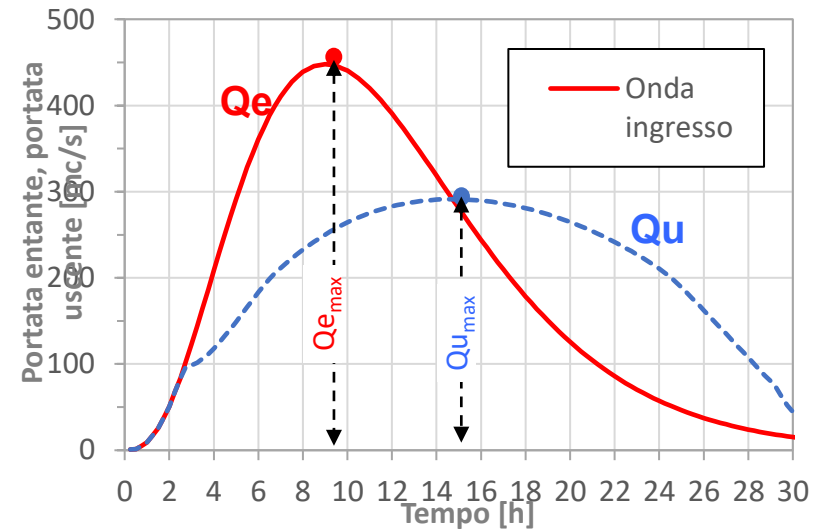
## *I piani di laminazione*

**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**"



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

**Una diga riduce sempre il rischio idraulico a valle!**

(ovviamente, in caso di corretta manutenzione e gestione della diga, disciplinata a partire da Circolare P.C.M. 7019 del 1996, c.d. "Barberi")

## Piano di laminazione

**"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".**

Sono previste 2 diverse procedure

## Programma statico

Prevede **il mantenimento, con continuità** e durante i periodi dell'anno valutati critici per il verificarsi di eventi di piena, **di una quota di invaso minore della quota d'esercizio autorizzata**.

## Programma dinamico

Prevede **l'esecuzione nel tempo reale di manovre**, sia preventive che nel corso dell'evento in atto, da attivare sulla base di previsioni quantitative delle precipitazioni sul bacino a monte e dei conseguenti deflussi attesi all'invaso.

---

**Direttiva PCM 8.02.13** *"Indirizzi operativi per l'istituzione dell'Unità di Comando e Controllo del bacino del fiume Po"* istituisce Tavolo Tecnico per individuare gli invasi utili

**Direttiva PCM 8.07.14** *"Indirizzi operativi inerenti l'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe"* stabilisce, "**in assenza di piano di laminazione** ... la prescrizione generale che le manovre degli organi di scarico siano svolte adottando ogni cautela al fine di determinare un incremento graduale delle portate scaricate, contenendone al massimo l'entità, che, a partire dalla fase di preallerta per «rischio diga» e in condizione di piena, non deve superare, nella fase crescente, quella della portata affluente al serbatoio; nella fase decrescente la portata scaricata non deve superare quella massima scaricata nella fase crescente" (già in Circolare Barberi P.C.M. 19/3/1996)

## Situazione variegata

Attualmente, sono previste limitazioni di esercizio per esigenze di laminazione, a salvaguardia dei territori a valle, **per 37 grandi dighe** (circa il 7% del totale).

**La casistica riguarda** (elaborazione su dati DG Dighe):

Limitazioni da concessione	es. diga di Santa Giustina, TN
Limitazioni imposte dall'Autorità idraulica	es. diga di Mignano, Piana degli Albanesi
Limitazioni derivanti da atti di pianificazione di bacino (Piani Stralcio Sicurezza Idraulica, PAI, PSFF)	es. diga del Corlo (PAI); Pieve di Cadore e Santa Croce (PS SI Piave); Ca' Selva, Ca Zul, Ponte Racli (PS SI Livenza)
Prassi gestionali	es. diga Mercatale
Piani di laminazione veri e propri ai sensi DPCM Feb 2004	es. Ingagna, Ravedis, Occhito, Maccheronis, Bilancino, Corbara

Su **37** dighe aventi limitazioni di invaso (escluse le dighe a esclusivo uso di laminazione, fra cui le casse di espansione) :

**11** Piani di Laminazione adottati (quasi tutti di tipo statico)

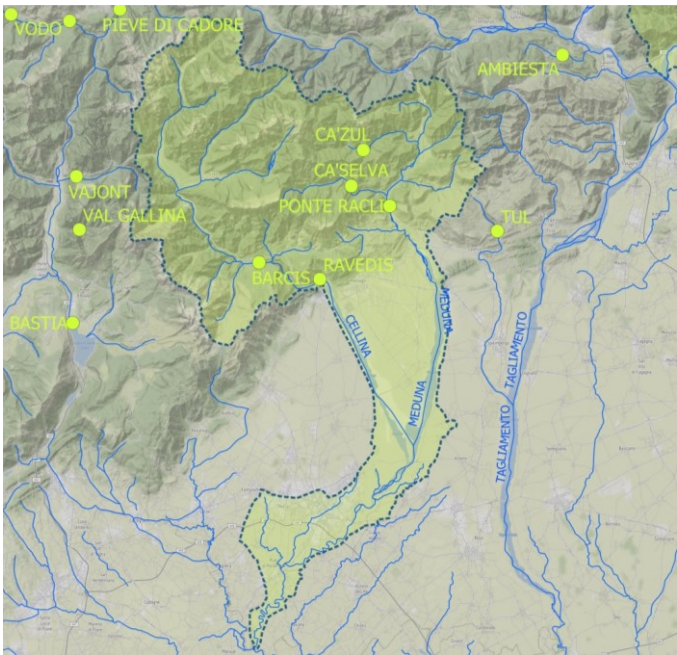
**26** Dispositivi di limitazione di diverso tipo

C'è stata quindi una sostanziale difficoltà di recepimento della disciplina sui PdL.

Non mancano però esempi importanti.

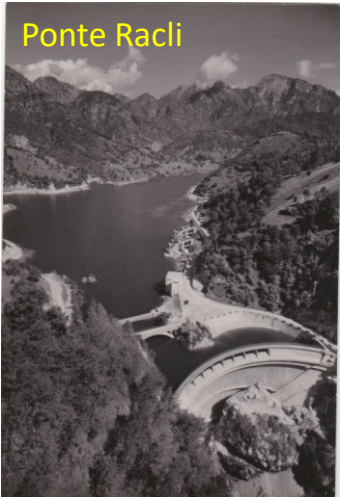
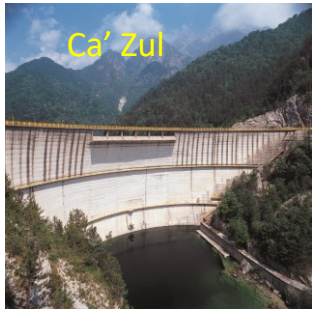
*Alcuni casi esemplificativi....*

# Il sistema Cellina-Meduna



Dal 2003 il “**Piano stralcio per la Sicurezza Idraulica del bacino del fiume Livenza**” dell’AdB, stabilisce nel periodo **dal 15 settembre al 30 novembre** il mantenimento di quote di invaso ridotte (**laminazione statica**).  
Su Ravedis PdL 2014 Delibera Regione FVG.

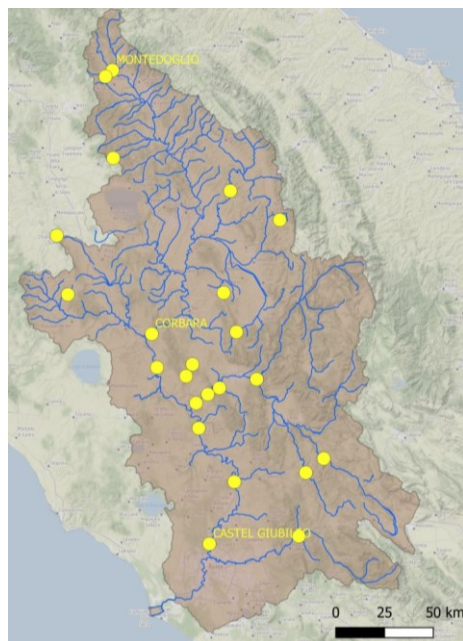
Invaso	Quota Max regolazione [m s.l.m.]	Volume max regolazione [Mmc]	Quota min regolazione [m s.l.m.]	Tipo di laminazione	Quota max. autorizzata [m s.l.m.]
Ca' Zul	596	9.4	560	Statica	560
Ca' Selva	495	36.1	445	Statica	460
Ponte Racli	313	22	290	Statica	300 (variabile)
Ravedis	338.50(*)	19.5	308	Statica (16 set-15 apr)	308
				Dinamica (16 apr-15 set)	318-338.5



**Sentenza Tribunale Sup. Acque Pubbliche, giugno 2005**



# La laminazione delle piene del Tevere



Nel **2005**, il documento **AdB fiume Tevere** *"Ipotesi di regolazione dei deflussi ai fini del governo delle piene nel bacino del fiume Tevere"*, approvato da D.G.R. Umbria n. 1102/2006

Evidenzia il **ruolo chiave dell'invaso di Corbara** (W reg. 135 Mmc, max regol. 138 m sl.m.m.)

***"L'invaso di Corbara è utilizzabile per una riduzione efficace delle portate a valle solo nel caso di tempi di ritorno inferiori ai 50 anni, a meno di non destinare completamente l'invaso allo scopo di laminazione delle piene"***.

Si prevede un regime di regolazione dinamica con un volume di laminazione pari a **60 Mmc**.

Con nota Capo DPC giugno 2015, istituito un Tavolo tecnico per la redazione del **"Piano di laminazione della diga di Corbara"**, ultimato nel giugno 2016. **Adottato** con D.G.R. Lazio nel luglio 2018 e Umbria nel novembre 2018.

Il Piano prevede un **volume statico di laminazione** variabile stagionalmente fino ad un max di **70 Mmc** e un **ulteriore volume dinamico di 30 Mmc** (v. Tabella).

	Periodo	Livello statico m s.l.m.(*)	Volume di laminazione statico (Mm <sup>3</sup> )	Livello statico+dinamico m s.l.m.(*)	Volume di laminazione statico+dinamico (Mm <sup>3</sup> )
Gennaio	A	130,0	~ 70	126,6	~ 100
Febbraio	A	130,0	~ 70	126,6	~ 100
1-15 Marzo	B	132,5	~ 50	128,7	~ 80
16-31 Marzo	C	135,0	~ 30	131,3	~ 60
Aprile	C	135,0	~ 30	131,3	~ 60
Maggio	D	138,0	-	134,6	~ 30
Giugno	D	138,0	-	134,6	~ 30
Luglio	D	138,0	-	134,6	~ 30
Agosto	D	138,0	-	134,6	~ 30
Settembre	C	135,0	~ 30	131,3	~ 60
1-15 Ottobre	C	135,0	~ 30	131,3	~ 60
16-31 Ottobre	B	132,5	~ 50	128,7	~ 80
Novembre	A	130,0	~ 70	126,6	~ 100
Dicembre	A	130,0	~ 70	126,6	~ 100

Tabella 2: Volumi di laminazione statici + dinamici

E' stato **impugnato** dal Gestore Erg, con ricorso al Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche nel febbraio 2019.







Sup. bacino sotteso: 87.2 kmq.

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

Volume di invaso alla quota di massima regolazione: 12 Mmc

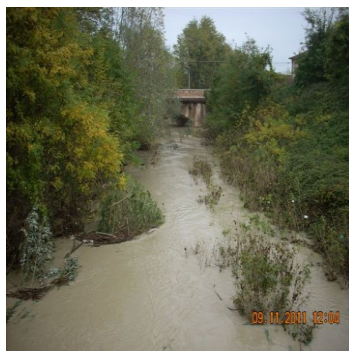
Alla diga nel 1965-70 sono state imposte dal Genio Civile importanti limitazioni di esercizio, tuttora vigenti:

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

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

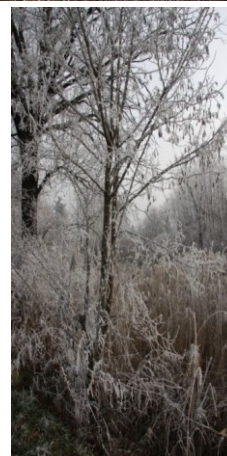
**Queste limitazioni sono l'equivalente di un Piano di Laminazione (statico)**

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

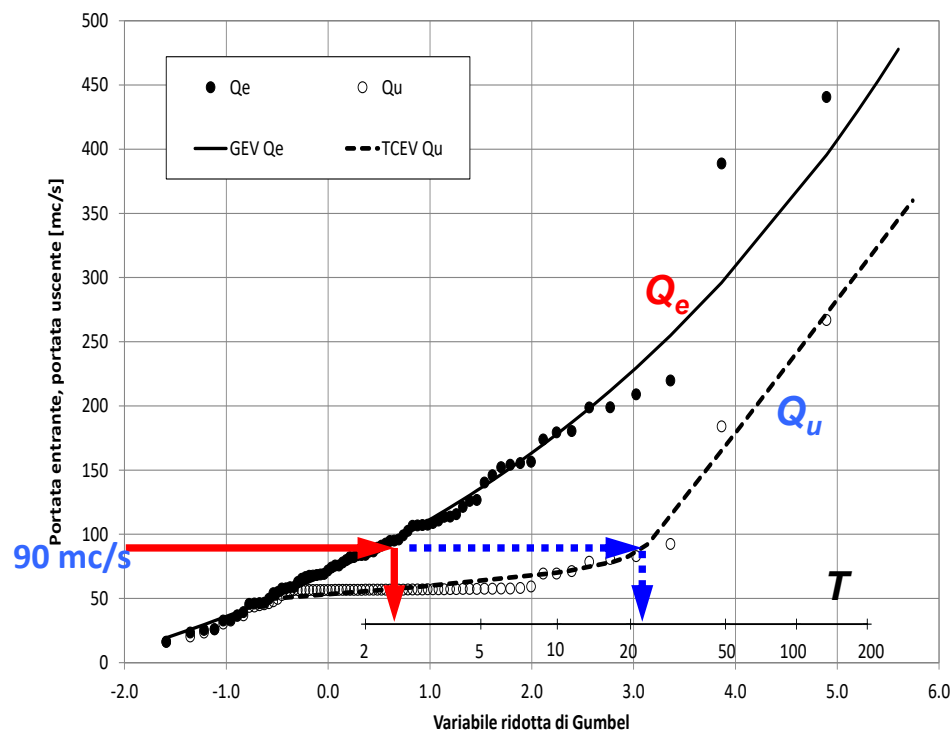
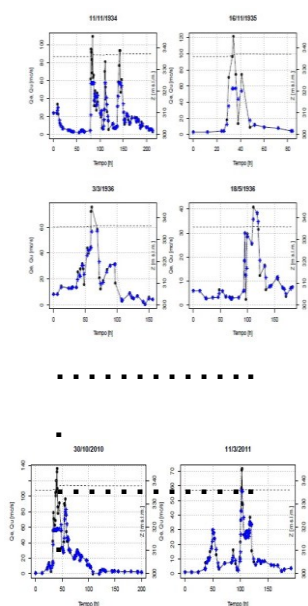


Officiosità idraulica:  
80-90 mc/s

## Stato manutenzione alveo; vegetazione



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!



# Il Piano di Laminazione: un nuovo paradigma in merito alle funzioni da assegnare alle 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**

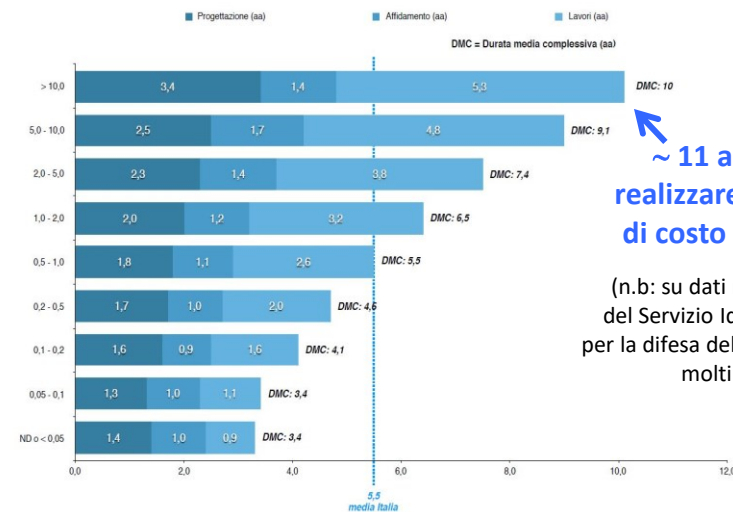


SIAMO SICURI CHE "I NOSTRI SOLDI" SIANO USATI AL MEGLIO?  
SI PUO' METTERE IN SICUREZZA PARMA IN ALTRO MODO?

## 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*

*una visione estensiva ed erronea della disciplina sui piani di laminazione,*

*che vede l'uso delle dighe esistenti come "nuovo paradigma per la difesa del suolo".*

## Considerazioni sui piani di laminazione

- La presenza di una **diga** può avere una **rilevante funzione per la difesa idraulica dei territori vallivi**.
- I **Piani di Laminazione sono lo strumento migliore** per valorizzare questa funzione. Essi si inquadrano in una **visione moderna della difesa del suolo**, la quale dovrebbe considerare *"l'intero territorio come una entità unica e solidale, da proteggere con il minimo danno complessivo"* (G. De Marchi, 1952).
- Ma i **Piani di Laminazione** andrebbero comunque sempre visti **nell'ottica di sussidiarietà e non come il nuovo paradigma per la difesa del suolo**, in sostituzione di opere fluviali, comunque indispensabili, che essi **non possono surrogare**.
- L'**approccio attuale** ai Piani di laminazione, oggi in massima parte **statici**, dovrebbe essere in futuro, ove possibile, **progressivamente sostituito da un approccio dinamico**, meno penalizzante per la gestione degli invasi e per la salvaguardia della risorsa idrica.
- E' necessario che i **Piani di Laminazione dinamici** siano ampiamente condivisi, **molto particolareggiati, rigidi e privi di elementi di discrezionalità**.
- I **Piani di Laminazione dinamici**, più che su una modellistica tesa a prevedere l'intera onda di piena, caratterizzata da rilevanti incertezze, potrebbero essere basati **anche su approcci tesi alla previsione dei volumi di deflusso attesi in ingresso alla diga** in assegnata durata (**meno incerta**).
- **In tale previsione**, anziché basarsi su una modellistica tarata al più su pochi anni di dati, è comunque di fondamentale importanza **utilizzare l'intero contenuto informativo del patrimonio di dati idrologici desumibile dalla ricostruzione delle onde di piena storiche in ingresso alla diga**, patrimonio che spesso consta di decine e decine di anni di dati.

## *Parte seconda*

### *La rivalutazione idrologica delle dighe...*





### D.L. n. 79/2004 convertito L. 28.05.2004, n. 139

- Ha disposto la sistematica rivalutazione sismica e idraulica delle dighe in conseguenza della variata classificazione sismica dei siti o dei ridotti franchi di sicurezza idraulica
- Ha assegnato alla DG DIGHE il potere di prescrivere l'esecuzione di interventi di adeguamento o miglioramento della sicurezza

### DM 2014 parte H - Dighe esistenti - Rivalutazioni idrologico idrauliche

- Tempo di ritorno di riferimento: 500 anni dighe in cls e 1000 anni dighe in materiali sciolti
- Nel caso di dighe esistenti alla DG DIGHE spetta l'esame e l'approvazione degli studi idrologico-idraulici
- Verifiche idrauliche in caso di scenari estremi e per situazioni di maggiore vulnerabilità

- **Necessità di potenziamento della rete di monitoraggio idrologico**
- **Necessità di aggiornare il Progetto VAPI (1990 -2000) alla luce dei nuovi dati disponibili**

# L'area analizzata e la situazione 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  $n_{\text{medio}} \approx 30.6$

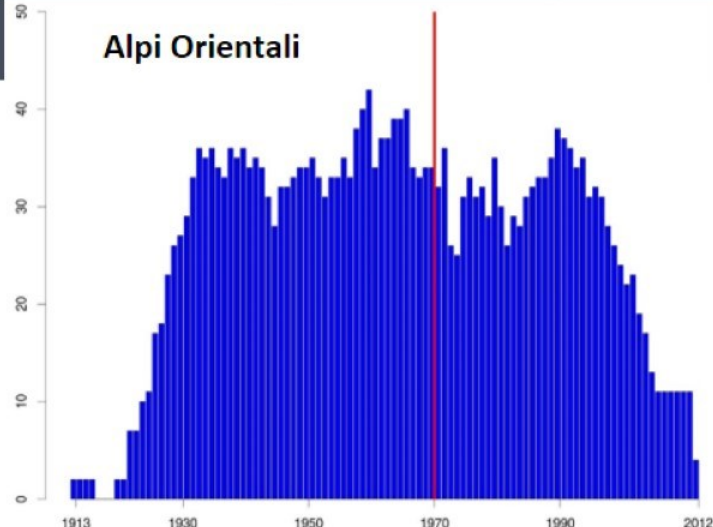
## Appennino Settentrionale:

60 bacini strumentati

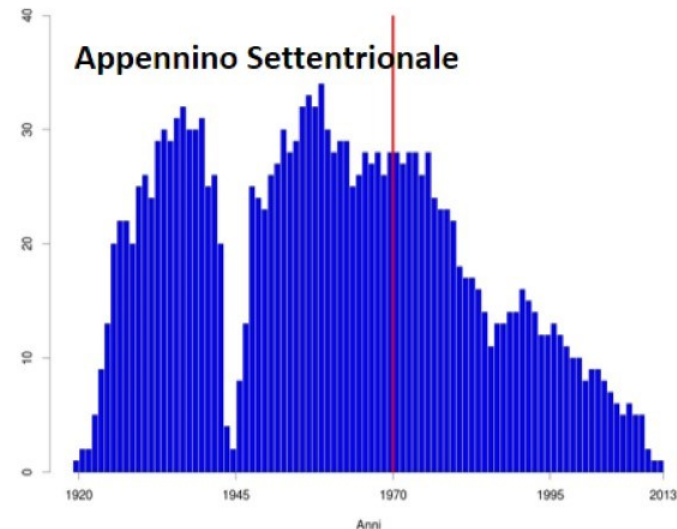
1773 dati di portata al colmo max annuale  $n_{\text{medio}} \approx 29.5$

Numero di dati di portata al colmo massima annuale per anno

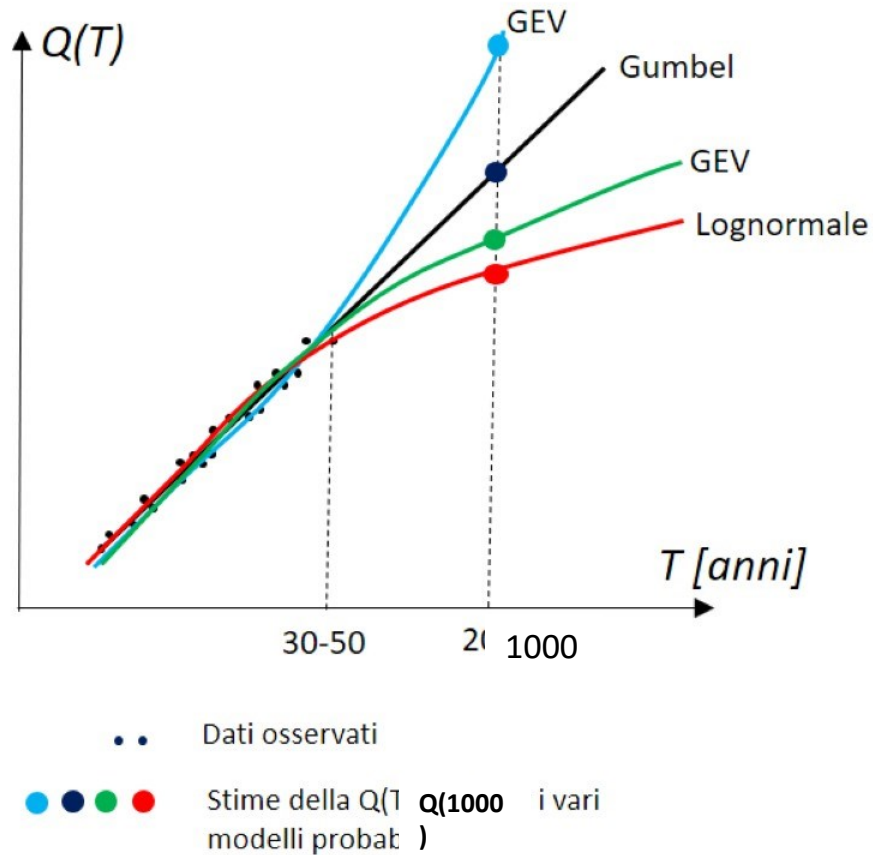
## Alpi Orientali



## Appennino Settentrionale



# Per ottenere stime affidabili a tempi di ritorno elevati servono 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:

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

# Quale è la reale situazione dei dati 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

**Tante stazioni...**  
**.... pochissime scale di deflusso**



Attualmente:  
1250 stazioni idrometriche  
(600 con scala di deflusso). 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*





# Verifica di alcuni risultati del VAPI



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

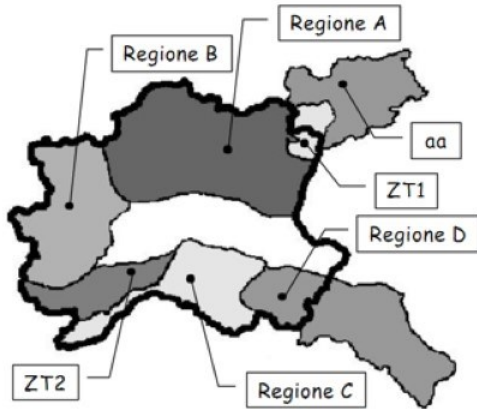
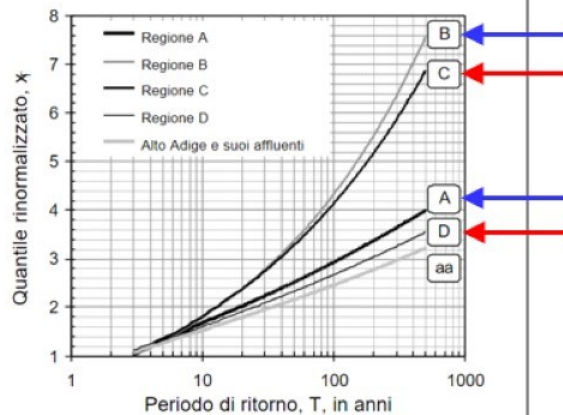
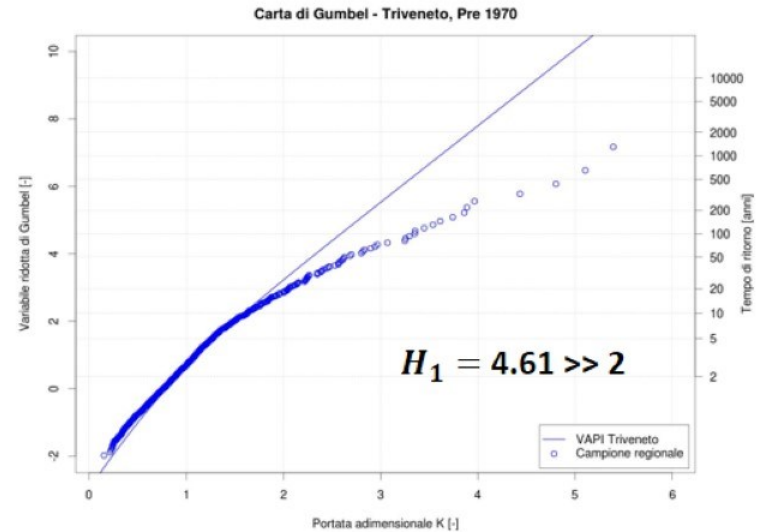


Fig. 4.5. Curve di crescita GEV regionali dell'Italia Nord-Occidentale.

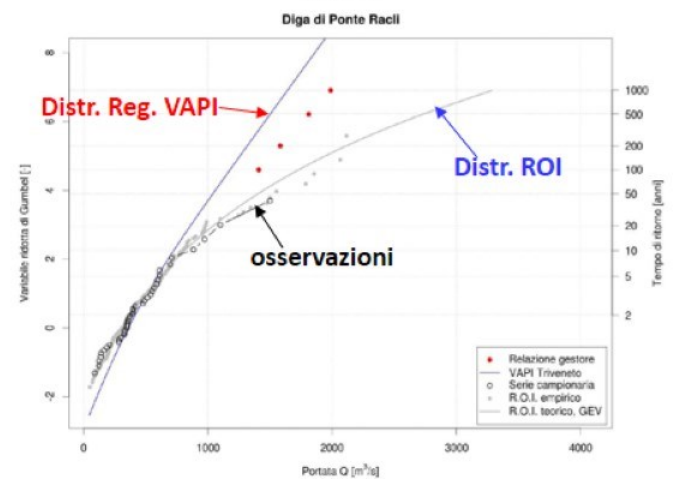
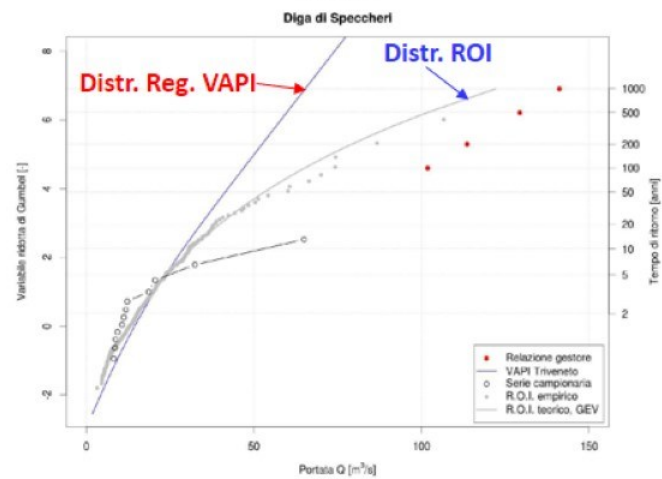
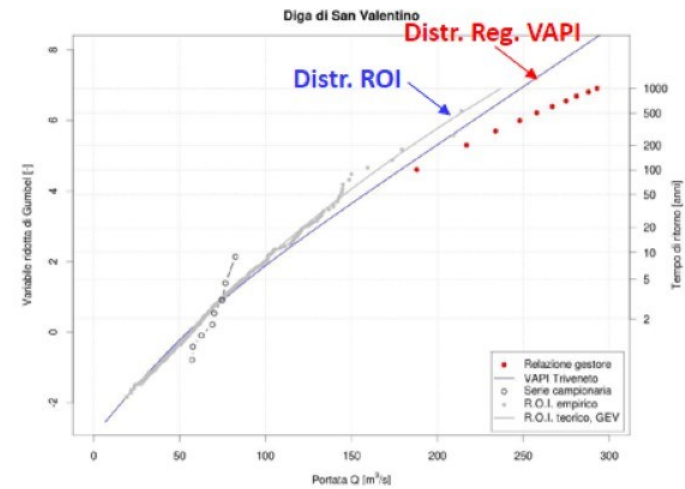
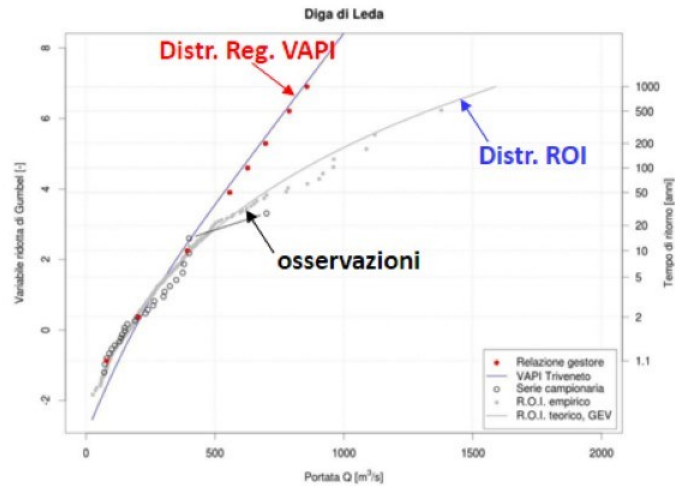


## Verifica dell'ipotesi di omogeneità idrologica dell'intero Triveneto (assunta nel Progetto VAPI)



(Caso: massimi annuali portata fino al 1970)

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



A photograph of a large dam at night. A massive waterfall cascades over the right side of the dam structure. The scene is illuminated by warm, yellowish lights, likely from the dam's infrastructure, creating a misty and atmospheric effect. The water is in motion, blurred by the long exposure. The dam's concrete structure is visible on the left and top. The background is dark, suggesting a night sky.

*Grazie dell'attenzione.*

armando.brath@unibo.it