

## **GDL - TRAVERSE**

# **Sicurezza e valutazione del rischio**

**Paola Moretti – Tirreno Power**



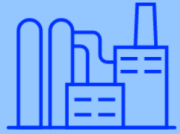
**ITCOLD - GdL Traverse – Roma, 06/06/2024**



**TIRRENO POWER**

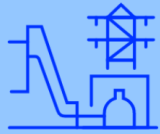
# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## CHI È TIRRENO POWER



3

centrali termoelettriche  
situate sulla costa  
tirrenica con 4 impianti a  
ciclo combinato  
alimentati a gas naturale



19

centrali idroelettriche  
dislocate lungo l'intero  
arco dell'Appennino ligure



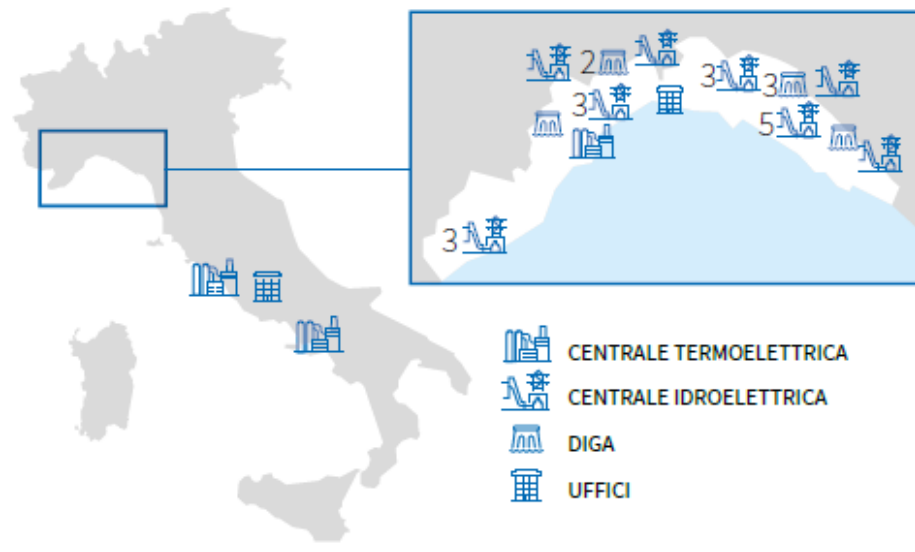
2000

GWh di energia elettrica  
impressa in rete nel 2023.  
Ottava azienda in Italia  
per capacità produttiva.



229

persone, che lavorano in  
squadra per raggiungere  
obiettivi condivisi



**NASCITA 2003**  
**Potenza SFR:**  
**75 MW**

**Produzione: circa**  
**180 GWh/anno**



IMPIANTI  
IDROELETTRICI



19

DIGHE



8

CAPACITÀ  
COMPESSIVA



75  
MW

PRODUZIONE  
ANNUA



190  
GWh



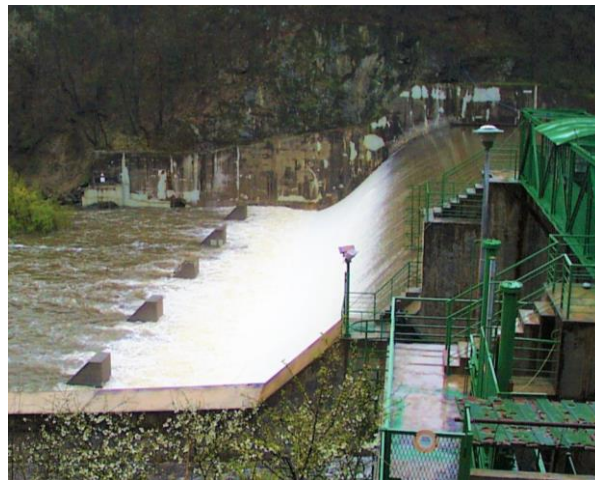


# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## CHI È TIRRENO POWER



### GRANDI DIGHE



**TIRRENO POWER**

Ing. Paola Moretti



### SETTORE FONTI RINNOVABILI: PRINCIPALI PICCOLE TRAVERSE MOBILI



**Piana Crixia (Bormida di Spigno)**





## 7. SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

7.1 Caratteristiche delle traverse rispetto al rischio a valle

7.2 Modi di guasto e conseguenze: il rischio potenziale

7.3 Esempio di valutazione del rischio potenziale: il caso spagnolo

7.4 La valutazione del rischio

7.5 Attività di protezione civile e gestione emergenze

**CASO DI STUDIO: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»**



**TIRRENO POWER**

**La «diga», può svolgere laminazione della piena ed, in ogni caso, contribuisce a mitigarne gli effetti a valle. Può regolare il deflusso a valle in caso di piena.**

**La «traversa» ha la funzione primaria di stabilizzare la quota idrica a monte, e, nella maggioranza dei casi, non può regolare le portate a valle in caso di piena. La traversa al più diventa «trasparente». La traversa:**

- ☐ **può subire danni, a sua volta, a causa della piena, come altre opere fluviali.**
- ☐ **è maggiormente interconnessa con la pericolosità idraulica del territorio, nel quale è inserita, e dai «sistemi di carico» idraulico (identificabili con la rete idrografica) e con i «sistemi di risposta» (es. piane allagabili, attività antropiche esposte al pericolo, etc.).**

**L'analisi del rischio connesso con la presenza di traverse, in altri Paesi viene condotta diversamente dalle grandi dighe.**





### COMPONENTI DI RISCHIO IDRAULICO PER IL TERRITORIO (DI VALLE):

- ☐ **RISCHIO IDRAULICO DELL'ALVEO** (rilievi topografici aggiornati, mappatura delle aree a pericolosità e rischio alluvionale, governo delle piene, analisi idraulica delle portate massime transitabili in alveo in condizioni di sicurezza, etc.)
- ☐ **RISCHIO IDRAULICO DOVUTO ALLA PRESENZA DELLA TRAVERSA** (in piena).

### FATTORI DI RISCHIO IDRAULICO PER LA TRAVERSA:

- ☐ tratto fluviale fortemente antropizzato
- ☐ pendenza, dimensioni e morfologia fluviale
- ☐ inadeguatezza del sistema di arginature
- ☐ incuria dell'alveo nel bacino idrografico
- ☐ mancato governo del trasporto solido

**I FATTORI DI RISCHIO IDRAULICO DELL'ALVEO  
SONO  
FATTORI DI RISCHIO IDRAULICO PER LA TRAVERSA  
traversa come «elemento dell'alveo»  
come «un'opera fluviale»**

Nella VALUTAZIONE DEL RISCHIO il danno possibile, ovvero le conseguenze potenziali di un evento accidentale, dipende anche dalle caratteristiche socio-economiche del territorio esposto.

$$\text{fattore globale di rischio } R: \\ R = (A \times B) \times D$$

Dove:

**A il fattore di rischio ambientale**, valutabile in rapporto a:

rischio ambientale, sismico, rischio frane, rischio di tracimazione, etc.

**B il fattore di valutazione di rischio strutturale**, valutabile in rapporto a:

stato di conservazione della struttura, sicurezza della struttura, funzionalità della tenuta, qualità della fondazione, funzionalità degli organi di scarico, affidabilità della conduzione, etc.

**D il fattore potenziale di rischio umano ed economico**, valutazione del potenziale di rischio in rapporto a: densità di edificazione, presenza di insediamenti significativi, etc.





### FATTORI DI RISCHIO INTRINSECO PER LE TRAVERSE, CONTROLLI ED AZIONI:

- filtrazioni ed erosioni interne: indagini sulla qualità della fondazione; verifica dell'efficacia delle protezioni dall'erosione di valle (platea, scivolo)
- fenomeni erosivi spondali: rilievi e verifica dei muri laterali e le opere di immorsamento e fondazione
- trasporto solido durante le piene: gestione dei sedimenti invasati
- rischio idraulico: idonee simulazioni idrauliche ed idrodinamiche (dam break, Q<sub>Amax</sub>, onde di piena per apertura scarichi, rischio di tracimazione)
- rischio sismico: valutazioni semplificate sulla vulnerabilità sismica
- verifica stato di manutenzione e funzionamento delle paratoie  
verifica e prova periodica degli organi di manovra

### TRAVERSE MINORI



# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## MODI DI GUASTO E CONSEGUENZE POTENZIALI



### MODALITÀ DI COLLASSO DELLE TRAVERSE:

- ☐ Collasso di strutture di sbarramento
- ☐ Collasso degli argini

### PER TRAVERSE MOBILI:

- ☐ mancata apertura di paratoie
- ☐ mancata chiusura di paratoie
- ☐ apertura accidentale dello sbarramento





### PARATOIE PIANE

- GRANDE FORZA DI SOLLEVAMENTO (dimensionamento del motore)
- EFFETTI CLIMATICI (es. periodi di gelo persistente)

• MAT  
MOV  
di so  
dai g

• OBS  
cate

- INCREMENTO FORZE DI ATTRITO, accidentale, es. di strisciamento delle ruote sui gargami, blocco delle ruote
- TRASPORTO SOLIDO: danneggiamento delle tenute di fondo e/o laterali

### PARATOIE A SETTORE

- MATERIALE FLOTTANTE E BLOCCO DELLA MOVIMENTAZIONE:
- parziale o totale blocco per materiale

li)

one

### REQUISITI DI SICUREZZA DELLE TRAVERSE:

### AFFIDABILITÀ DELLE PARATOIE, DEI SISTEMI DI AZIONAMENTO E COMANDO E DELLE ALIMENTAZIONI

- TRASPORTO SOLIDO: danneggiamento delle tenute di fondo e/o laterali

**OPERE DI PRESA:** soglia dotata di paratoie atte ed interrompere il prelievo e di griglie/sgrigliatore

**sghiaiatore e dissabbiatore:** vasche per la rimozione del materiale in sospensione; dotate di sfioratore di superficie e scarico di fondo



**TRAVERSA FISSA, OPERA DI PRESA  
per DMV/DE (piena 2016)**

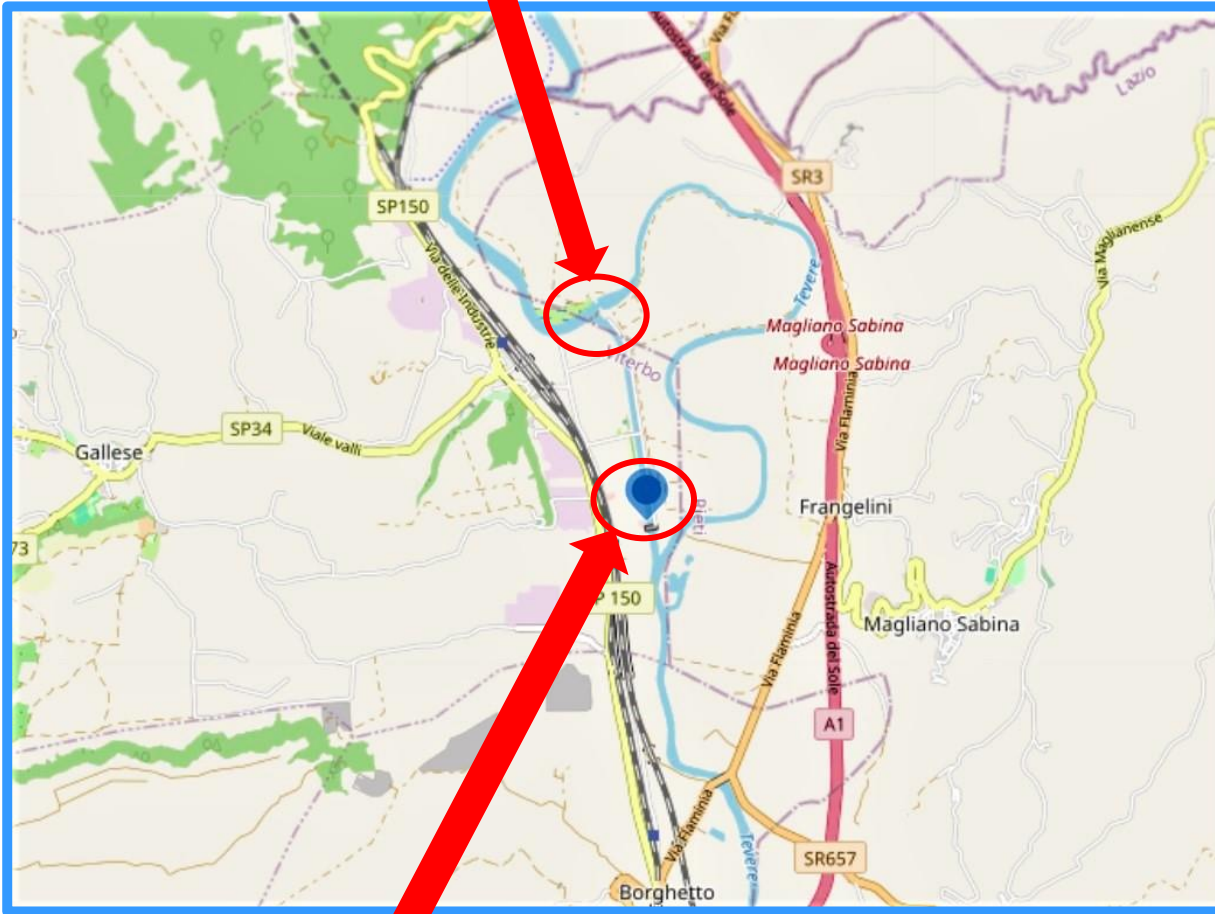


# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## CONSEGUENZE POTENZIALI: il caso della traversa fluviale di Ponte Felice



### TRAVERSA sul Fiume Tevere



### CENTRALE IDROELETTRICA sul canale



**TIRRENO POWER**



# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## CONSEGUENZE POTENZIALI: il caso della traversa fluviale di Ponte Felice



**Comune: Gallese. Località: Scalo Teverina. Fiume: Tevere. Anno di costruzione: 1957-59.**

**Centrale di PONTE FELICE è alimentata dalla [traversa di PONTE FELICE](#).**

**[Circolare n. 352/87](#), [modellazione dell'onda di piena per ipotetico collasso](#) totale ed istantaneo dell'intero sbarramento, anzi l'ipotetico crollo a cascata delle dighe di Ponte San Felice, Nazzaro, e Castel Giubileo.**



**TRAVERSA PONTE FELICE (sul Tevere) vista da monte e da valle**

**COLLASSO ISTANTANEO DELL'INTERO SBARRAMENTO** (totale ed istantaneo):

portata di picco in corrispondenza dello sbarramento:  $2000 \text{ m}^3/\text{s} \approx Q$  (T=10 anni).

- ❖  $2400 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR 50 anni
- ❖  $2770 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR 200 anni
- ❖  $3010 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR 500 anni
- ❖  $3180 \text{ m}^3/\text{s}$  per TR 1000 anni

**RISCHIO POTENZIALE MAX - DAM BREAK  
TRAVERSE << RISCHIO PER LE DIGHE**

**LA PORTATA DI DAM BREAK RISULTA DELL'ORDINE DI GRANDEZZA DI UNA PIENA ORDINARIA.**

**Dighe: frequentemente hanno portate di dam break anche di 2/3 ordini di grandezza superiori a quelle di piene ordinarie.**



Circa 800 impianti idroelettrici (20 da oltre 200 MW, rappresentano il 50% della potenza idroelettrica totale)

Regio Decreto n. 264/2021 , ALLEGATO1 → «censimento» di tutte le dighe

**IN SPAGNA (GIUGNO 2023)  
IL 46%  $\cong$  50% DELLE DIGHE  
«CLASSIFICATE»  
come da RD n.264/2021  
È RISULTATO  
IN CATEGORIA C  
(rischio inferiore)**

PRESAS CLASIFICADAS EN ESPAÑA	PRESAS TITULARIDAD ESTATAL	OTRAS PRESAS	TOTAL
Categoría	Nº	Nº	Nº
Categoría A	297	414	711
Categoría B	17	76	93
Categoría C	53	632	685
Total	367	1.122	1.489

*Fuente e-gispe (División de Seguridad de Infraestructuras  
y Explotación de la DGA; Junio 2023)*

**n. 2.453 dighe, delle quali n. 1.489  
censite a giugno 2023**



**TIRRENO POWER**





**Regio Decreto n. 264/2021** Costituisce la normativa vigente in materia di sicurezza di dighe e bacini idrici, applicabile a tutte le dighe: grandi e piccole, dighe e traverse fluviali.

- ☐ Allegato I: Norma tecnica di sicurezza (NTS) **per la classificazione** delle dighe e per la predisposizione e realizzazione di **piani di emergenza** per dighe e bacini idrici.
- ☐ Allegato II: **NTS per la progettazione**, la **costruzione** e la messa in servizio delle dighe e riempimento dei bacini idrici.
- ☐ Allegato III: **NTS per il funzionamento**, **le revisioni di sicurezza** e **smantellamento**.

**Articolo 5. «Obbligatorietà dei Piani di Emergenza»:** dighe classificati nelle categorie A o B devono avere il corrispondente Piano di Emergenza Dighe

**Piani di emergenza approvati (giugno 2023):**

- ✓ Dighe demaniali: circa il 70%
- ✓ Dighe di altra proprietà: circa il 40%



### CAPITOLO II – (Classificazione delle dighe) - 3. Categorie di classificazione

#### PER DIMENSIONE:

- a) grande diga è una diga  $H > 15$  metri o che ha una capacità  $> 1 \text{ Mm}^3$ .
- b) diga piccola: una diga che non soddisfa le condizioni di una diga di grandi dimensioni.

**PER I POTENZIALI RISCHI** CHE POSSONO DERIVARE DALLA SUA IPOTETICA ROTTURA O MALFUNZIONAMENTO:

**CATEGORIA A:** dighe il cui cedimento o malfunzionamento può compromettere gravemente i **centri urbani o i servizi essenziali**, o causare danni materiali o ambientali molto significativi.

**CATEGORIA B:** dighe il cui cedimento o malfunzionamento può causare danni materiali o ambientali significativi o **interessare un numero limitato di abitazioni**.

**CATEGORIA C:** dighe il cui cedimento o malfunzionamento può causare danni materiali moderatamente significativi e **solo incidentalmente la perdita di vite umane**.



TIRRENO POWER

Il RD n. 264/2021 **unifica gli aspetti tecnici di sicurezza delle dighe e dei bacini idrici** durante tutte le fasi della loro vita utile, ovvero dalla loro costruzione alla loro disattivazione.

**LE NORME TECNICHE DI SICUREZZA, SI APPLICANO:**

- i) alle grandi dighe ( $H > 15$  metri oppure,  $V > 1 \text{ Mm}^3$ )
- ii) alle piccole dighe classificate nella categoria A o B; a seconda del potenziale rischio che può derivare dalla sua eventuale rottura o malfunzionamento.

**SOLO GLI OBBLIGHI DELL'ART. 4 DEL RD 264/2021,  
(CLASSIFICAZIONE E REGISTRAZIONE),  
SI APPLICANO ALLE DIGHE CLASSIFICATE NELLA CATEGORIA C**



# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## ESEMPIO DI DIVERSA CLASSIFICAZIONE : il caso spagnolo



### NORMA TECNICA DI SICUREZZA (NTS) PER LA CLASSIFICAZIONE

**IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEI RISCHI POTENZIALI:** centri urbani o numero di abitazioni abitate indipendenti, servizi essenziali, danni materiali, aspetti ambientali, storico-artistici e culturali.

Classificazione della diga (in categoria A, B o C) considerando lo scenario più sfavorevole.

#### SCENARI MINIMI DA CONSIDERARE:

- a) Rottura (collasso istantaneo) con il serbatoio al suo massimo livello di regolazione.
- b) Invaso alla max regolazione, passaggio di un idrogramma di piena tale da raggiungere il massimo livello di invasore, ipotizzando aperti tutti i suoi organi di scarico, provocando poi la rottura della diga.

**MODALITÀ DI ROTTURA:** dipendono non solo dal tipo di diga, ma anche dalle caratteristiche del fiume, che potrebbero avere un impatto significativo sulla propagazione dell'onda (da indagare).

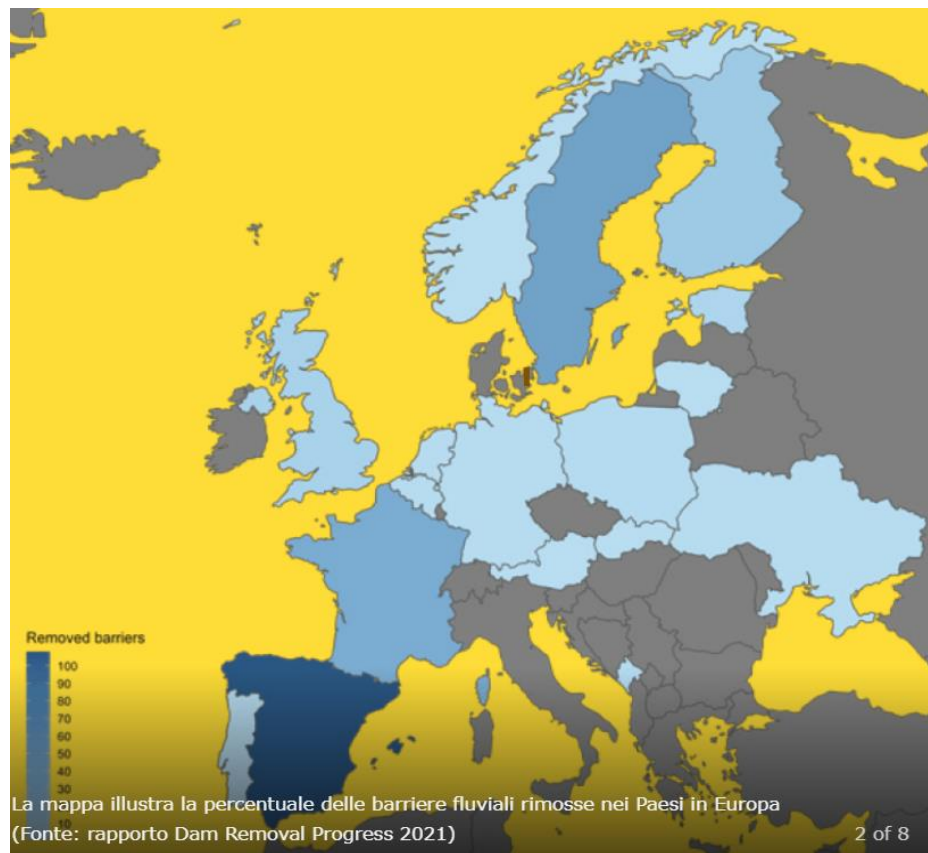
**VALUTAZIONE DEI DANNI (a valle):** solo i danni incrementali, ovvero l'incremento dei danni che si verificherebbe per effetto dell'onda di rottura della diga, rispetto a quelli che si sarebbero verificati senza la diga.



**TIRRENO POWER**

Ing. Paola Moretti

Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030, inclusa nel Green Deal europeo, è quello di ripristinare uno stato di «flusso libero» per almeno 25.000 km di fiumi.



percentuale delle «barriere fluviali» rimosse  
(rapporto Dam Removal Progress 2021)

- ☐ Direttiva UE denominata «Water Framework»
- ☐ Obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite
- ☐ Report del 2021: il 76% delle dighe («barriere fluviali») rimosse in Europa erano inferiori ai due metri;
- ☐ Report 2022, in Europa, il 71% delle dighe demolite era  $H \leq 2$  m, mentre il 25% era con:  $2 \text{ m} < H < 5 \text{ m}$ .
- ☐ la capacità totale di stoccaggio dei bacini idrici non è diminuita
- ☐ Spagna: n.108 dighe demolite nel 2021; n.148 nel 2022; e n.43 nei primi quattro mesi del 2023.



TIRRENO POWER



### Perché la diga di Valdecaballeros viene demolita?

- ☐ fine della concessione Endesa
- ☐ mancato interesse da parte della società proprietaria e dei comuni nell'assumersi i costi di manutenzione
- ☐ incompiuta, sproporzionata, oggi inutile
- ☐ non contribuisce all'approvvigionamento idrico delle città di Castilblanco e Valdecaballeros. (bacino di García de Sola, situato a soli due chilometri a valle).

**Diga di Valdecaballeros (1984),  
raffreddamento e fornire acqua  
alla centrale nucleare di  
Valdecaballeros, ma né la diga né  
l'impianto  
entrarono mai in funzione.**





### ⚠ ALLERTAMENTO E AZIONI PER TRAVERSE CHE SONO «PICCOLE DIGHE»

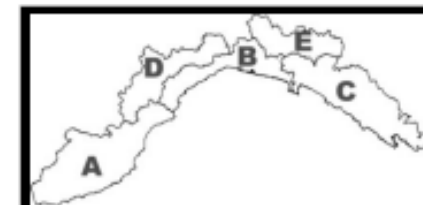
D.G.R. n.1057/2015 - Sistema di Allertamento - livelli con codice cromatico : allerta gialla, allerta arancione, allerta rossa. (REGIONE LIGURIA).

La normativa regionale introduce la classe di bacino, caratteristica legata all'estensione superficiale dello stesso: bacini piccoli:  $\leq 15 \text{ km}^2$ ; bacini medi: tra 15 e i  $150 \text{ km}^2$  ; bacini grandi: bacini idrografici drenanti una superficie  $>150 \text{ km}^2$ .

Traversa «trasparente» alla piena. Tuttavia, aprendo le paratoie delle traverse durante la piena, prima del colmo di piena, per un breve DT si hanno rilasci più alti degli afflussi, anche se in modo quasi impercettibile. Per le piccole traverse, si può pensare di aprire prima, all'attivazione dell'allerta rossa, indipendentemente dalla Q in arrivo alla traversa.

**Livelli di Allerta Idrogeologica - Idraulica - Nivologica**

Piogge diffuse e Neve	PREALLERTA	VERDE	GIALLA	ARANCIONE	ROSSA
Temporalì	PREALLERTA	VERDE	GIALLA	ARANCIONE	
Fase Operativa Minima Iniziale Consequente l'Allerta			ATTENZIONE	PREALLARME	



Ogni aggiornamento della Fase Operativa Regionale verrà pubblicato sul sito <https://allertaliguria.regione.liguria.it>



**TIRRENO POWER**

### **ALLERTAMENTO E AZIONI PC PER TRAVERSE CHE SONO «PICCOLE DIGHE»**

Le traverse di Millesimo e di Piana Crixia e la traversa di Santa Margherita Vara ricadono in «bacini grandi», pertanto la procedura fa riferimento solo all'attivazione dell'allerta diramata per i grandi bacini, in zona D le prime due ed in zona C la traversa di Santa Margherita Vara.

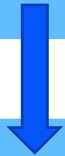
- ☐ **ALLERTA METEO GIALLA**: normale gestione dello sbarramento/traversa.
- ☐ **ALLERTA METEO ARANCIONE**: il personale di Esercizio R.O. di Cairo Montenotte, sentito il Capo Reparto in orario lavorativo, o il Reperibile Direzionale al di fuori del normale orario di lavoro, presidierà l'impianto o, in alternativa, provvederà alla messa in sicurezza dell'opera attraverso l'apertura delle paratoie autolivellanti.
- ☐ **ALLERTA METEO ROSSA**: allerta diramata con sufficiente preavviso (almeno 4 ore), il personale del R. O. provvederà alla messa in sicurezza idraulica dell'opera attraverso l'apertura delle paratoie autolivellanti e della paratoia di scarico/sghiaiatrice. (Condizione di traversa «trasparente» alla piena).





### DPC PER UNA TRAVERSA CHE È «GRANDE DIGA»

**Nel caso di eventi, temuti o in atto, coinvolgenti l'impianto di ritenuta o una sua parte e rilevanti ai fini della sicurezza della diga e dei territori di valle**



**Rischio diga**

**Nel caso di attivazione degli scarichi della diga stessa con portate per l'alveo di valle che possono comportare fenomeni di onda di piena e rischio di esondazione**



**Rischio idraulico per le popolazioni di valle**



**TIRRENO POWER**



# SICUREZZA E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

## ATTIVITA' DI PROTEZIONE CIVILE E GESTIONE DELLE EMERGENZE



DPCM 08/07/2014



**RISCHI PER UNA TRAVERSA CHE è «GRANDE DIGA»**

**Rischio diga**

**Preallerta**

**Vigilanza rinforzata**

**Pericolo**

**Collasso**

**Rischio idraulico per le popolazioni di valle**

**Preallerta**

**Allerta**

RISCHIO DIGA	RISCHIO IDRAULICO A VALLE
<b>ORDINARIETA'</b> Quota pelo libero $\leq$ Quota di max regolazione	<b>VIGILANZA ORDINARIA</b> Nessuna apertura degli scarichi
<b>PREALLERTA</b> Superamento Quota di max regolazione ( $H > H_{max\ Reg}$ )	<b>PREALLERTA</b> Inizio apertura degli scarichi e $Q_{scaricata\ vol.} > 0$ (durante evento o in previsione di evento)
<b>VIGILANZA RINFORZATA</b> Temuto superamento Quota di max invaso ( $H > H_{max\ Inv}$ )	<b>ALLERTA</b> Superamento portata attenzione scarico diga ( $Q_{scaricata+sfiato} > Q_{min}$ ) (in qualsiasi situazione)
<b>PERICOLO</b> Superamento Quota di Max invaso ( $H > H_{max\ Inv}$ )	Evento di piena in atto raggiungimento portata massima transitabile in alveo a valle contenuta nella fascia di pertinenza idraulica $Q_{Amax}$ ( $Q \geq Q_{Amax}$ )
<b>COLLASSO</b> Danni che provocano rilascio incontrollato	



**TIRRENO POWER**

## CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»

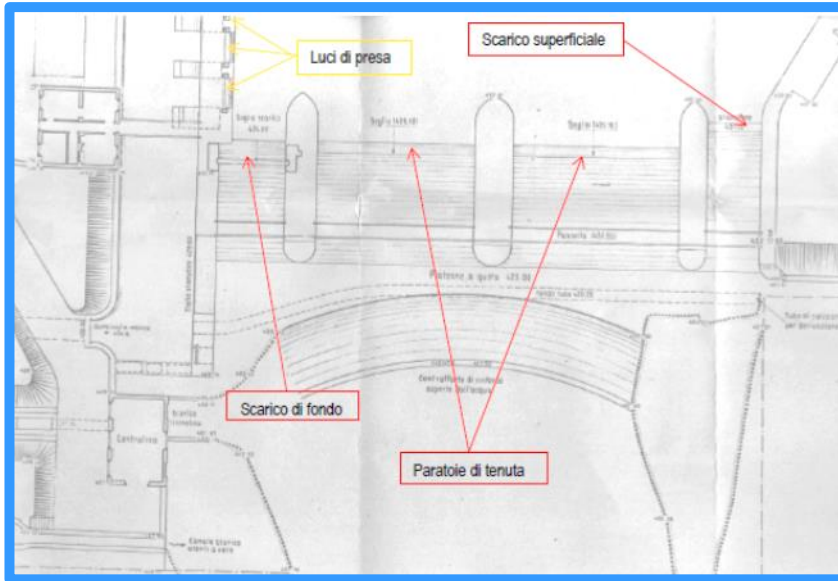


- La **traversa di Millesimo** (1939), consente di trasferire i deflussi regolati e captati del Bormida di Millesimo verso la centrale di Cairo Montenotte. In corrispondenza della traversa è inoltre funzionante la centrale di Millesimo, che consente lo sfruttamento delle portate ecologiche.
  - Traversa rettilinea, in calcestruzzo, larga circa 60 m, dotata di quattro luci chiuse da tre paratoie e da un setto sfiorante fisso anch'esso in calcestruzzo.
  - La derivazione della portata verso la centrale di Cairo Montenotte avviene mediante una opera di presa situata in sponda destra, parzializzata da tre paratoie piane
- 
- ❑ **scarico di superficie:** setto dotato di un ciglio posto a quota 431,10 m s.m., con uno sviluppo di circa 6 m.
  - ❑ **paratoie di tenuta:** del tipo a settore, con luce b x h = 17,0 x 5,5 m; soglia a quota 425,95 m s.m. Con automatismo di apertura a galleggiante che si attiva quando il livello d'invaso supera quota 430,95 m s.m., in modo da mantenere costante la quota di massima regolazione.
  - ❑ **scarico sghiaiatore** (di fondo) in destra, con paratoia piana b x h = 6,00 x 6,50 m, comando a motore quota di soglia pari a 424,60 m s.m..



TIRRENO POWER

# CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»



Le **due paratoie a settore** hanno funzione di regolazione, mantengono costante il livello d'invaso in condizioni di piena, grazie ad un sistema automatico di apertura regolato da galleggianti.

**L'automatismo di apertura a galleggiante** che si attiva quando il livello d'invaso supera quota 430,95 m s.m. in modo da mantenere costante la quota di massima regolazione.





# CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»



- A - tracimazione della paratoia piana in destra, chiusa;
- B - tracimazione della paratoia a settore destra, abbattuta dal materiale vegetale di trasporto;
- C - deflusso sotto la paratoia a settore sinistra, regolarmente aperta;
- D - sfioro sulla soglia fissa in sinistra;
- E - tracimazione della sponda sinistra e flusso di rientro in alveo.



**evento 24-25 novembre 2016  
portata al colmo di  
circa 715 m<sup>3</sup>/s.**

**Q<sub>Amax</sub> = 300 m<sup>3</sup>/s  
sezione critica nell'abitato di  
Cengio**

# CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»



**COMPORTAMENTO IDRAULICO DELLA TRAVERSA DURANTE IL DEFLUSSO DELLE PIENE:** effetti che la traversa può produrre sul deflusso delle piene (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - PGRA), per TR 50 anni, per TR 200 anni e per TR 500 anni, con riferimento alle due condizioni:

a) TR

b) LI

**L'ONDA DI COLLASSO TRANSITA SENZA ESONDAZIONI IN MILLESIMO**

TORE

Lo sc... otati di  
organi mobili impone il blocco almeno del 50% delle paratoie, e con la riduzione a 1/3 del franco.

## **STUDIO DELLE ONDE ARTIFICIALI PRODOTTE DA MANOVRE AGLI ORGANI DI SCARICO:**

- ☐ apertura istantanea e simultanea delle 3 paratoie dello sbarramento (max regolazione)
- ☐ portata istantanea in corrispondenza dello sbarramento ha un colmo pari a 1049 m<sup>3</sup>/s; corrispondente a un tempo di ritorno di quasi 500 anni (TR 500 anni = 1082 m<sup>3</sup>/s).

## **COLLASSO ISTANTANEO DELL'INTERO SBARRAMENTO (max regolazione):**

- ☐ portata di picco in corrispondenza dello sbarramento pari a 1359 m<sup>3</sup>/s, circa pari alla Q(TR 500 anni) è pari a 1082 m<sup>3</sup>/s.



TIRRENO POWER

## CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»



**CIGLIO FISSO SFIORANTE:** portata massima di circa  $4,25 \text{ m}^3$  con battente di 0,5 m.

**PARATOIA PIANA (sghiaiatrice):** circa  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  con l'invaso alla quota di massima regolazione.

**CIASCUNA PARATOIA A SETTORE:** max portata esitabile in caso di piena, alla quota di max regolazione:  $336 \text{ m}^3/\text{s}$

⇒ **portata massima complessivamente smaltibile:  $876 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

**L'EVENTO:** in termini statistici presenta, un  $T_r$  superiore a 100 anni, se si analizzano le precipitazioni intense, e superiore a 50 anni se si analizzano le portate al colmo. **FATTORI DI CRITICITÀ:**

**Idrogramma dell'evento:** il passaggio dalla situazione di piena ordinaria ( $200\text{-}250 \text{ mc/s}$ , portata smaltibile in sicurezza da una singola paratoia a settore dello sbarramento), al colmo di piena eccezionale ( $715 \text{ mc/s}$ ) è avvenuto in circa 1,5 ore.

**Condizioni dell'alveo a monte:** instabilità spondali, crolli di ponti a monte, accumuli pregressi di materiale spondale e vegetazione asportati dalle zone spondali a quote superiori ai livelli di regime ordinario.

**E' CONFERMATA L'ASSUNZIONE GENERALE PER LE TRAVERSE:**

**LA PORTATA DI DAM BREAK È SOLITAMENTE DELL'ORDINE DELLA PORTATA ASSOCIATA AD EVENTI CON TEMPO DI RITORNO INFERIORI A 200-500 ANNI, SI PUÒ CONCLUDERE CHE L'ESPOSIZIONE ASSOCIATA ALLA ROTTURA DELLA TRAVERSA È DI ENTITÀ LIMITATA**





## **CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»**



- ❑ INTENSA ATTIVITÀ' EROSIVA DELL'ALVEO A MONTE DELLA TRAVERSA**
- ❑ DIFFUSI DISSESTI ED EROSIONI DI SPONDA CON ASPORTAZIONE DI MATERIALE VEGETALE D'ALTO FUSTO**
- ❑ CROLLO DEI PONTI DI BARDINETO E FUSINE (MURIALDO)**

**PONTE DI MURIALDO  
(A MONTE TRAVERSA  
DI MILLESIMO)  
POST PIENA 2016**

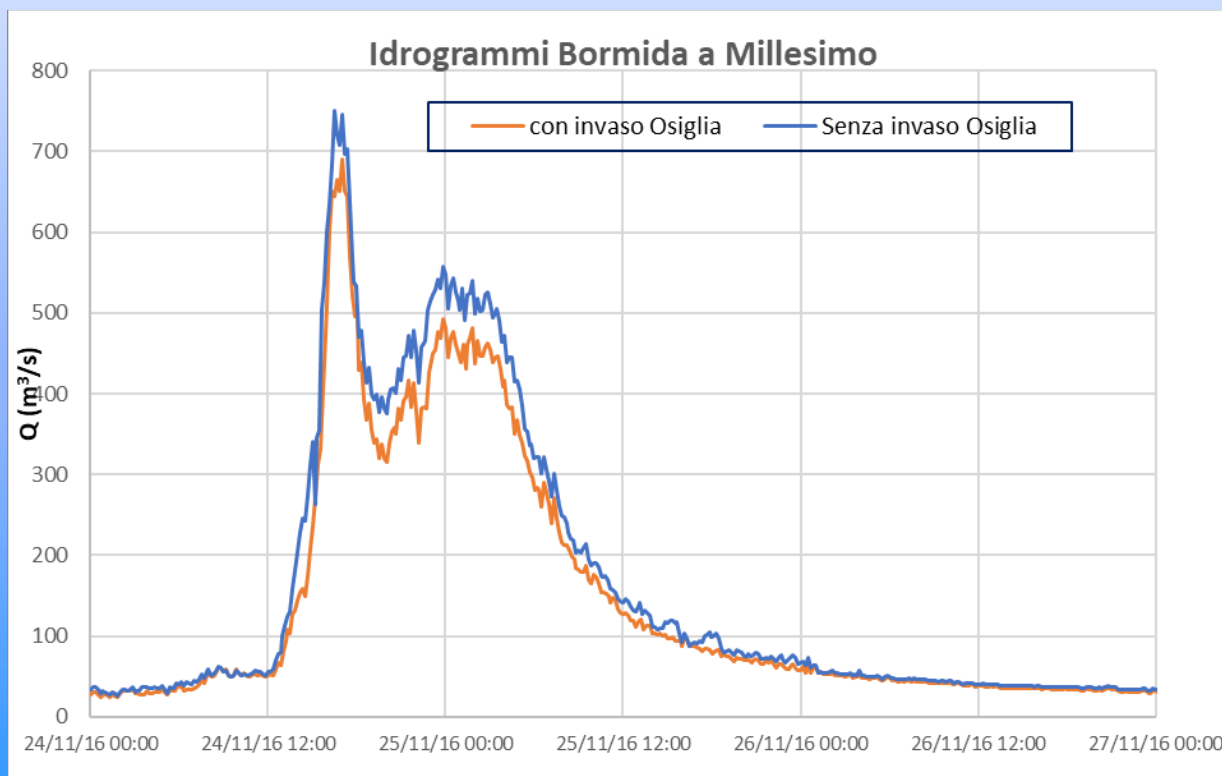


## CASE HISTORY: «Traversa di millesimo - analisi idrologico – idrauliche»



### IDROGRAMMA DI PIENA DI EVENTO CON E SENZA L'EFFETTO DI LAMINAZIONE DELLA DIGA DI OSIGLIETTA:

La portata al colmo a Millesimo sarebbe stata di circa 750 mc/s (+ 8-10% rispetto al reale).



**MANCA UNA REGIA UNICA  
PER L'INTERO TRATTO  
FLUVIALE (grandi dighe e  
dighe minori) per:**

- dimensionamento opere;
- verifica onde di piena reali;
- monitoraggio opere.



**TIRRENO POWER**



### RISCHIO IDRAULICO

- PORTATA DI DAM BREAK DELL'ORDINE DI GRANDEZZA DI UNA PIENA ORDINARIA, OPPURE DELL'ORDINE  $Q(Tr) < 200-500$  ANNI
- IL RISCHIO IDRAULICO DOVUTO ALLA PRESENZA DELLA TRAVERSA È, IN MOLTI CASI, DI ENTITÀ LIMITATA



### SICUREZZA INTRINSECA

REQUISITI DI SICUREZZA NON TANTO DIMENSIONALI QUANTO GARANTITI DA:

- GESTIONE, MANUTENZIONE, MONITORAGGIO DELLA STRUTTURA, INDAGINI, RILIEVI
- INCREMENTO DEI CONTROLLI, VERIFICHE.



### PROTEZIONE CIVILE

ATTUARE FASI E COMUNICAZIONI DI EMERGENZA CON LOGICHE E CRITERI SPECIFICI;

APRIRE LE PARAOIE MOBILI PRIMA DEL COLMO DI PIENA, OPPURE ALL'ATTIVAZIONE DELL'ALLERTA ROSSA PER PICCOLE TRAVERSE (QUINDI PRIMA DELL'ARRIVO DELLA PIENA)



### NORMATIVA SPAGNOLA

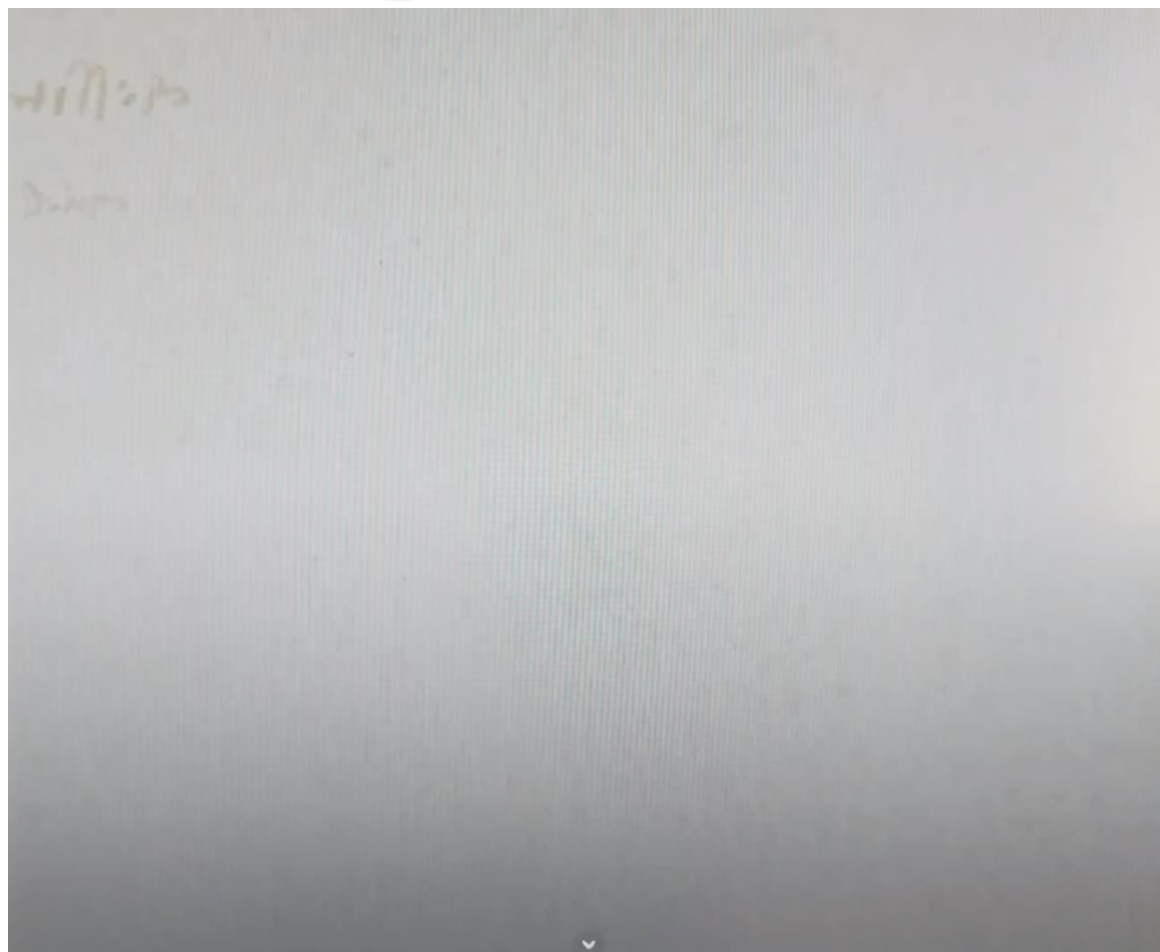
- DOPPIO CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE: PER LE DIMENSIONI E PER I POTENZIALI RISCHI PER IPOTETICA ROTTURA O MALFUNZIONAMENTO.
- PARAMETRI E METODI DI PROGETTO E DI VERIFICA DIFFERENTI PER CLASSE



PARAMETRI DI VERIFICA E REQUISITI PRESTAZIONALI  
IN RELAZIONE AI RISCHI POTENZIALI



## Grazie per l'attenzione!



[paola.moretti@tirrenopower.com](mailto:paola.moretti@tirrenopower.com)