8-9 ottobre 2026

DIGHE E TERRITORIO
LA REALTÀ DEL TRENTINO

Sala Congressi Interbrennero
Via Innsbruck 13-15, Trento

ITCOLD



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Dolomiti Energia

EDISON

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

ASSOCIAZIONE IDROTECNICA ITALIANA

RSE Ricerca Sistema Energetico

AIPnD

Laminazione delle piene: il punto di vista dell'amministrazione

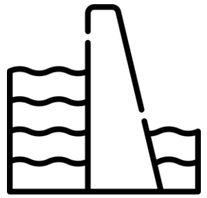
Filippo Zambon

Servizio Prevenzione rischi e C.U.E.
Ufficio Dighe

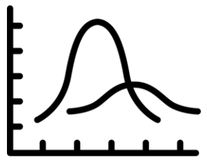
Agenda



I fiumi in Trentino



Opere idrauliche in Trentino



Mitigazione del rischio idraulico



Caso studio: tempesta Vaia



Prospettive future

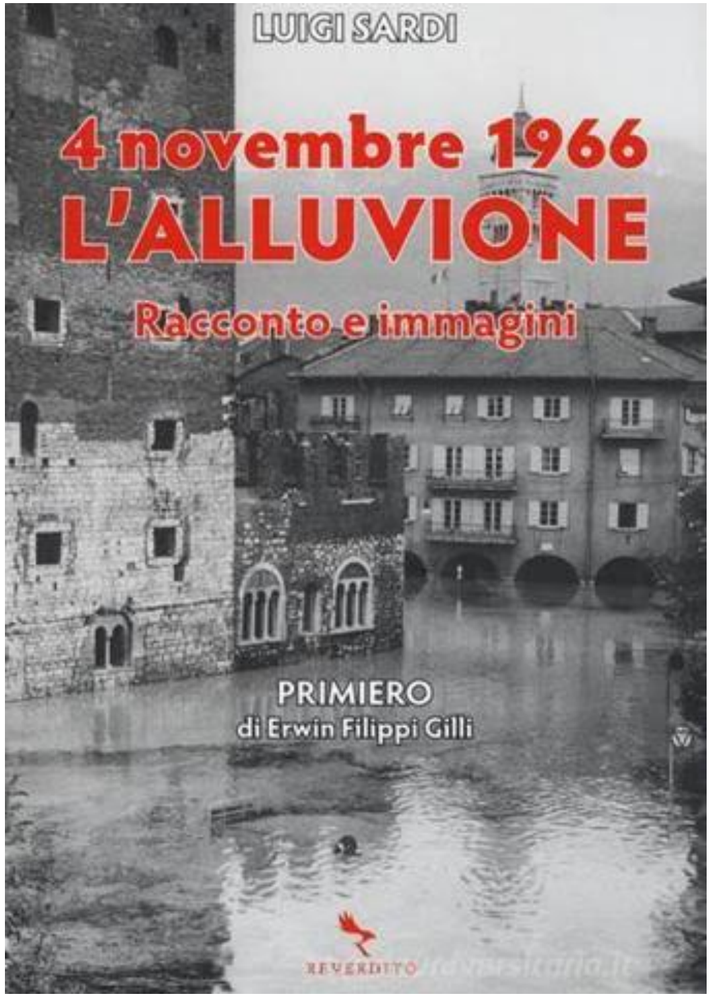
I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche

In quella notte nella valle di Non, la maestosa diga di Santa Giustina tratteneva il Noce dietro l'arco di cemento e il lago cresceva in un frastuono ricordato dai testimoni come pauroso. A Trento, nel suo ufficio di Piazza Vittoria, l'ingegnere capo Menna, regolo alla mano, calcolava l'acqua del Noce che si riversava nel bacino idroelettrico e decideva fin dove si poteva osare.

Alle ore 20:00 quando al Ponte di San Lorenzo l'Adige aveva raggiunto i 6,16 m venne ordinato di raggiungere la quota eccezionale di 531 m.

Tale trattenuta impedì che un'ulteriore portata di 300 $m^3\ s^{-1}$ si aggiungesse a quella degli altri affluenti dell'Adige tra le 21 e le 24 del 4 novembre allorquando l'onda di piena raggiunse il colmo a Trento.



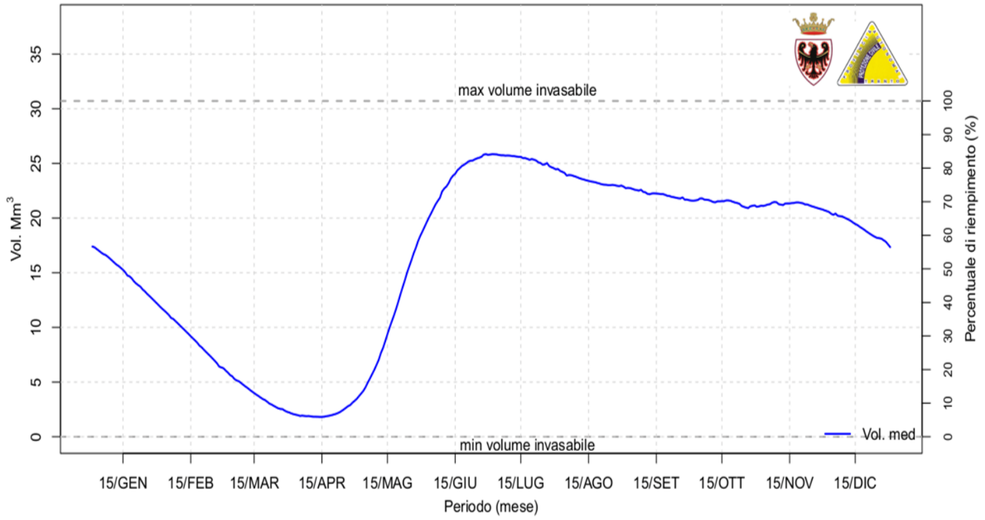
I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche

La utilizzazione delle capacità di invaso esistenti in regione ai fini della moderazione delle piene

dott. ing. Maurizio Margheri

"Il regime caratteristico di utilizzazione dei serbatoi idroelettrici alpini è tale che durante l'estate essi raggiungono il massimo invaso e lo mantengono praticamente per tutto l'autunno; poi con l'inverno, quando i deflussi naturali si contraggono … i serbatoi cominciano a svasarsi fino a trovarsi vuoti a metà primavera"



"Tale disciplina può essere imposta in via permanente… oppure in via transitoria per gli anni che servono a realizzare altri provvedimenti di difesa"



I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche

La utilizzazione delle capacità di invaso esistenti in regione ai fini della moderazione delle piene

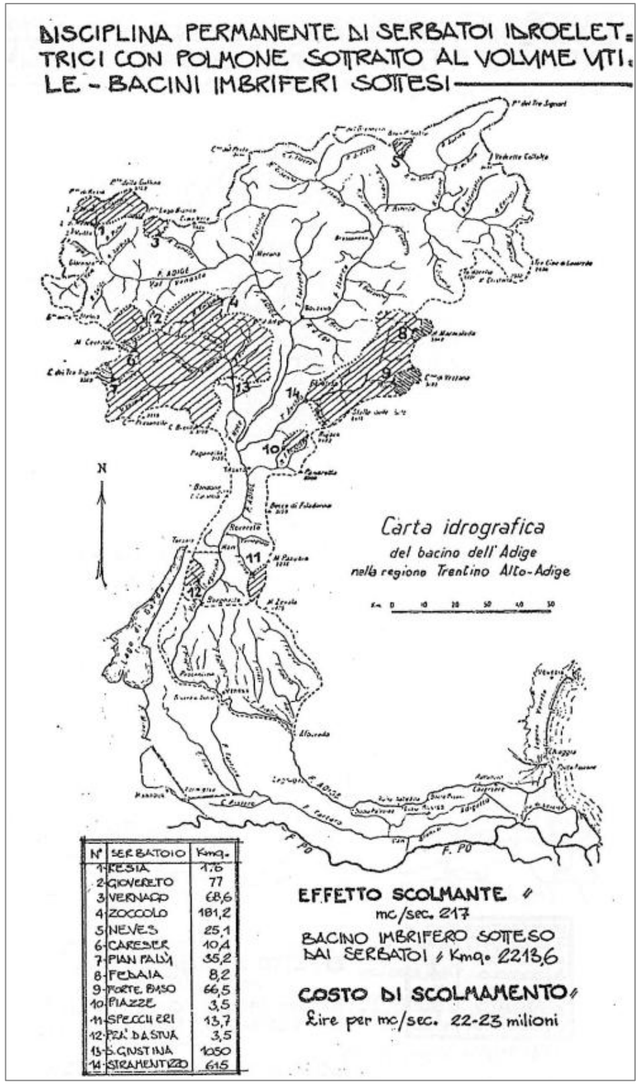
dott. ing. Maurizio Margheri

"Nella regione Trentino - Alto Adige ci sono 27 serbatoi per un invaso utile complessivo di 538 Mm^3

- *257 Mm^3 in provincia di Bolzano*
- *281 Mm^3 in provincia di Trento*

Solo pochi però possono avere efficacia pratica nel trattenere le piene perché deve esistere un rapporto favorevole fra l'estensione del bacino imbrifero scolante nel lago e la superficie del suo specchio liquido."

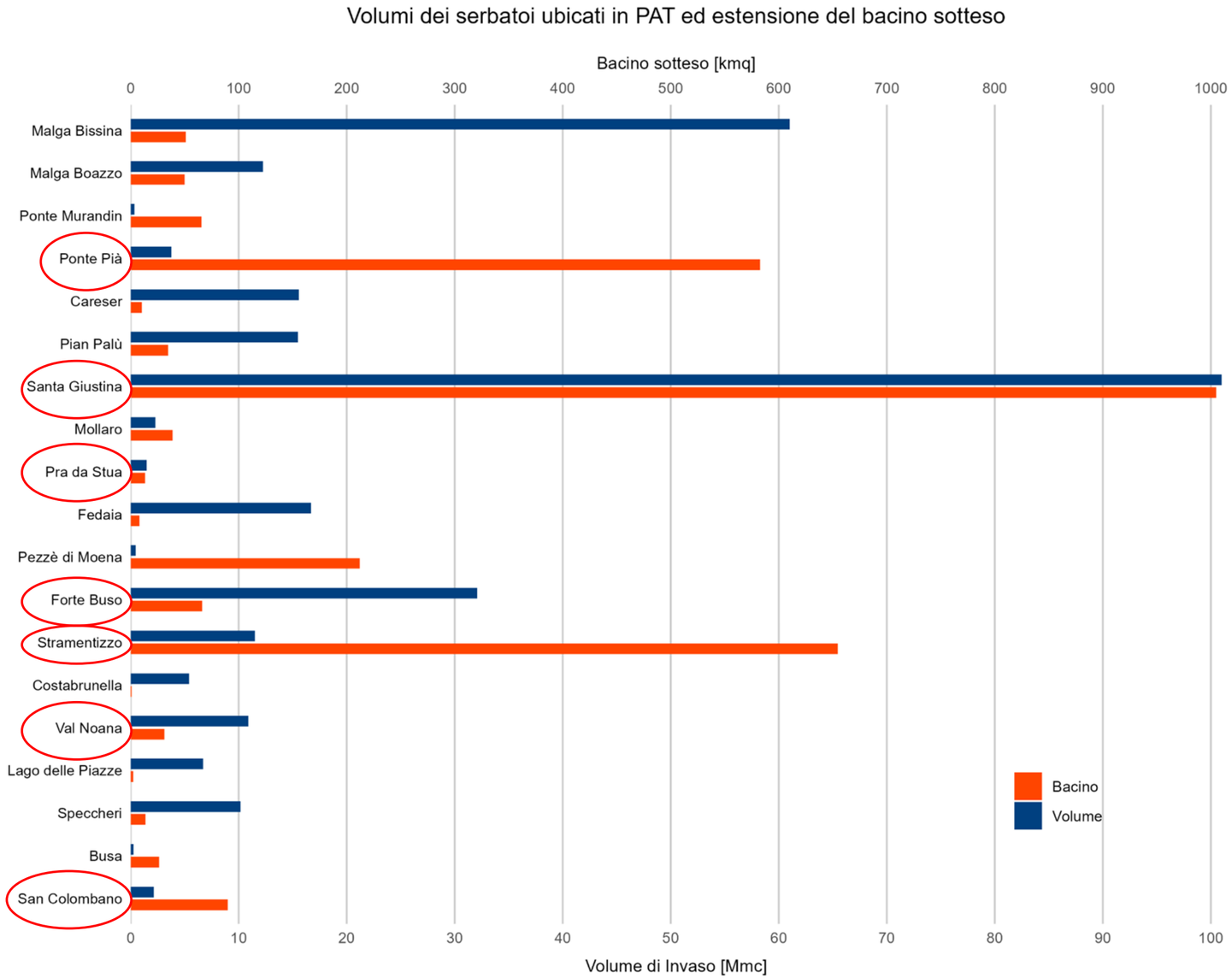
"Un altro sistema pratico, come il pre-vuotamento dei serbatoi nell'imminenza degli eventi di piena, presuppone la divinazione di un evento futuro e le previsioni meteorologiche non sembra siano tanto evolute da poter distinguere se la probabile precipitazione sia di tipo pericoloso o no"



N°	SERBATOIO	Kmq.
1	RESIA	17,6
2	GIOVERETO	77
3	VERNAGO	68,6
4	ZOCCOLO	181,2
5	NEVES	25,1
6	CARESER	10,4
7	PIAN PALÙ	35,2
8	FEDAIA	8,2
9	FORTE BASO	66,5
10	PIAZZE	3,5
11	SPECCHI ERI	13,7
12	PEZ' DA STUA	3,5
13	S. CRISTINA	1050
14	STRAMENTIZZO	615

I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche



Dighe abitualmente utilizzate per laminazione delle piene

I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche

ADIGE

Lunghezza ~ 410 km
Bacino idrografico ~ 12.100 km^2
Portata media (alla foce) ~ 235 m^3s^{-1}
Principali affluenti: Isarco, Rienza, Noce, Avisio

<u>Infrastrutture idrauliche principali</u>

torr. Noce: diga di S. Giustina;
torr. Avisio: dighe di Forte Buso e Stramentizzo;
torr. Leno: San Colombano;
fiume Adige: Galleria Adige-Garda;

<u>Nodo idraulico Trento</u>

criticità, localizzate, anche per eventi con Tr < 30 anni (*)
progressivamente sanate fino a ca. TR 100 anni(**)

(*) studi Fiorentino (2002) e Bernabè (2008)
(**) PGRA - PAT



I fiumi in Trentino

Idrografia e infrastrutture idrauliche

SARCA

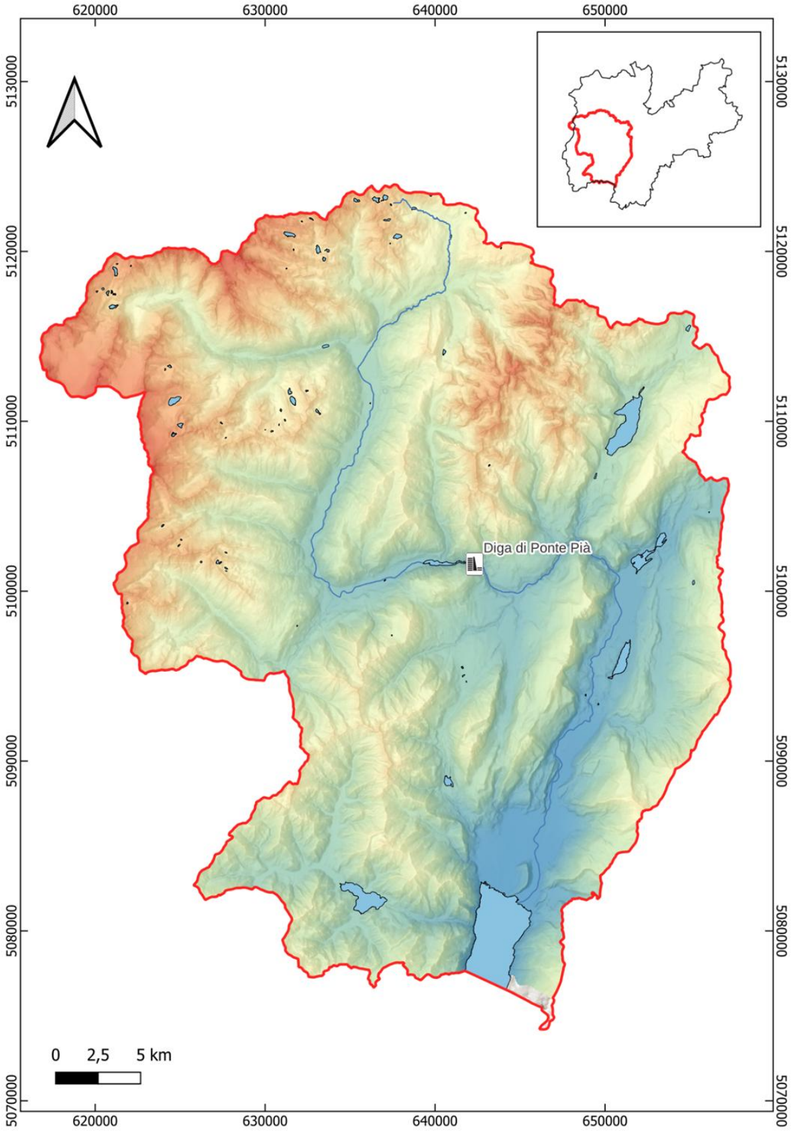
Lunghezza ~ 78 km
Bacino idrografico ~ 1.291 km^2
Portata media (alla foce) ~ 39 m^3s^{-1}
Principali affluenti: Arnò, Duina, Ambiez;

Infrastrutture idrauliche principali

torr. Sarca: diga di Ponte Pià;

Principali problematiche

criticità zona di Arco (argini in corso di rinforzo e innalzamento);
cauta navigazione;

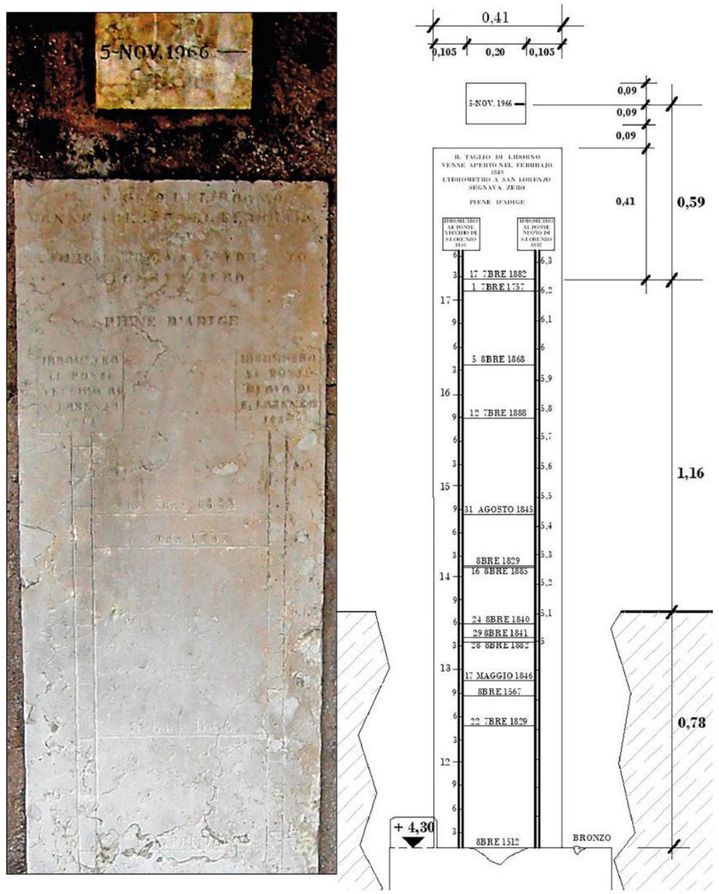


I fiumi in Trentino

Eventi di piena

Trento
Ponte S. Lorenzo

Altezza [m]	Portata [m³/s]	Anno	Precipitazione [mm]
6,30	2.300	1966	185
6,11		1882	233
6,05		1965	
5,85		1888	
5,80		1868	
5,80		1885	
5,79		1960	
5,70		1906	
5,54	**1910**	**2018**	**274**
5,42		1928	



Precipitazione media provinciale (cumulata su 3 giorni)

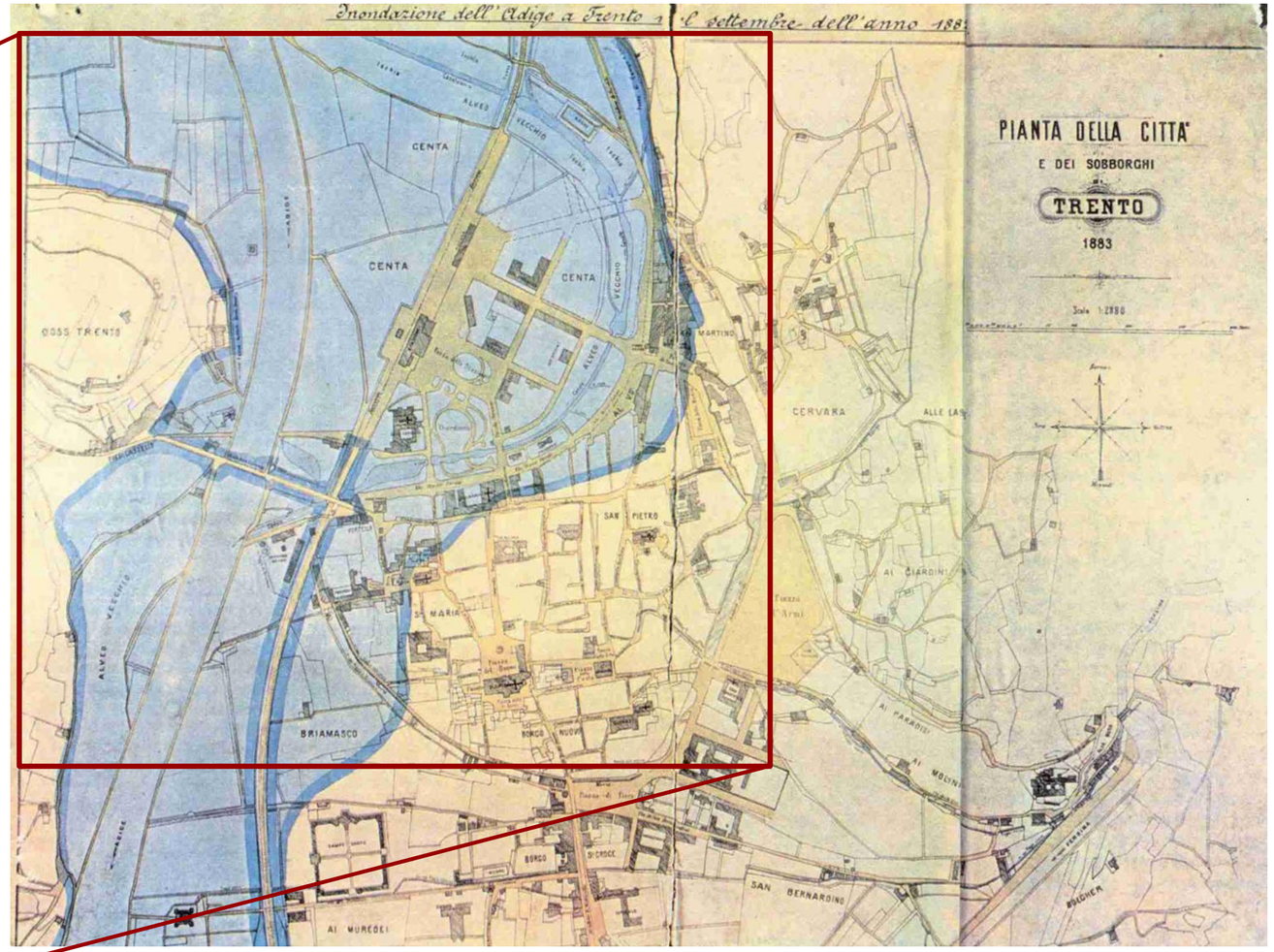
In Trentino

Eventi di piena: **1882**

Trento, Ponte S.Lorenzo
Livello idrometrico = 6,11 m
Portata non nota

Precipitazione
(stima media provinciale)
233 mm/3gg





Museo Tridentino di Scienze Naturali: area sommersa dall'esondazione del 1882

I fiumi in Trentino

Eventi di piena: **1966**

Precipitazione
185 mm/3gg
(stima media provinciale)

-

-

Trento, Ponte S.Lorenzo
Livello idrometrico = 6,30 m
Portata = 2300 m^3s^{-1}

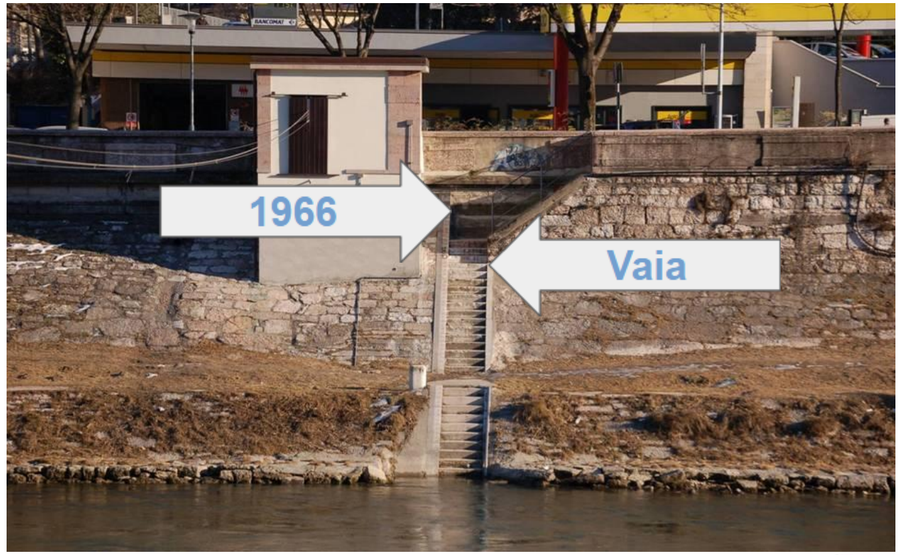


I fiumi in Trentino

Eventi di piena: **Tempesta Vaia, 2018**

<u>Precipitazione</u>
274 mm/3gg
(stima media provinciale)

<u>Trento, Ponte S.Lorenzo</u>
Livello idrometrico = 5,54 m
Portata = 1910 m^3s^{-1}



Ponte S. Lorenzo (Trento)
confronto colmo 1966 vs 2018

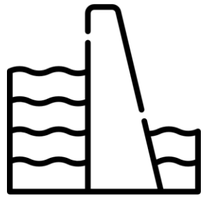


Ponte S. Lorenzo (Trento)
passaggio piena 2018 (@Fabio Mariz)

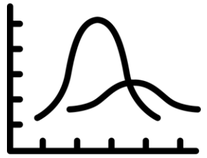
Agenda



I fiumi in Trentino



Opere idrauliche in Trentino



Mitigazione del rischio idraulico



Caso studio: tempesta Vaia



Prospettive future

Opere idrauliche in Trentino

Diga di Santa Giustina (torr. Noce)

Bacino sotteso: 1146 km^2
Volume di invaso: 182,81 Mm^3
Portata scarico di fondo + mezzofondo: 665 m^3s^{-1}

Portata di piena massima: 1193 m^3s^{-1}

20 Mm^3 sempre disponibili (*laminazione statica*)
10 Mm^3 disponibili (*laminazione dinamica*)

Ai sensi della Deliberazione G.P. 1155/2008
e del disciplinare di concessione



Opere idrauliche in Trentino

Diga di Forte Buso (torr. Travignolo → Avisio)

Bacino sotteso: 128,65 km^2
Volume di invaso: 30,717 Mm^3
Portata scarico di fondo + mezzofondo: 130 m^3s^{-1}
Portata di piena massima: 380 m^3s^{-1}



Opere idrauliche in Trentino

Diga di Stramentizzo (torr. Avisio)

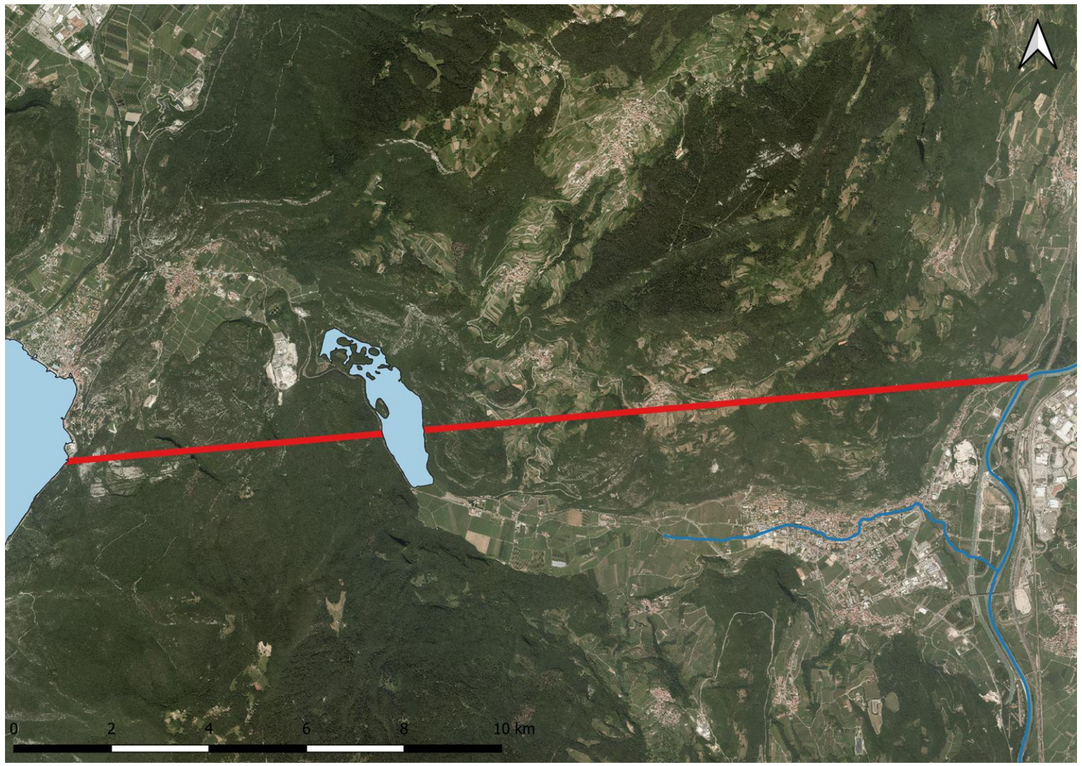
Bacino sotteso: 729 km^2
Volume di invaso: 11,5 Mm^3
Portata scarico di fondo: 414 m^3s^{-1}
Portata di piena massima: 947 m^3s^{-1}

<u>Interrimento</u>
Volume di invaso (2024) ~ 6,9 Mm^3



Opere idrauliche in Trentino

Galleria Adige - Garda (fiume Adige)







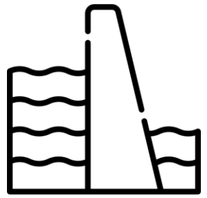


Costruita tra il 1939 e 1959
Lunghezza: 9,9 km
Diametro medio: 8 m
Dislivello: 106 m
Pendenza: 0.01 [-]
Portata massima derivabile: 500 m^3s^{-1}

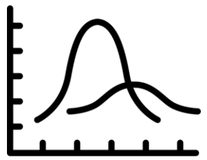
Agenda



I fiumi in Trentino



Opere idrauliche in Trentino



Mitigazione del rischio idraulico



Caso studio: tempesta Vaia



Prospettive future

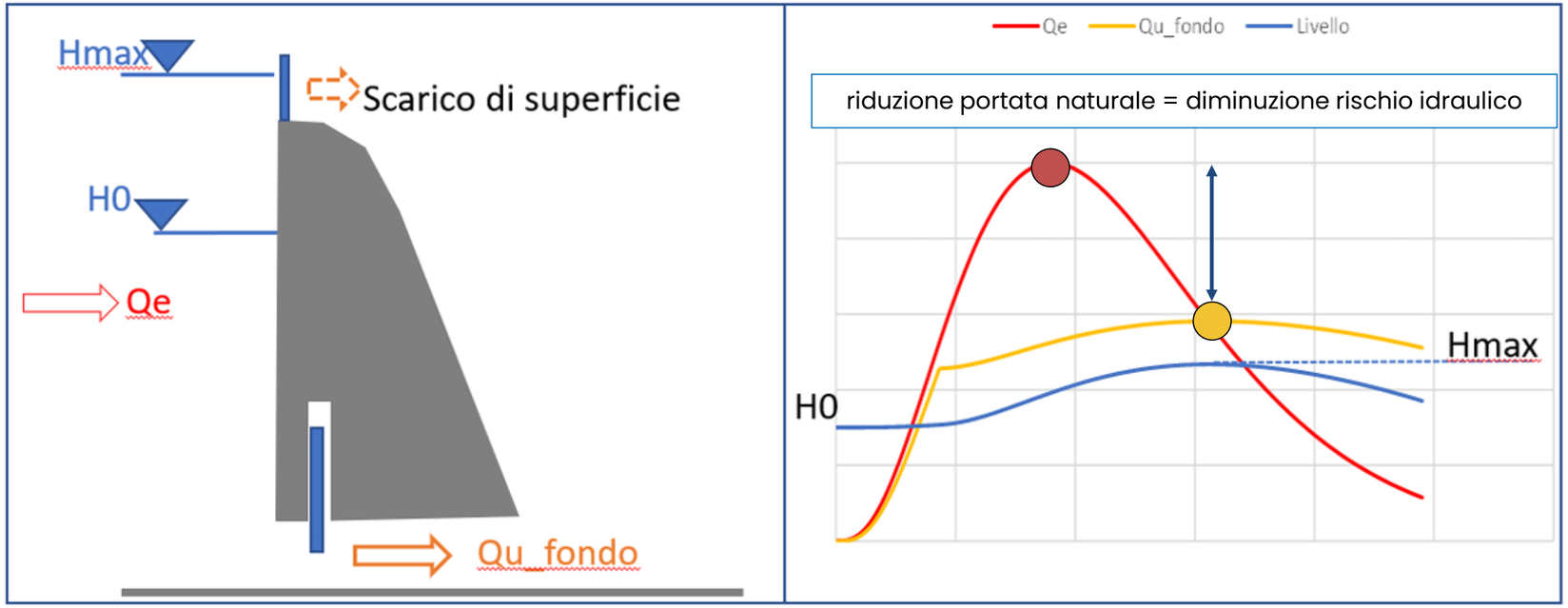
Mitigazione del rischio idraulico

Laminazione dell'onda di piena

Cos'è la laminazione?
riduzione portate naturali, accumulando temporaneamente l'eccesso

Condizione necessaria
volume libero disponibile prima dell'arrivo della piena!

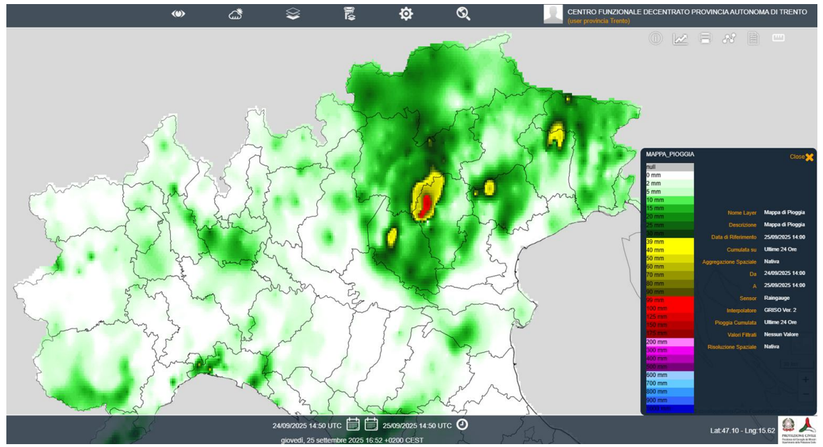
Modalità
statica
dinamica



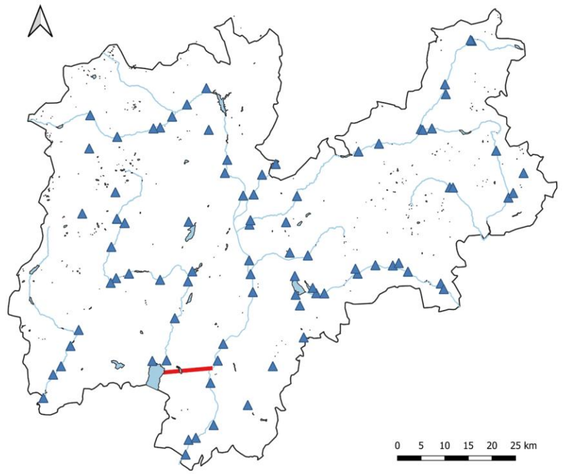
Uso dei serbatoi per la laminazione delle piene (Rapporto finale 2024) - ITCOLD

Mitigazione del rischio idraulico

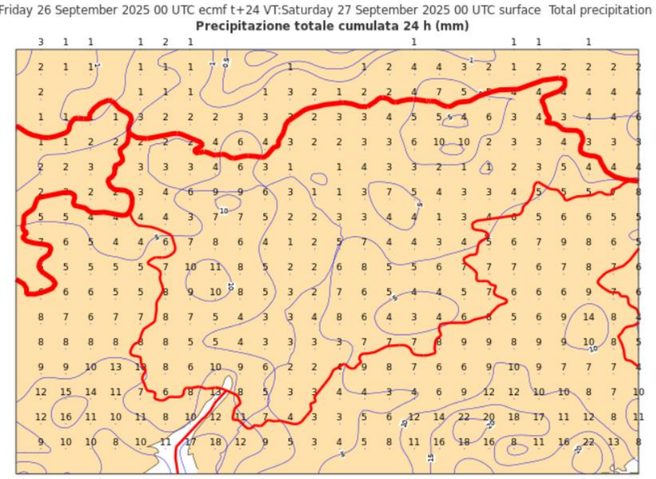
Monitoraggio e previsioni



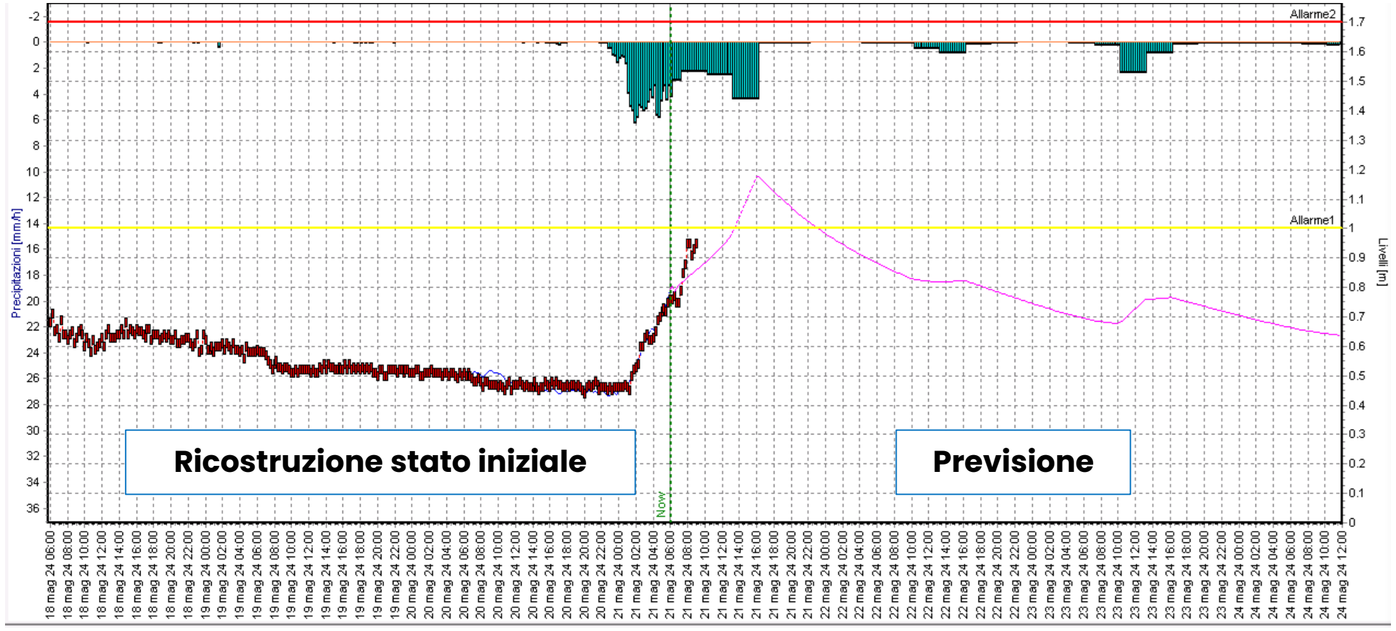
Dati meteorologici al suolo



Rete idrometrica e dati dighe



Previsioni meteo (@EMCWF)



Esempio di **previsione di livello** idrometrico in una sezione

Mitigazione del rischio idraulico

Strumenti normativi

Per l'espletamento delle attività di gestione delle piene, la Provincia autonoma si è dotata, con deliberazione n. 2709 datata 24 ottobre 2008, del "**manuale operativo per il servizio di piena**"

Il reperibile allertato alternativamente o simultaneamente da

- allarme idrometrico
- allarme pluviometrico
- Centrale VVF
- ulteriori fonti

verifica la situazione e se ritiene possibile un peggioramento avverte il dirigente SPR CUE che in contatto con i Dirigenti CFT e SBM valuta l'apertura dalla SOSP

(att.ne non è necessaria la presenza dell'allerta!)

Mitigazione del rischio idraulico

Strumenti normativi

Delibera GP 382/2005

PROTOCOLLO TECNICO – OPERATIVO

PER L'USO IN EMERGENZA DEI BACINI IDROELETTRICI AI FINI DELLA LAMINAZIONE DELLE PIENE DEL FIUME ADIGE

Portate scaricabili:

- Diga di Stramentizzo: portata non superiore a 150 $m^3 s^{-1}$ (oltre a quella massima turbinata di 30 $m^3 s^{-1}$. La portata turbinata non confluisce nel torrente Avisio, ma nel fiume Adige in territorio altoatesino);
- Diga di Forte Buso: portata non superiore a 50 $m^3 s^{-1}$ (oltre a quella massima turbinata di 11 $m^3 s^{-1}$ La portata turbinata non confluisce nel torrente Avisio, ma nel torrente Vanoi);
- Diga di Santa Giustina: portata non superiore a 150 $m^3 s^{-1}$ (oltre a quella massima turbinata di 66 $m^3 s^{-1}$).

Mitigazione del rischio idraulico

Strumenti normativi

Legge Provinciale 1 luglio 2011, n° 9
Disciplina delle attività di Protezione Civile in Provincia di Trento

Art. 41

Indipendentemente dalla dichiarazione dello stato di emergenza il Dirigente Generale della Protezione Civile, in previsione o in presenza di eventi di piena, sentito il dirigente del Dipartimento competente in materia di opere idrauliche, può temporaneamente disporre l'invaso o lo svaso anche totale dei serbatoi di accumulo idrico, ordinare l'apertura dei canali scolmatori, compresa la galleria Adige - Garda, e adottare ogni altra misura per regolare i livelli d'invaso dei serbatoi dei corpi idrici e la portata dei corsi d'acqua, ***al fine di prevenire esondazioni o altri pericoli per l'incolumità pubblica****.*

Mitigazione del rischio idraulico

Strumenti normativi

Gli ordini di svaso… e le comunicazioni?

Da chi sarà veicolata l'informazione **ai comuni?**

DPC (Direttiva P.C.M. 8 luglio 2014)

RISCHIO IDRAULICO A VALLE

- preallerta per rischio idraulico a valle - **PROTEZIONE CIVILE**
- allerta per rischio idraulico a valle - **PROTEZIONE CIVILE**

Mitigazione del rischio idraulico

Strumenti normativi

RISCHIO DIGA

- preallerta per rischio diga
  - **raggiungimento della quota di massima regolazione** -
    PROTEZIONE CIVILE
  - condizioni particolari stabilite dal FCEM -
    PROTEZIONE CIVILE
  - sisma (che supera determinate magnitudo e distanza epicentrale) - **PROTEZIONE CIVILE**
- vigilanza rinforzata per rischio diga
  - **presunto raggiungimento del massimo invaso** -
    PROTEZIONE CIVILE
  - **raggiungimento di una quota pari a ⅔ della differenza fra massimo invaso e massima regolazione** -
    PROTEZIONE CIVILE
  - comportamenti anomali anche a seguito di sisma (senza compromissione della tenuta idraulica) -
    PROTEZIONE CIVILE
  - esigenze di difesa e ordine pubblico -
    PROTEZIONE CIVILE
  - altri eventi (anche di origine antropica) -
    PROTEZIONE CIVILE

Mitigazione del rischio idraulico

Modalità di svaso

Laminare un evento di piena è un lavoro di squadra!

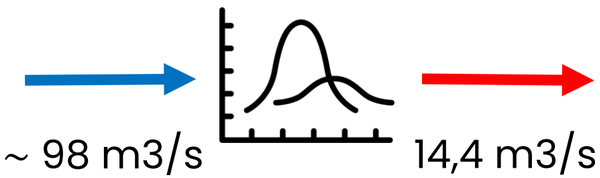
È prassi consolidata avviare le interlocuzioni con i gestori se necessario già nella fase di previsione 24-48 ore prima dell'inizio della pioggia!

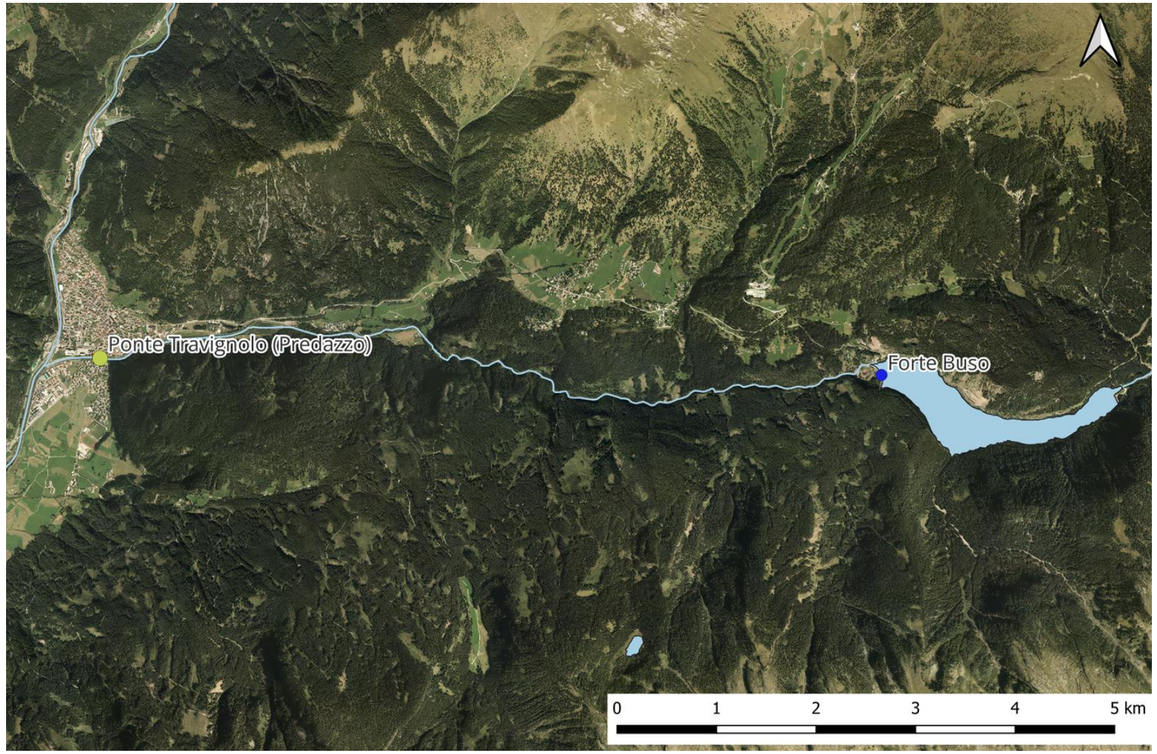
Mitigazione del rischio idraulico

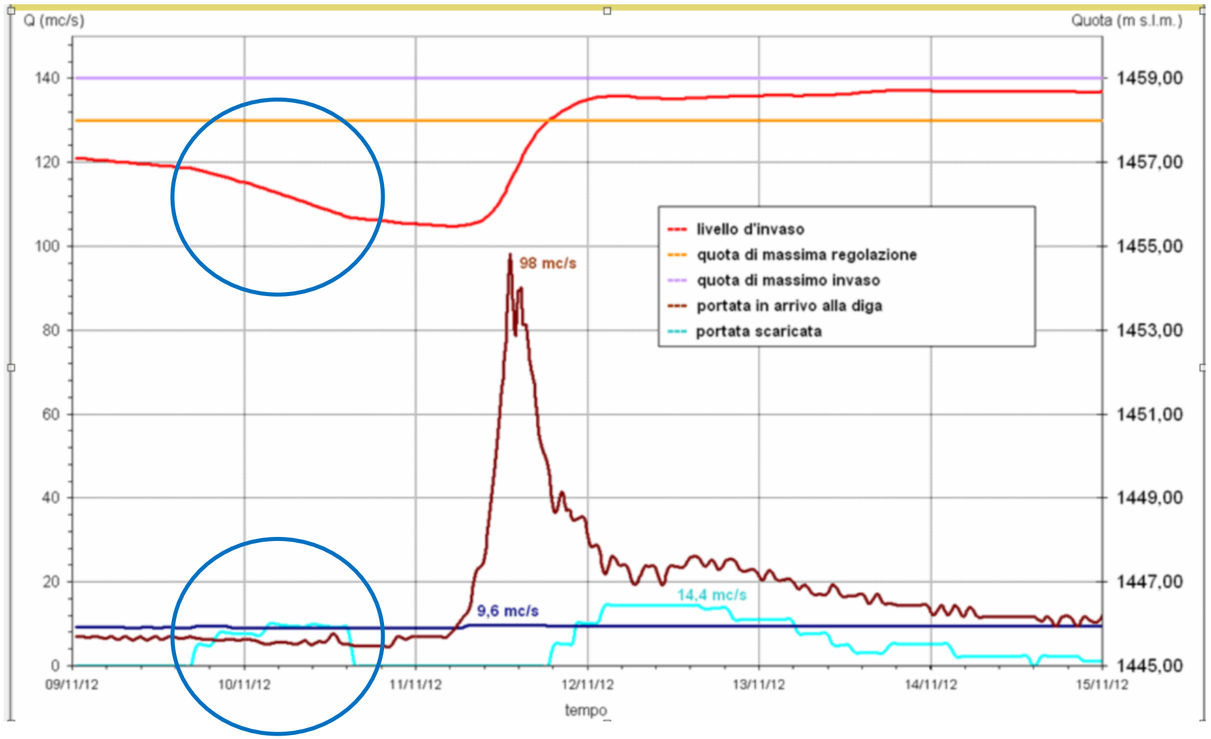
Esempio: rilascio controllato da Forte Buso (2012)

Svaso e contenimento del colmo dell'evento di piena tramite la diga di Forte Buso

Massime portate affluenti e scaricate







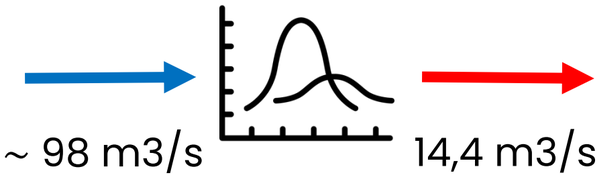
Svaso preventivo → abbassamento quota invaso

Mitigazione del rischio idraulico

Esempio: rilascio controllato da Forte Buso (2012)

Svaso e contenimento del colmo dell'evento di piena tramite la diga di Forte Buso

Massime portate affluenti e scaricate



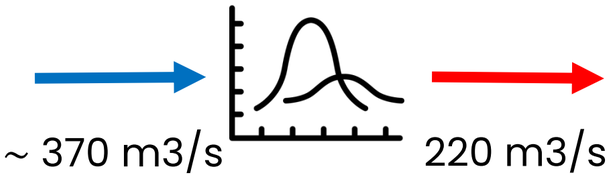


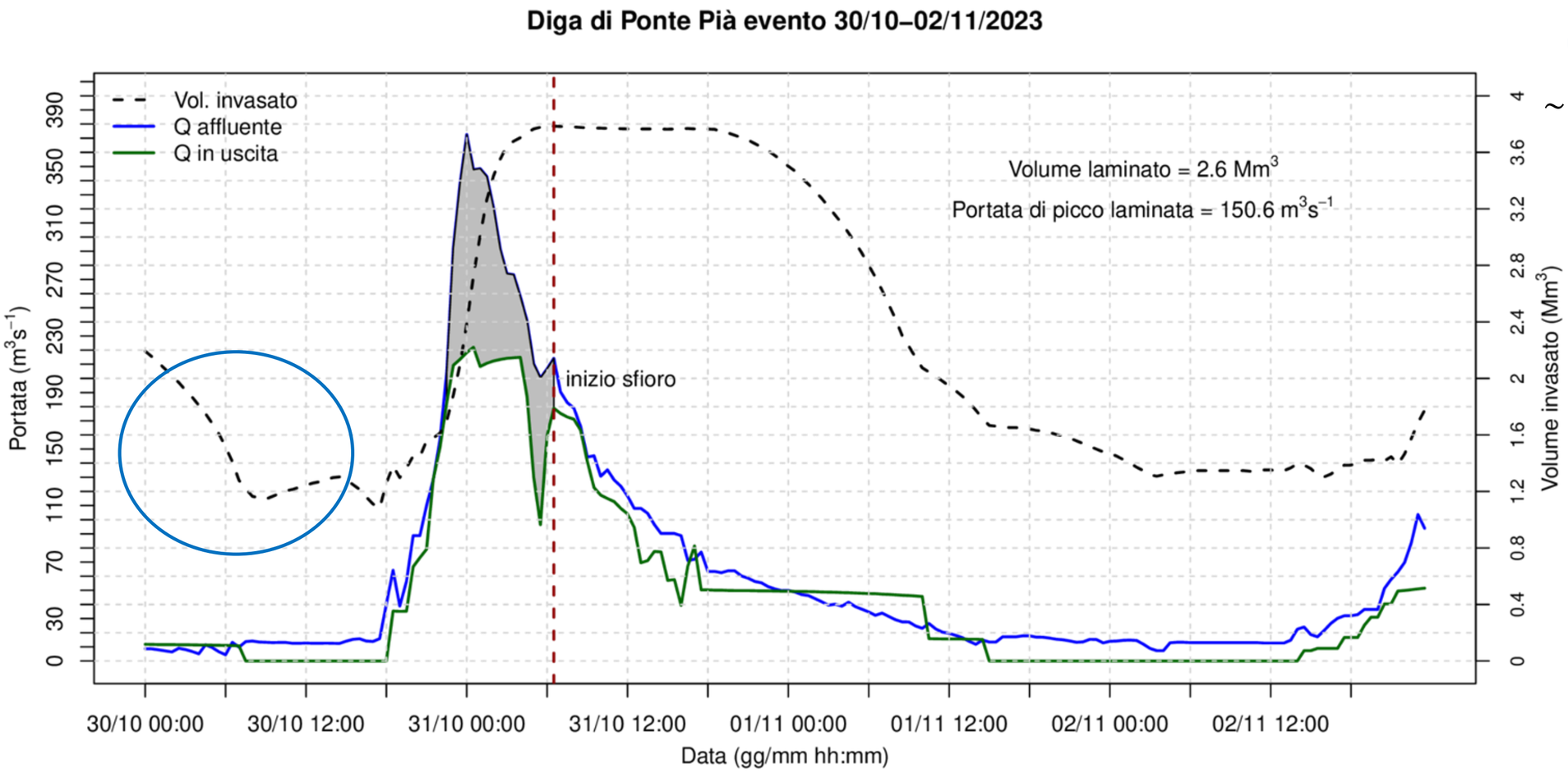
Torrente Travignolo
ponte in corrispondenza dell'abitato di Predazzo

Mitigazione del rischio idraulico

Esempio: laminazione da Ponte Pià (2023)

Massime portate affluenti e scaricate



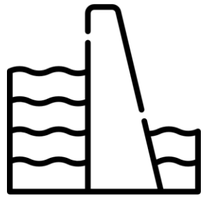


Svaso preventivo → abbassamento quota invaso

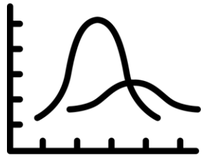
Agenda



I fiumi in Trentino



Opere idrauliche in Trentino



Mitigazione del rischio idraulico



Caso studio: tempesta Vaia



Prospettive future

Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Il fenomeno meteorologico

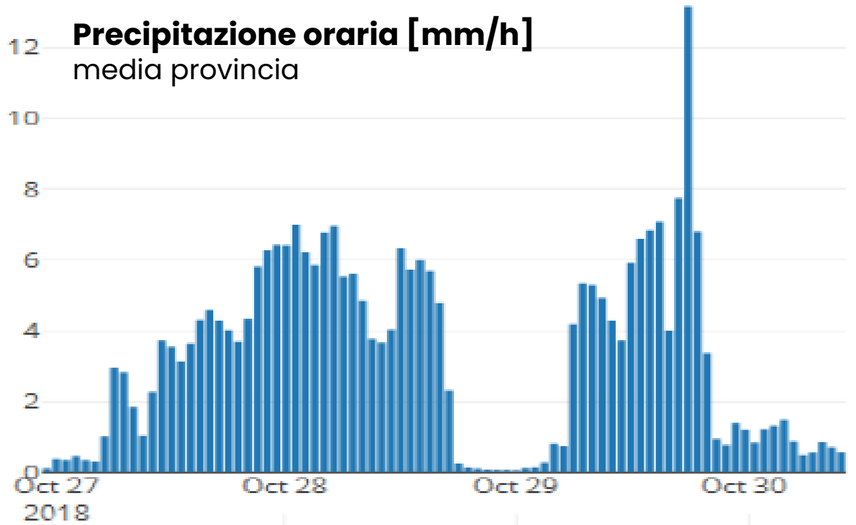
Formazione di un regime "di blocco": contrapposizione alta pressione Europa orientale vs eccezionale bassa pressione occidentale.
Conseguenza: persistenza di intensi e umidi flussi da Sud

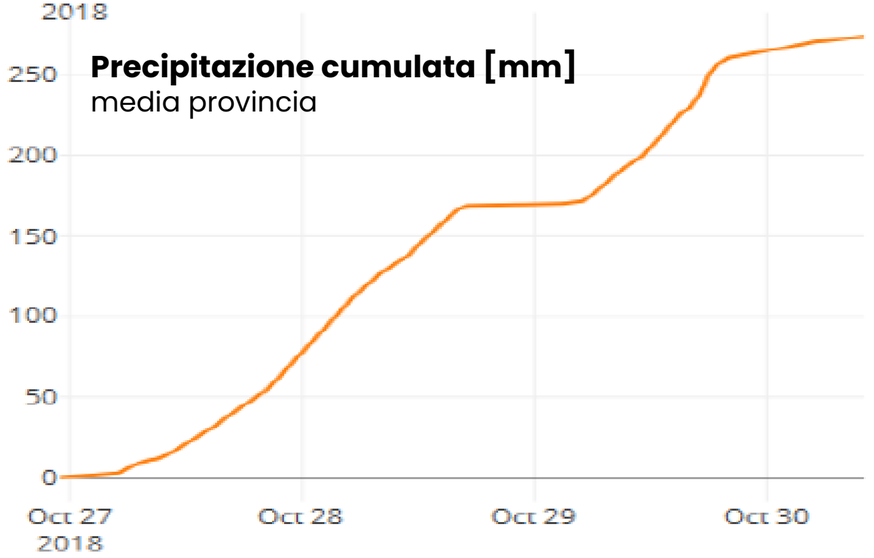
Precipitazione cumulata dal 28/10 al 30/10
30 stazioni: 300-500 mm
50 stazioni: 200-300 mm
Pian delle Fugazze = 627 mm

Media provincia = **274 mm**

→ Precipitazione annua media, Trentino 650 - 1500 mm

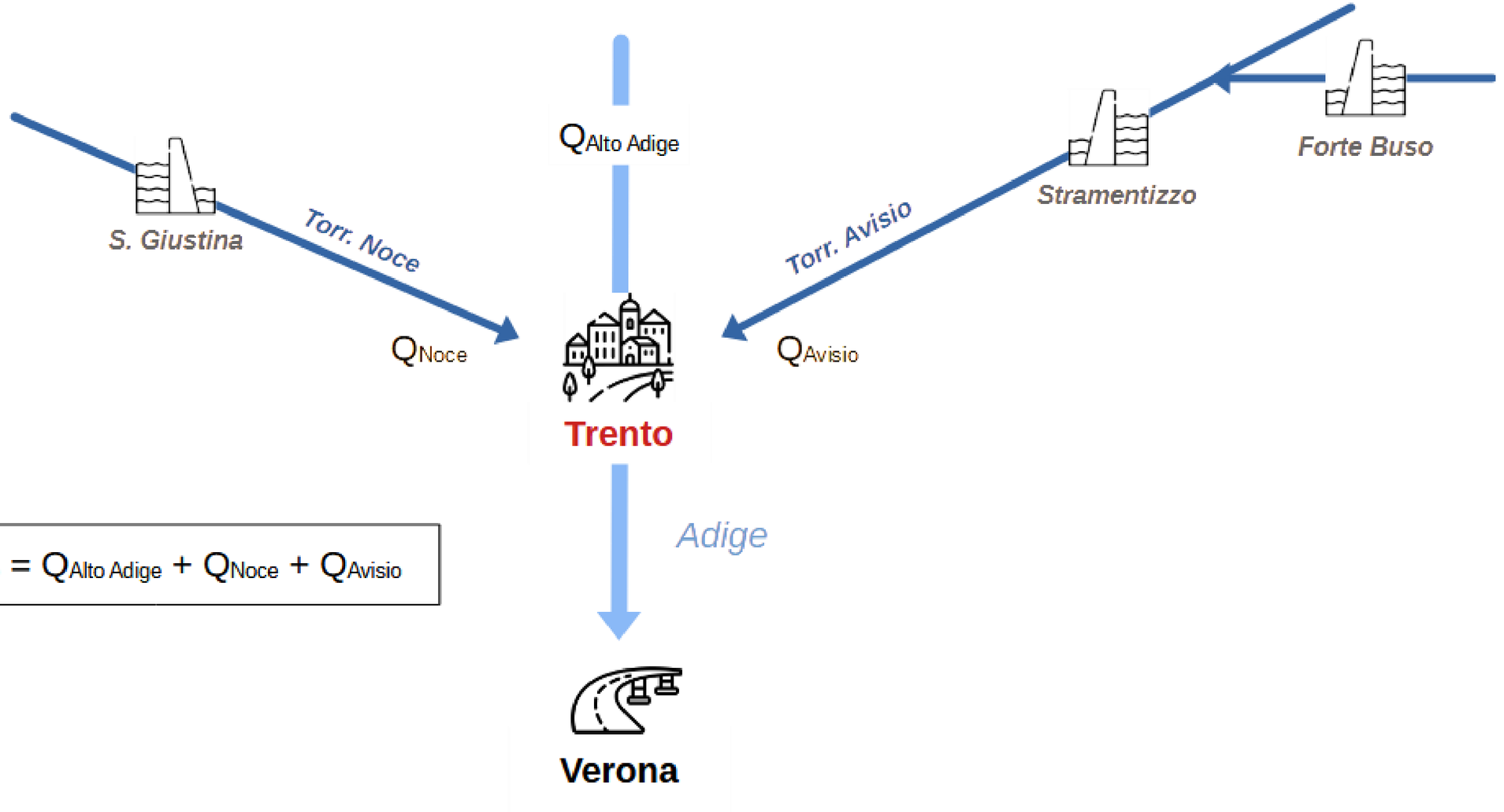






Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

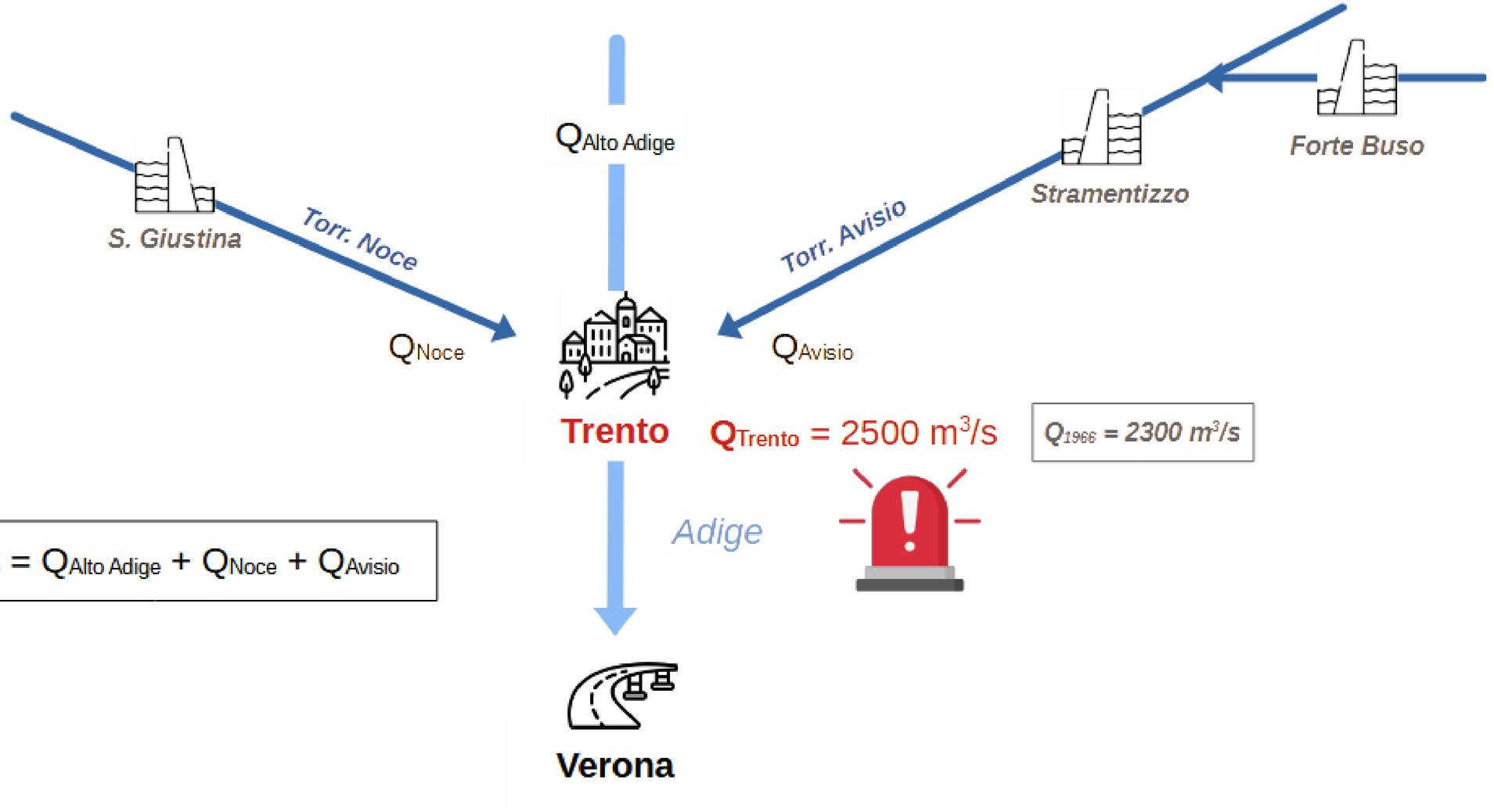
Schema idraulico



$$Q_{Trento} = Q_{Alto\ Adige} + Q_{Noce} + Q_{Avisio}$$

Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

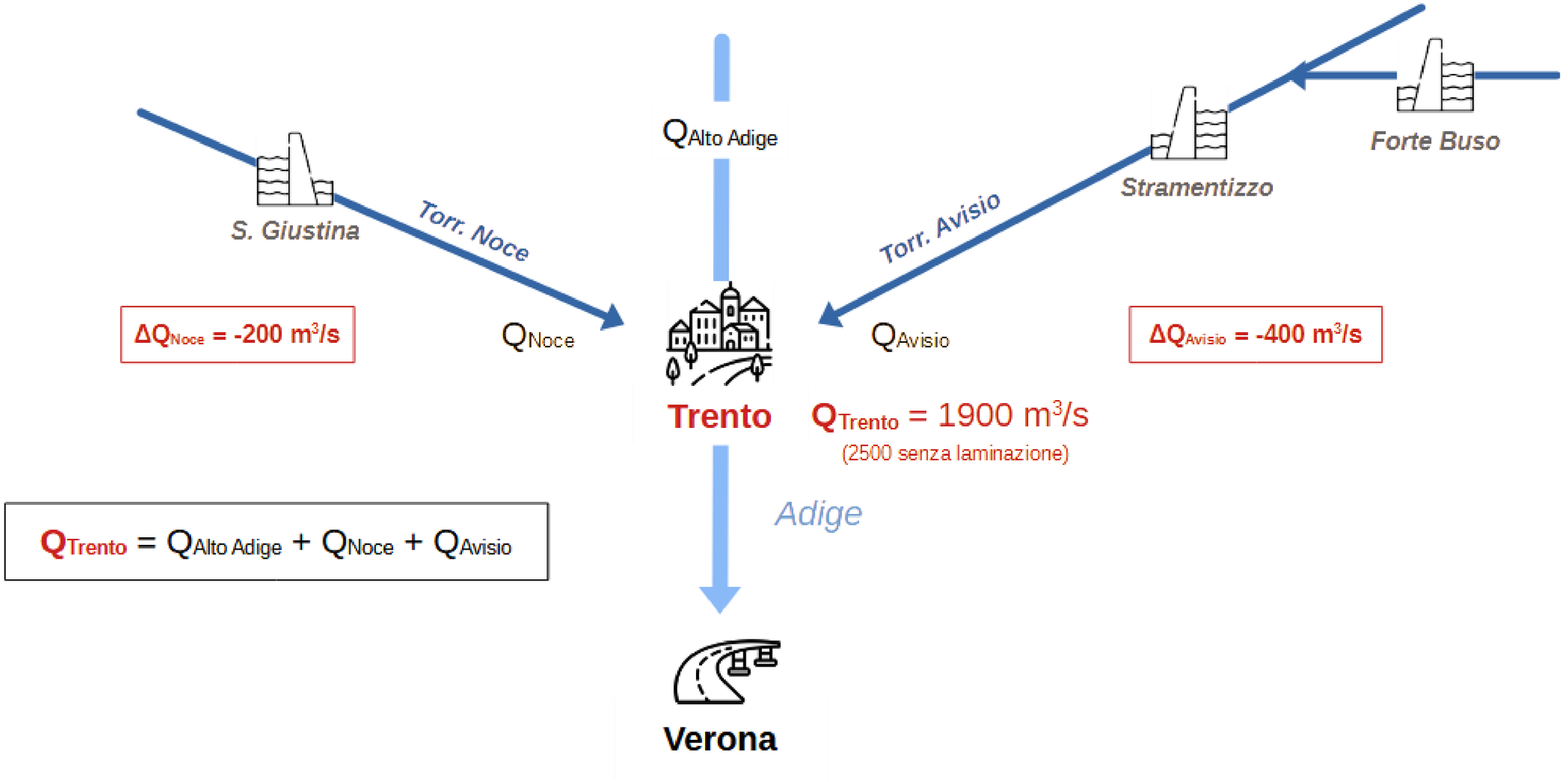
Schema idraulico, SENZA laminazione



$$Q_{Trento} = Q_{Alto\ Adige} + Q_{Noce} + Q_{Avisio}$$

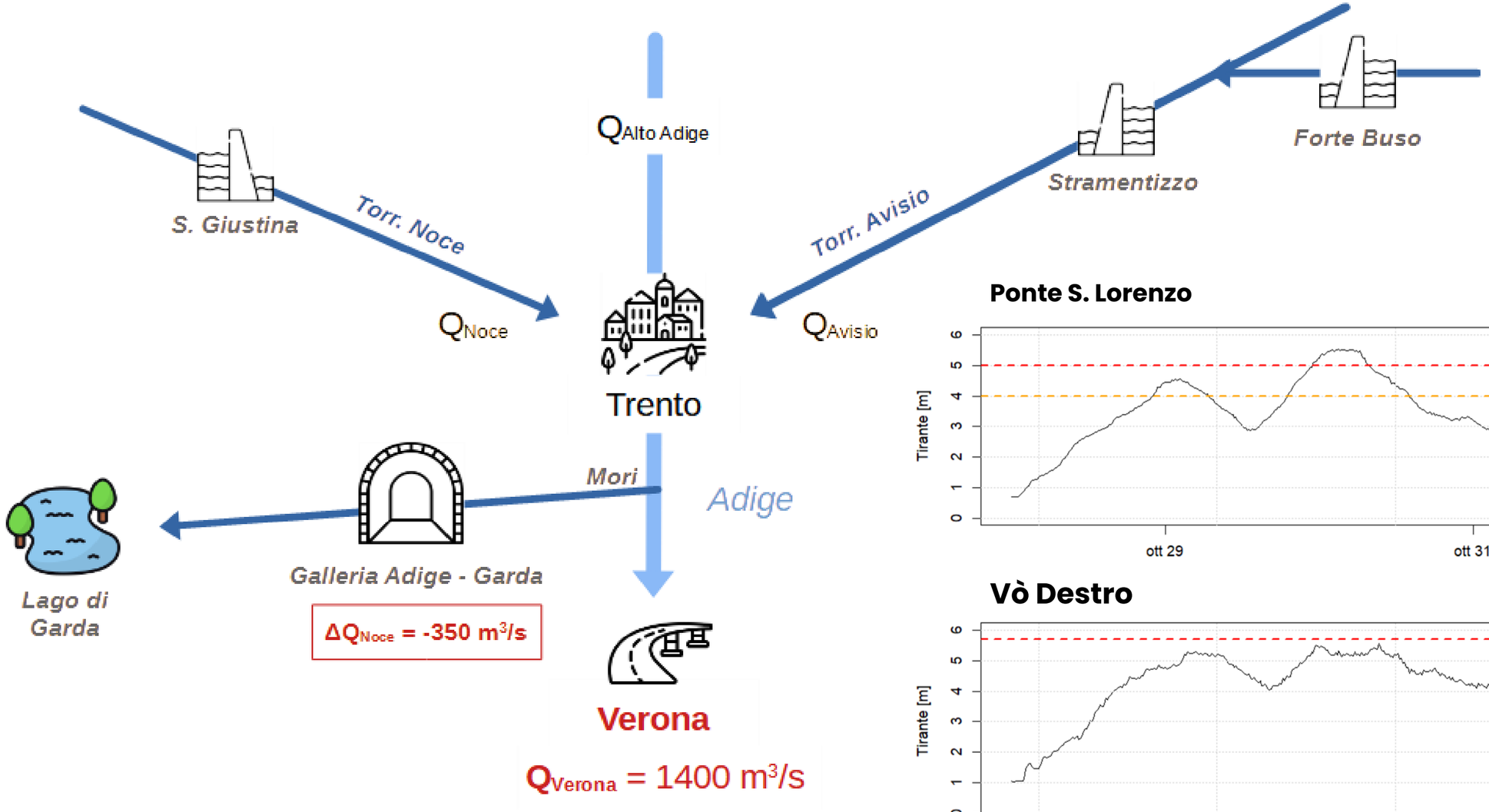
Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Schema idraulico, CON laminazione



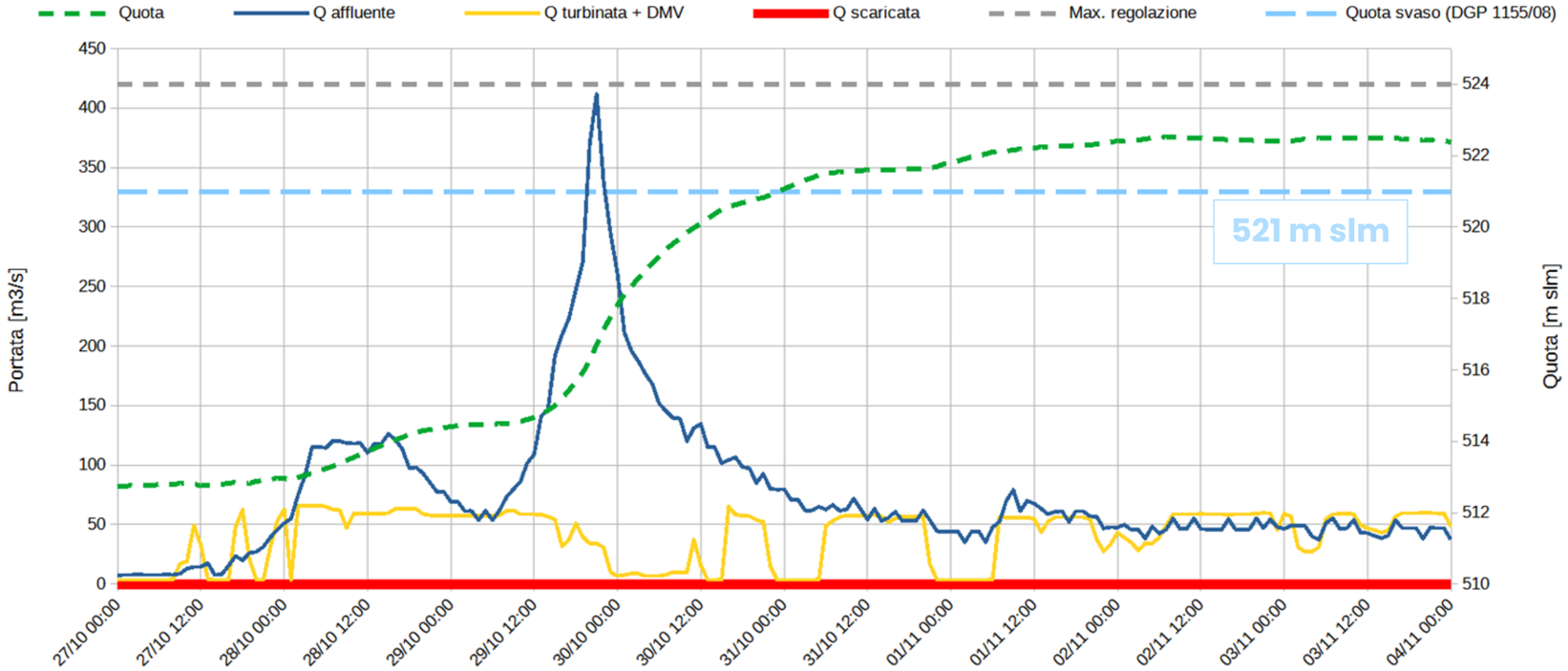
Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Schema idraulico, CON laminazione (**G.A.G.**)

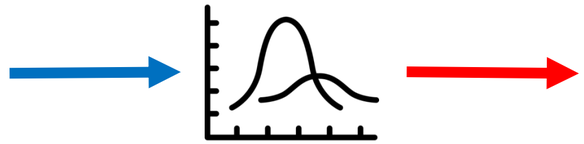


Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Laminazione tramite dighe: **Santa Giustina (torr. Noce)**



Massime portate affluenti e scaricate



~ 400 m3/s 0 m3/s

Vol. invasato ~ 28 Mm3

PAT/RFD327-28/10/2018-0641168

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

Il Dirigente Generale del Dipartimento Protezione Civile,

VISTI gli attuali livelli misurati presso le principali stazioni idrometriche;

VISTO l'avviso di allerta moderata (arancione) emesso in data 26 ottobre 2018, su tutto il territorio provinciale per precipitazioni abbondanti e diffuse;

RITENUTO che l'evento previsto possa costituire pericolo per la pubblica incolumità;

VISTO l'articolo 41 della legge provinciale di data 1° luglio 2011, n. 9;

VISTA le proprie precedenti disposizioni prot. n. D327/2018/641156/21.2 e prot. n. D327/2018/641160/21.2 datate 27 ottobre 2018;

VISTA la comunicazione email di data 28 ottobre 2018 della Dolomiti Edison Energy Srl con la quale viene descritta la situazione idraulica della diga di Santa Giustina e l'impossibilità di rispettare i limiti imposti;

CONSIDERATO che l'evento in atto non permette il mantenimento della quota prevista utilizzando esclusivamente la potenzialità di produzione dell'impianto,

.

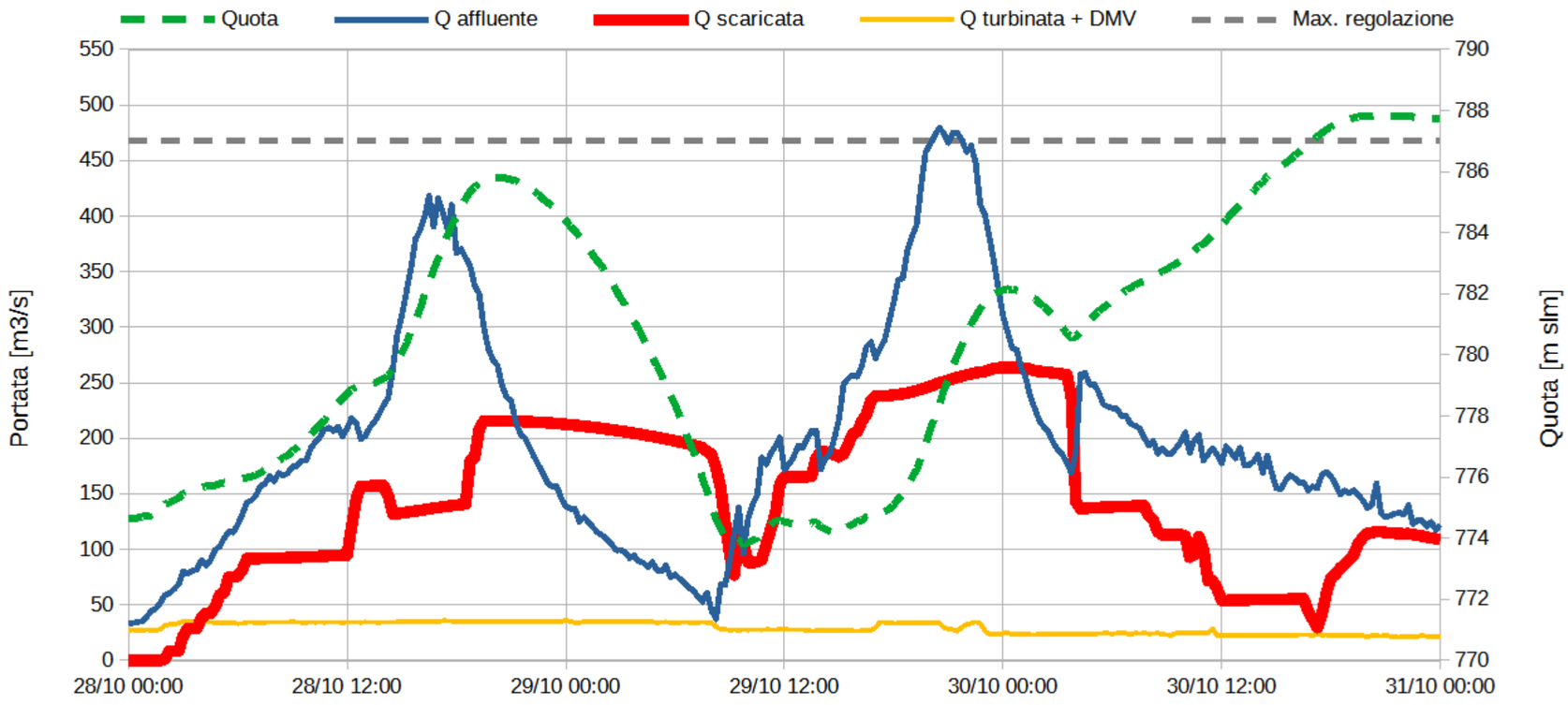
DISPONE

che, per le motivazioni sopra espresse ed a modifica delle disposizioni prot. n. D327/2018/641156/21.2 e prot. n. D327/2018/641160/21.2 datate 27 ottobre 2018, la **Società Dolomiti Edison Energy Srl** operi l'esercizio dell'invaso di **Santa Giustina**, fino a nuova disposizione ed al fine di poter laminare le piene previste per i prossimi giorni, utilizzando la potenzialità di produzione dell'impianto in modo continuativo e nei limiti di quanto tecnicamente fattibile.
Dovrà essere data immediata comunicazione via email ai riferimenti sotto indicati dello scrivente Dipartimento qualora quanto disposto non potrà essere rispettato.

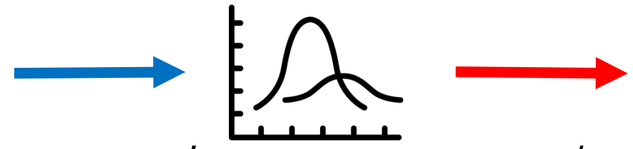
Trento, 28 ottobre 2018

Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Laminazione tramite dighe: **Stramentizzo - torr. Avisio**



Massime portate affluenti e scaricate



~ 480 m3/s ~ 263 m3/s

Vol. invasato (I picco) ~ 5 Mm3
Vol. invasato (II picco) ~ 6 Mm3

PAT/RFD327-28/10/2018-0641170

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

Il Dirigente Generale del Dipartimento Protezione Civile,

VISTI gli attuali livelli misurati presso le principali stazioni idrometriche;

VISTO l'avviso di allerta moderata (arancione) emesso in data 26 ottobre 2018, su tutto il territorio provinciale per precipitazioni abbondanti e diffuse;

RITENUTO che l'evento previsto possa costituire pericolo per la pubblica incolumità;

VISTO l'articolo 41 della legge provinciale di data 1° luglio 2011, n. 9;

VISTA la propria precedente disposizione prot. n. D327/2018/641155/21.2 di data 27 ottobre 2018;

VISTA la comunicazione via fax di data 28 ottobre 2018 della Società Hydro Dolomiti Energia Srl con la quale viene descritta la situazione idraulica della diga di Stramentizzo e l'impossibilità di rispettare i limiti imposti;

CONSIDERATO che l'evento in atto non permette il mantenimento della quota prevista con lo scarico della portata di 100 mc/s,

DISPONE

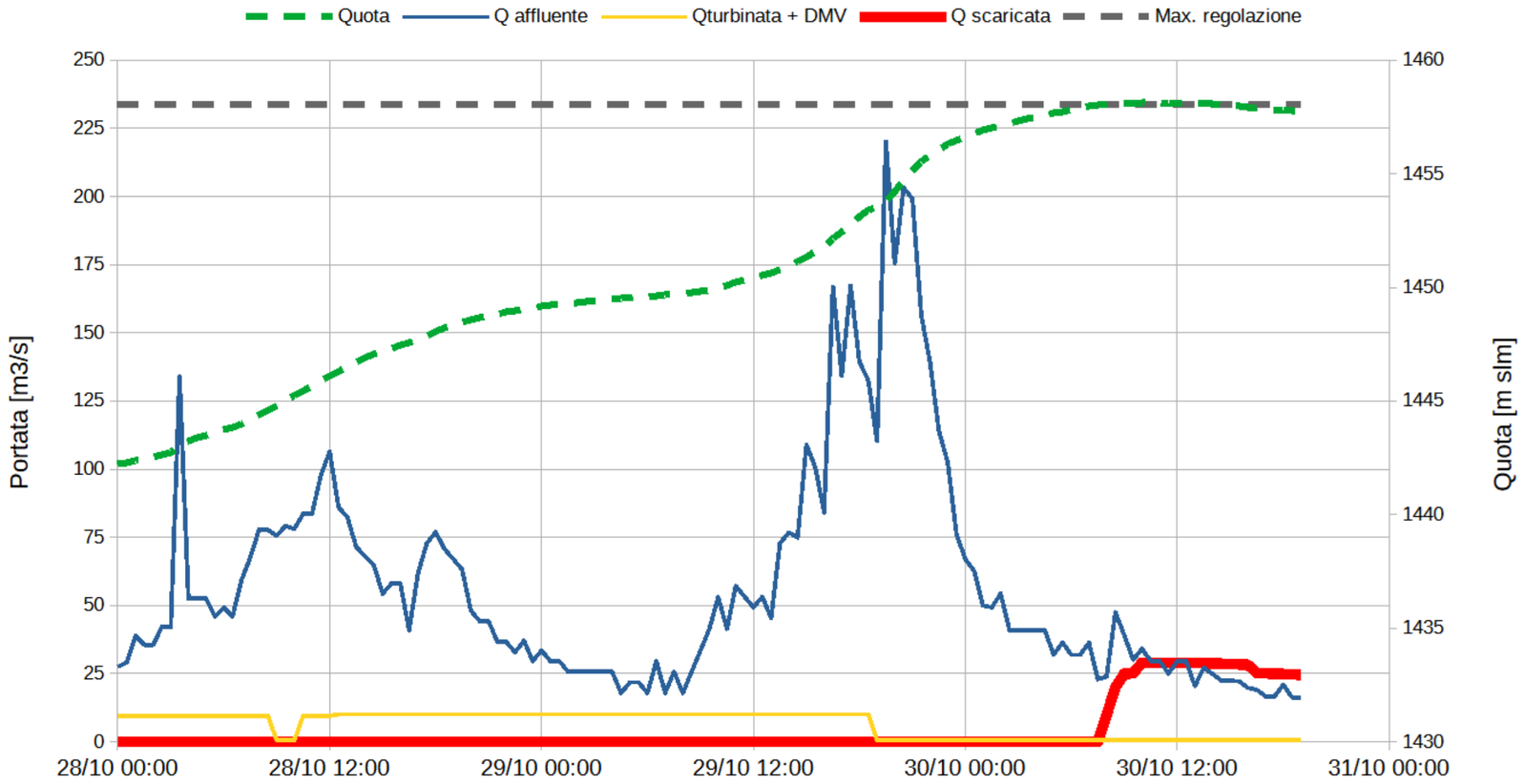
che, per le motivazioni sopra espresse ed a modifica della disposizione prot. n. D327/2018/641155/21.2 di data 27 ottobre 2018, la **Società Hydro Dolomiti Energia Srl** (incaricata da SF Energy srl per la gestione impianto) operi, fino a nuova disposizione, portando e mantenendo l'invaso di **Stramentizzo** al di sotto della quota di **776,00** m s.l.m., al fine di poter laminare le piene previste per i prossimi giorni, sotto le seguenti condizioni e nei limiti di quanto tecnicamente fattibile:

1) la condizione sopra indicata dovrà essere rispettata anche, qualora necessario, scaricando in modo più graduale possibile una portata non superiore a quella in ingresso e comunque non superiore a **150** mc/s ed utilizzando la potenzialità di produzione dell'impianto in modo continuativo;
2) ogni manovra che comporta variazioni di portata a valle dello sbarramento dovrà avvenire nel rispetto delle disposizioni generali relative agli scarichi ed in modo graduale, fatto salvo quanto sopra disposto;
3) dovrà essere data immediata comunicazione via email ai riferimenti sotto indicati dello scrivente Dipartimento qualora i limiti imposti non potranno essere rispettati.

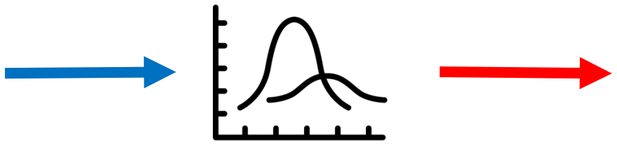
Trento, 28 ottobre 2018

Caso studio: la tempesta Vaia (2018)

Laminazione tramite dighe: **Forte Buso - torr. Travignolo (Avisio)**



Massime portate affluenti e scaricate



~ 220 m3/s

~ 29 m3/s

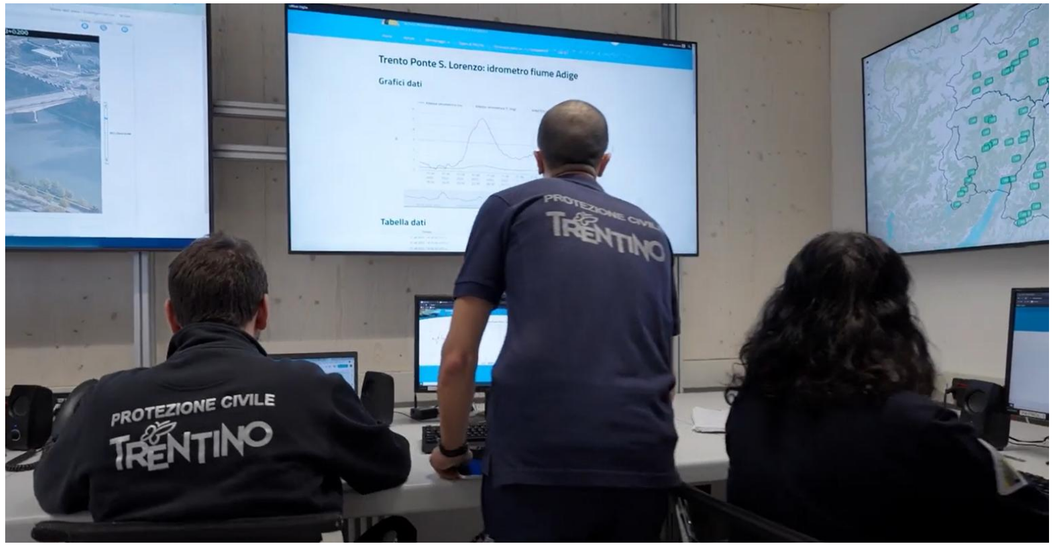
Vol. invasato ~ 11,5 Mm3

Da Vaia ad oggi… ulteriori laminazioni

Utilizzo grandi dighe per mitigare il rischio idraulico

16 novembre 2019
29 agosto 2020
3 dicembre 2020
* 4 agosto 2021
4 ottobre 2021
* 27 agosto 2023
* 21 settembre 2023
* 20 ottobre 2023
30 ottobre 2023 (**+GAG**)
* 8 settembre 2024
8 ottobre 2024
28 agosto 2025
*20 agosto 2026



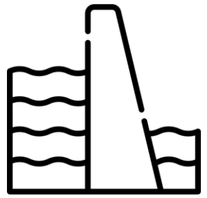


* laminazione solo a Ponte Pià (Sarca)

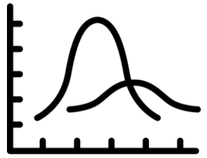
Agenda



I fiumi in Trentino



Opere idrauliche in Trentino



Mitigazione del rischio idraulico



Caso studio: tempesta Vaia



Prospettive future

Prospettive future

Utilizzo grandi dighe per mitigare il rischio idraulico



Nuovi modelli di previsione delle piene → approccio multi modello meteorologico e idrologico



Rifacimento e potenziamento della rete provinciale di monitoraggio



Prosegue l’iter di potenziamento della capacità di laminazione della diga di Stramentizzo

Grazie per l’attenzione!

uff.dighe@provincia.tn.it
www.floods.it