Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

MIT MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

AIPo Agenzia Interregionale per il fiume Po

Seminario. Mantova
venerdì 16 ottobre 2026
ore 10:00–17:00

La regolazione dei grandi laghi e le sette opere del "Sistema Garda-Mincio"

Dal generale al particolare degli interventi terminati nel 2026 con fondi PNRR-Next Generation EU
Ente attuatore: AIPo

La regolazione dei grandi laghi

Relazioni scientifiche

Marco Mancini, *Docente ordinario del Politecnico di Milano*

con il patrocinio di COMUNE DI MANTOVA, CAMERA DI COMMERCIO CREMONA - MANTOVA - PAVIA

in collaborazione con Collegio Geometri e Geometri Laureati della Provincia di Mantova

in collaborazione con Consorzio del Mincio, Garda Chiese consorzio di bonifica, Consorzio di bonifica Territori del Mincio

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MIT
MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

AIPo
Agenzia Interregionale per il fiume Po

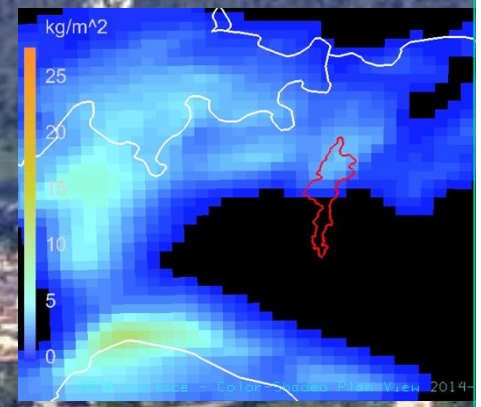


USO DEI SERBATOI PER LA LAMINAZIONE
Dinamica DELLE PIENE (pcm 2/2004 e 7/2014)

IL SISTEMA DI MONITORAGGIO E PREVISIONE PER LA LAMINAZIONE DINAMICA DEL LAGO D'IDRO



M. Mancini. G. Ravazzani, M. Mazza E. Gambini ,A. Ceppi (1)
S. Meucci , G. Lombardi (2)
L. Mille, M La Veglia G. La Montagna (3)
G Cannerozzi S.Conversi A Negretti (4)





POLITECNICO MILANO 1863

www.fest.polimi.it\dashboards (1)

MMI Modellistica e Monitoraggio Idrologico s.r.l.

www.mmidro.it (2)

AIPo Agenzia Interregionale per il fiume Po

www.agenziapo.it (3)

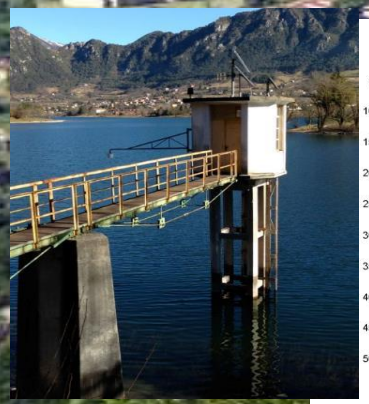
ITCOLD

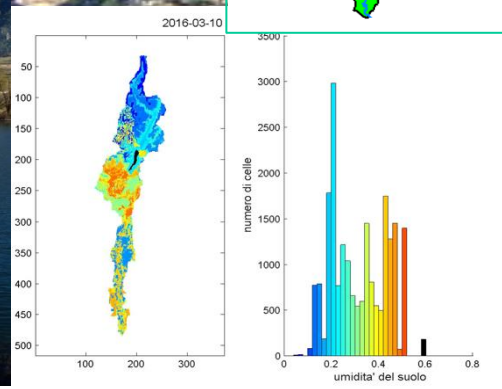
ANBI

Regione Lombardia

Direzione Generale Sicurezza e Protezione civile (4)







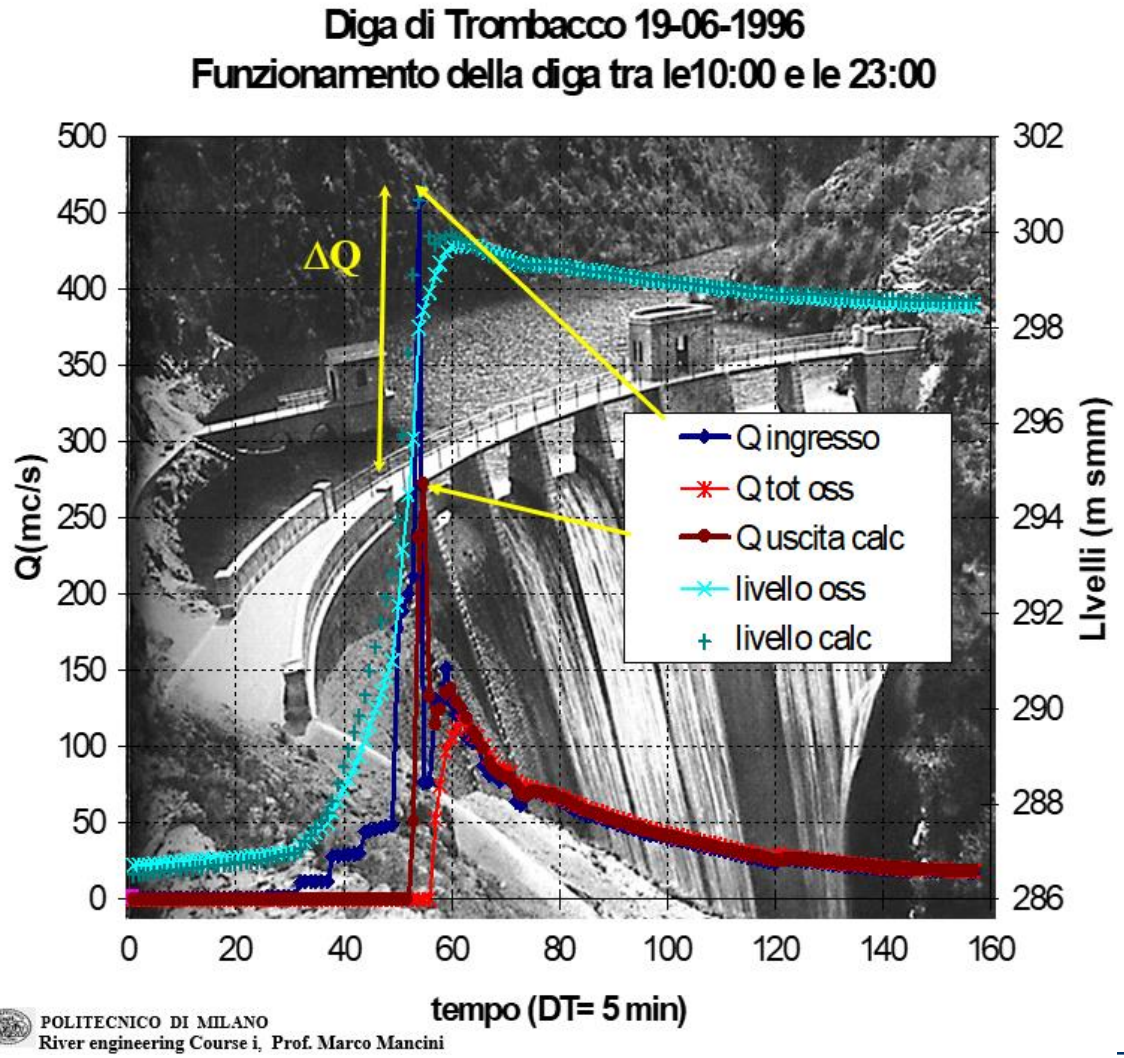
Mantova, 16 Ottobre, 2026

ARGOMENTI PRINCIPALI

- Normativa vigente
- Quali serbatoi sono idonei alla laminazione analisi Idraulica idrologica
- Quali serbatoi sono idonei alla laminazione dinamica
- L'esempio di Laminazione dinamica del Lago d'Idro

  DR 4/12 2023 Idro pieno speditivo di laminazione
  DP (doc prot civile 2018 Q amm Gavardo 400 mc sec)

LAMINAZIONE DI PIENA IN UN SERBATOIO



POLITECNICO DI MILANO
River engineering Course i, Prof. Marco Mancini

SERBATOI E SICUREZZA DEI TERRITORIO

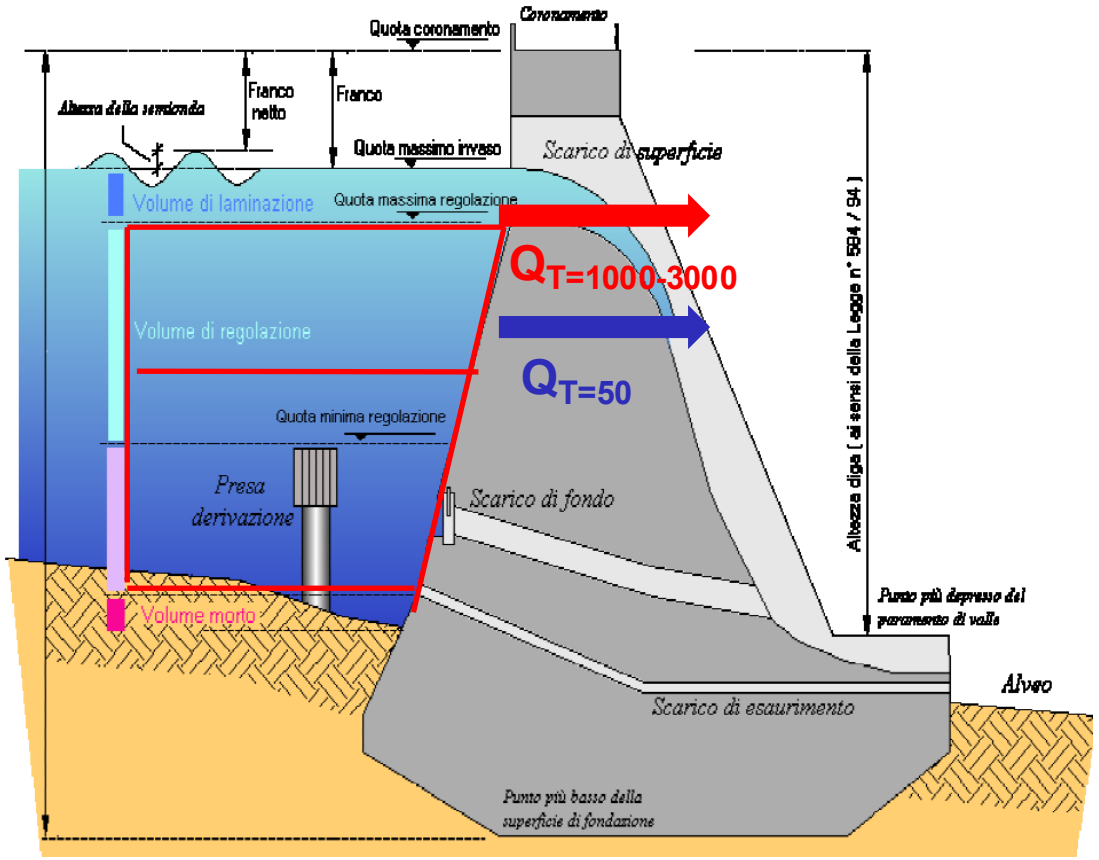
SERBATOI PER LA SICUREZZA DEI TERRITORI DI VALLE: LEGISLAZIONE

- DSTN 2/7019 1996 : Esercizio serbatoi durante le piene
- PCM 2/2004: I serbatoi preposti alla difesa dei territori (*LAMINAZIONE STATICA E DINAMICA*);
- PCM. 7/2014:piani di laminazione parte del Piano di Prot. Civile Identificazione Q_{lim} valle "Indirizzi ….di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe"

SICUREZZA DEI SERBATOI PER LA DIFESA DEI TERRITORI DI VALLE LEGISLAZIONE

D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe

SERBATOI PER LA SICUREZZA DEI TERRITORI DI VALLE: LAMINAZIONE STATICA E DINAMICA DELLE ONDE DI PIENA



LAMINAZIONE STATICA: «il mantenimento …. di una di una quota di invaso minore della quota d'esercizio autorizzata» **svaso preventivo prima della stagione delle piene** del volume di regolazione per la laminazione:

LAMINAZIONE DINAMICA: svaso preventivo (prima/durante dell'evento di piena) per liberare volume di regolazione per la laminazione

Lo stesso volume e' utilizzato per scopi antitetici:

Pieno (uso della risorsa)

Vuoto (laminazione della piena)

SI USA IL VOLUME DI REGOLAZIONE NON QUELLO DI LAMINAZIONE DELLO SCARICO DI EMERGENZA (

STRUMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

I Piani di Laminazione: Strumenti di prevenzione e gestione del rischio idraulico

Rappresentano uno strumento strategico di integrazione tra gestione delle dighe, previsione idrologica e Protezione Civile.



2004

D.P.C.M. 27 febbraio 2004

Introduce il «Piano di laminazione preventivo» per gli invasi individuati come effettivamente utili alla laminazione delle piene. Le Regioni lo predispongono con i soggetti tecnici e d'intesa con i gestori, sotto il coordinamento del Dipartimento della Protezione Civile.

2013

Direttiva P.C.M. 8 febbraio 2013

Per il bacino del Po istituisce l'Unità di Comando e Controllo e un Tavolo tecnico per valutare quali invasi possano contribuire alla laminazione e alla riduzione del rischio idraulico a valle.

2014

D.P.C.M. 8 luglio 2014

Integra il quadro di protezione civile per le grandi dighe: il Piano di Laminazione, ove adottato, integra il Documento di Protezione Civile e definisce le procedure di allerta relative al rischio idraulico a valle.

2018

Regione Lombardia – D.G.R. XI/1038 del 17/12/2018

Approva le Linee guida sulle azioni e sui Piani di Laminazione e i criteri regionali per individuare gli invasi lombardi utili alla laminazione delle piene; sono stati individuati 16 invasi prioritari da valutare.

In Lombardia: il PdL è approvato con deliberazione della Giunta regionale e integra il Documento di Protezione Civile.

Fonti: D.P.C.M. 27/02/2004; Direttiva P.C.M. 08/02/2013; D.P.C.M. 08/07/2014; Regione Lombardia – Piano regionale di Protezione Civile; D.G.R. XI/1038 del 17/12/2018.

PIANO DI LAMINAZIONE: PROGRAMMA STATICO E PROGRAMMA DINAMICO

Due modalità per rendere disponibile, con adeguato anticipo, un volume utile alla laminazione della piena

PROGRAMMA STATICO

Riserva predisposta prima dell'evento

- Durante i periodi dell'anno ritenuti critici si mantiene il livello dell'invaso al di sotto della quota di esercizio autorizzata.
- Il volume reso disponibile è quindi già presente quando si verifica la piena.
- Strategia preventiva semplice e robusta, meno dipendente dall'accuratezza delle previsioni.

Volume di laminazione già disponibile

PROGRAMMA DINAMICO

Manovre preventive e/o durante l'evento

- Le manovre sono attivate sulla base delle previsioni quantitative delle precipitazioni e dei deflussi attesi all'invaso.
- Si considerano anche lo stato dell'invaso e la portata sostenibile a valle.
- La gestione si adatta all'evoluzione della piena, utilizzando il volume disponibile in modo mirato.

Gestione adattiva in tempo reale

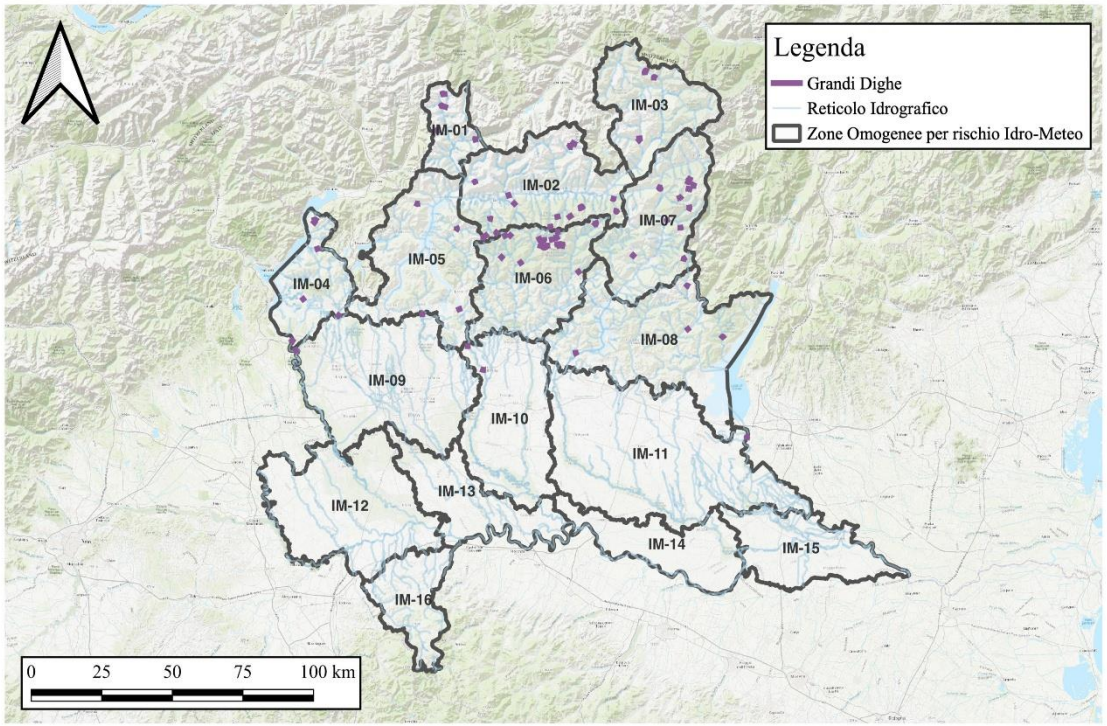
PREVISIONI / ALLERTA → **STATO INVASO** → **MANOVRA** → **PORTATA A VALLE** → **LAMINAZIONE**

Fonti: D.P.C.M. 27/02/2004, par. 3.1; Regione Lombardia, Piano Regionale di Protezione Civile – Piani di Laminazione.

ESEMPIO di procedura sperimentale per le grandi dighe lombarde

In Lombardia sono presenti **83** **grandi dighe che hanno effetti su corsi d'acqua o laghi di interesse regionale**

Distribuzione Regionale delle Grandi Dighe Lombarde



5	**EXTRA – REGIONALI** (Brugneto, Ponte Murandin, Malga Boazzo, Ponte Pià, Malga Bissina)
1	**«FUORI ALVEO»** (Vasca di Edolo)
3	**NON E' PRESENTE RISCHIO IDRAULICO A VALLE** (Lago Benedetto, Alpe Gera, Scais)
3	**SBARRAMENTI** in cui **NON SONO PRESENTI SCARICHI DI REGOLAZIONE** (San Giacomo, Stuetta,Lago Delio Nord)
10	**TRAVERSE FLUVIALI** (Sarnico, Salionze, Trezzo sull'Adda, Robbiate, Isola Serafini, Porto della Torre, Miorina, Ardenno, Idro, Olginate)
61	**NON RIENTRANTI NELLE ALTRE CLASSI**

METODOLOGIA

stima dei volumi di laminazione per la mitigazione del rischio idraulico a valle delle "grandi dighe" lombarde secondo la Direttiva P.C.M. del 27.02.2004 e **l'individuazione dei serbatoi potenzialmente utili alla laminazione** delle piene attraverso appositi piani di laminazione;

- Effettuare una prima **selezione** (*screening*) **dei grandi invasi** Lombardi **idonei** alla laminazione di piena statica e/o dinamica. In particolare, l'obiettivo principale è quello di «eliminare» gli invasi con volume di laminazione insufficiente.

- Utilizzare una procedura speditiva facilmente **replicabile** che **non** comporti la definizione di un eccessivo numero di parametri empirici.

- La procedura deve essere in grado di fornire un indicazione **parametrica** rispetto al **tempo di ritorno.**

AMBITI IDONEI ALLA LAMINAZIONE

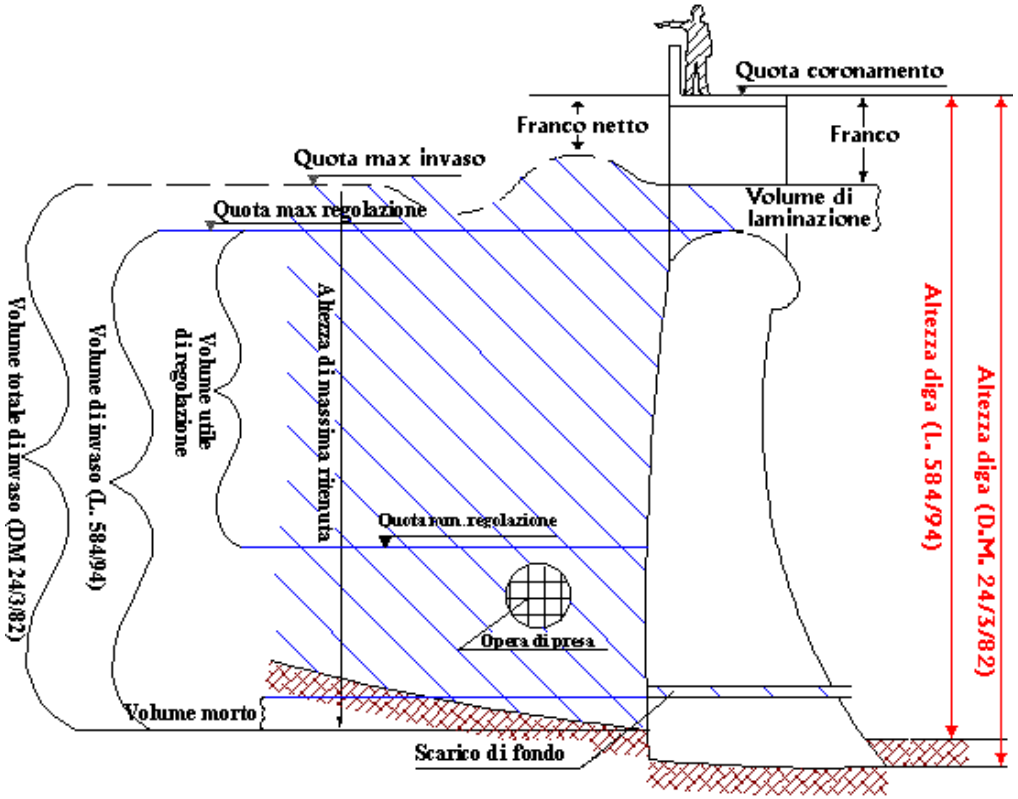
Definizione dei volumi utili

Per ogni «grande diga» si determinano i seguenti **parametri d'invaso**, definiti nel **Documento di Protezione Civile (DPC):**

- W_{lam}: volume di laminazione dell'invaso (volume compreso tra la quota di massima regolazione e la quota di massimo invaso ai sensi del D. Min. II.TT. 26 giugno 2014);

- W_{invaso}: volume d'invaso ai sensi della legge 584/1994

VOLUME UTILE ALLA LAMINAZIONE



Il volume di laminazione dell'invaso **W_{lam} non viene considerato** in questo studio come utilizzabile per la laminazione di piene ordinarie, in quanto adibito alla sicurezza strutturale dell'invaso

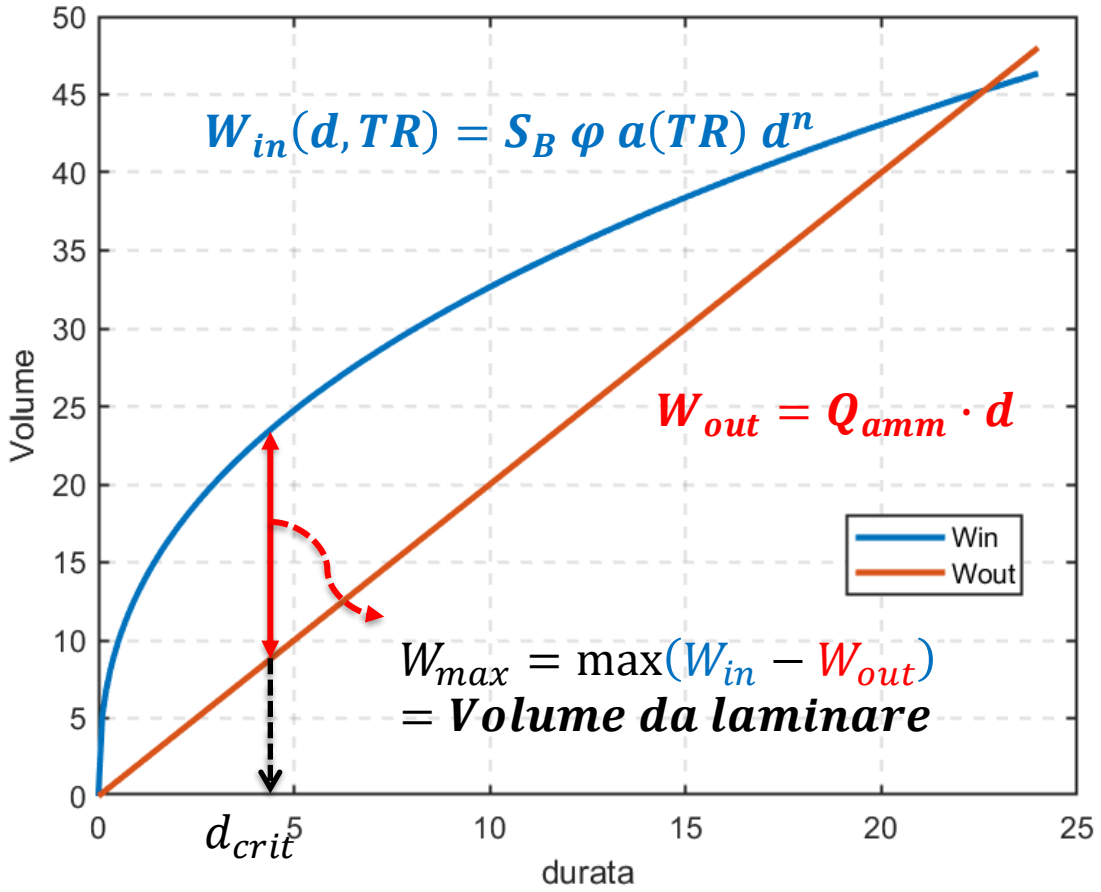
METODOLOGIA

Scelte operative alla base del lavoro:

- il **tempo di ritorno di riferimento** è fissato a **50 anni** (classe di **pericolosità media** secondo il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA));
- La **posizione delle sezioni critiche** è stata definita in accordo con **UTR e/o PGRA**.

Scelte metodologiche alla base del lavoro:

- Applicazione del metodo **"SOLE PIOGGE"** per bacini idrografici **inferiori ai 500 km^2**
- Applicazione del metodo **"SERIE STORICHE"** bacini idrografici **superiori ai 500 km^2**

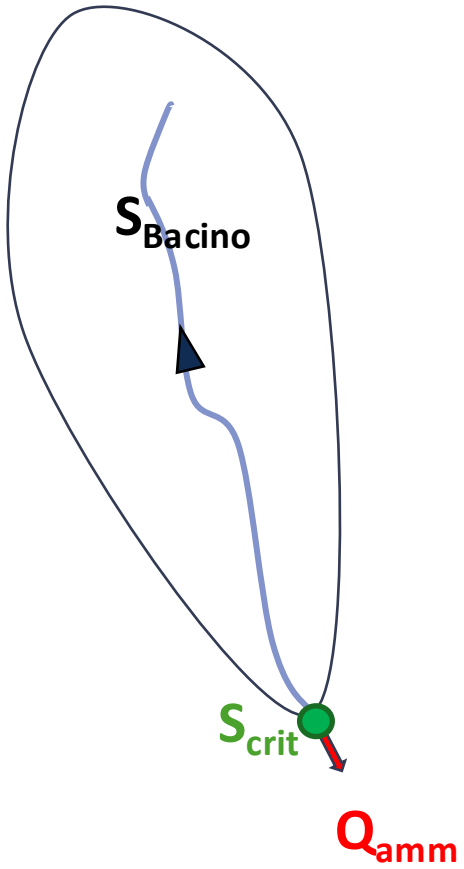


Il **volume minimo da laminare** è pari **alla massima differenza** tra il **volume cumulato entrante** W_{in} (linea blu) **e il volume cumulato uscente** W_{out} (linea arancione).

Il volume cumulato entrante ha la stessa forma della LSPP media sul bacino. Il volume cumulato uscente è una retta passante per l'origine con coefficiente angolare pari a Q_{amm} **(ipotesi di laminazione ottimale)**.

il **tempo di ritorno di riferimento** è fissato a **50 anni** (classe di **pericolosità media** secondo il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA))

AMBITI IDONEI ALLA LAMINAZIONE



Parametri necessari:

- S_B : area del bacino chiuso alla sezione critica di riferimento S_{crit}
- φ : coefficiente di afflusso medio del bacino, dalla mappatura del CN
- Q_{amm} : portata ammissibile in S_{crit}
- **h** (ε, α, k, n) **LSPP** sul bacino.

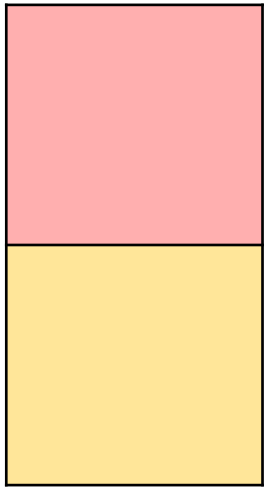
Ipotesi:

- Pioggia **costante nel tempo** e **uniformemente distribuita** nello spazio
- Laminazione **«ottimale»** → portata in uscita costante e pari alla portata ammissibile Q_{amm}
- **Parametri concentrati** → serve definire un solo valore di φ e un solo valore dei parametri della LSPP (ε, α, k, n).

AMBITI IDONEI ALLA LAMINAZIONE

Classificazione metodo delle sole piogge

Il tempo di ritorno di riferimento è fissato a **50 anni** (classe di pericolosità media secondo il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)), scelta nata dalla necessità di dimensionare il sistema di laminazione in modo che risulti efficace per **eventi mediamente frequenti**.



Classe 1) Volume da laminare$_{(T = 50 \text{ anni})}$ > Volume d'invaso. Il volume dell'invaso è minore del volume da laminare.

Classe 2) Volume da laminare$_{(T = 50 \text{ anni})}$ < Volume d'invaso. In questo caso si rende necessario un approfondimento per un **eventuale PdL statico e/o dinamico**.

Metodo delle serie storiche

partendo dalle **serie storiche di portata** registrate in corrispondenza di una sezione critica, si determina la potenziale utilità dell'invaso in termini di laminazione delle piene

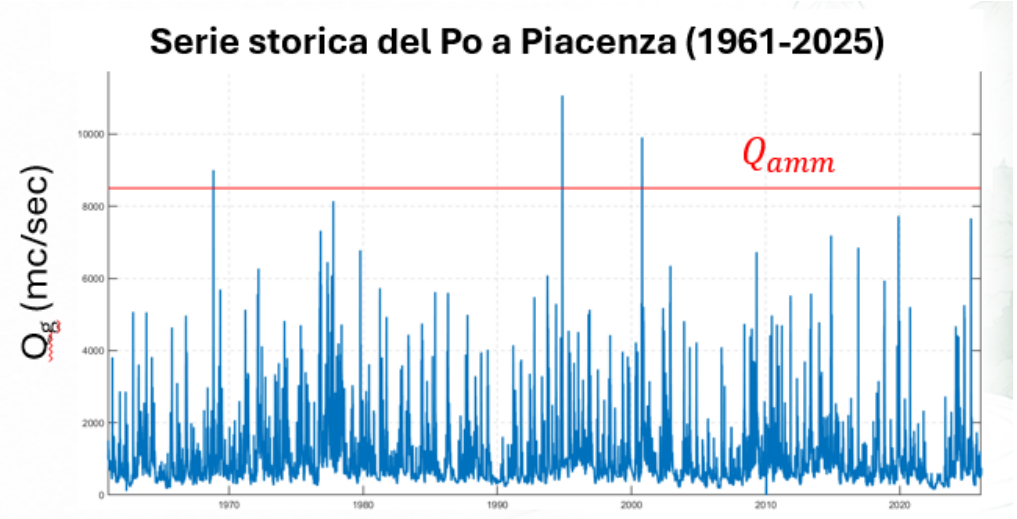
Procedura:

- **Identificazione dei superamenti indipendenti:** si individuano gli eventi di piena indipendenti per i quali la portata Q > Q_{amm}.
- Per ciascun evento viene calcolato il volume di piena sopra Q_{amm} : $V_{superamento}$

Tempo di ritorno del superamento del W_{invaso} (che è quello di regolazione)

N_{anni} è la lunghezza della serie storica in anni e N_{sup} è il numero di eventi indipendenti per i quali il volume sopra soglia supera il volume dell'invaso W_{invaso}.

$$T \approx \frac{N_{anni} + 1}{N_{sup}}$$

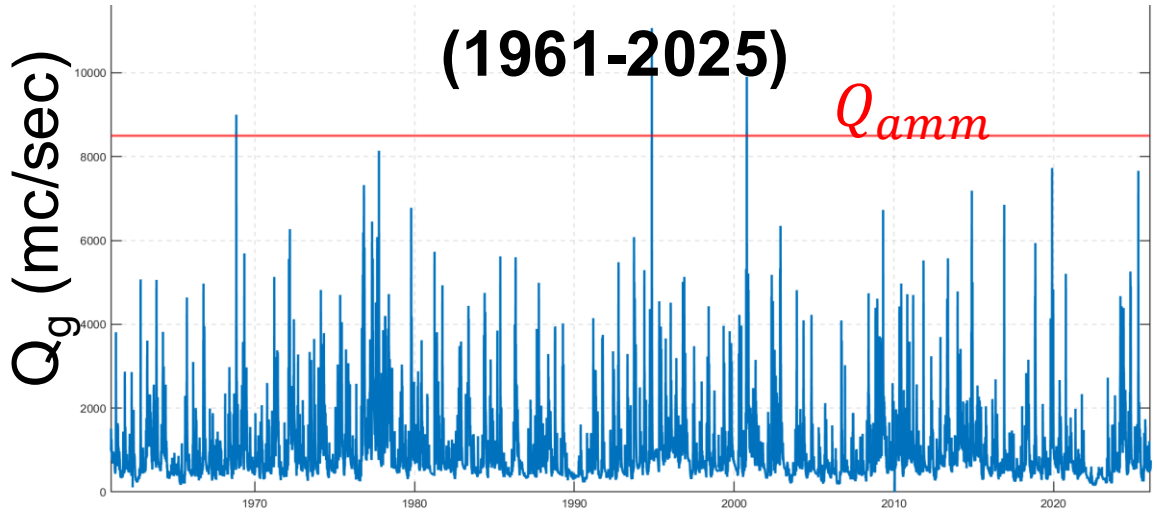


Metodo delle serie storiche

Isola Serafini (PC)



Serie storica del Po a Piacenza (1961-2025)



Ogni $V_{superam}$ viene confrontato con W_{invaso}. Se maggiore si conta un **superamento**.

$$V_{superam}(t) = \int_{t_0}^{t_1} [Q(t) - Q_{amm}]\, dt$$

Per ogni **evento di piena indipendente**

$$V_{superamento} > W_{invaso}$$

N_{sup}

Si ottengono i **superamenti totali**

$$T \approx \frac{N_{anni} + 1}{N_{sup}}$$

Metodo delle serie storiche

$$\text{Tempo di ritorno superamento Winvaso } = T \approx \frac{N_{anni} + 1}{N_{sup}}$$

Classe 1) Tempo di ritorno superamento **≤50 anni**. Il volume sopra soglia supera frequentemente il Volume di invaso. **Il volume dell'invaso è insufficiente. Non è utile studiare un PdL.**

Classe 2) Tempo di ritorno Volume superamento **> 50 anni.** **Eventuale PdL statico e/o dinamico (da** discutere)

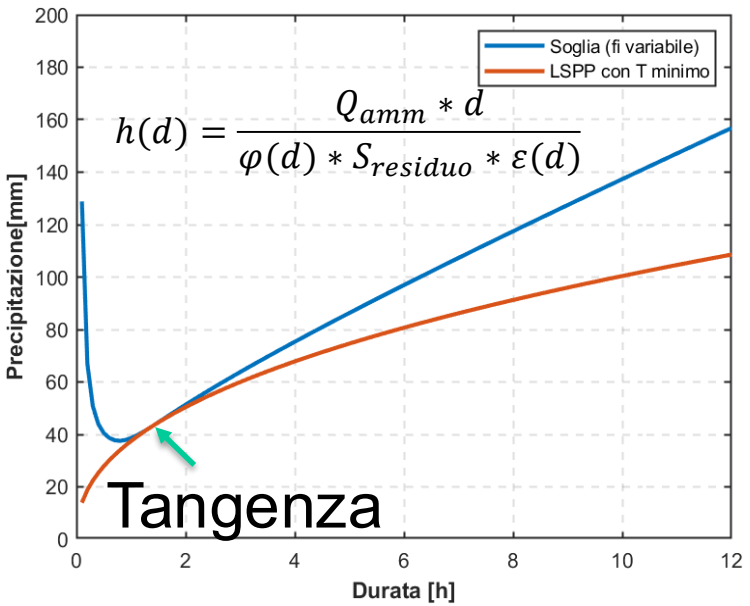
Verifica posizionale

Affinché l'invaso risulti realmente efficace, è necessario **verificare** che la diga sia **POSIZIONALMENTE EFFICACE**, ovvero che il **bacino idrografico residuo non sia di per sé in grado di generare autonomamente portate critiche con frequenza elevata**.

Q bacino residuo (T = 50) > Q_{amm}

Procedura:

- Delimitazione del **bacino residuo**
- Calcolo della distribuzione dei tempi di percorrenza e dell' **idrogramma Unitario Istantaneo (IUH) del bacino residuo**
- Definizione del **coefficiente di afflusso**
- Definizione della **soglia pluviometrica**
- Determinazione del **tempo di ritorno critico**



Sistema di invasi di Valgoglio (BG)



La condizione di **tangenza** tra la LSPP e la soglia pluviometrica permette di calcolare la durata critica e il **tempo di ritorno minimo (critico)** per cui si raggiunge la Q_{amm} alla sezione di chiusura.

Classificazione dell'invaso: se T < 50 anni l'invaso è classificato **posizionalmente inefficace**, se T > 50 anni l'invaso viene classificato in **posizionalmente efficace.**

IDONEITÀ ALLA LAMINAZIONE

Invasi singoli: risultati

Idoneità alla Laminazione considerando solo il VOLUME di Laminazione (T50)

19	**Grandi Dighe** in **Classe 1**: **Insufficienti**
52	**Grandi Dighe** in **Classe 2**: considerate **idonee** se si tiene in considerazione unicamente il loro volume

Idoneità alla Laminazione considerando il Volume di Laminazione (T50) e la POSIZIONE rispetto alla sezione di chiusura

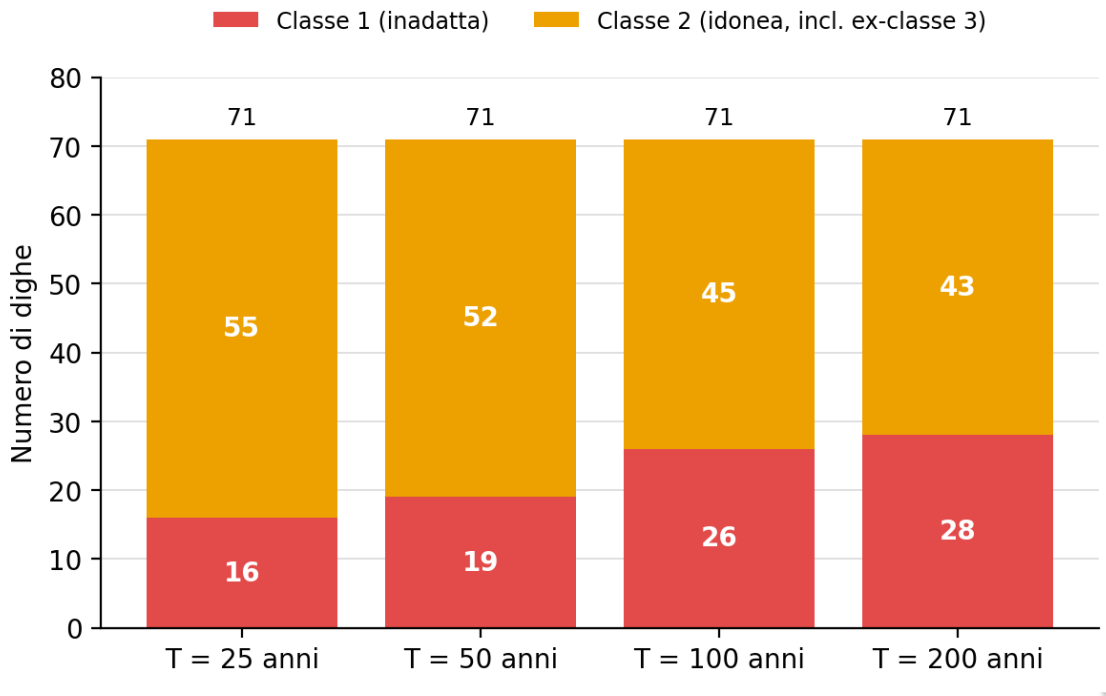
19 + 27	**Grandi Dighe** in **Classe 1**: **Insufficienti per posizione e volume**
25	**Grandi Dighe** in **Classe 2**: considerate **idonee** se si tengono in considerazione il **volume** e **posizione**

IDONEITÀ ALLA LAMINAZIONE

Quale Tempo di ritorno utilizzare per la laminazione di valle?

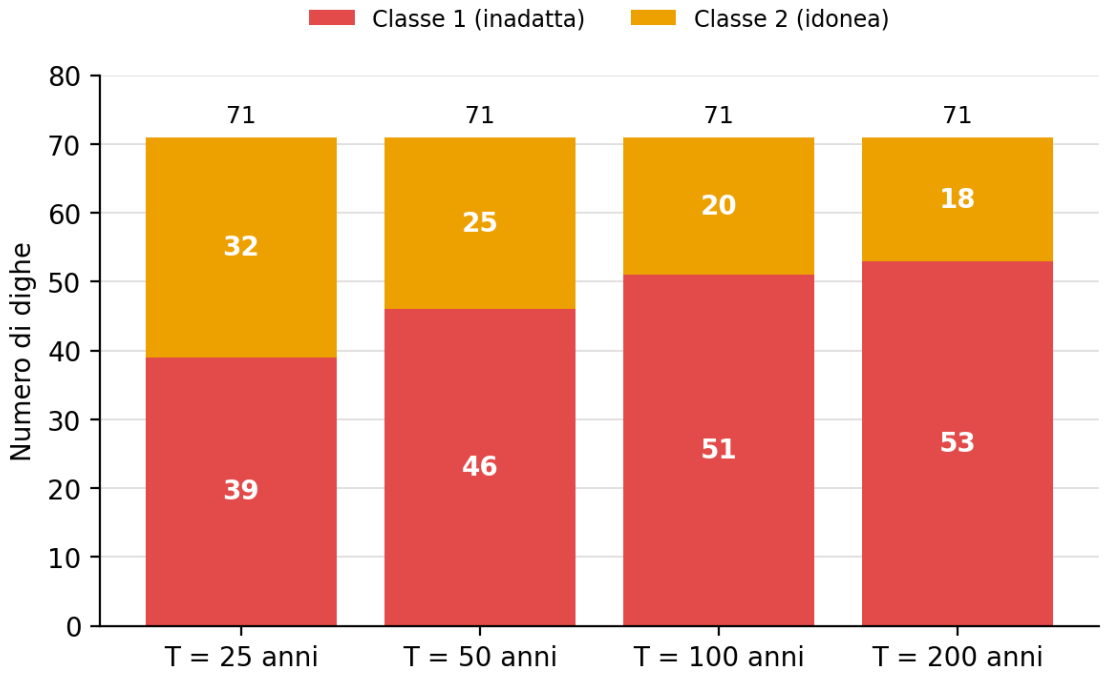
NO POSIZIONE

Dighe per classe (analisi standard) per tempo di ritorno



CON POSIZIONE

Dighe per classe (analisi posizionale) per tempo di ritorno



PRIME CONCLUSIONI DEL CENSIMENTO

Cosa emerge dallo screening delle grandi dighe lombarde

83

grandi dighe presenti in Lombardia

19 + 27

19 insufficienti per volume 27 per posizione

25

idonee per volume e posizione

- Per **25 grandi dighe** è ragionevole ipotizzare un Piano di Laminazione
- Il volume non basta: conta anche la **posizione** rispetto al bacino residuo

A QUALI SERBATOI SI PUO' APPLICARE LA LAMINAZIONE DINAMICA ?

IDONEITA' ALLA LAMINAZIONE: IMPATTO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE (DM2014) SULLE CLASSI

Il **volume di laminazione** (D. Min. II.TT. 26 giugno 2014), ossia il volume compreso tra la quota di massima regolazione e la quota di massimo invaso, **non è stato considerato nelle precedenti analisi**. Questo, infatti, **non sembra essere utilizzabile per la laminazione di piene ordinarie** con tempo di ritorno nell'ordine dei 50 anni.

Tuttavia, **la sua ipotetica utilizzazione potrebbe portare a modifiche** nelle considerazioni mostrate in precedenza

Analisi di **impatto del volume di laminazione**

16/25

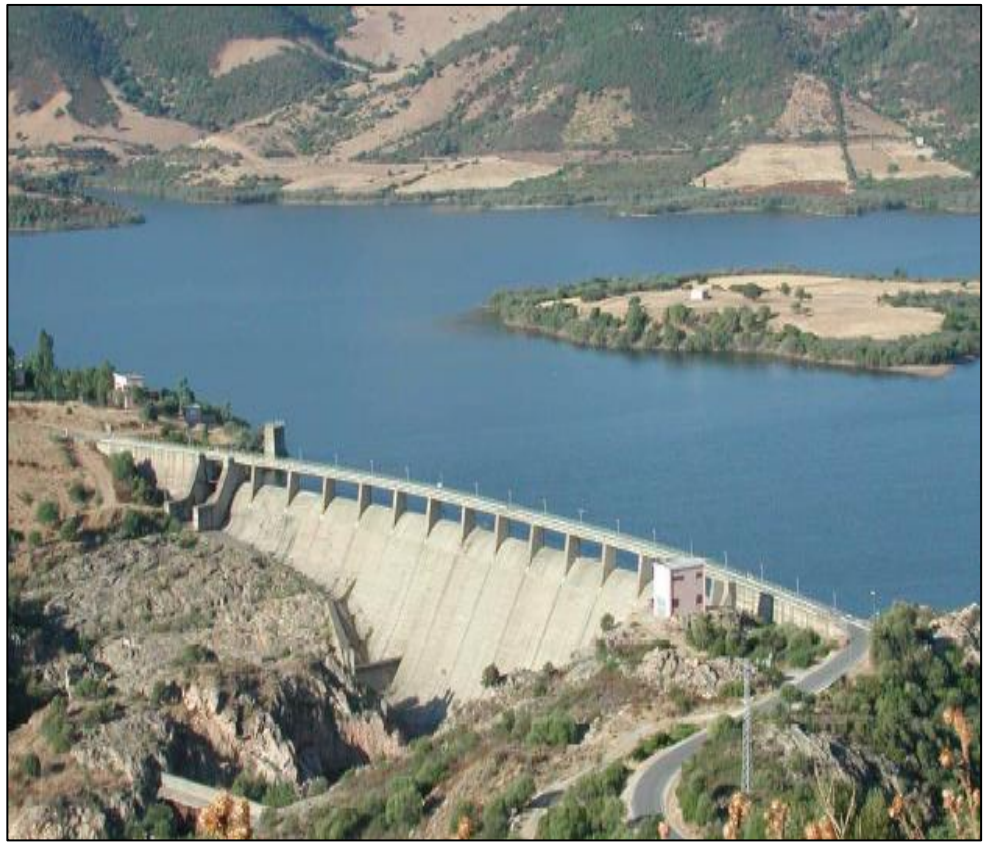
16 è il **numero di grandi dighe comprese in *Classe 2*** e per le quali il **volume di laminazione W_{lam} risulterebbe sufficiente per laminare la piena** avente tempo di ritorno T = 50 anni rispetto alle 25 totali comprese nella *Classe 2*

Necessità di **Piani di Laminazione Dinamica** per il volume di laminazione W_{lam}

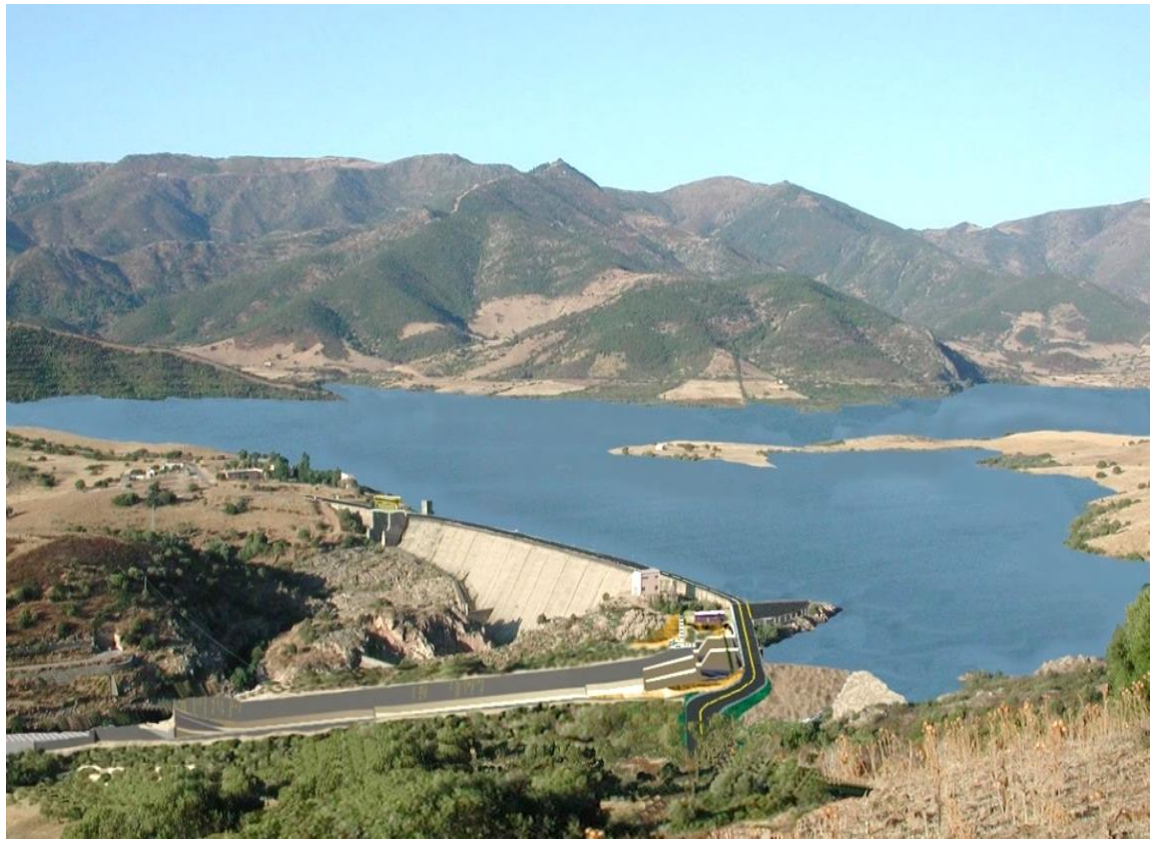
- **gestione di scarichi di superficie** in modo da **non superare la quota di massimo invaso ma anche di laminare la portata a valle per T= 50 anni (DPCM 2004)**
- **scarico in fase di evento di una portata maggiore di** quella **in ingresso E' possibile se approvato nel PDL**

Grande Diga	N° Archivio	W_{lam} [Mm^3]	W_{max_lam} $(T = 50)$ [Mm^3]
Campo Tartano	55	0,04	0,02
Frera	631	0,6	0,0013
Ganda	486	0,016	0,0004
Lago d'Arno	43	0,487	0,03
Lago Delio Sud	1331A	0,2	0,01
Lago di Lova	118	0,027	0,0124
Lago di Trona	409	0,13	0,04
Lago Inferno	407	0,16	0,04
Lago Marcio	48A	0,02	0,00013
Lago Pescegallo	563	0,02	0,02
Lago Sardegnana	48B	0,05	0,00017
Ogna Superiore	96	0,079	0,06
Piano Barbellino	124	0,8	0,07
Ponte dell'Acqua	583	0,0224	0,0077
Salionze	1778	148	---
Sarnico	285	42	---

ESEMPI DI MODIFICHE STRUTTURALI PER LAPREDISPOSIZIONE DI VOLUMI



MACCHERONIS + 10 Milioni di mc



LAMINAZIONE DINAMICA: Qualche domanda

1. **Quali sono i requisiti e le modalità operativi di un modello di Supporto al gestore per la Laminazione dinamica anche in funzioni dei tempi di scarico?**

2. **Responsabilità del gestore «nella guida in tempo reale» della laminazione del lago?**

3. **Quanti esempi operativi di laminazione dinamica in 20 anni (DPCM 2/2004 - 3/2024?**

4. **Estensione alla dighe di Laminazione ?**

OBIETTIVI E REQUISITI DI UN SISTEMA DI SUPPORTO ALLA LAMINAZIONE DINAMICA

OBIETTIVI

Sistema di previsione degli afflussi di piena in tempo reale al Lago d'Idro e dei relativi livelli idrici ai fini di una laminazione dinamica (DPCM 27/2/2004 & Reg. Dighe 2014).

- Previsione metereologica multi modello con orizzonte di 7 giorni **compatibili ai tempi di scarico del lago**
- Previsione di idrogrammi di piena in ingresso al serbatoio & alle sezioni a valle sul fiume Chiese di Gavardo, Mozzanica e Asola d'Idro.
- Pericolosità rispetto alle portate ammissibili a valle degli idrogrammi in ingresso previsti e capacità di invaso attuale pre evento
- Regolazione delle opere di scarico per i 7 giorni in avanti per ciascun idrogramma di previsione anche in funzione delle previsioni di deflusso sul bacino idrografico a valle.

OBIETTIVI secondari

- Supporto alle opere provvisionali per il cantiere delle opere di imbocco della nuova galleria di scarico
- Supporto alla regolazione ordinaria in funzione delle utenze e della sollecitazione meteo

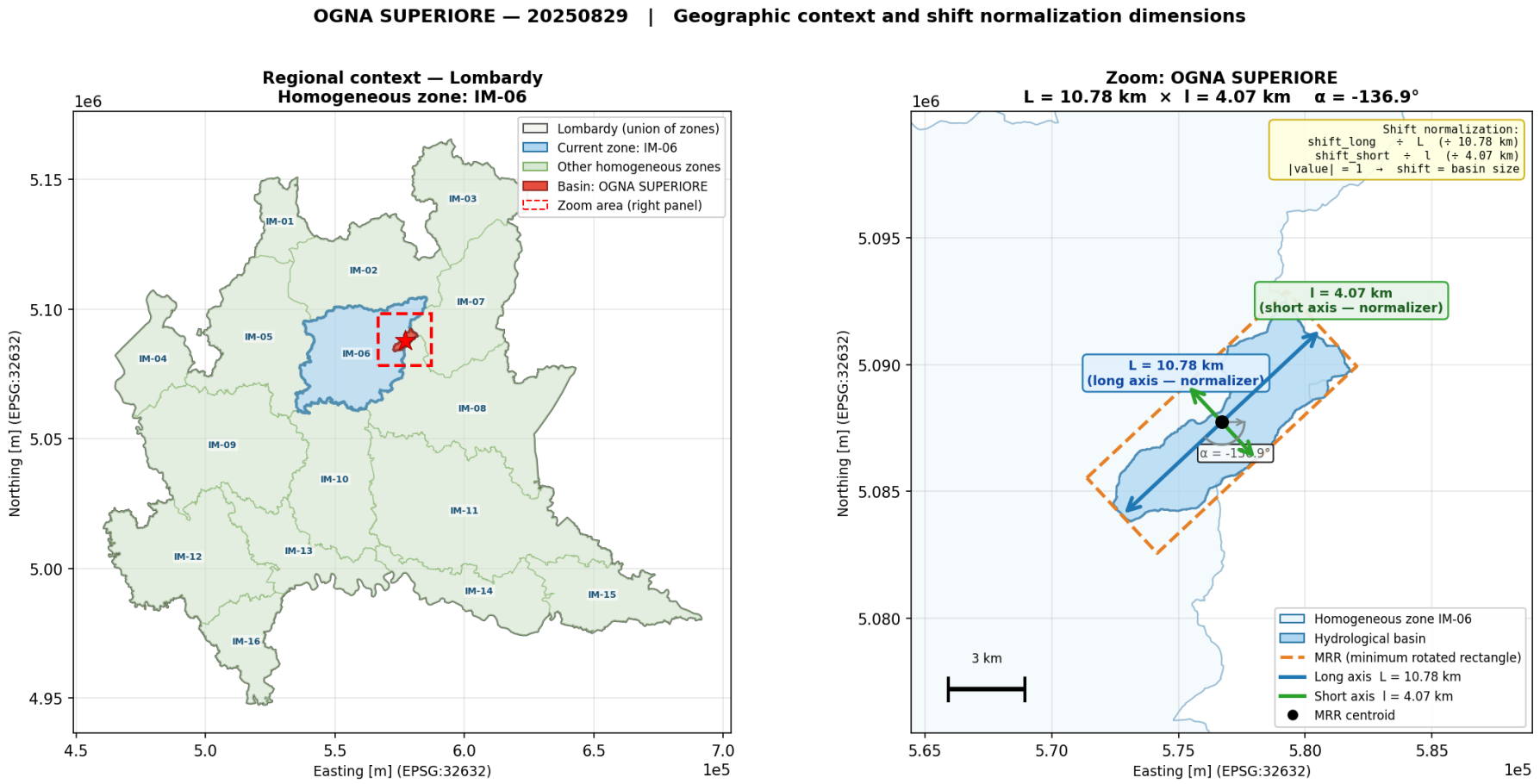
REQUISITI

- Previsione meteo multi modello
- Modellazione a base fisica dei processi idrologici ed idraulici
- Gestione della regolazioni delle paratoie per ciascuno scenario di previsione
- Interfaccia grafica di definizione e visualizzazione delle piogge e portate previste.
- Acquisizione, gestione, archiviazione su server dedicato e uniformizzazione formati dei dati meteo idrologici osservati e previsti;

QUANDO E' POSSIBILE (Affidabile) LA LAMINAZIONE DINAMICA?

Un esempio il Serbatoio di Ogna (S= 40 km^2)

Consider the case of **OGNA SUPERIORE** (IM-06). The catchment area is enclosed in a **RECTANGLE**, and the DIMENSIONS OF THE CATCHMENT are defined as the **LENGTHS OF THE SIDES OF THE RECTANGLE** (**SHORT AXIS** and **LONG AXIS**) and its ORIENTATION as the **DIRECTION OF THE LONG AXIS WITH RESPECT TO THE EAST DIRECTION**



RICERCA DI UN INDICE DI AFFIDABILITÀ, IA, DELLA PREVISIONE METEO RISPETTO ALLA DIMENSIONE DEL BACINO IDROGRAFICO ed AI TEMPI DI SVUOTAMENTO DEL SERBATOIO

Indice Affidabilità Spaziale

$$IAS = \frac{Model\ Resolution\ [\mathrm{km}]}{Short\ Axis\ of\ the\ basin\ [\mathrm{km}]}$$

$$\begin{cases} IAS < 1 & \text{Reliable} \\ IAS > 1 & \text{Not Reliable} \end{cases}$$

If the resolution of the model is lower or comparable to the smaller size of the catchment area closed to the dam, the model is not useful

Indice Affidabilità Temprale

$$IAT = \frac{Lead\ Time\ [\mathrm{h}]}{Available\ Model's\ Forecast\ Horizon\ [\mathrm{h}]}$$

$$\begin{cases} IAT < 1 & \text{Reliable} \\ IAT > 1 & \text{Not Reliable} \end{cases}$$

If the forecast horizon of the model is less than the required lead time, the model is not useful

Example: Lago d'Idro

Modello	Risoluz. [km]	IAS	IAS✓	Forecast ahead time (h)	Lead time (h)	IAT	IAT✓
WRF-ECMWF	3.9	0.157	✓	48	17.5	0.365	✓
WRF-GFS	3.9	0.157	✓	48	17.5	0.365	✓
COSMO-LEPS	6.8	0.272	✓	120	17.5	0.146	✓
MOLOCH	1.2	0.050	✓	31	17.5	0.565	✓
ICON-2I	2.1	0.084	✓	48	17.5	0.365	✓
GFS	48.4	1.940	✗	120	17.5	0.146	✓
BOLAM	7.9	0.318	✓	48	17.5	0.365	✓

RICERCA DI UN INDICE DI AFFIDABILITÀ, IA, DELLA PREVISIONE METEO RISPETTO ALLA DIMENSIONE DEL BACINO IDROGRAFICO ed AI TEMPI DI SVUOTAMENTO DEL SERBATOIO

Indice Affidabilità Spaziale

$$IAS = \frac{Model\ Resolution\ [\mathrm{km}]}{Short\ Axis\ of\ the\ basin\ [\mathrm{km}]}$$

$$\begin{cases} IAS < 1 & \text{Reliable} \\ IAS > 1 & \text{Not Reliable} \end{cases}$$

If the resolution of the model is lower or comparable to the smaller size of the catchment area closed to the dam, the model is not useful

Indice Affidabilità Temprale

$$IAT = \frac{Lead\ Time\ (\ time\ of\ action)\ [\mathrm{h}]}{Available\ Model's\ Forecast\ Horizon\ [\mathrm{h}]}$$

$$\begin{cases} IAT < 1 & \text{Reliable} \\ IAT > 1 & \text{Not reliable} \end{cases}$$

If the forecast horizon of the model is less than the required lead time, the model is not useful

Example: SERBATOIO Ogna Superiore

Modello	Risoluz. [km]	IAS	IAS✓	Forecast ahead time (h)	Lead time (h)	IAT	IAT✓
WRF-ECMWF	3.9	0.963	✓	48	0.3	0.007	✓
WRF-GFS	3.9	0.963	✓	48	0.3	0.007	✓
COSMO-LEPS	6.8	1.668	✗	120	0.3	0.003	✓
MOLOCH	1.2	0.308	✓	31	0.3	0.011	✓
ICON-2I	2.1	0.513	✓	48	0.3	0.007	✓
GFS	48.4	11.887	✗	120	0.3	0.003	✓
BOLAM	7.9	1.946	✗	48	0.3	0.007	✓

PIANO DI LAMINAZIONE «SPEDITIVO» DEL LAGO D'IDRO

Prima applicazione operativa regionale del DGR XII/1501 del 2023

Cosa approva la D.G.R. XII/1501

- il Piano di Laminazione della traversa del Lago d'Idro (S.N.D. 143);
- le modalità di gestione dell'invaso durante gli eventi di piena;
- il coordinamento tra Regione, AIPo, gestore e soggetti di protezione civile;
- il raccordo del PdL con il Documento di Protezione Civile.

Il principio operativo

Durante la piena, la regolazione degli scarichi deve tenere insieme:

afflussi previsti → livello dell'invaso → capacità di laminazione → portata rilasciata → condizioni a valle.


LAMINAZIONE

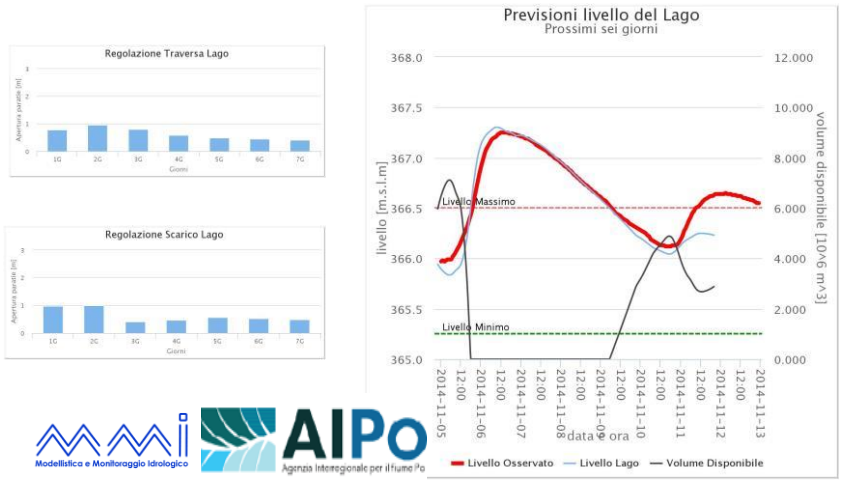
Marco Mancini[a]*, Giovanni Ravazzani[a], Chiara Corbari[a], Alessandro Ceppi[a], Luigi Mille[b], Marco Laveglia[b], Gabriele Lombardi[c], Stefania Meucci[c]

FILL: IL SISTEMA DI MONITORAGGIO E PREVISIONE PER LA LAMINAZIONE DINAMICA DEL LAGO D'IDRO[*]

FILL: THE MONITORING AND FORECASTING SYSTEM FOR THE DYNAMIC FLOOD CONTROL OF LAKE IDRO

L'ACQUA 2/2024

RIVISTA DELL'ASSOCIAZIONE IDROTECNICA ITALIANA

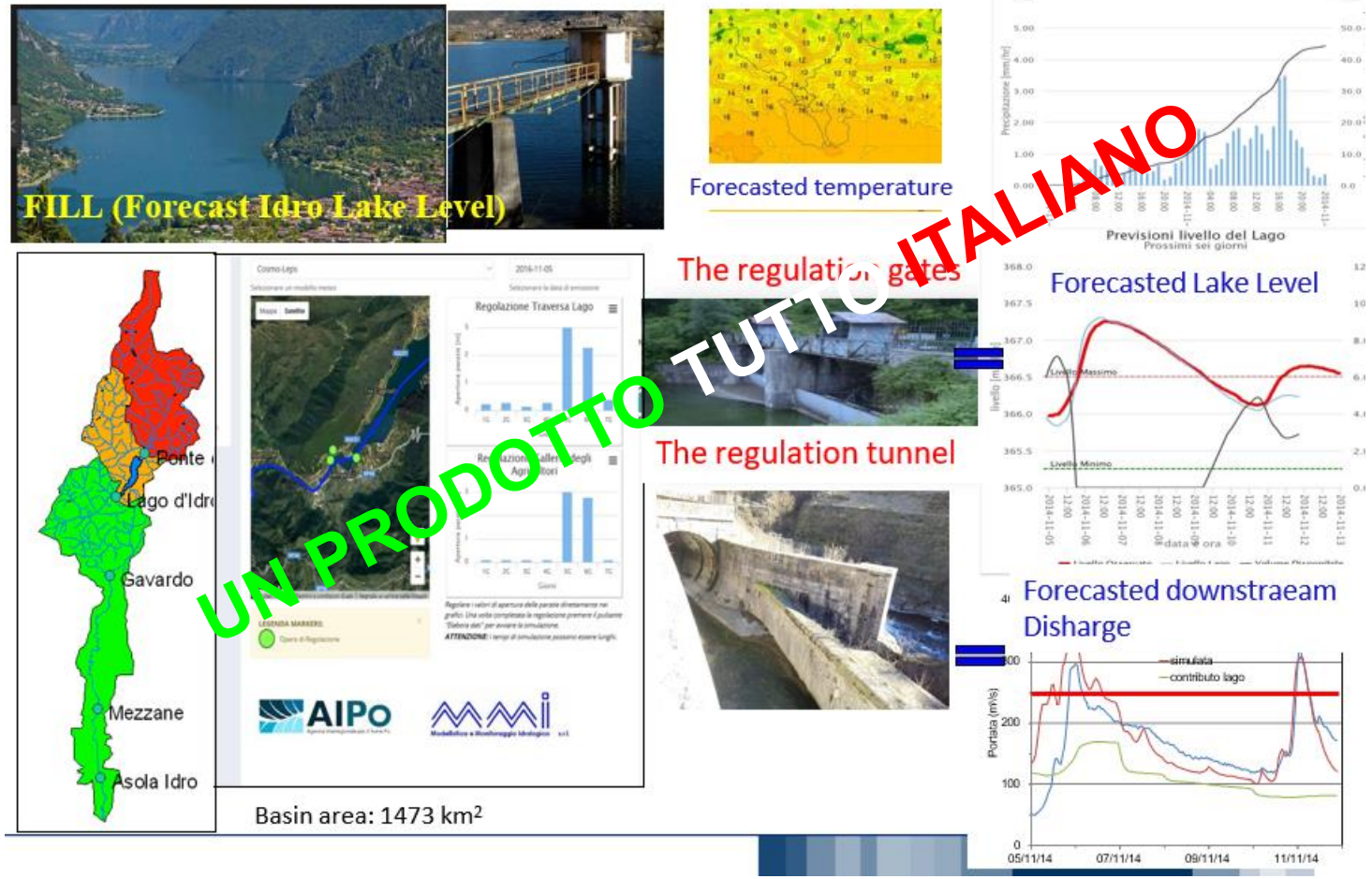


FILL Forecasting Idro Lake Level

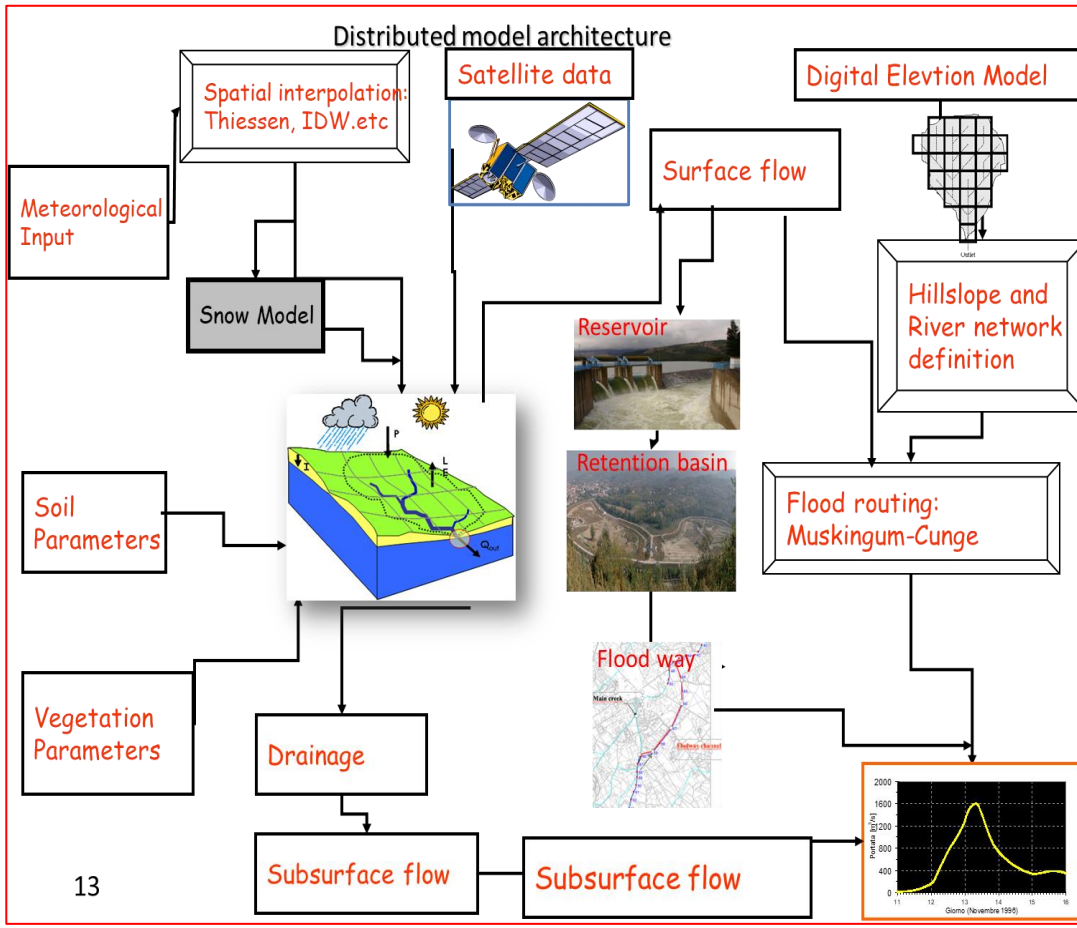
2017

IL SISTEMA FILL PER LA LAMINAZIONE DINAMICA E GESTIONE DEI VOLUMI

MONITORAGGIO e **PREVISIONE DEI LIVELLI** DI UN SERBATOIO REGOLATO e **DELLE PORTATE A VALLE**



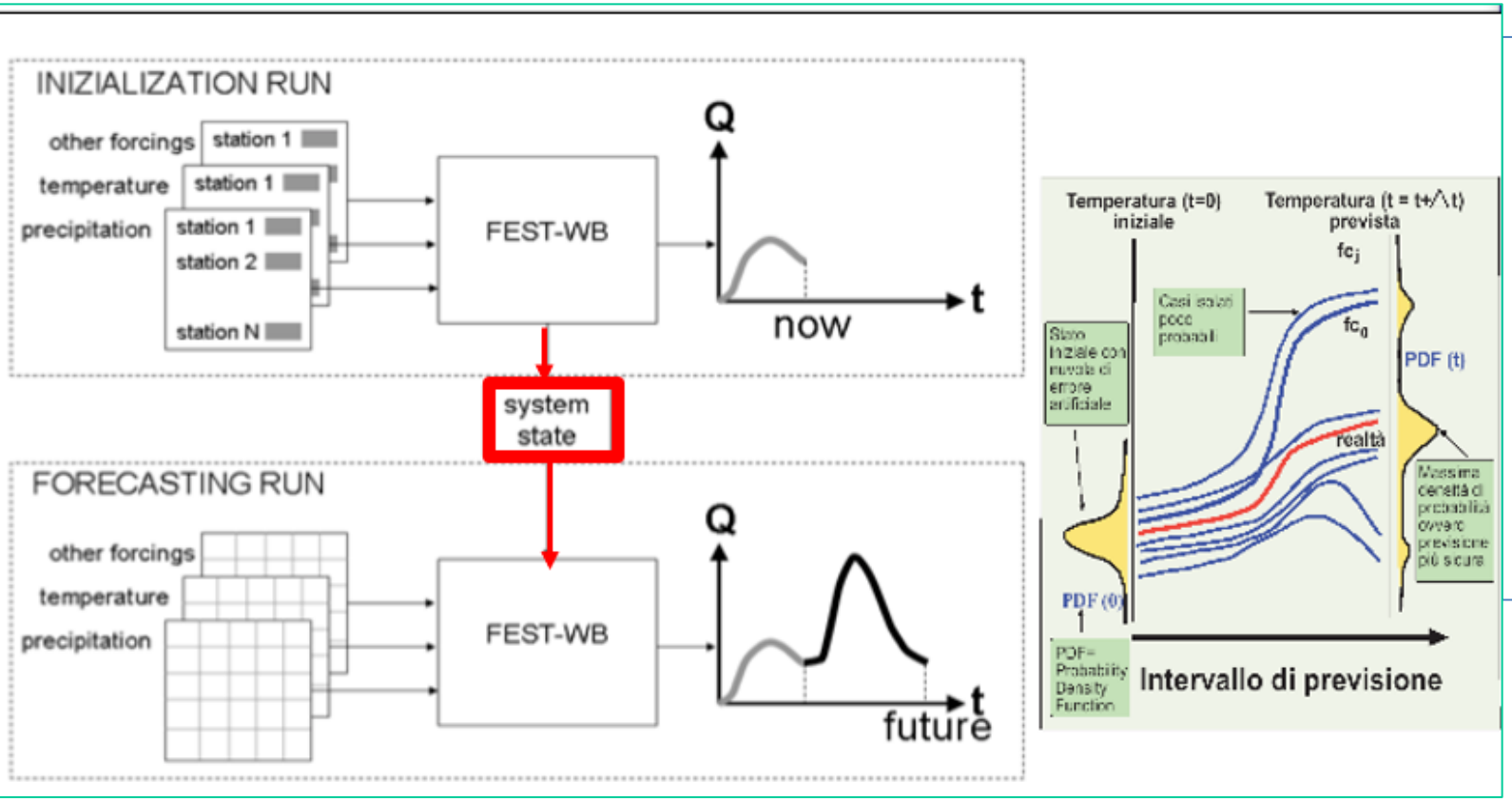
IL MODELLO IDROLOGICO –IDRAULICO FEST

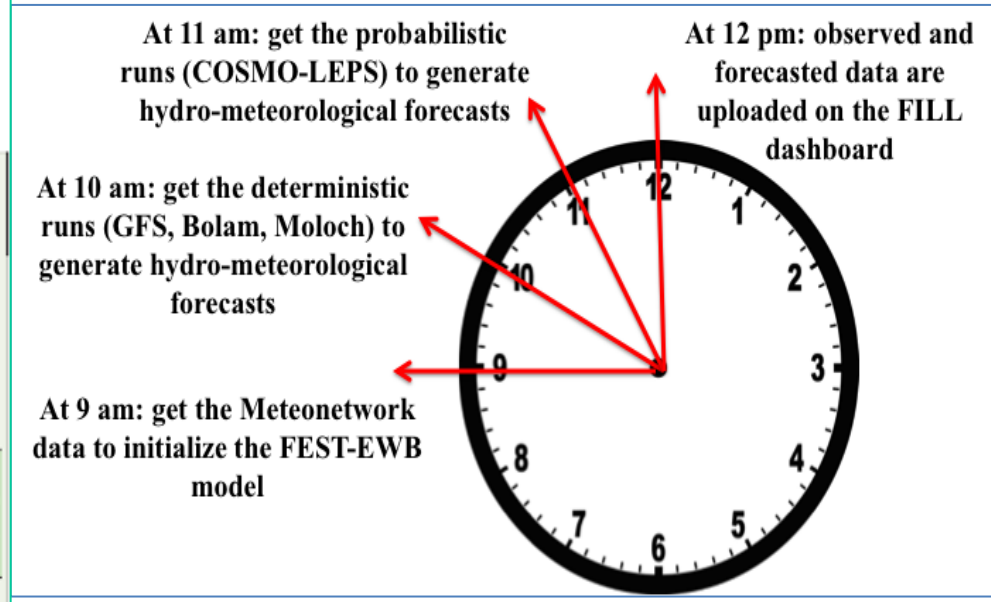


FUNZIONAMENTO IN TEMPO REALE DEL SISTEMA FILL

L'aggiornamento della condizione iniziale ogni giorno con dati osservati prima delle simulazione con dati di previsione.

La sequenza temporale di uso di dati di input da fonti diverse

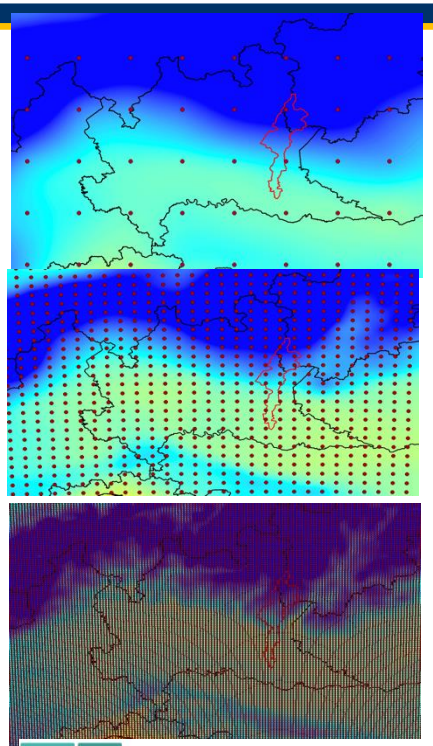




LA PREVISIONE METEO: L'APPROCCIO MULTI PREVISIONE (modello)
Ogni modello di previsione meteo ha le sue caratteristiche

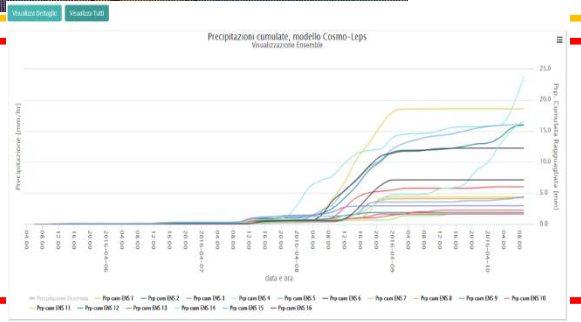
Deterministic models by ISAC-CNR

GFS	spatial resolution: 50 km, Δt 3h, forecast horizon +144h
Bolam	spatial resolution: 11 km, Δt 1h, forecast horizon +72h
Moloch	spatial resolution: 1.5 km, Δt 1h, forecast horizon +45h



Probabilistic model by ARPA Emilia-Romagna

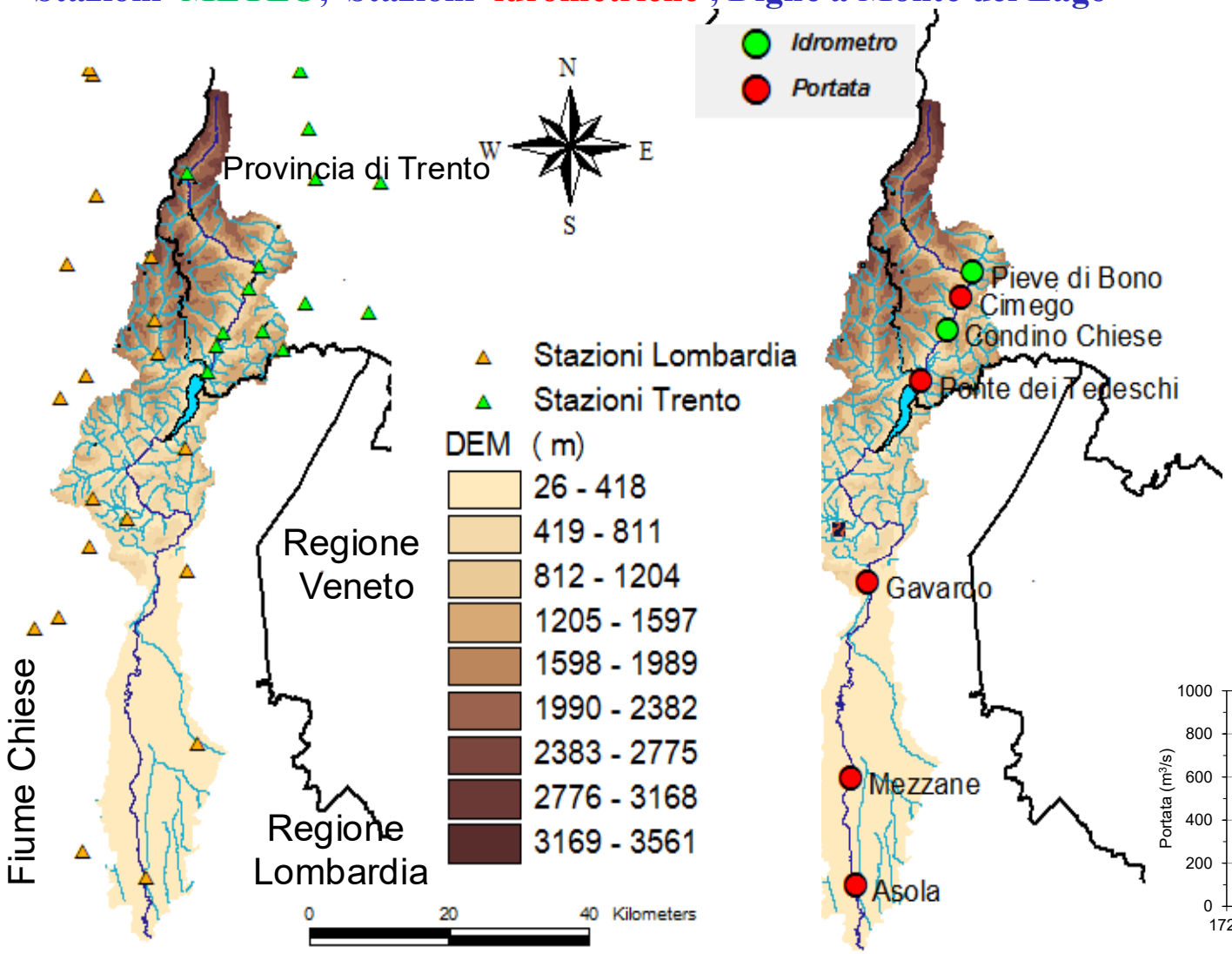
COSMO-LEPS	spatial resolution: 7 km, Δt 3h, forecast horizon +132h 16 ensemble



WRF	1. spatial resolution: 2.5 km, Δt 1h, forecast horizon +48h, 2. spatial resolution: x km, Δt 1h, forecast horizon +72h, 8 ensembles,

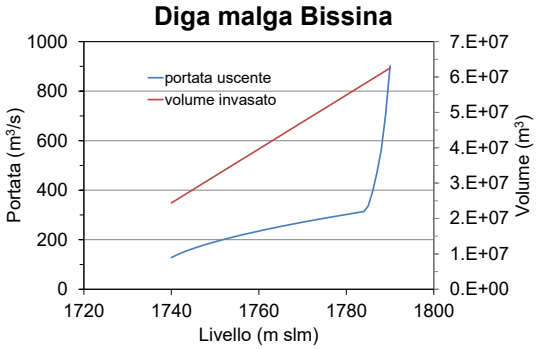
IL BACINO DEL F. CHIESE E DEL LAGO D'IDRO: DATI AL SUOLO per CALIBRAZIONI E VALIDAZIONE

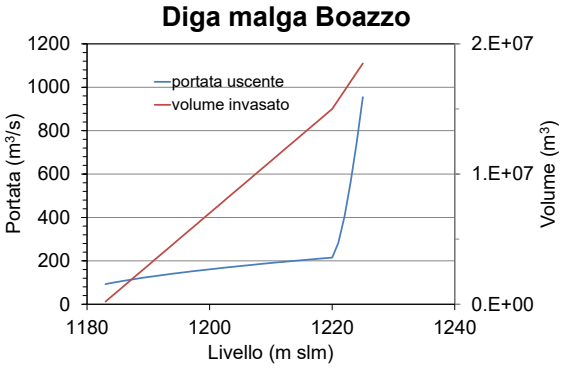
Stazioni METEO, Stazioni idrometriche , Dighe a Monte del Lago



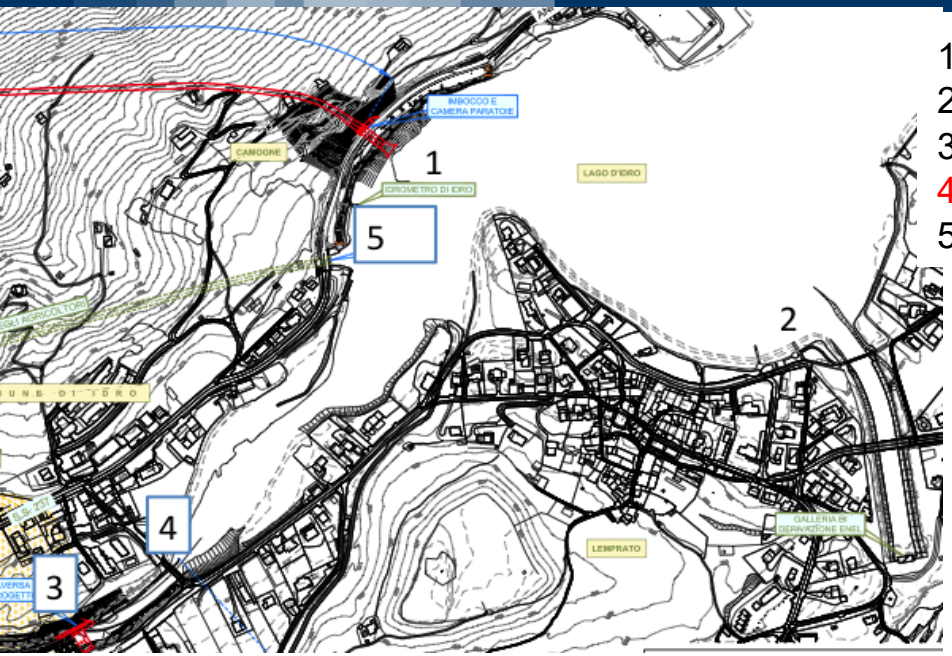
Bacino @ conf. Oglio (1250 km²)







LAGO IDRO: SCHEMA OPERE DI REGOLAZIONE

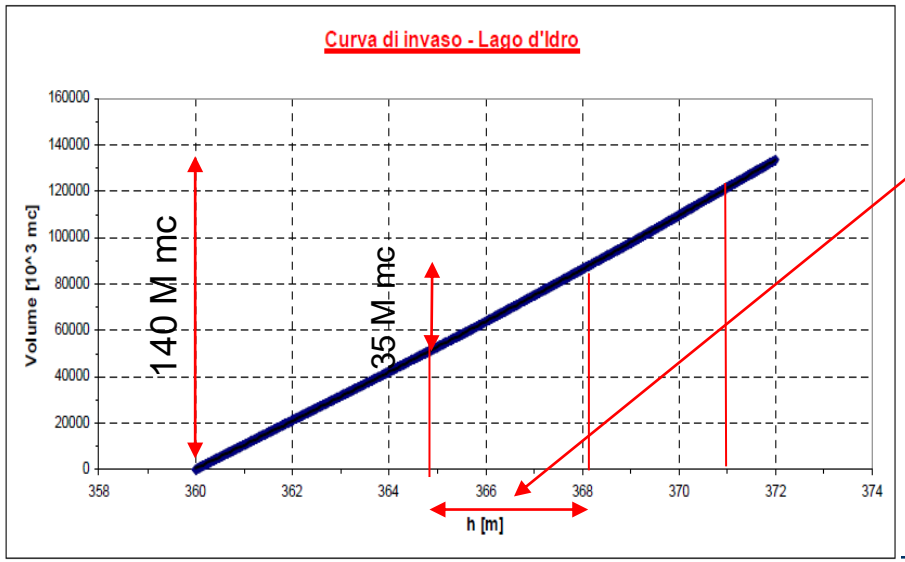


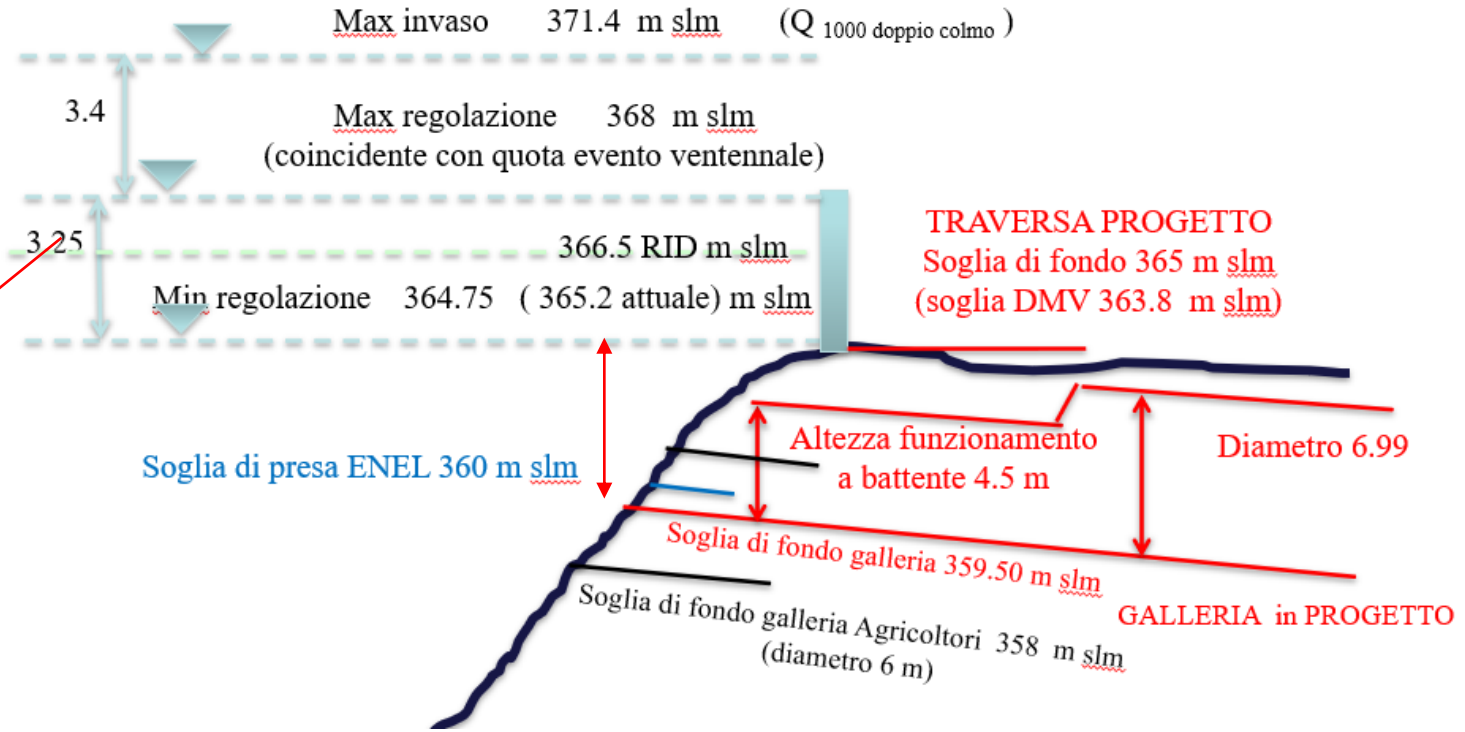
1. Galleria in progetto
2. Galleria ENEL
3. traversa esistente
4. Traversa in progetto
5. Galleria esistente





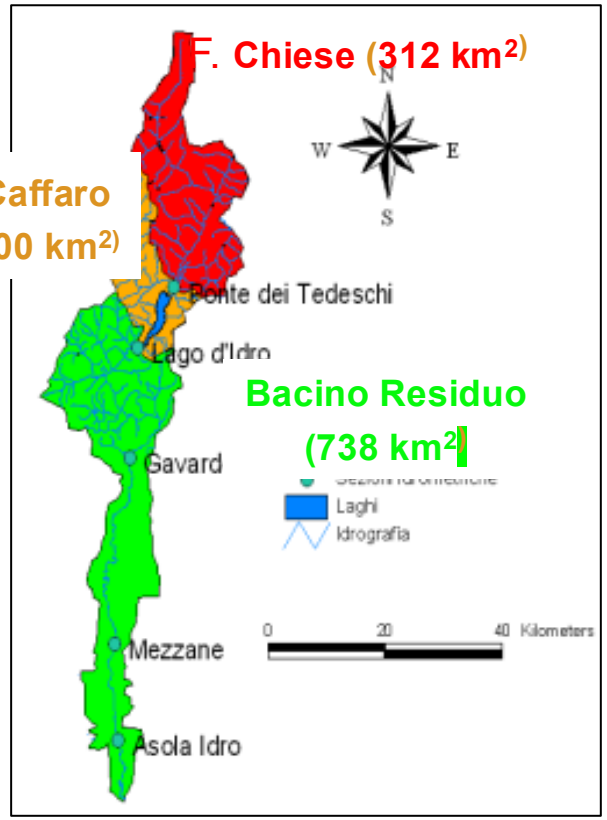






IL FUNZIONAMENTO DEL MODELLO IDROLOGICO IDRAULICO : PORTATE E VOLUMI

La calibazione multi sezione dei parametri modello per il volume annuo e per i picchi di

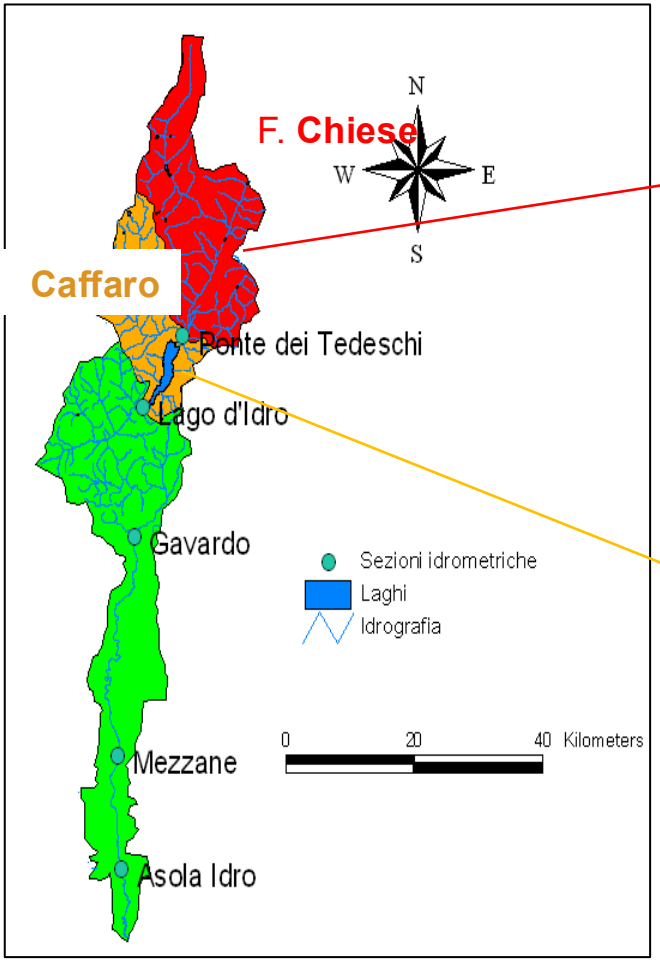


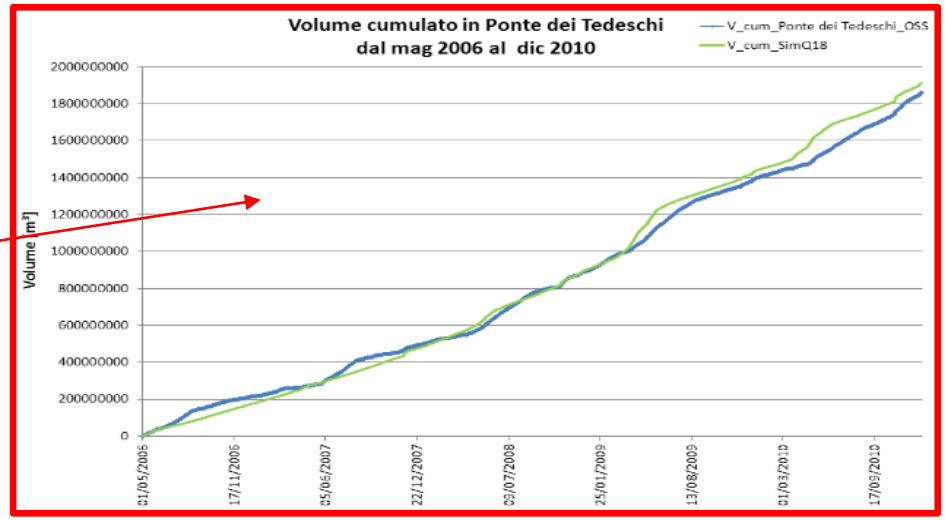
Bacino @ conf. Oglio (1250 km2)

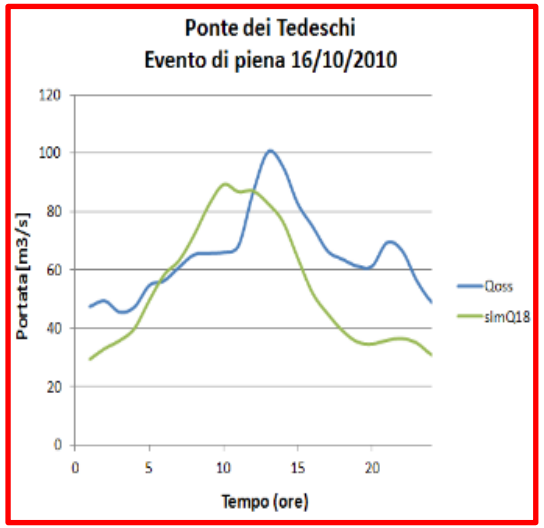
		Coefficienti correttivi				Errori simulato-osservato			
		k_{sat}	k_{prof}	prof_suolo	CN	Err % volume cumulato	Err % portata al colmo assoluto	Err % portata al colmo	Indice di Nash
Sottobacino Ponte dei Tedeschi	SimQ00	1	1	1	0	-40	33	-4	-1.02
	SimQ01	0.01	1	1	0	-35	49	+31	-4.07
	SimQ02	100	1	1	0	-38	35	-21	-2.18
	SimQ03	0.01	1000	1	0	23	61	+43	-7.18
	SimQ04	0.01	700	1	0	22	59	+41	-6.59
	SimQ05	0.01	100	1	0	18	55	+39	-5.68
	SimQ06	0.01	10	1	0	6	51	+36	-4.85
	SimQ07	0.01	30	1	0	14	53	+38	-5.33
	SimQ08	0.01	20	1	0	12	52	+38	-5.14
	SimQ09	0.01	5	1	0	-4	50	+35	-4.61
	SimQ11	10	5	1	0	-8	32	-8	-0.73
	SimQ12	0.01	5	1	0	-4	46	+30	-0.71
	SimQ13	100	100	1	0	15	32	-10	-0.48
	SimQ15	1	50	1	0	14	31	+4	-1.03
	SimQ16	1	10	1	0	3	31	+1	-0.92
Sottobacino Ingresso lago	SimQ16	1	1	1	0	-22	24	-21	-1.62
	SimQ17	0.01	100	1	0	-4	17	-8	-0.17
	SimQ18	0.01	1000	1	0	-2	16	+1	0.15
Sottobacino sub lacuale	SimQ19	1	1	1	0	-14	49	-49	-3.6
	SimQ20	0.01	1	1	0	-13	39	-39	-2.19
	SimQ21	0.01	100	1	0	8	33	-33	-1.15
	SimQ22	0.001	80	1	0	8	19	-16	0.07
	SimQ23	0.0001	10	1	0	5	13	3	0.07
	SimQ24	0.0009	5	1	0	-3	20	-18	-0.11
	SimQ25	0.0002	8	1	0	3	13	-4	0.19
	SimQ26	0.0001	8	1	0	4	12	3	0.08
	SimQ27	0.0001	7	1	0	3	12	3	0.08

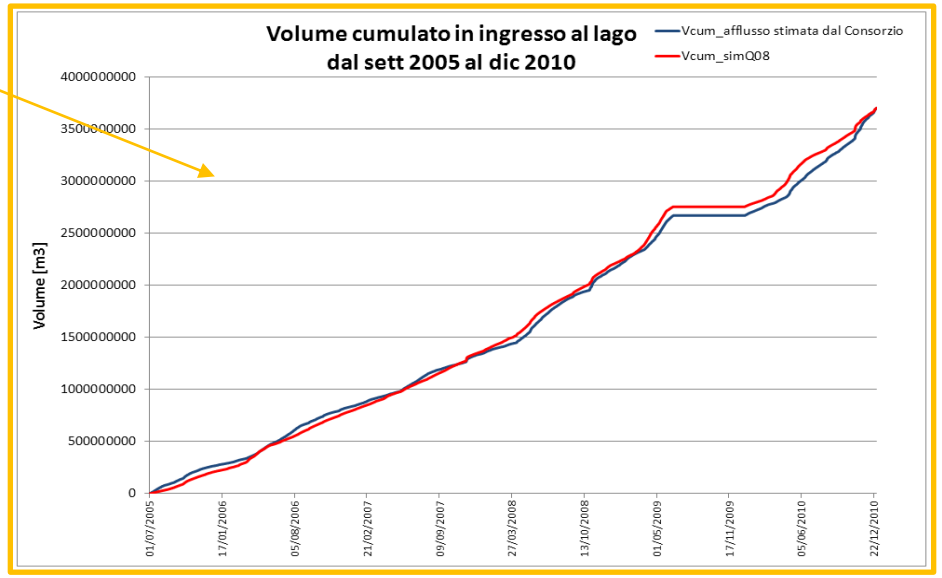
IL FUNZIONAMENTO DEL MODELLO: PORTATE E VOLUMI

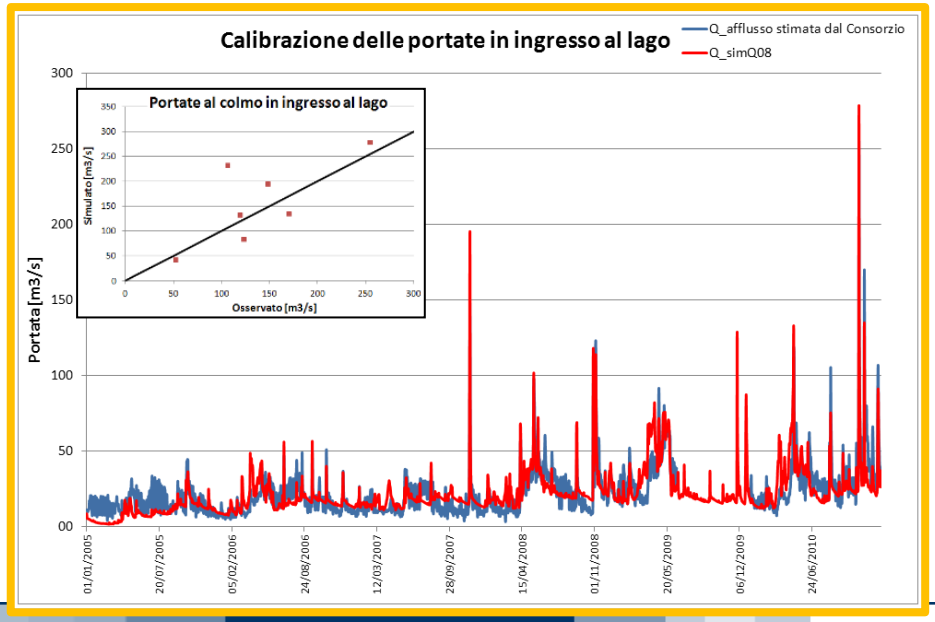
La Calibrazione del modello sul volume di deflusso superficiale: **F. Chiese a Ponte dei Tedeschi e all'immissione del lago**





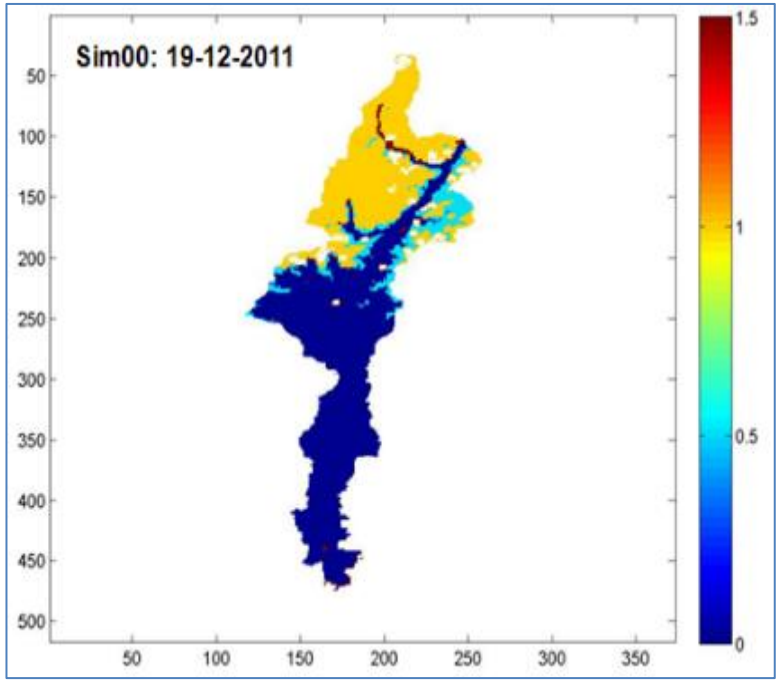


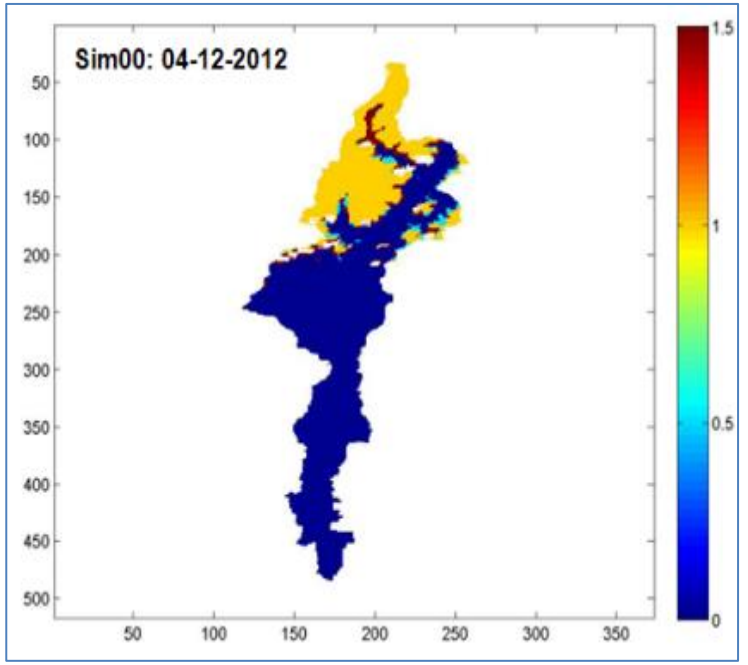




IL FUNZIONAMENTO DEL MODELLO: SCIOGLIMENTO E ACCUMULO NIVALE

VALIDAZIONE DELLA COPERTURA NEVE (2011-2014) con le osservazioni del satellite MODIS MOD10A1 (Δx =500 m)





INTERO BACINO			
Sim00		Tsup=0; Tinf=0; cm=5; Tb=0	
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato MODIS	Neve	171274	74967
	No Neve	30912	469241

Coincide SI Neve, Modello e osservata MODIS

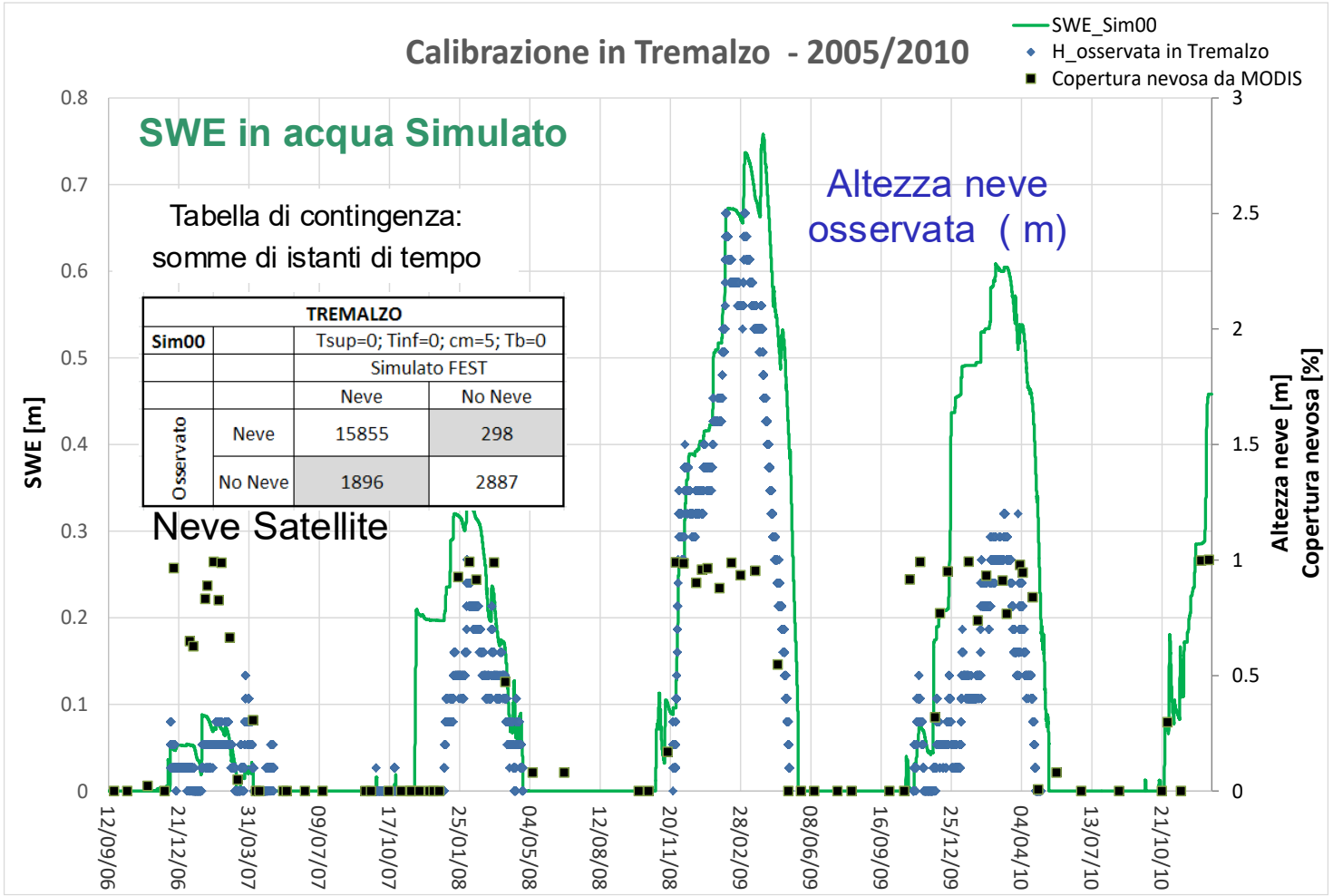
Coincide NO Neve, Modello e osservata MODIS

MODELLO SI neve e osservata MODIS NO

MODELLO NO NEVE OSSERVATA MODIS Si

CALIBRAZIONE DELLA DINAMICA NEVE:

Confronto dati al suolo , satellitari simulati



TREMALZO			
Sim00		Tsup=0; Tinf=0; cm=5; Tb=0	
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato	Neve	15855	298
	No Neve	1896	2887

Confronto dati al suolo , satellitari

Sim00	DAONE		
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato MODIS	Neve	28	38
	No Neve	4	42

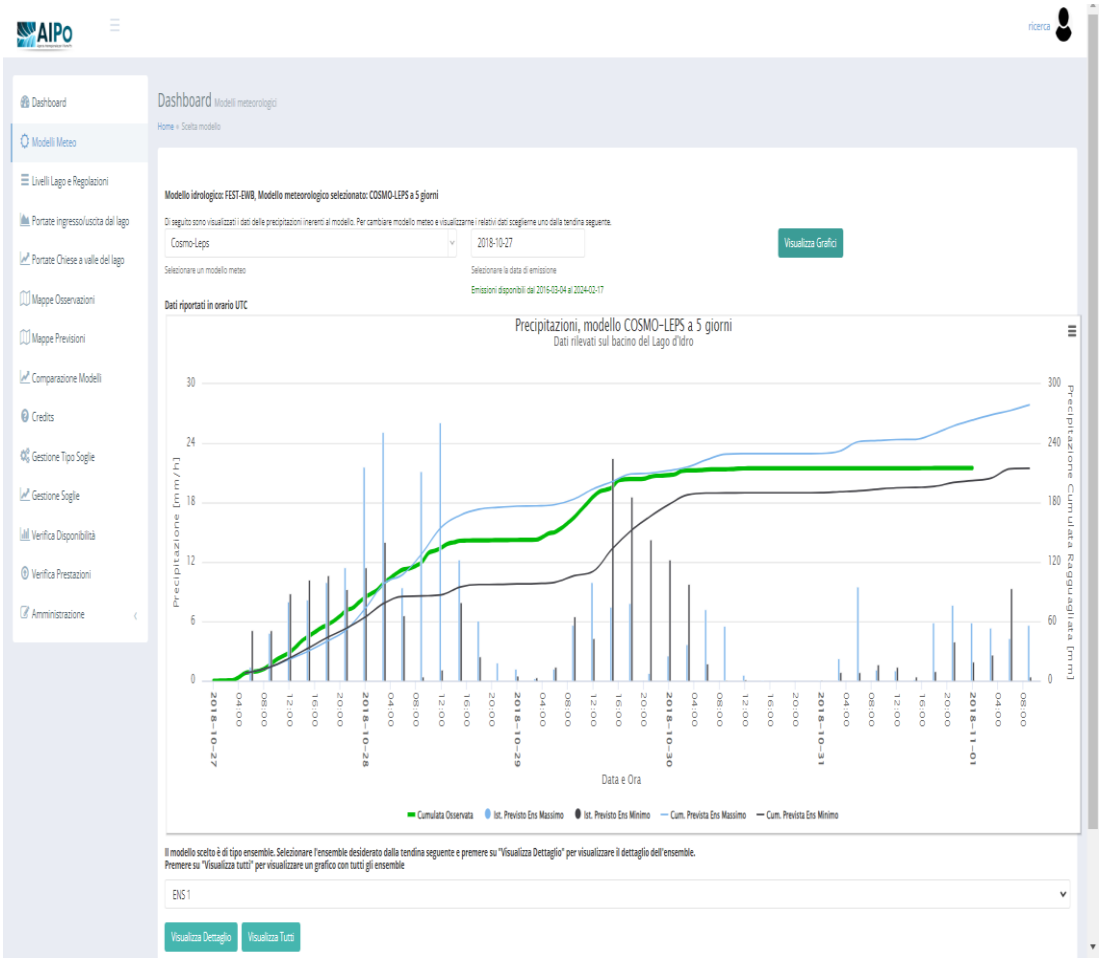
Sim09	DAONE		
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato MODIS	Neve	39	27
	No Neve	5	41

Sim00	TREMALZO		
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato MODIS	Neve	58	5
	No Neve	9	40

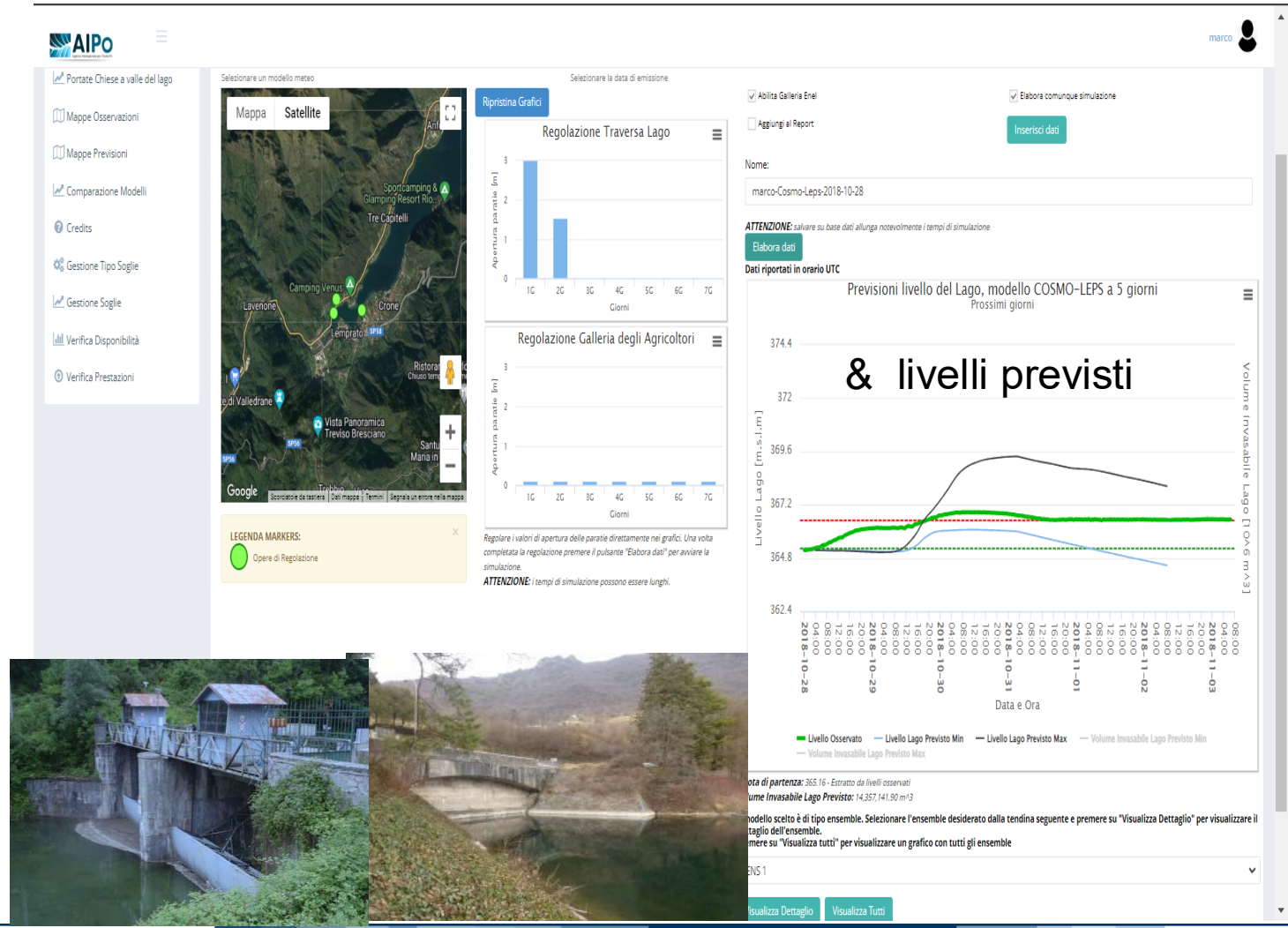
Sim09	TREMALZO		
		Simulato FEST	
		Neve	No Neve
Osservato MODIS	Neve	61	2
	No Neve	15	34

LA MODELLISTICA DI PREVISIONE METEOROLOGICA E LA PREVISIONE DEI LIVELLI NEL SERBATOIO

Precipitazione prevista (Max –Min) **nei 7 giorni di previsione**



Predisposizione Apertura paratoie nei 7 giorni di orizzonte di previsione



IDROGRAMMI IN USCITA DAL LAGO

per assegnata regolazione e modello previsionale

AIPo

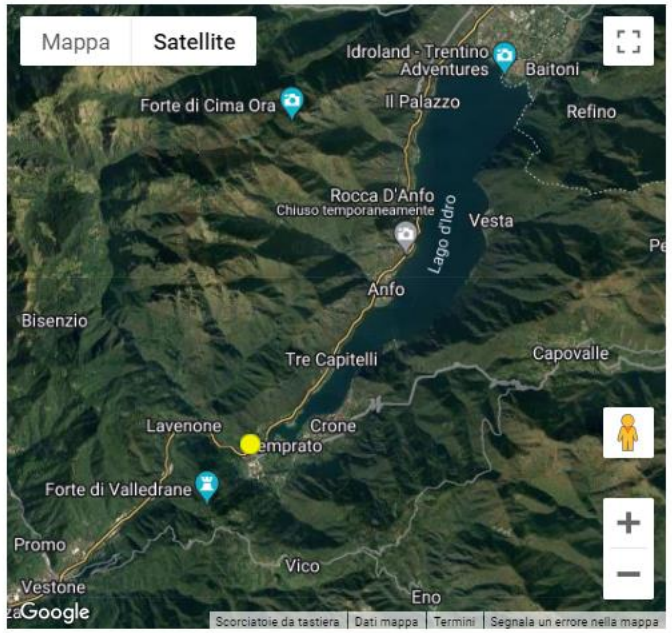
ricerca

- Dashboard
- Modelli Meteo
- Livelli Lago e Regolazioni
- Portate ingresso/uscita dal lago
- Portate Chiese a valle del lago
- Mappe Osservazioni
- Mappe Previsioni
- Comparazione Modelli
- Credits
- Gestione Tipo Soglie
- Gestione Soglie
- Verifica Disponibilità
- Verifica Prestazioni
- Amministrazione

Dashboard Visualizzazione dati Lago

Home • Lago d'Idro

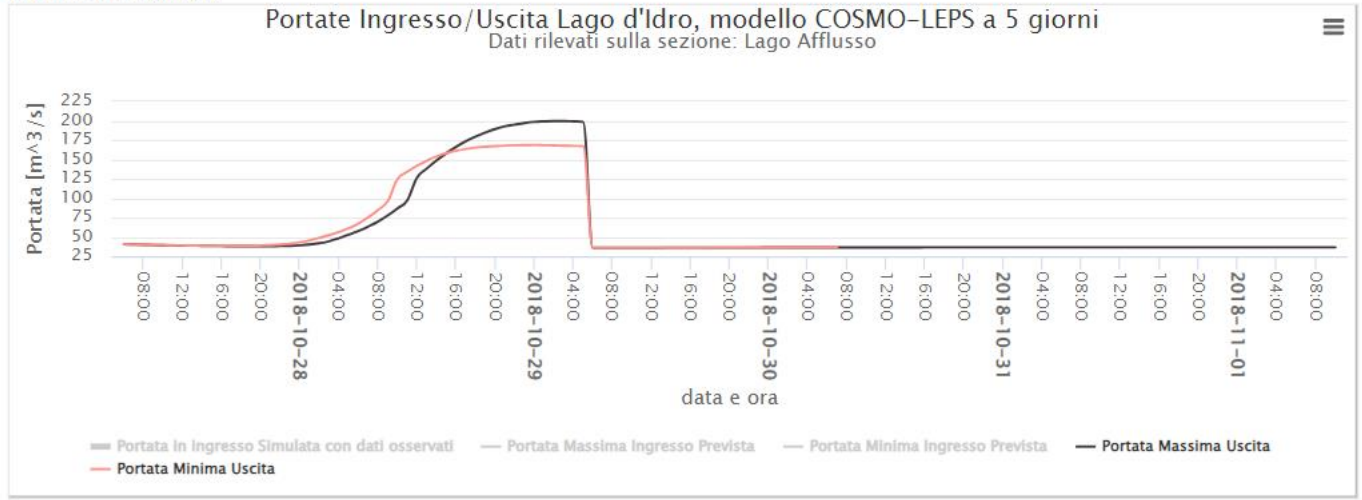
LAGO D'IDRO Modello idrologico: FEST-EWB, Modello meteorologico selezionato: COSMO-LEPS a 5 giorni - Data emissione: 2018-10-27



LEGENDA MARKERS:

- Portata in uscita
- Portata in ingresso

Dati riportati in orario UTC

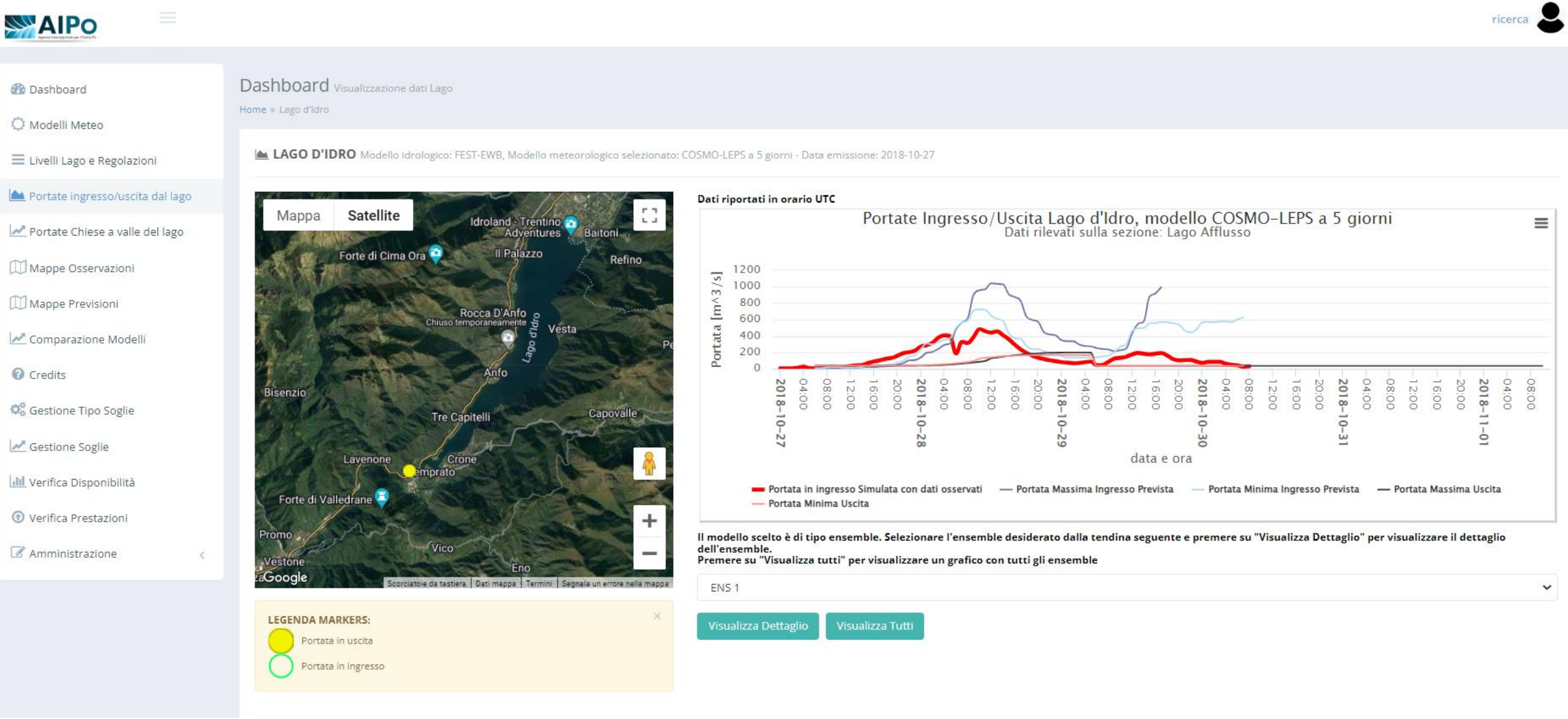


Il modello scelto è di tipo ensemble. Selezionare l'ensemble desiderato dalla tendina seguente e premere su "Visualizza Dettaglio" per visualizzare il dettaglio dell'ensemble.
Premere su "Visualizza tutti" per visualizzare un grafico con tutti gli ensemble

ENS 1

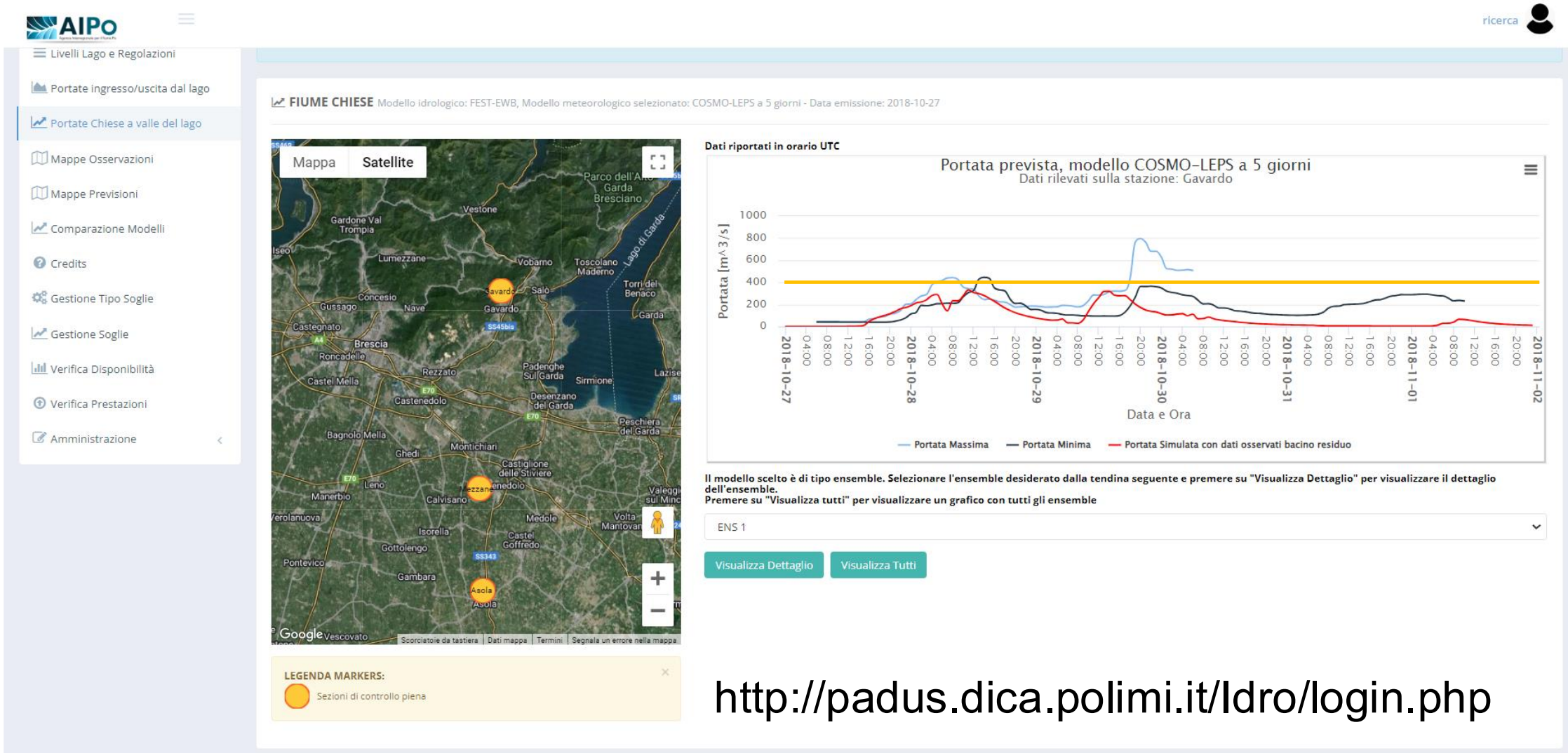
Visualizza Dettaglio | Visualizza Tutti

IDROGRAMMI PREVISTI IN INGRESSO e IN USCITA DAL LAGO PER CIASCUN MODELLO METEO DI PREVISIONE



PREVISIONE DELLA PORTATE LAMINATE DAL LAGO E DEL BACINO RESIDUO A VALLE

La somma degli idrogrammi in uscita dal serbatoio per assegnata regolazione e modello di previsione e idrologici del bacino residuo a valle



http://padus.dica.polimi.it/Idro/login.php

CONCLUSIONE : Qualche Risposta e qualche domanda

1)NON TUTTI GLI INVASI SONO UTILI ALLA LAMINAZIONE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

2) LA LAMINAZIONE DINAMICA DEVE APPLICARSI SOLO SE ESISTONO DEI REQUISITI DI AFFIDABILITA' SULL'INTERAZIONE MODELLI DI PREVISIONE MSUPERFICE E MORFOLOGIA DEI BACINI IDROGRAFICI

3) LA LAMINAZIONE DINAMICA E' UNO STRUMENTO ATTUALE CHE PUO' CONCILIARE UN USO ANTITETICO DI UNO STESSO VOLUME OGGI ANCHE COME STRUMENTO DI ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTI CLIAMTICI

a) Quali i requisiti e le modalità operativi di un modello di Supporto al gestore per la Laminazione dinamica?

Modelli in grado di seguire la dinamica fisica della trasformazione afflussi (anche nevosi) deflussi, l'idraulica della propagazione, a schema distribuito ed in continuo nel tempo .

b) Responsabilità del gestore «nella guida in tempo reale» della laminazione del lago?

Credo che vada individuata una modalità «assicurativa» per questa specifica modalità di gestione soprattutto rispetto al rischio idraulico a valle.

Questa tecniche possono essere esportate anche alle «dighe di laminazione» per un loro utilizzo irriguo?

4) Si risolvendo un problema di gestione idrica a condizione di chiarire il punto 2

marco.mancini@polimi.it

www.fest.polimi.it www.mmidro.it

Grazie della vostra attenzione !