

Cosa ci hanno insegnato le piene del Po?

A 25 anni dalla piena del 2000

SEMINARIO TECNICO-SCIENTIFICO

In occasione della pubblicazione della
*"CARTA GENERALE DEL FIUME PO DA MONCALIERI AL DELTA.
CON PROFILI, LIVELLI IDROMETRICI E DATI DI PIENE SIGNIFICATIVE"*
di Lino Coratza

***La modellistica numerica a supporto delle previsioni:
il sistema FEWS Po***

Elisa Comune

Responsabile di ARPAE-SIMC Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po

Il sistema FEWS Po: “Flood Early Warning System Po”



FEWS PO è un sistema per la **gestione di dati e modellistica in tempo reale**, che è stato sviluppato ai fini della **previsione idrologica e idraulica**, in supporto ai sistemi di allertamento e di governo delle piene del fiume Po.

FEWS PO - SISTEMA PREVISIONE PIENE FIUME PO

Direttiva PCM 08.02.2013 v. 2020.02


PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile


AIPO
Agenzia Interregionale per il fiume Po


Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po


arpae
agenzia
previsione
ambiente energia
emilia-romagna


Delft-FEWS


Regione Autonoma
Valle d'Aosta


REGIONE PIEMONTE


Regione
Lombardia


Regione Emilia Romagna

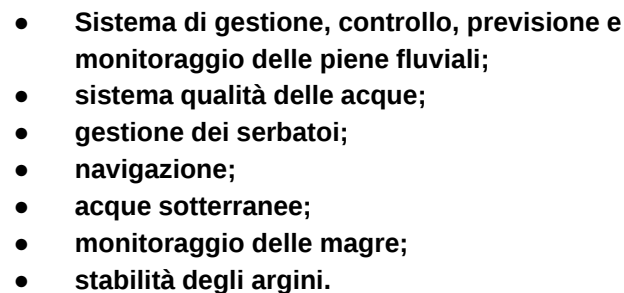

REGIONE DEL VENETO

La modellistica numerica a supporto delle previsioni: il sistema FEWS Po



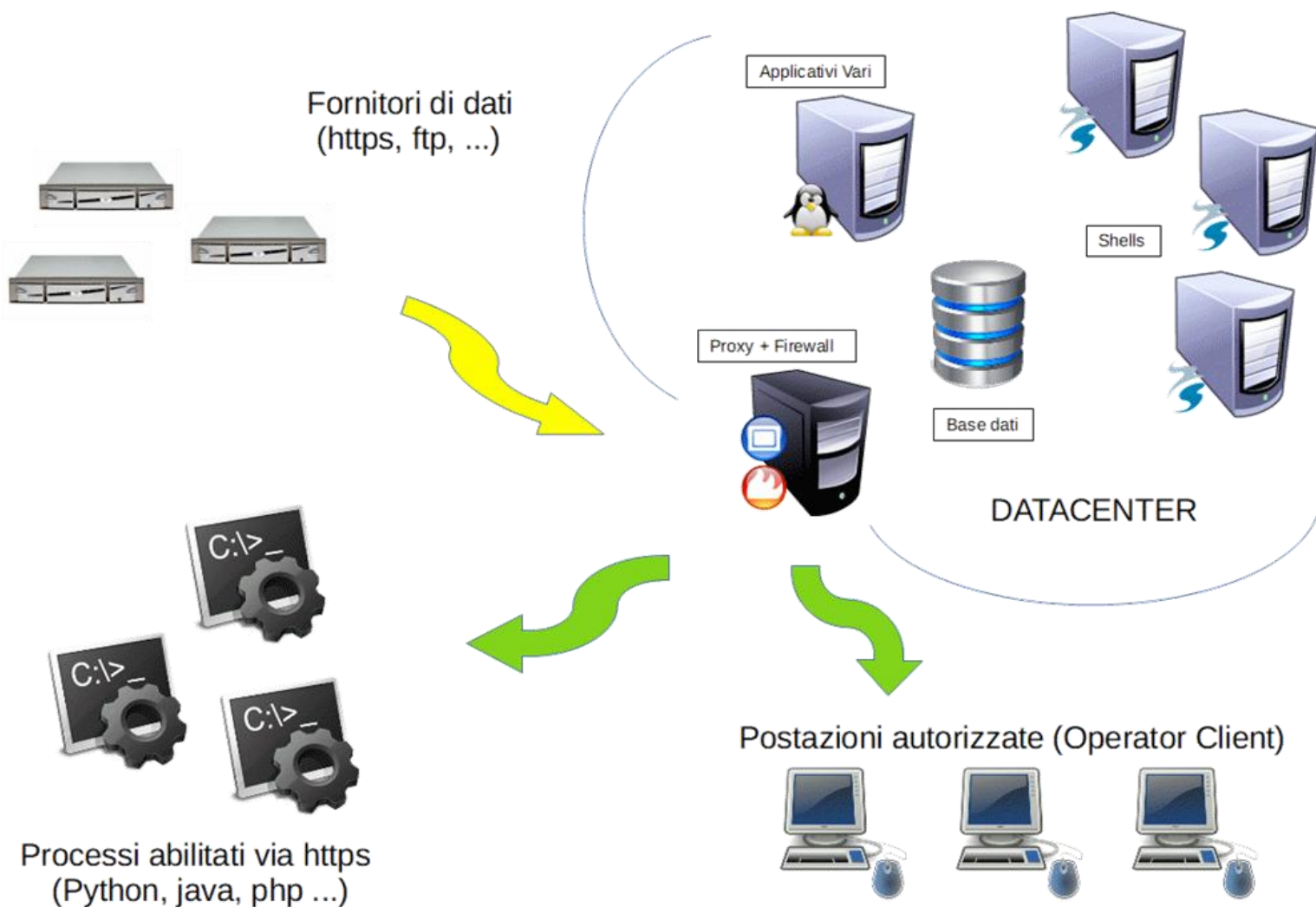
 Search Locations

© CARTO, © OpenStreetMap contributors

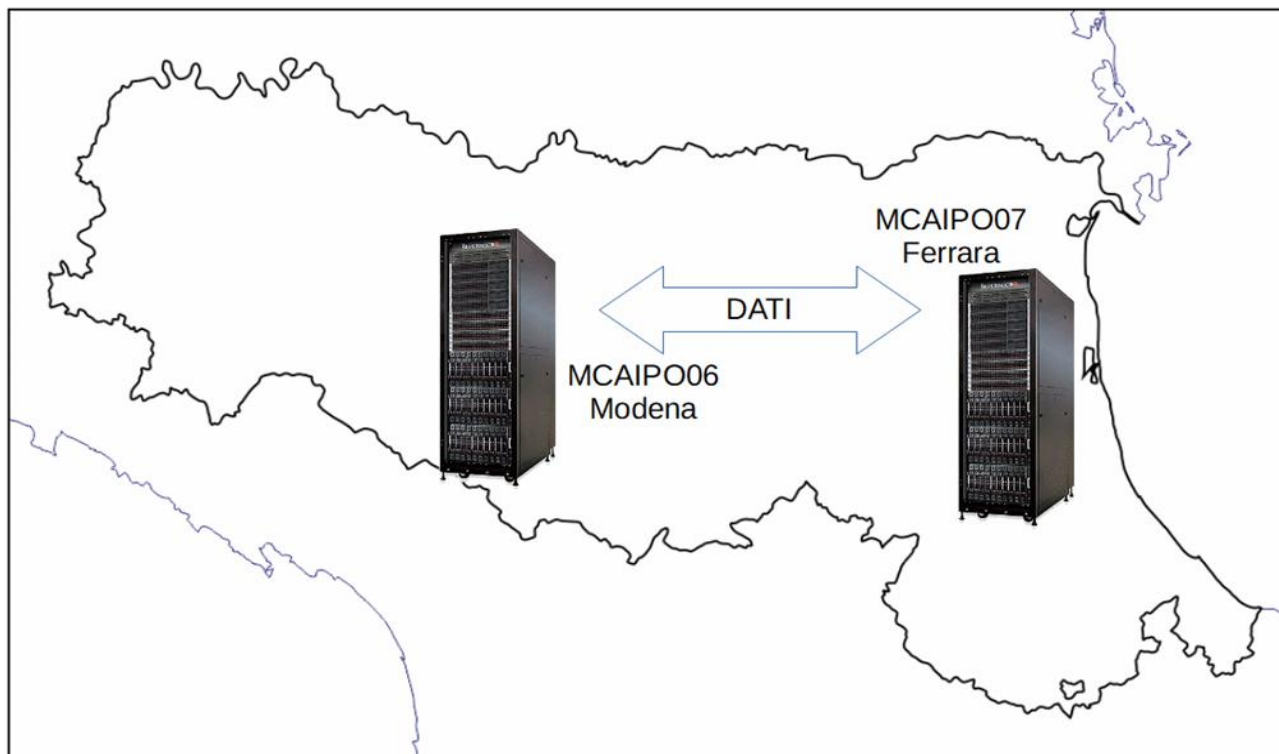


2000 km

Schema del sistema FEWS, struttura e flusso di dati



Il sistema FEWS Po è costituito da due **MASTER CONTROLLER** gestiti da ARPAE-SIMC, Servizio idrografia e idrologia regionale e distretto Po



- **MCAIPO06** (master principale)
- **MCAIPO07** (master secondario, di backup)

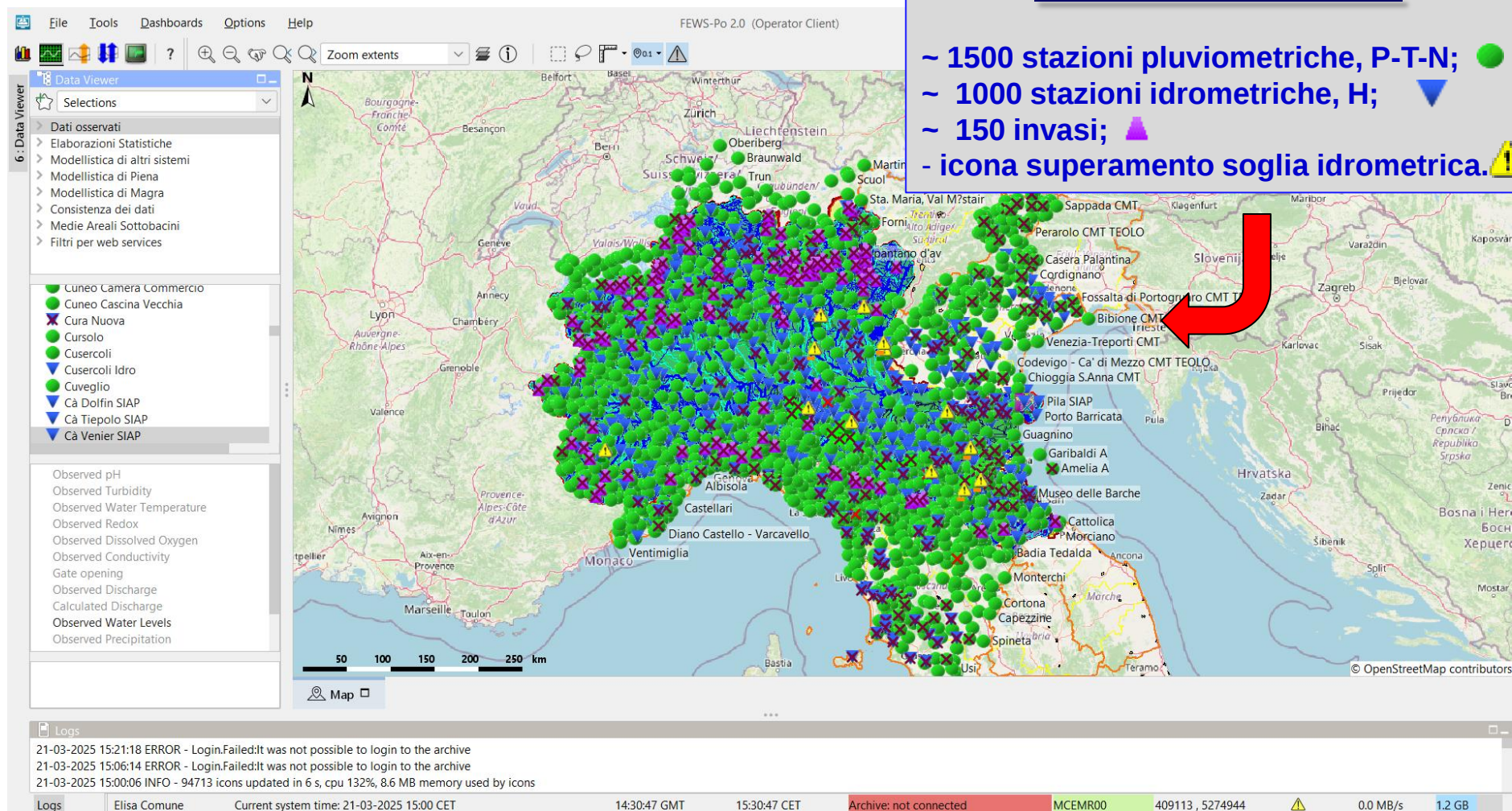
MCAIPO07 si allinea costantemente con *MCAIPO06*, pur essendo completamente autonomo in quanto ha attivi i servizi di erogazione ed acquisizione dati.

Qualora dovessero venir meno (anche solo parzialmente) i servizi di *MCAIPO 06*, verrebbe elevato a master principale per garantire il flusso continuo di informazioni.

Il Client FEWS – Interfaccia principale di accesso ai dati

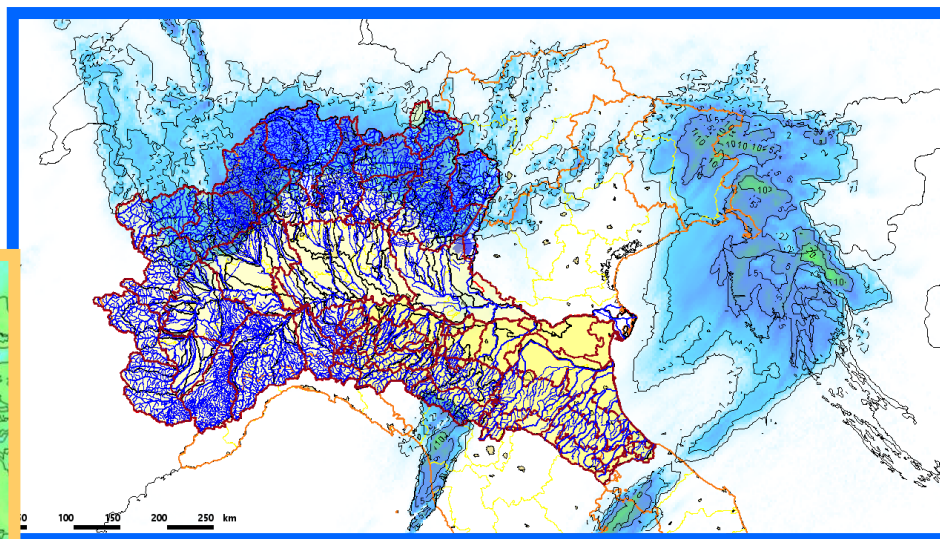
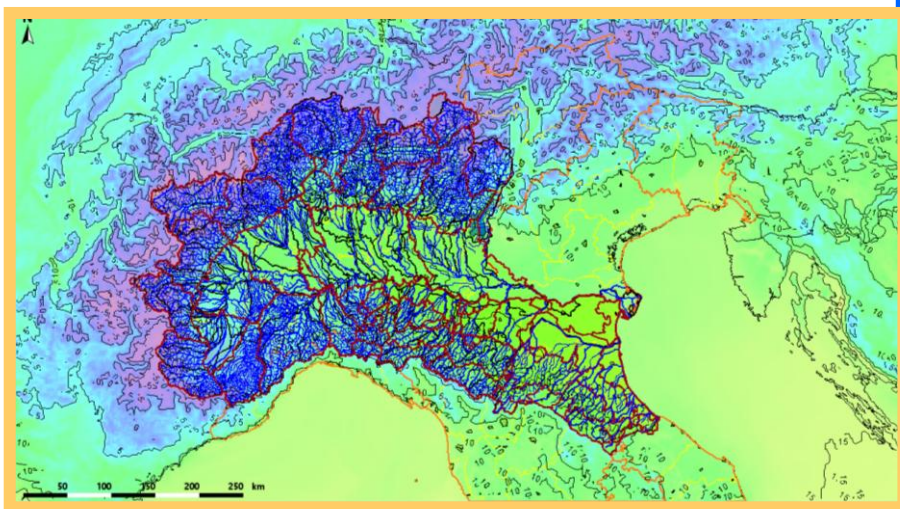
RETE DI MONITORAGGIO

- ~ 1500 stazioni pluviometriche, P-T-N; ●
- ~ 1000 stazioni idrometriche, H; ▼
- ~ 150 invasi; ▲
- icona superamento soglia idrometrica. ⚠



Dati di input al sistema FEWS

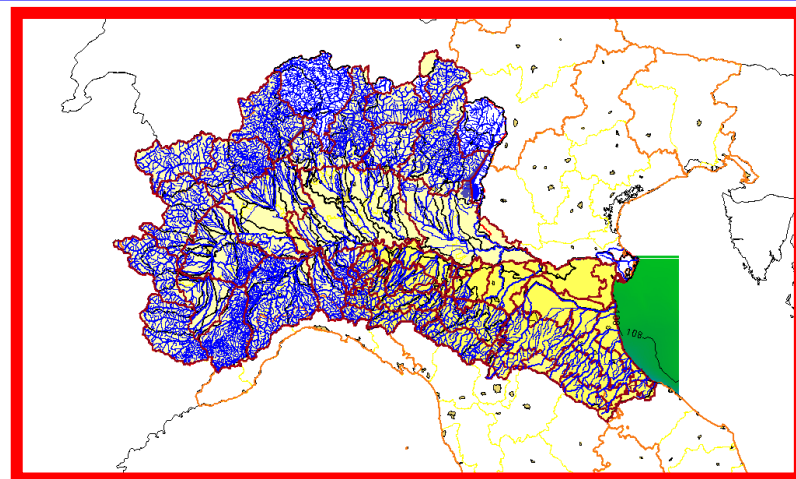
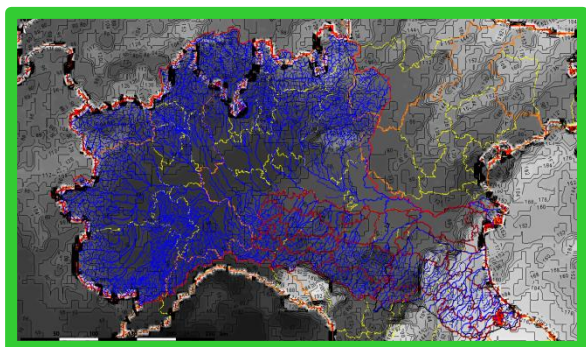
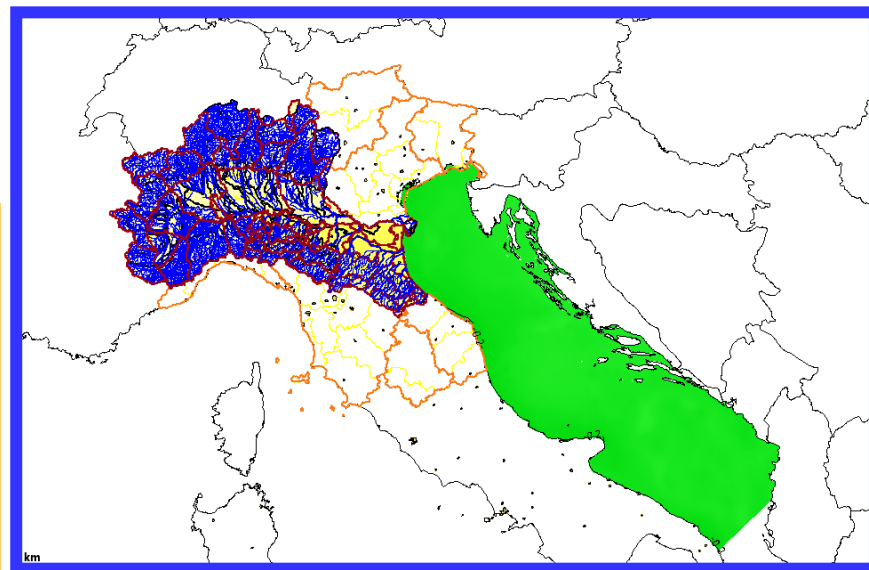
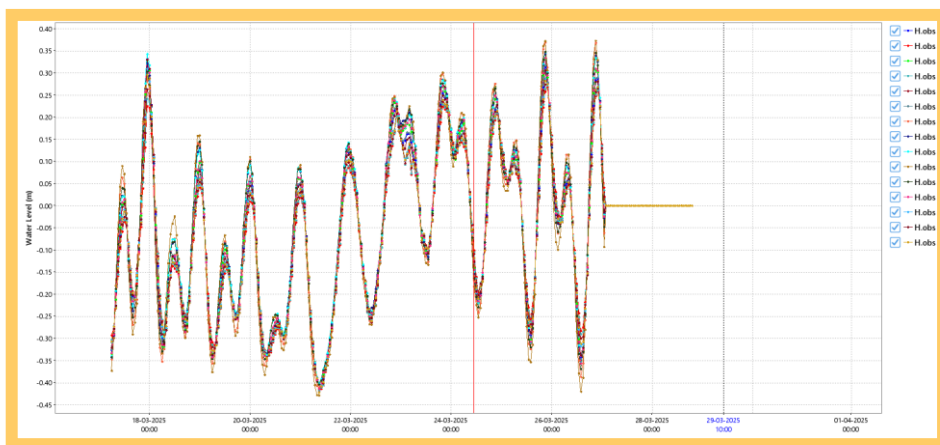
- Dati di **telemetria**: precipitazione, temperatura, nivometri, livelli idrometrici;
- Dato **RADAR Composito DPCN**;
- Dati di **previsione modelli meteorologici**:
 - **ICON-2I (+ 72h)**;
 - **ECMWF - deterministico ed ensemble (+ 10gg)**;
 - **COSMO LEPS – ensemble (+ 5gg)**;
 - **ICON 2I-RUC (+ 24h)**;
 - **GOSMO 5M (+ 72h)**;
 - **GOSMO 2I (+ 48h)**.



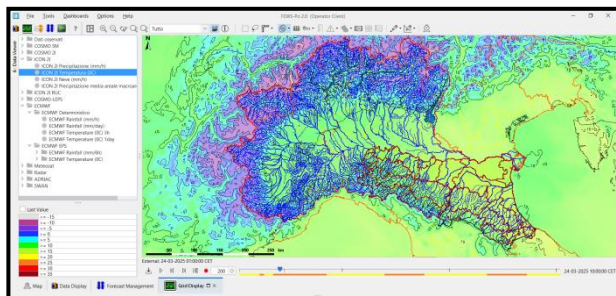
I modelli disponibili forniscono precipitazioni e temperature a diversa risoluzione spaziale e per diversi orizzonti di previsione

Dati di input al sistema FEWS

- Modello **ADRIAC**, usato nei modelli di piena come condizioni al contorno di valle (**livelli alla foce**);
- **Meteosat**;
- Modello mare **SWAN**.



MODELLAZIONE - PREVISIONE PIENE - FEWS-PO



**MODELLI
METEOROLOGICI**

} **Deterministici /Ensemble**

**PRECIPITAZIONI
TEMPERATURA
LIVELLO/PORTATA**

} **Osservati/Telemisura/
Radar/satellite**

**VALIDAZIONE, INTERPOLAZIONE
E TRASFORMAZIONE DATI**

**Prima
catena
HEC**

HEC-HMS

HEC-RAS

**Seconda
catena
M11**

MIKE11-NAM

MIKE11-HD

**Terza catena
Fluvial**

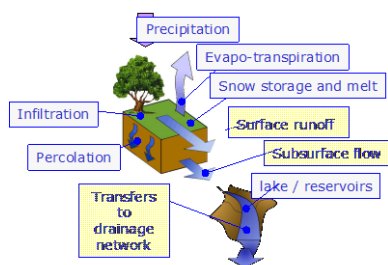
TOPKAPI

SOBEK

**Catena configurata
dall'utente**

HMS/NAM/TOPKAPI

RAS/MIKE11/SOBEK



Le previsioni idrologico - idrauliche

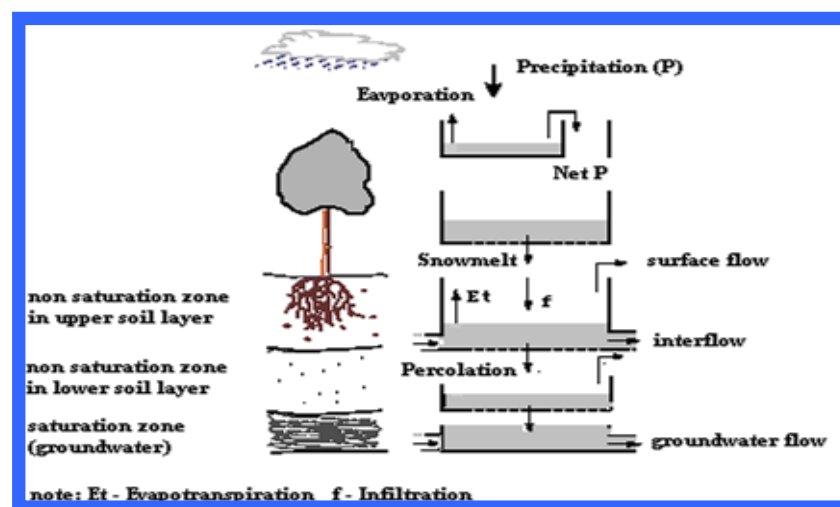
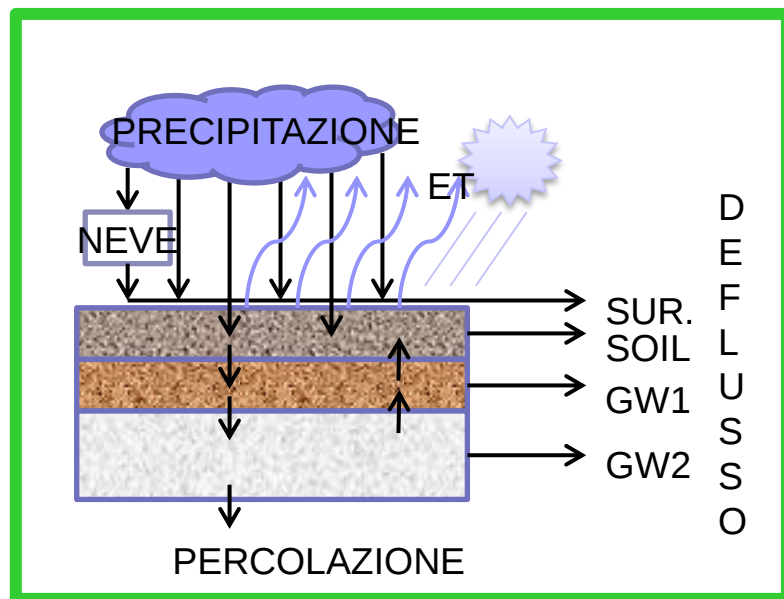
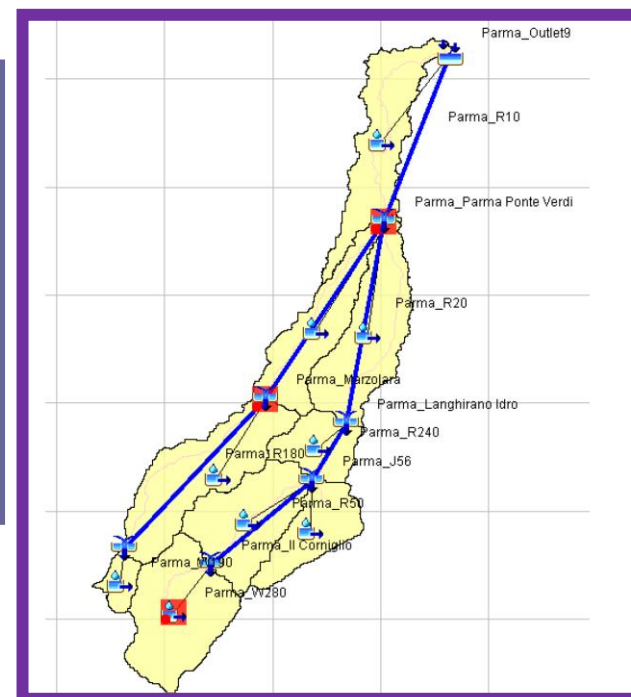
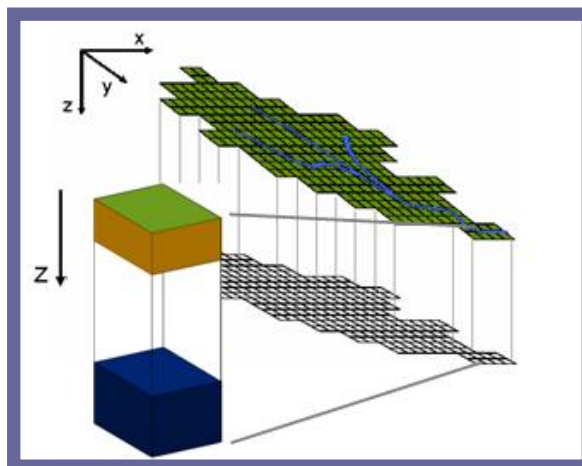
Sono fornite dalle catene implementate nel sistema FEWSPO, ciascuna delle quali è composta da un modello idrologico ed un modello idraulico:

- ☐ HEC HMS – RAS
- ☐ MIKE NAM – HD
- ☐ TOPKAPI – SOBEK

- I **modelli idrologici** consentono la schematizzazione del ciclo idrologico, rappresentando processi come l'invaso temporaneo di parte dell'acqua piovana sulla superficie del bacino, l'imbibimento dello strato superficiale del terreno, il cui stato regola la formazione del deflusso superficiale, la raccolta e il rilascio nel sistema della falda sotterranea dell'acqua che percola nel terreno, i processi di fusione della neve, in funzione dell'altitudine e della temperatura, la propagazione del deflusso sui versanti, etc...
- I **modelli idraulici** rappresentano il processo di scorrimento dell'acqua negli alvei fluviali, la composizione e la traslazione delle onde di piena, calcolandone e prevedendone l'andamento verso valle, in termini di variazione nel tempo e nello spazio del livello idrometrico e della portata.

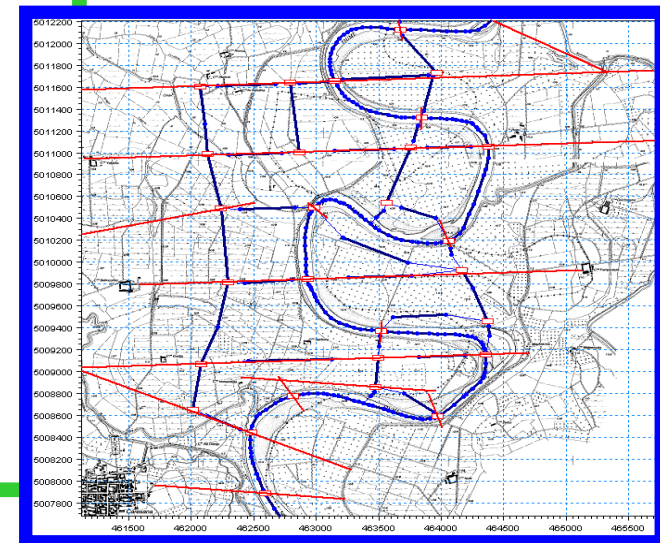
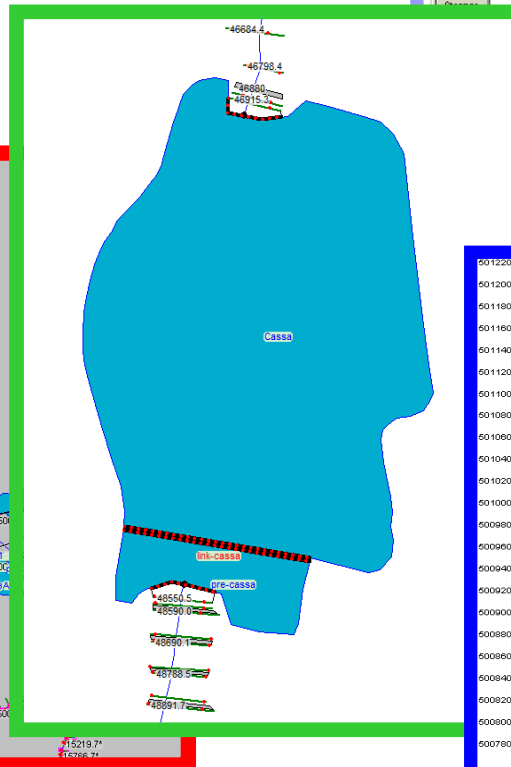
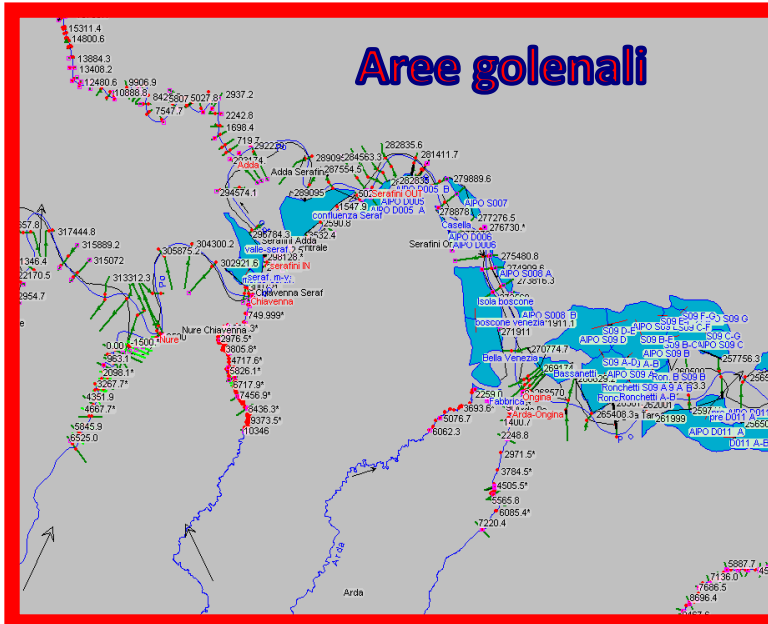
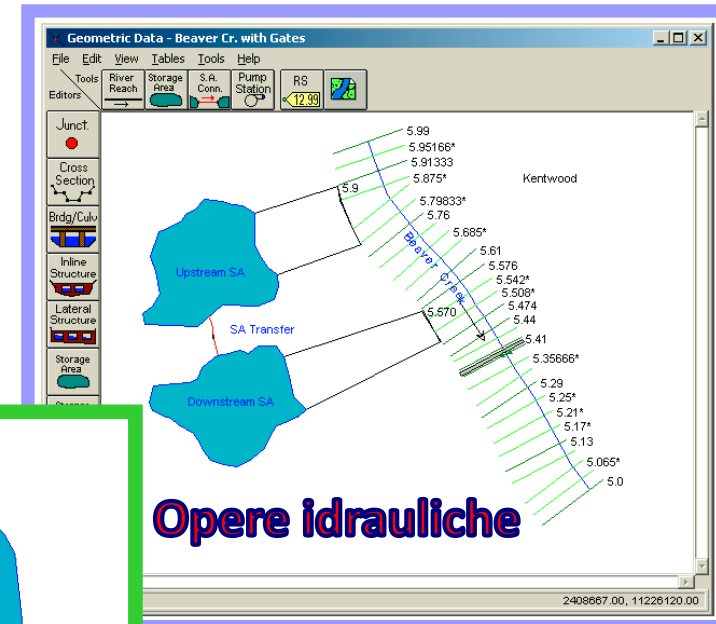
I modelli idrologici

- **HEC – HMS**
(SMA model, Bennett, 1985)
- **Mike – NAM**
(NAM model, S.A. Nielsen and E. Hansen, 1973)
- **TOPKAPI**
(TOPKAPI model, Todini 1995)



I modelli idrodinamici

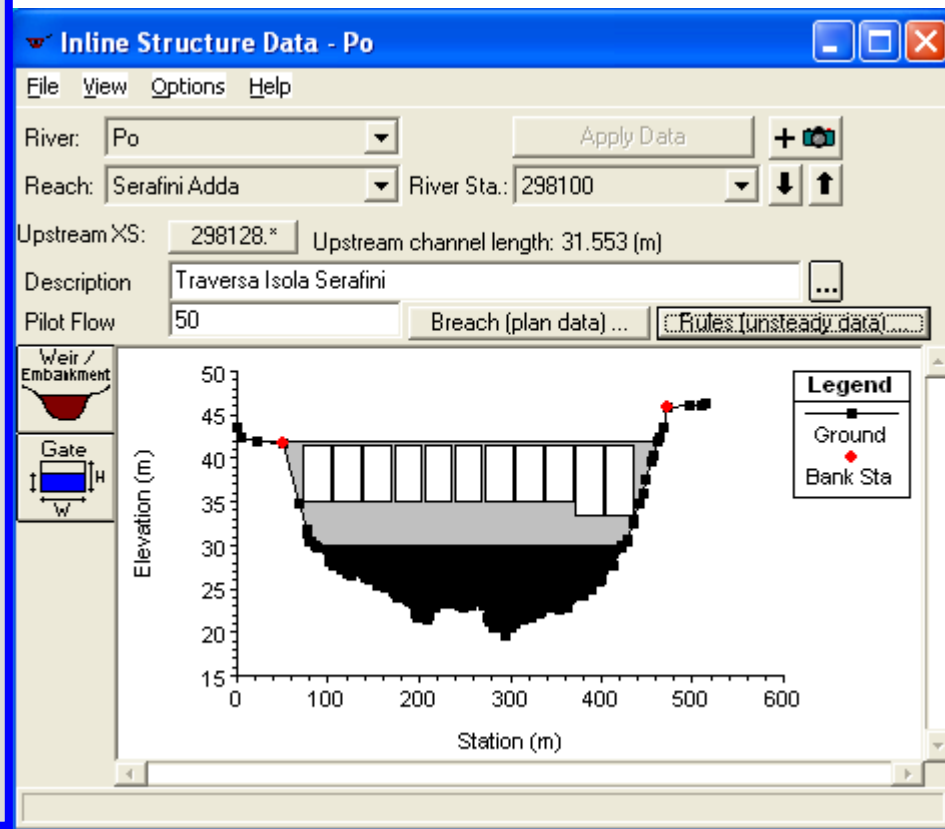
- **HEC – RAS** (Preissmann Chen, 1975)
- **Mike - HD** (Abbott Ionescu, 1967)
- **Sobek** (Delft scheme, Deltares)



Analisi di strutture complesse

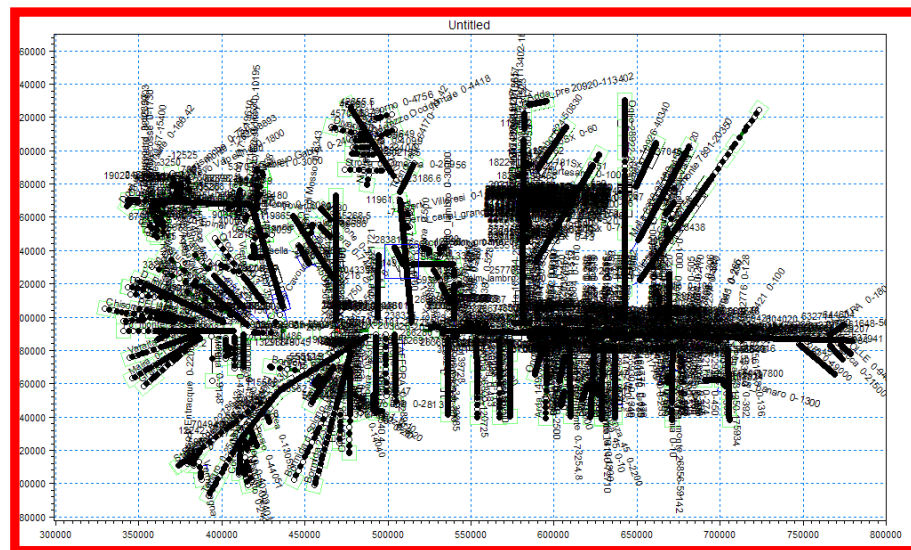
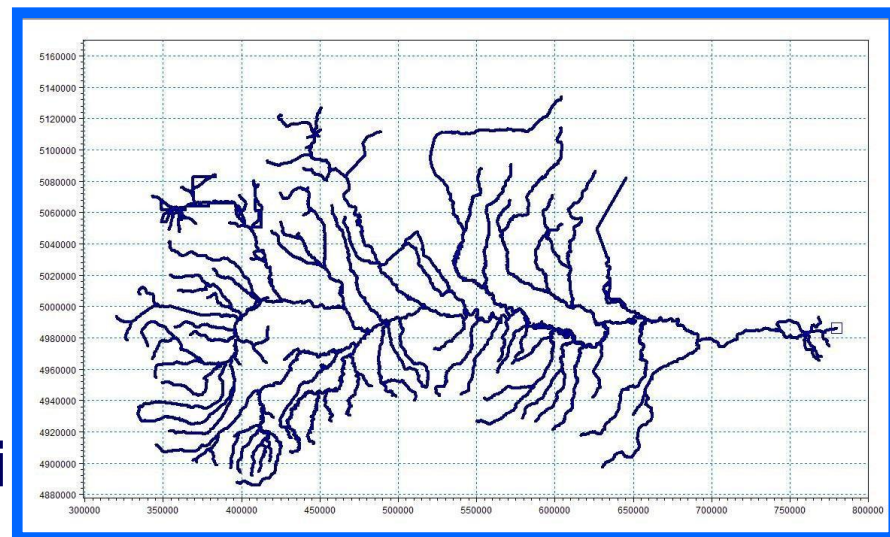
RULES OPERATION

```
'livello monte' = Cross Sections:WS Elevation(Po,Serafini
Adda,298159.6,Value at previous time step)
'portata monte' = Cross Sections:Flow(Po,Trebbia
Nure,327408.5,Value at previous time step)
'gate-1' = Inline Structures:Gate.Opening(Po,Serafini
Adda,298100,Gate #1,Value at previous time step)
'gate-2' = Inline Structures:Gate.Opening(Po,Serafini
Adda,298100,Gate #2,Value at previous time step)
If ('livello monte' > 41.05) And ('livello monte' <= 41.1) Then
    Gate.Opening = 1.1 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 1.1 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' > 41.1) And ('livello monte' <= 41.2) Then
    Gate.Opening = 1.2 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 1.2 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' > 41.2) Then
    Gate.Opening = 1.5 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 1.5 * 'gate-2'
    End If
If ('livello monte' < 40.95) And ('livello monte' >= 40.9) Then
    Gate.Opening = 0.9 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 0.9 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' < 40.9) And ('livello monte' >= 40.8) Then
    Gate.Opening = 0.8 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 0.8 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' < 40.8) Then
    Gate.Opening = 0.7 * 'gate-1'
    Gate.Opening = 0.7 * 'gate-2'
    End If
If ('portata monte' > 5500) Then
    Gate.Opening = 8
    Gate.Opening = 6.5
    End If
```



Modello Po: alcuni numeri

- ~500 bacini idrografici
- ~400 rami
- ~200 corsi d'acqua principali
- ~250 strutture
- ~50 control structure
- ~11380 sezioni

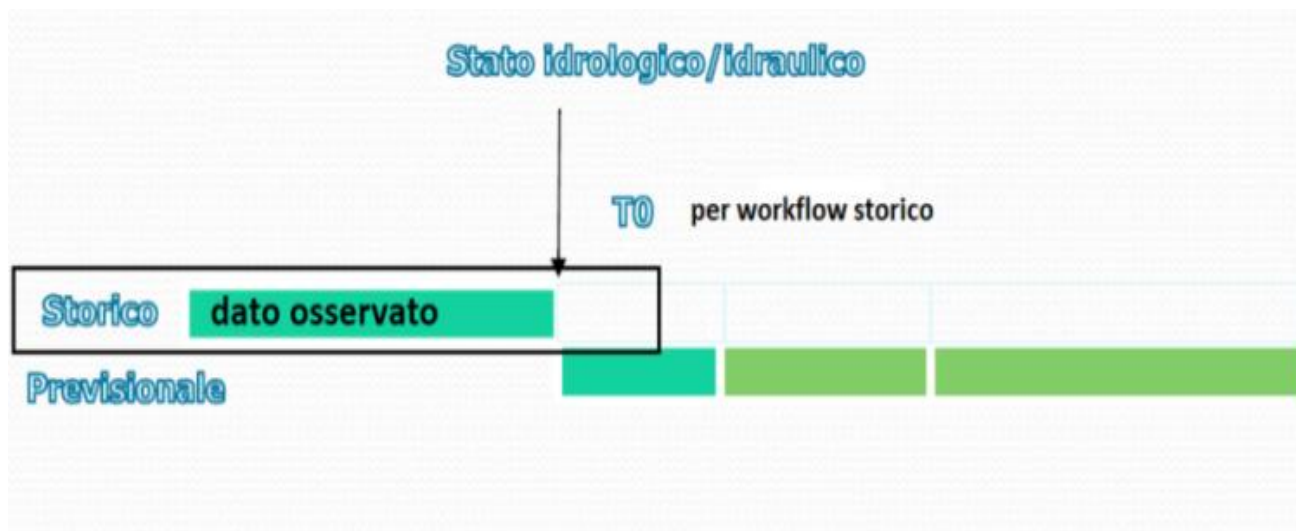


RUN HISTORICAL FEWS PO

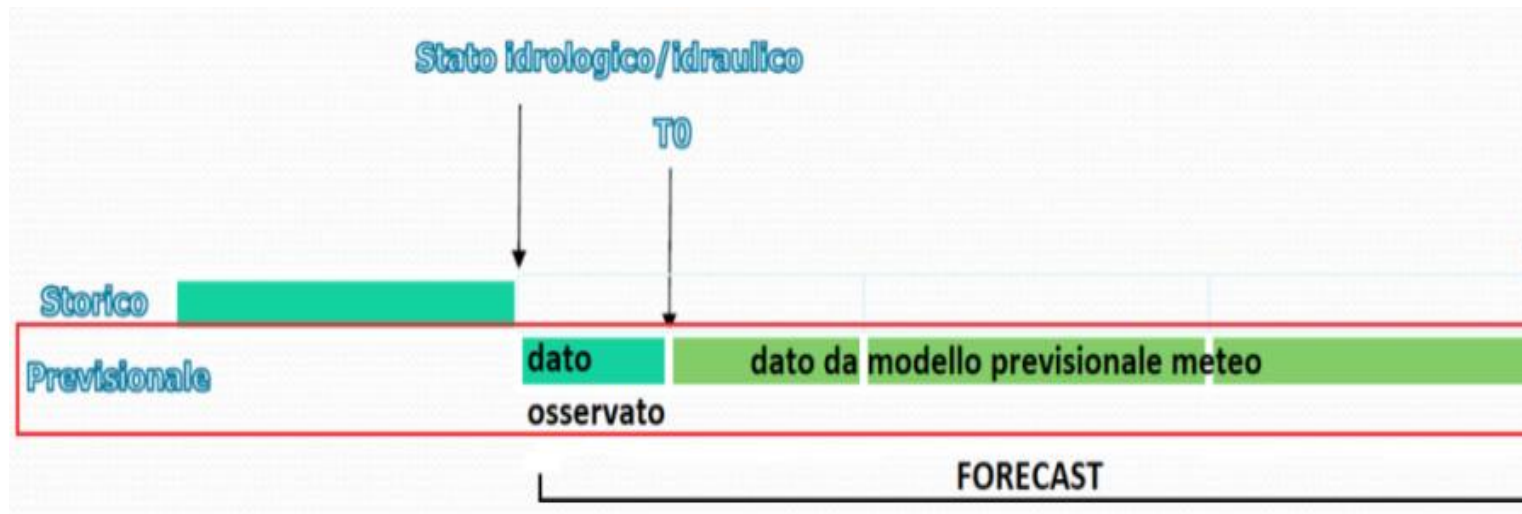
I run storici (Historical Run) eseguono una simulazione al giorno, utilizzando i dati osservati. Servono per creare e salvare lo “stato caldo” che sarà lo stato iniziale di partenza a cui i run di forecast si allineeranno.

Sono tre gli Historical Run per i modelli di piena:

- **Hec Historical;**
- **Fluvial Historical;**
- **M11 Historical.**



RUN FORECAST FEWS PO

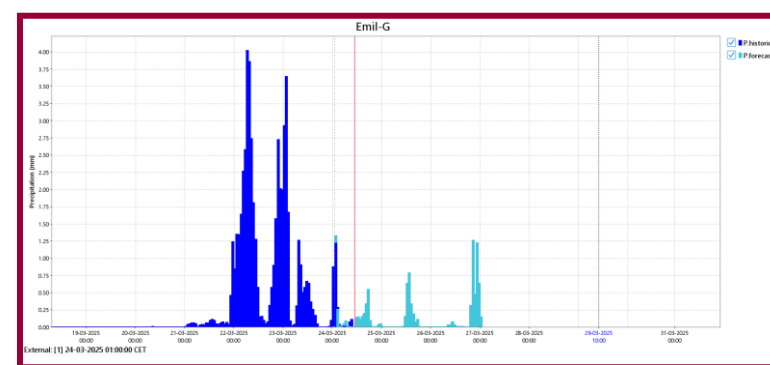
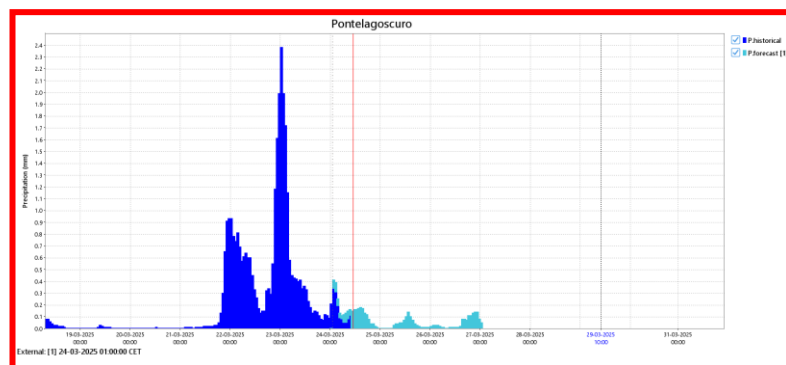
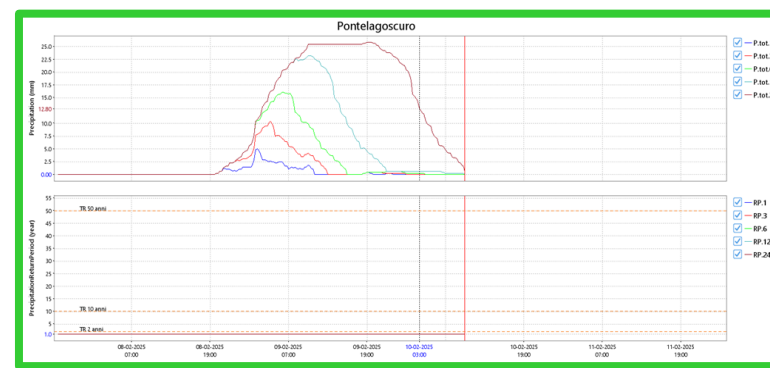
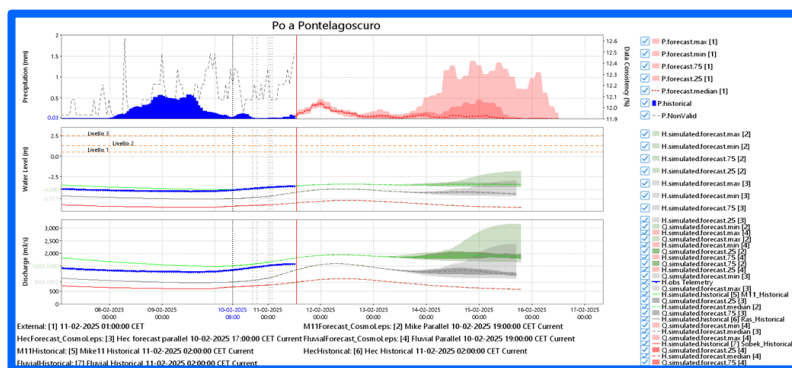


I **run previsionali** (Forecast Run) differenziati a seconda del modello previsionale meteo che li alimenta, eseguono un run circa ogni ora.

Il processo include anche i dati osservati delle ultime ore a disposizione del sistema, in modo da affinare la simulazione e cercando di dare, in tempo reale, la migliore risposta del sistema.

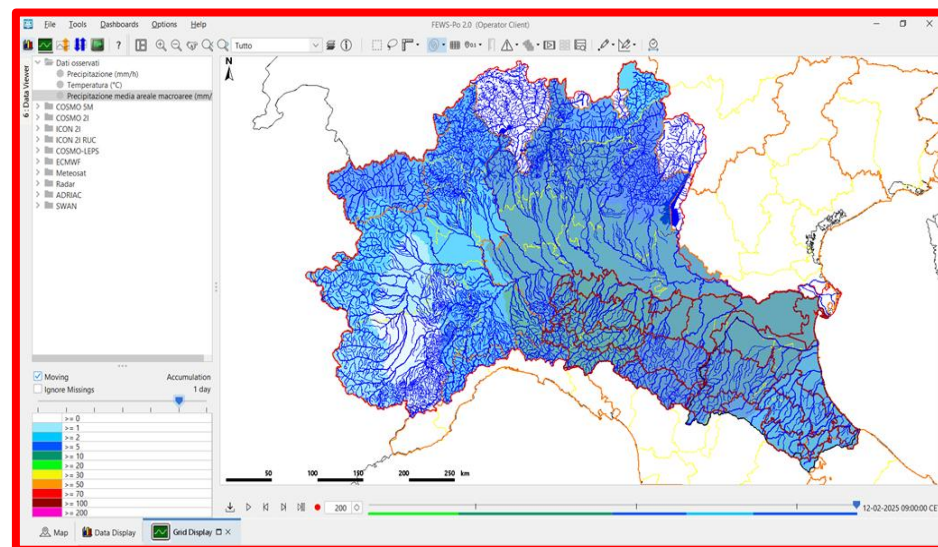
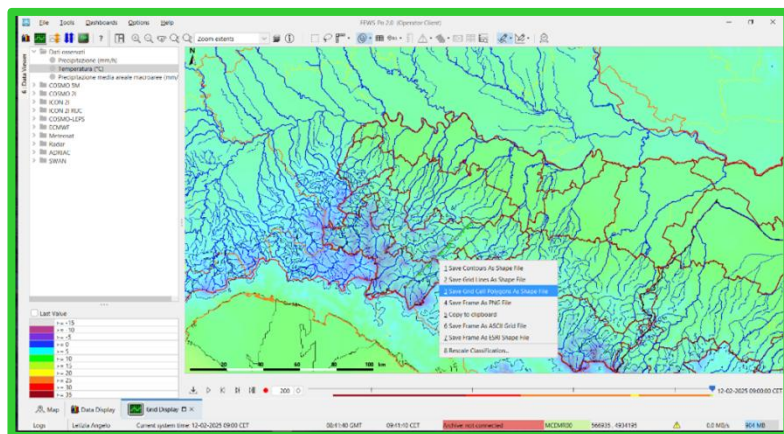
Dati di output al sistema FEWS

- **Trasformazioni in tempo reale** (livelli - portate);
- **risultati modellistica di piena asta Po** (ICON 2I, ECMWF-DET, COSMO 5M, COSMO 2I, COSMO-LEPS ensemble – livelli e portate simulati);
- **elaborazioni statistiche** (severità della precipitazione puntuale per *durate 1-3-6-12 e 24h*, piogge areali aggregate alla chiusura dei bacini idrografici e sulle macroaree);

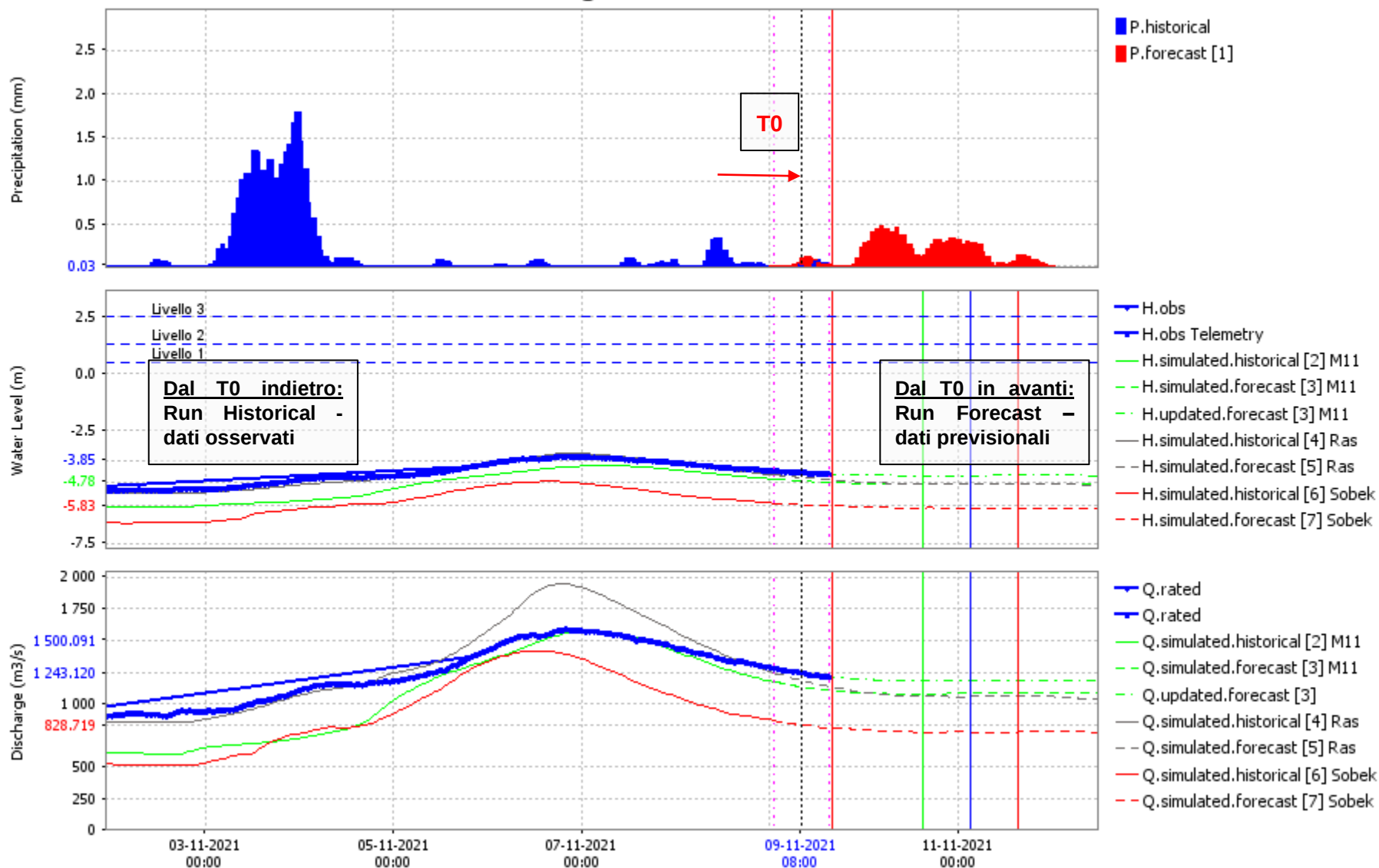


Dati di output al sistema FEWS

- visualizzazione in tempo reale della precipitazione media areale osservata e prevista;
- griglie modelli di previsione - filmato – avi - profili sulla griglia.
- condivisione dati all'esterno tramite Web services.



Po a Pontelagoscuro



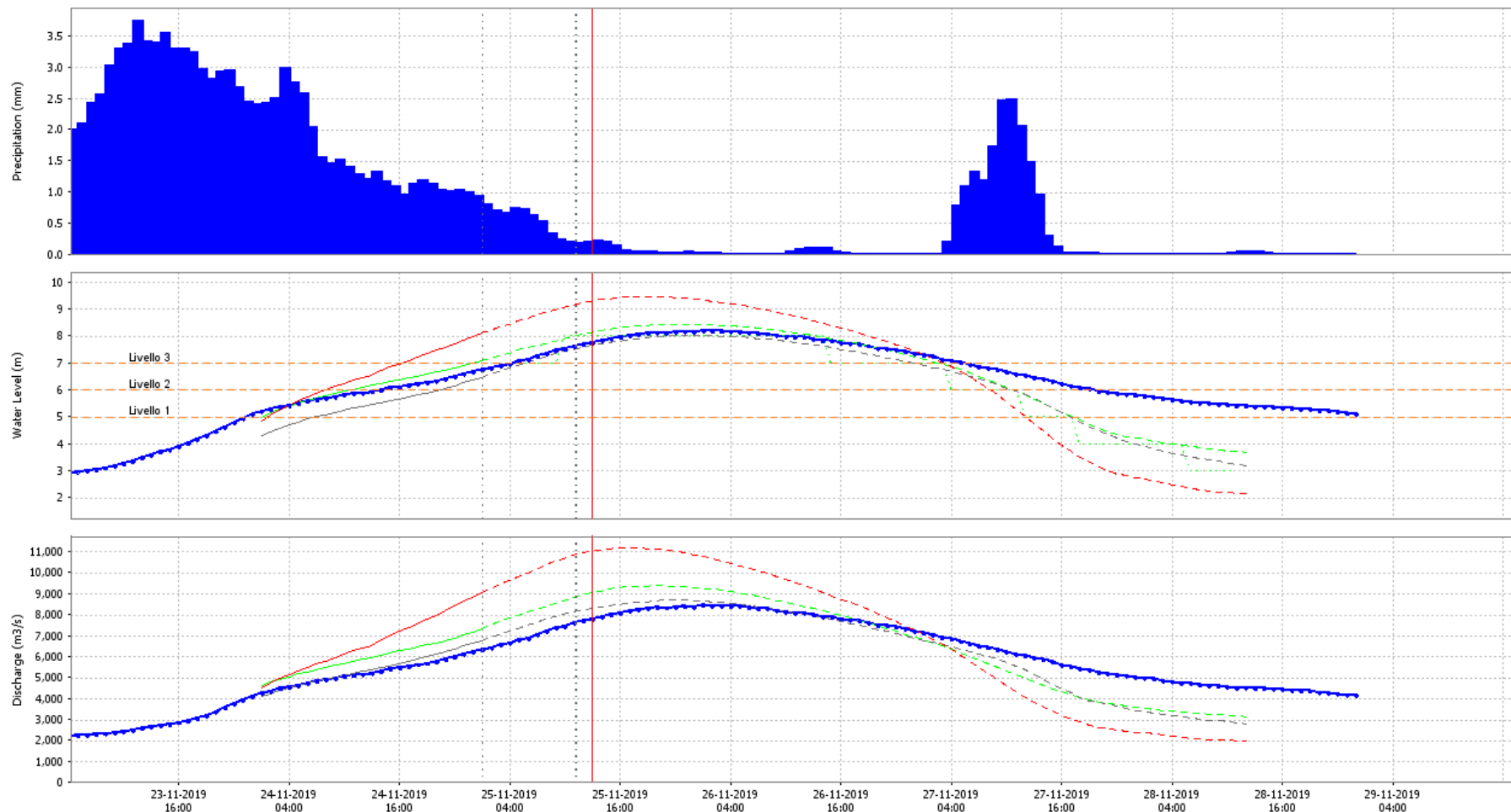
Evento di piena del Fiume Po

Novembre 2019



Previsione del 25/11/2019 – Deterministico + 72h

Po a Piacenza



M11Historical: [1] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current

M11Forecast_LAMI: [2] 25-11-2019 11:15:00 GMT+1 Current

HecHistorical: [3] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current

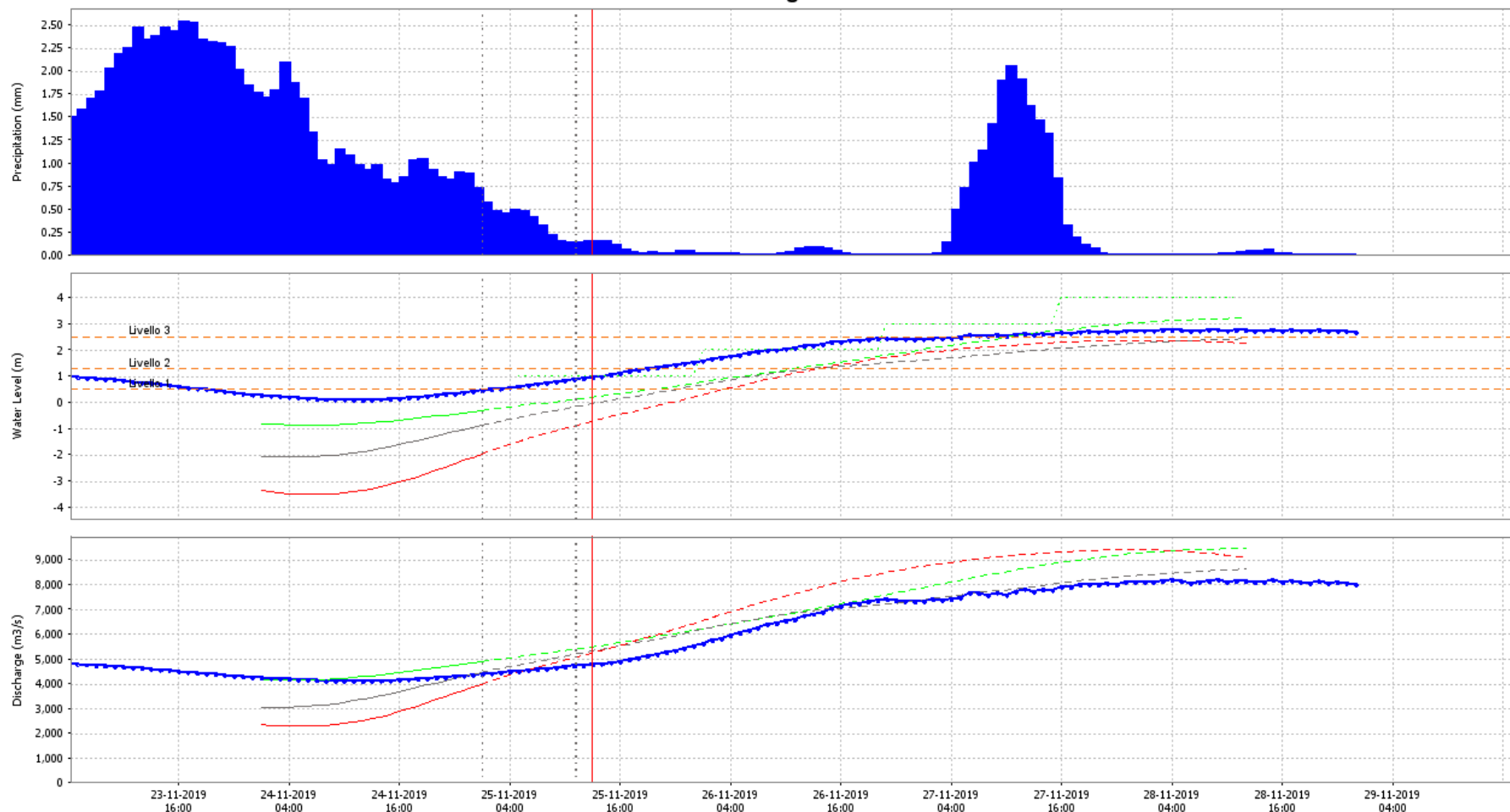
HecForecast_LAMI: [4] 25-11-2019 11:15:00 GMT+1 Current

FluvialHistorical: [5] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current

FluvialForecast_LAMI: [6] 25-11-2019 11:05:00 GMT+1 Current

Previsione del 25/11/2019 – Deterministico + 72h

Po a Pontelagoscuro



M11Historical: [1] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current M11Forecast_LAMI: [2] 25-11-2019 11:15:00 GMT+1 Current HecHistorical: [3] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current

HecForecast_LAMI: [4] 25-11-2019 11:15:00 GMT+1 Current FluvialHistorical: [5] 25-11-2019 01:00:00 GMT+1 Current FluvialForecast_LAMI: [6] 25-11-2019 11:05:00 GMT+1 Current

.. Thank, you
So
much x x