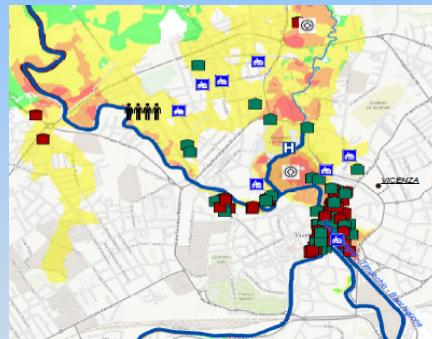
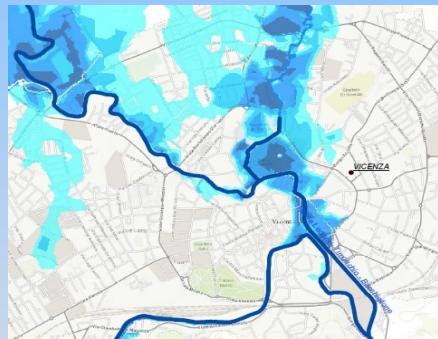
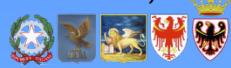


L'idrologia nel Distretto delle Alpi Orientali

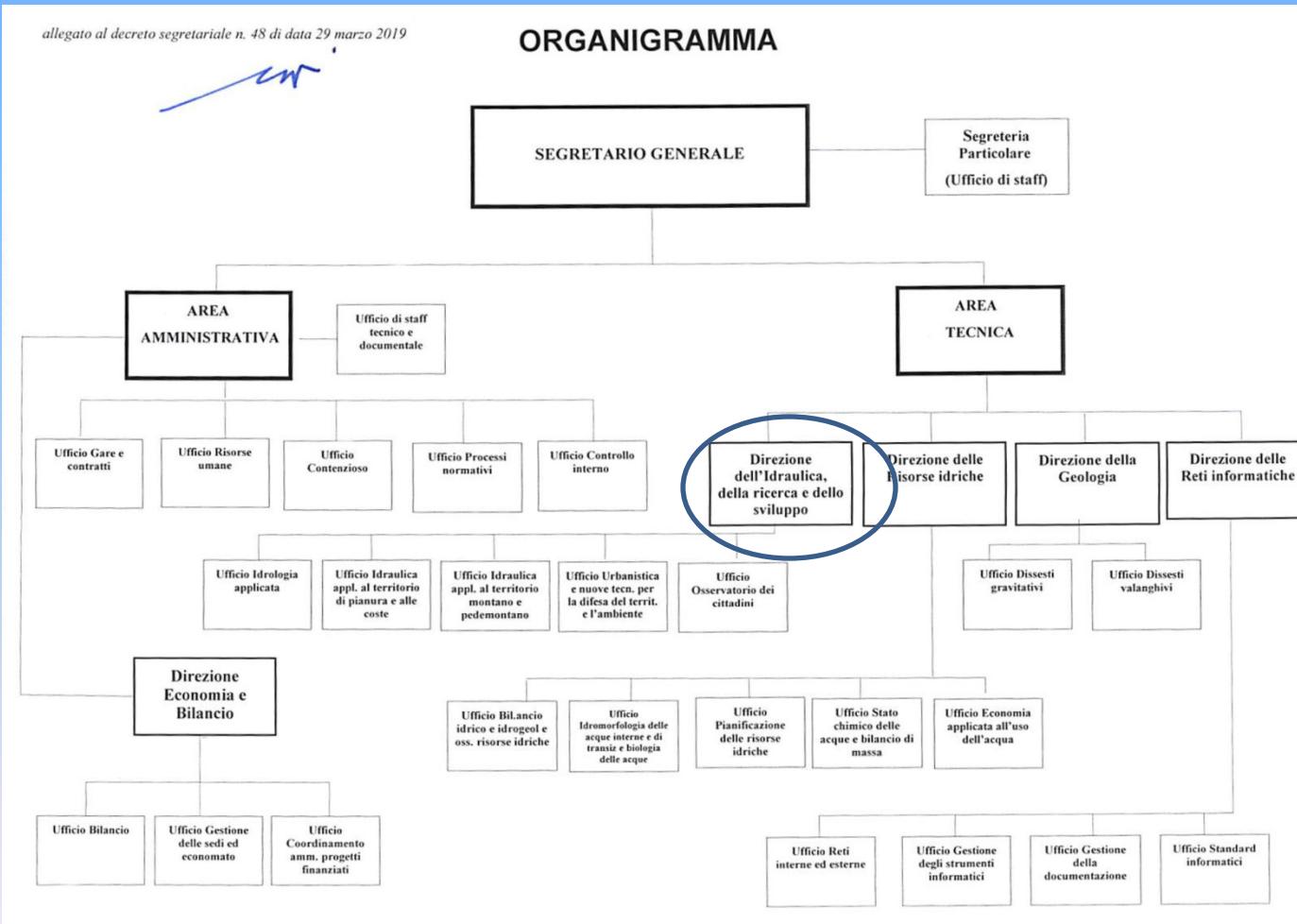


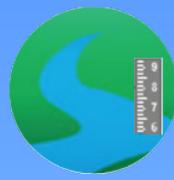
M.Ferri,

Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, michele.ferri@distrettoalpiorientali.it



D.S. 48 del 29/3/2019





Direzione dell'Idraulica, della ricerca e dello sviluppo

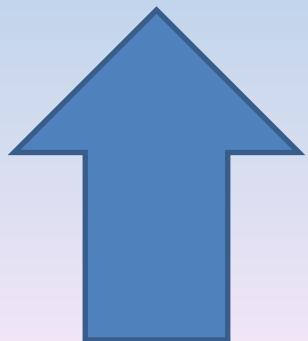
Ufficio Idrologia
applicata

Ufficio Idraulica
appl. al territorio
di pianura e alle
coste

Ufficio Idraulica
appl. al territorio
montano e
pedemontano

Ufficio Urbanistica
e nuove tecn. per
la difesa del territ.
e l'ambiente

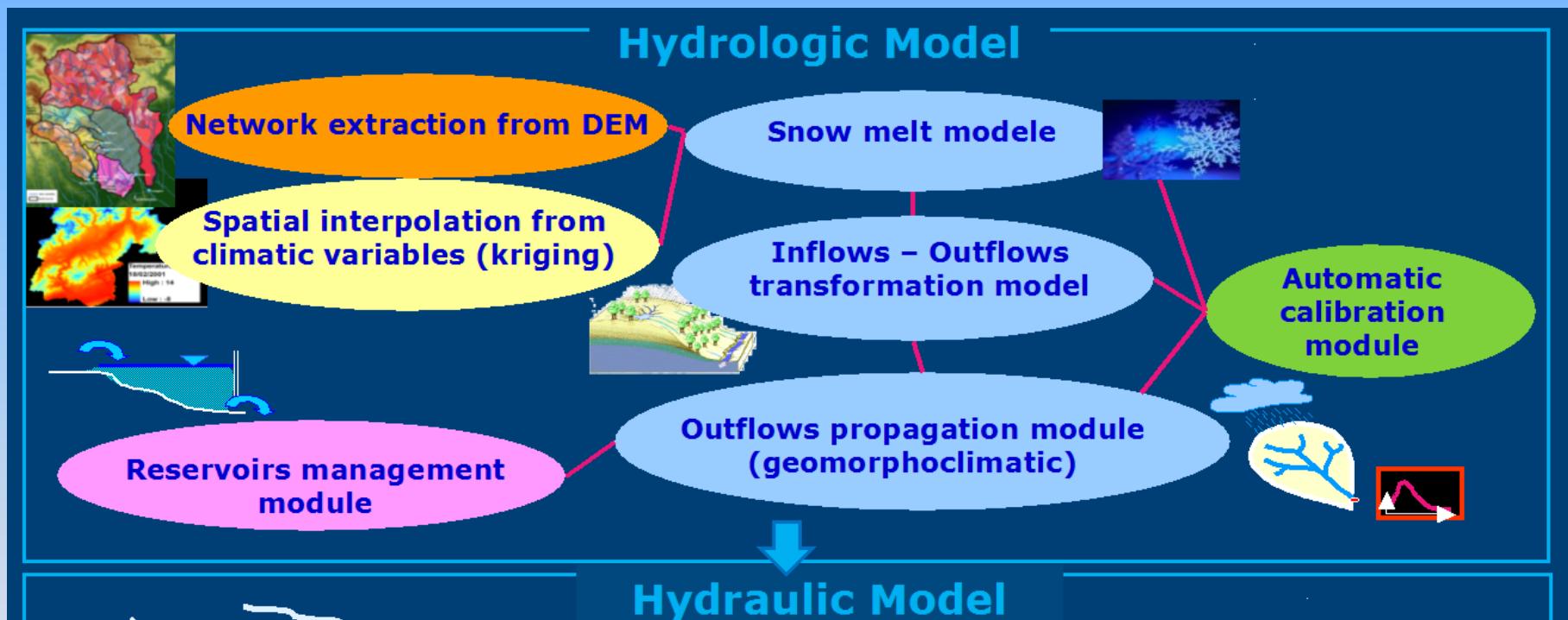
Ufficio
Osservatorio dei
cittadini



www.idrometria.it



La catena modellistica

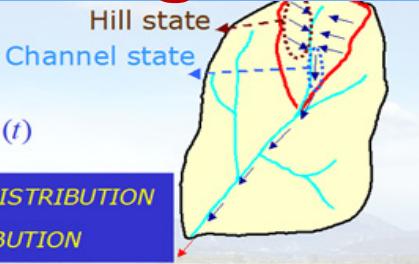




Il geomorfoclimatico

Residence time distribution along a single path:

$$f_{\gamma_i}(t) = f_{v_i}(t) * f_{c_i}(t) * f_{e_i}(t) * f_{s_i}(t)$$



$f_c(t)$ INVERSE GAUSSIAN DISTRIBUTION
 $f_v(t)$ EXPONENTIAL DISTRIBUTION

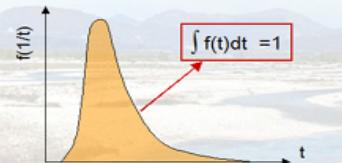
RIVER BASIN RESPONSE (GIUH): $\mathcal{Q}(t) = \int_0^t dt_0 \sum_{\gamma_i \in \Gamma} j_{A_i}(t_0) f_{\gamma_i}(t - t_0)$

[Rinaldo et al., 2006]

Residence time probability density – CHANNEL STATE

$$f_\gamma(t) = \frac{L_\gamma}{(4\pi D_h t^3)^{1/2}} e^{-\frac{(L_\gamma - at)^2}{4D_h t}} \quad \text{Advection-diffusive formulation of transport}$$

Rinormalization of the $f_\gamma(t)$ in order to conserve mass in the basin

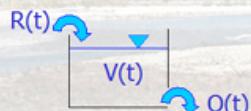


Residence time probability density – HILL STATE

$$f_v(t) = k_v e^{-k_v t} \quad \text{Exponential distribution}$$

k_v [1/t] time constant

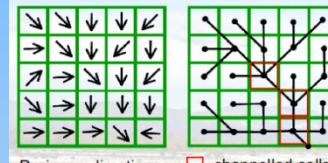
The use of the exponential distribution for residence times is the same as the application of linear reservoir equations



k time constant calculation differentiated by the various types of transport (superficial, subsuperficial, in-depth)

Geomorphoclimatic formulation

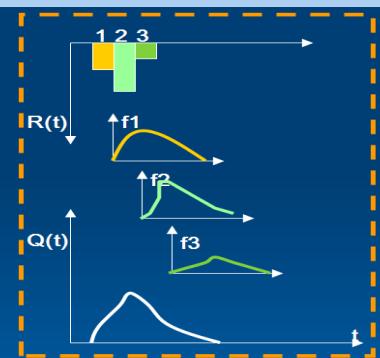
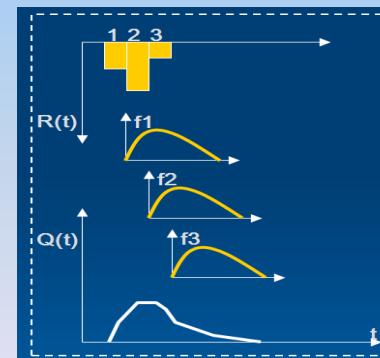
Residence time in the hill state

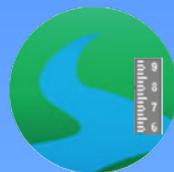


$$u_v(t) = k_s \sqrt{S} \cdot y(t)^{2/3}$$

Path length calculation from every hill cell to the first channelled cell (L_v)

Time varied velocity in relation to precipitation intensity





Modulo di accumulo e scioglimento nivale

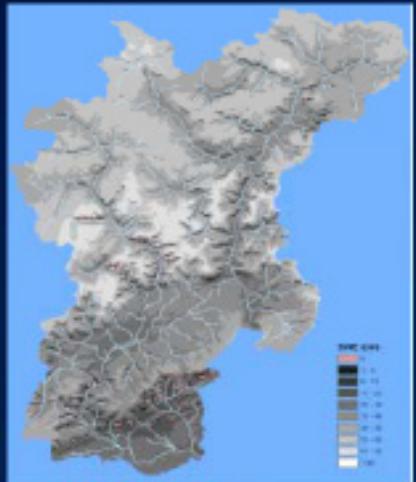


(<http://forum.ilmeteo.it>)

SNOW MELT MODEL:
Utah Energy Balance Snow Model
(Tarboton et al. 1996)

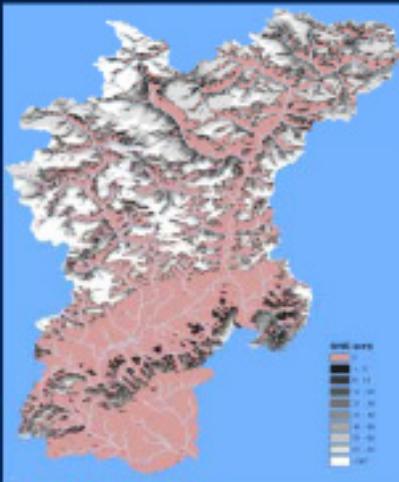
Separazione Precipitazione piovosa e nevosa (P_p , P_n)

Bilancio di energia

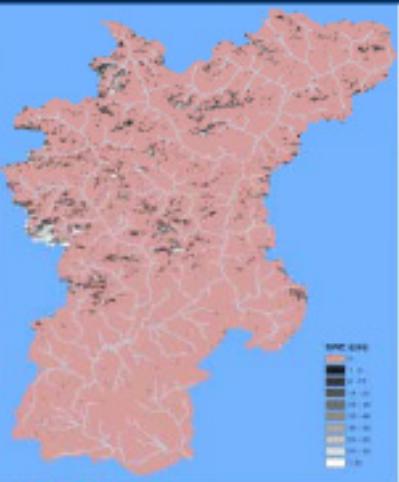


31/01/2001

Bilancio di massa



31/03/2001

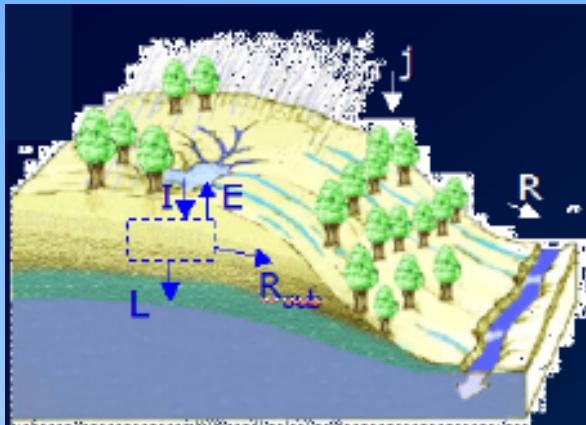


31/05/2001

Distribuzione spaziale dell'accumulo nivale



Modulo di trasformazione afflussi-deflussi



EQUAZIONE DI BILANCIO:

$$S(t+\Delta t) = S(t) + I(t) - R_{sub}(t) - L(t) - ET(t)$$

$$I(t) = j(t) - R(t)$$

S_{max} volume massimo d'acqua immagazzinabile nel terreno -> parametro ricavabile dall'informazione relativa all'uso e al tipo di suolo (metodo CN)

$$R(t) = \begin{cases} C(S(t)/S_{max}) \cdot j(t) & \text{se } j(t) \leq f = S_{max}(S_{max} - S(t)) / (S_{max} - CS(t)) \\ j(t) - (S_{max} - S(t)) & \text{se } j(t) > f \end{cases}$$

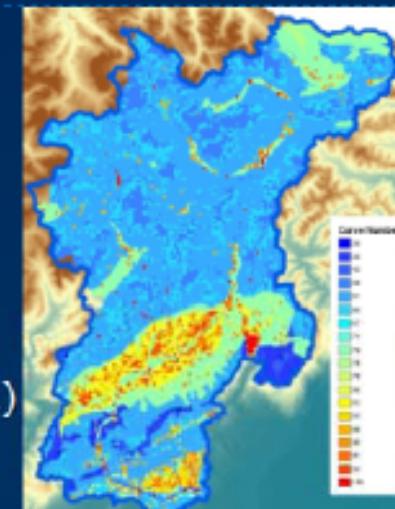
(De Smedt et al., 2000)
(Liu et al., 2004)

$$R_{sub}(t) = c(S(t) - S_c)$$

$$L(t) = K_s [(e^{\beta(S(t)-S_c)/S_{max}} - 1) / [(e^{\beta(1-S_c)/S_{max}} - 1)] \quad (\text{Laiò et al., 2001})$$

$$ET(t) = ETP(t) \text{ se } S(t) > S_{pump} \quad w = S(t)/S_{max}$$

$$ETP \quad (\text{Hargreaves & Samani})$$





Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni



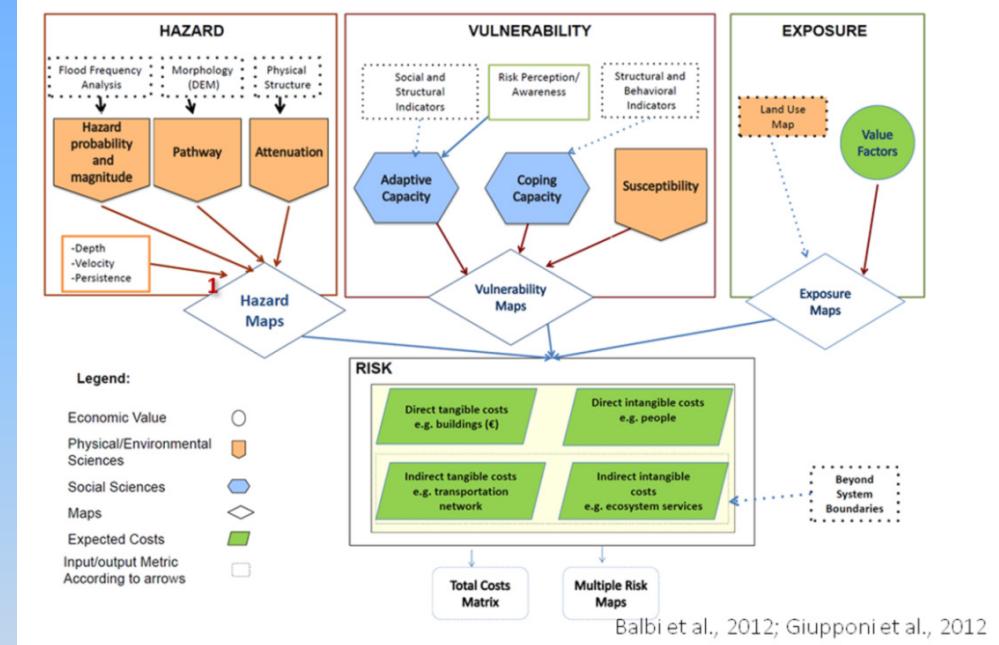
Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI *Flood Risk Management Plan*

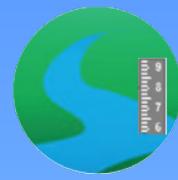
RELACIONE DI PIANO ALLEGATI

- I.1 Redazione delle mappe di pericolo e rischio
- I.2 Punteggio e pesi delle misure
- II Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Provincia Autonoma di Trento
- III Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Provincia Autonoma di Bolzano
- IV Schede interventi
- V Tabelloni interventi

Marzo 2016



$$R = H \times V \times E$$



Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

“Gli Stati membri devono...preparare mappe di pericolo ...che coprano le aree geografiche che possono essere soggette a inondazione, secondo i seguenti scenari:

1. Eventi alluvionali con bassa probabilità di accadimento
2. Eventi alluvionali a media probabilità
3. Eventi alluvionali ad alta probabilità, dove appropriato

Per ogni scenario devono essere rappresentati i seguenti elementi:

1. Le portate
2. le altezze d'acqua
3. le velocità di flusso



Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

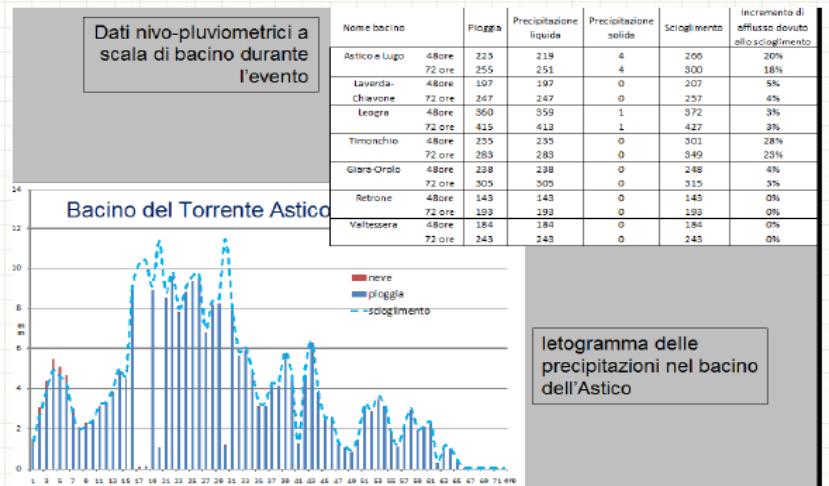
1. Come definire la probabilità di un evento di piena?
2. Come considerare i fenomeni di scioglimento nivale nel calcolo di 1)?
3. Come considerare la condizione iniziale di imbibizione del terreno nel calcolo di 1)?
4. Come considerare la variabilità temporale e spaziale della precipitazione?
5. Che tipo di modello utilizzare? Come valutare le portate di piena in bacini non strumentati?
6. Quali idrogrammi hanno da essere utilizzati per la valutazione del pericolo? (durata, valore al colmo, volume)



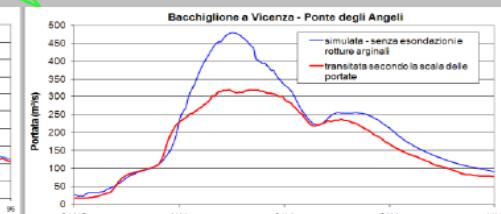
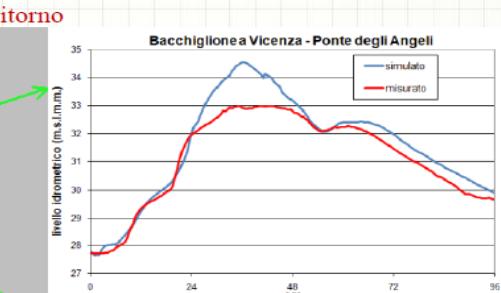
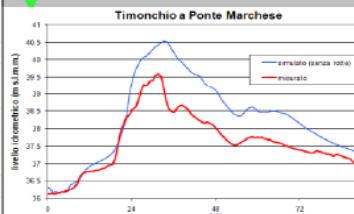
Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

L'incertezza legata al tempo di ritorno

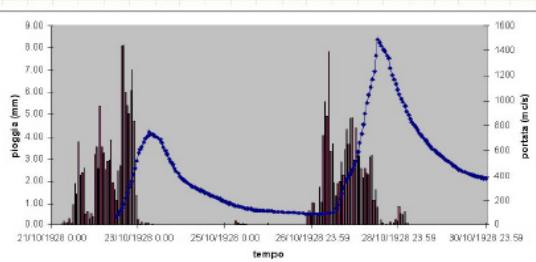
Dati nivo-pluviometrici a scala di bacino durante l'evento



L'incertezza legata al tempo di ritorno



L'incertezza legata al tempo di ritorno



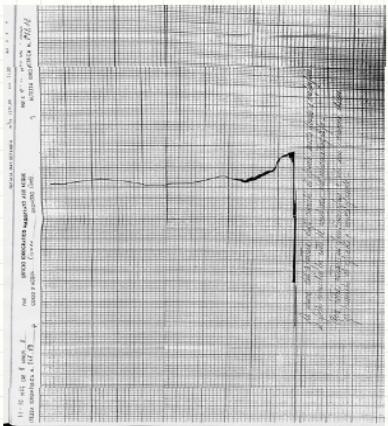
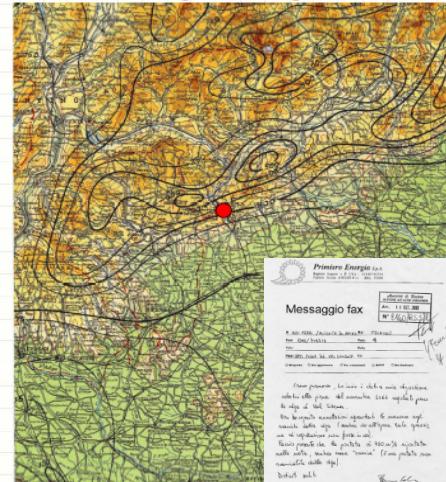
Brenta chiuso a Bassano

Le condizioni iniziali di imbibizione del suolo
Settembre 1965
Novembre 1966

COEFFICIENTE DI DEFLOSSO
EVENTI DI PIENA REALI
(calcolato da dati misurati)

EVENTO	Φ_n	Φ_p	Φ_f
1993	0.51	0.26	0.77
1998	0.48	0.17	0.65
1999	0.36	0.32	0.68
2000	0.58	0.20	0.78
2002	0.59	0.21	0.80
1928	0.60	0.31	0.91
1928 pre-evento	0.38	0.11	0.49

L'incertezza legata al tempo di ritorno





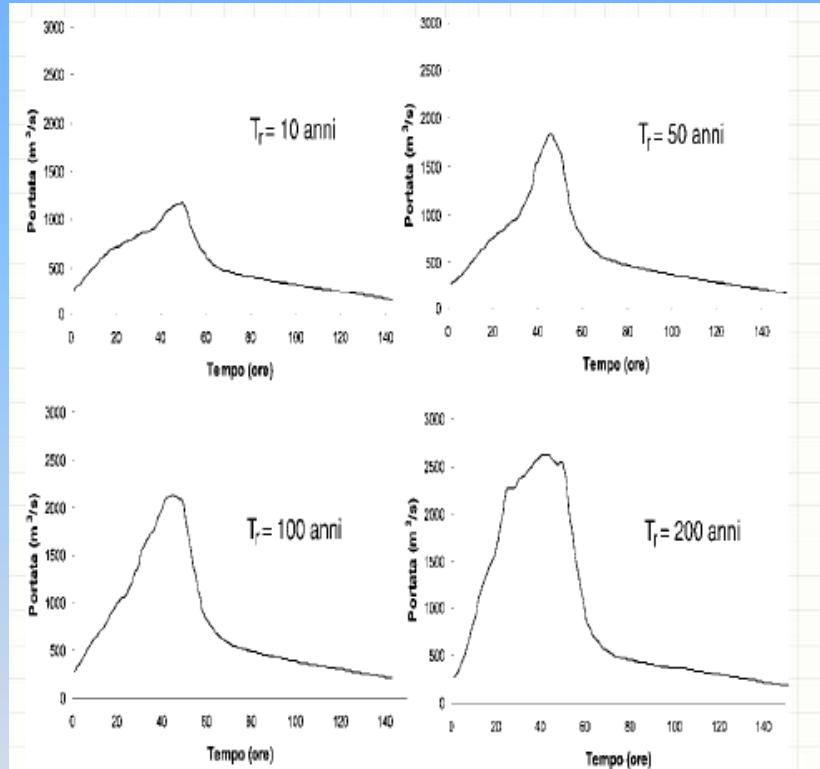
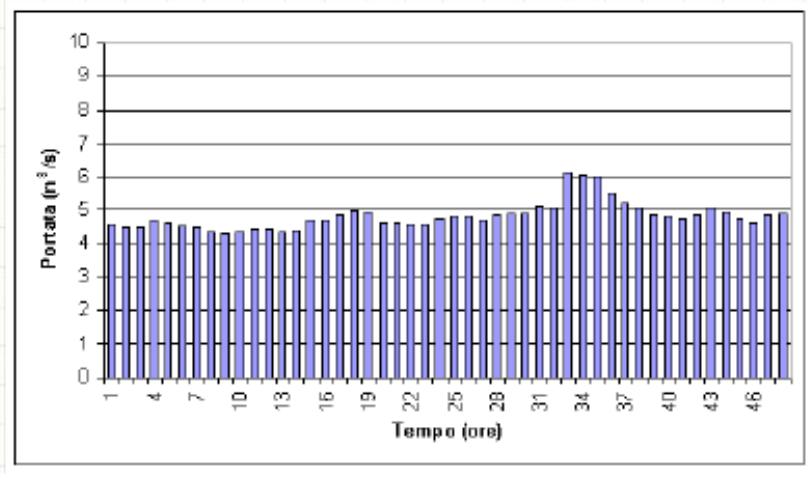
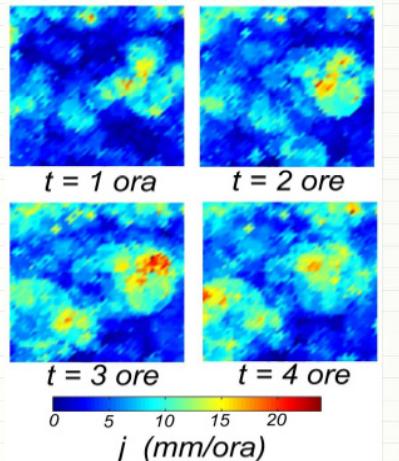
Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

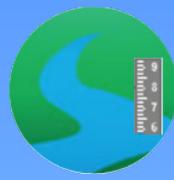
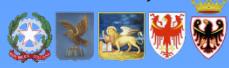
Variabilità spaziale e temporale della precipitazione

- Poisson (x,y) e in t
- Durata, dimensione, intensità celle exp.

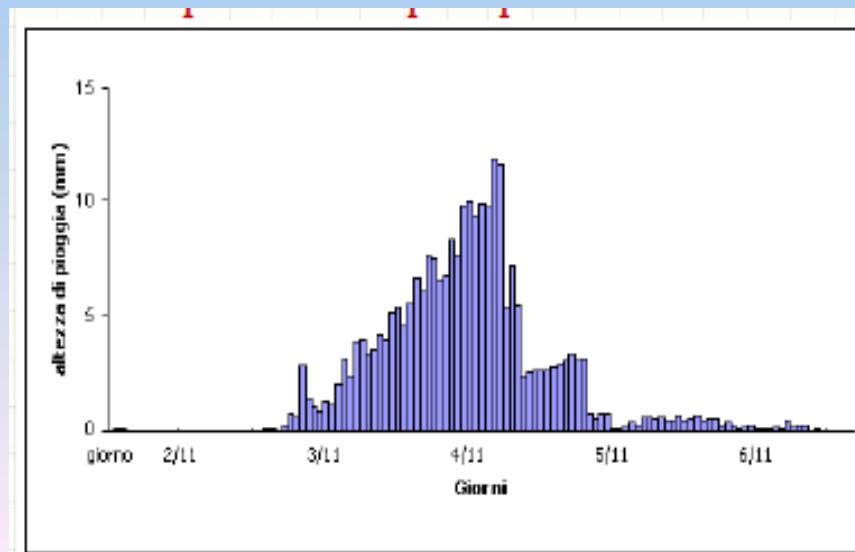
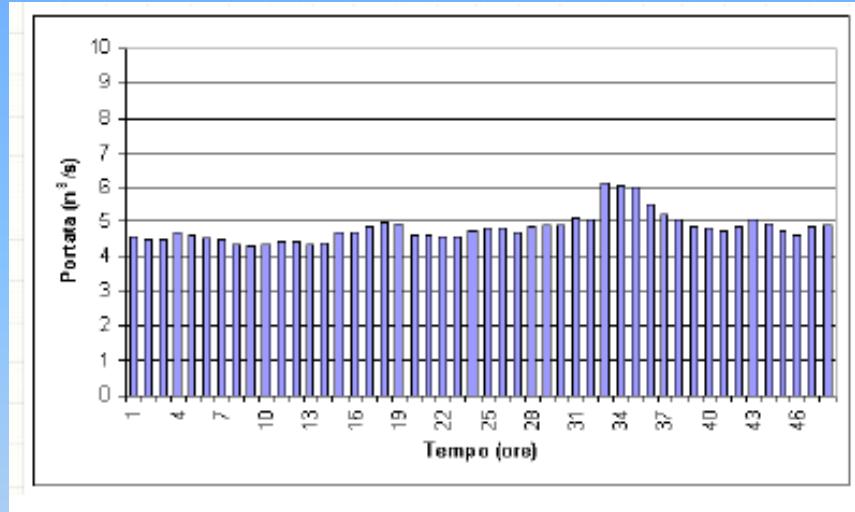


- Equivalente di 200 anni di piogge orarie





Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)





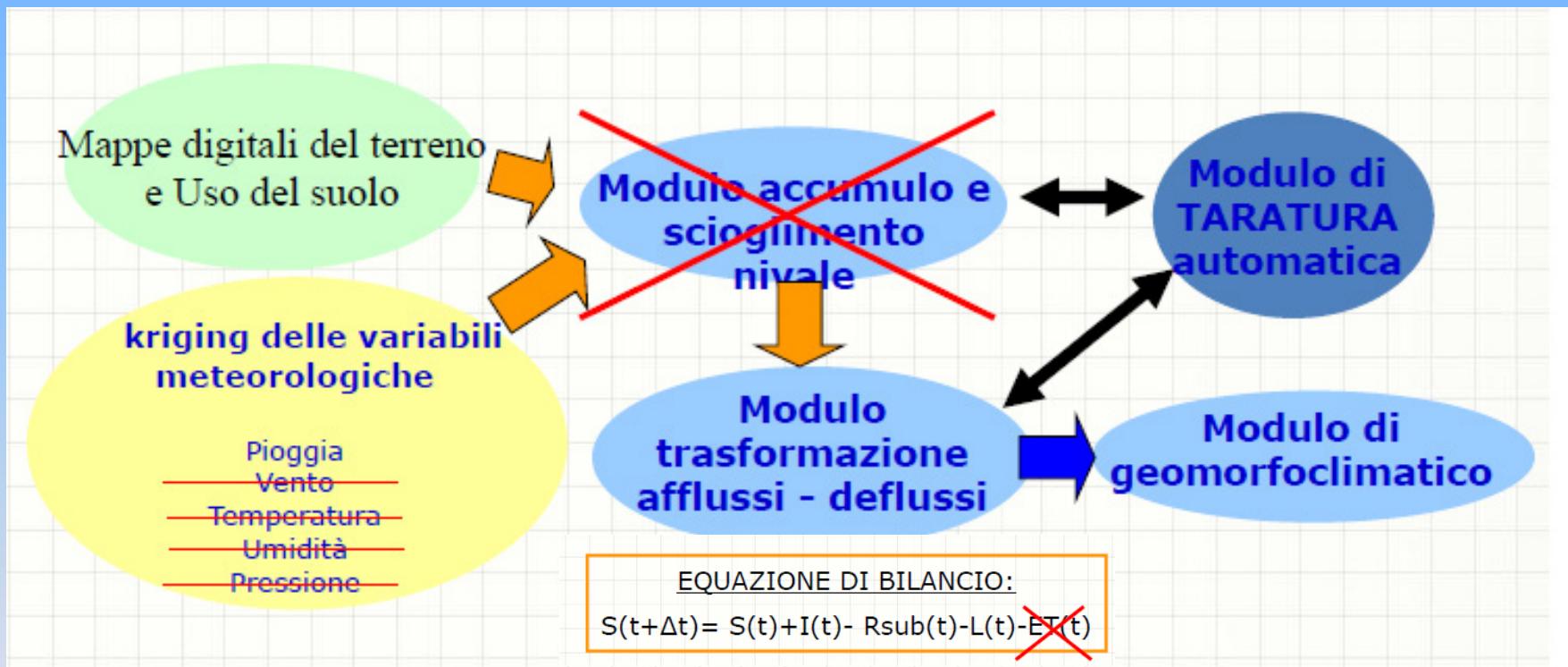
Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

IPOTESI DI PROGETTO per la determinazione degli idrogrammi con assegnata frequenza di accadimento:

1. il tempo di ritorno è riferito all'evento meteorico;
2. il modello idrologico viene utilizzato ad evento;
3. non vengono simulati i processi di accumulo-scioglimento nivale e di evapotraspirazione;
4. le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella determinazione della precipitazione efficace sono determinati mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più gravoso) registrato per il bacino idrografico in esame.

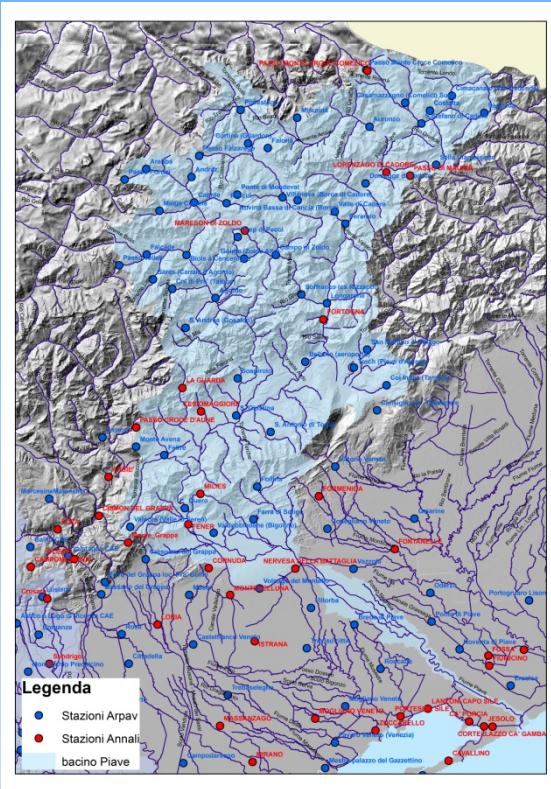


Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)





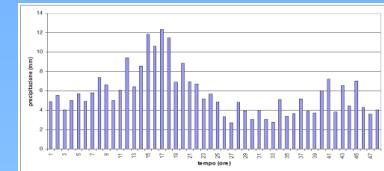
Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)



$$h_T^i(d) = a_1 \cdot \left\{ 1 - \frac{V \cdot \sqrt{6}}{\pi} \cdot [\varepsilon + y_T] \right\} \cdot d^n$$

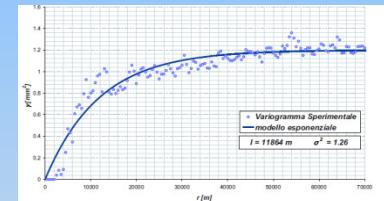
Distribuzione temporale precipitazioni (usando forme geometriche e random cascade)

(Gupta et al, 1993)

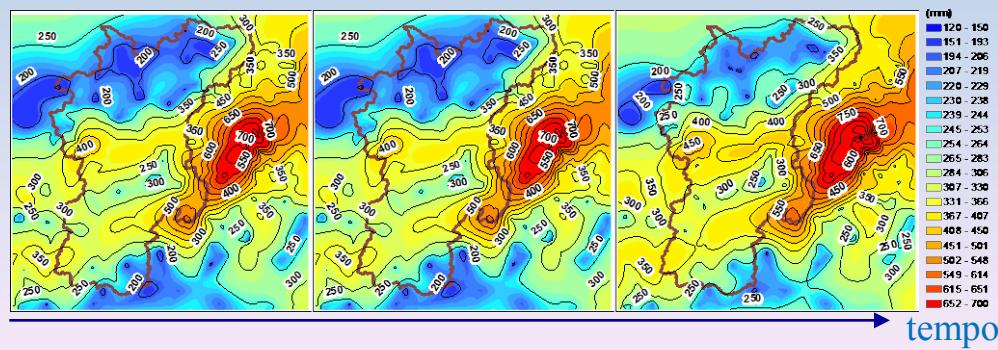


Distribuzione spaziali precipitazioni (usando interpolazione geostatistica - kriging)

(Boni et al., 2008; Zanetti et al., 2008)

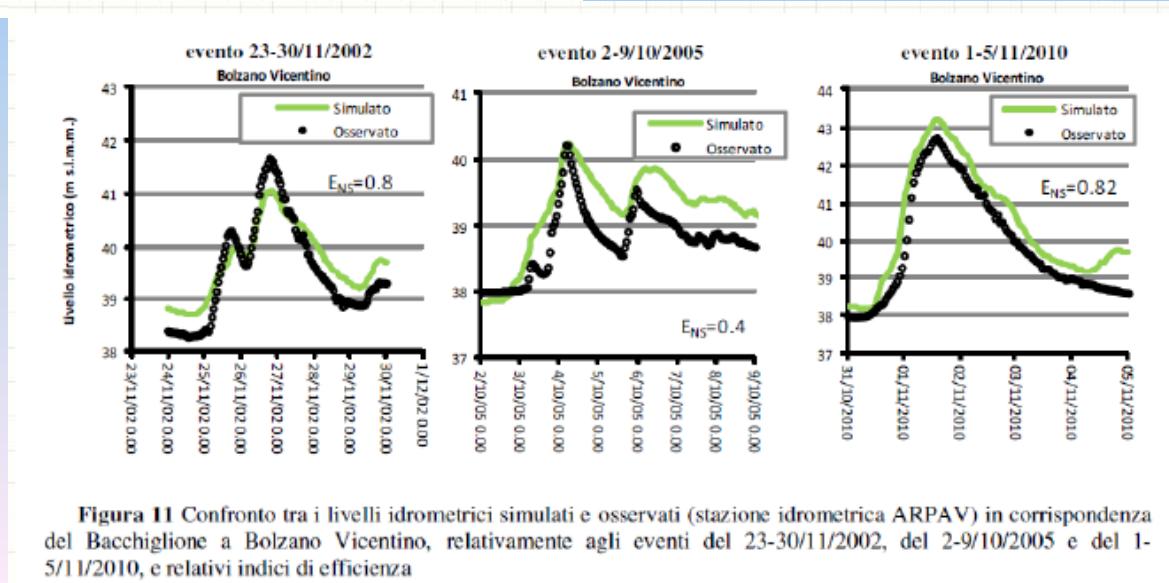
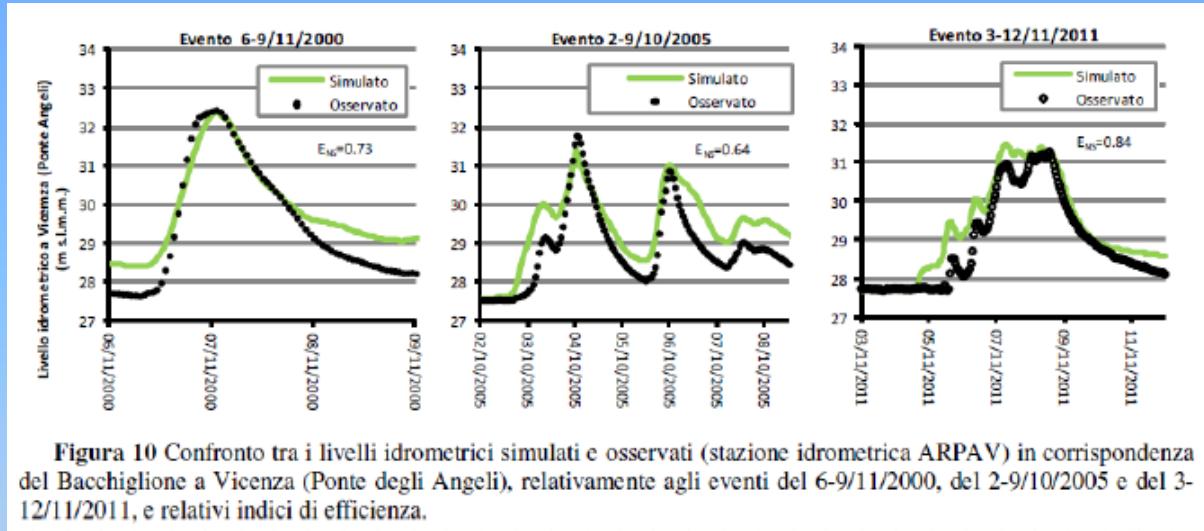


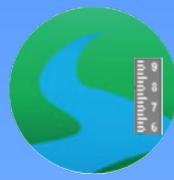
RISULTATI:



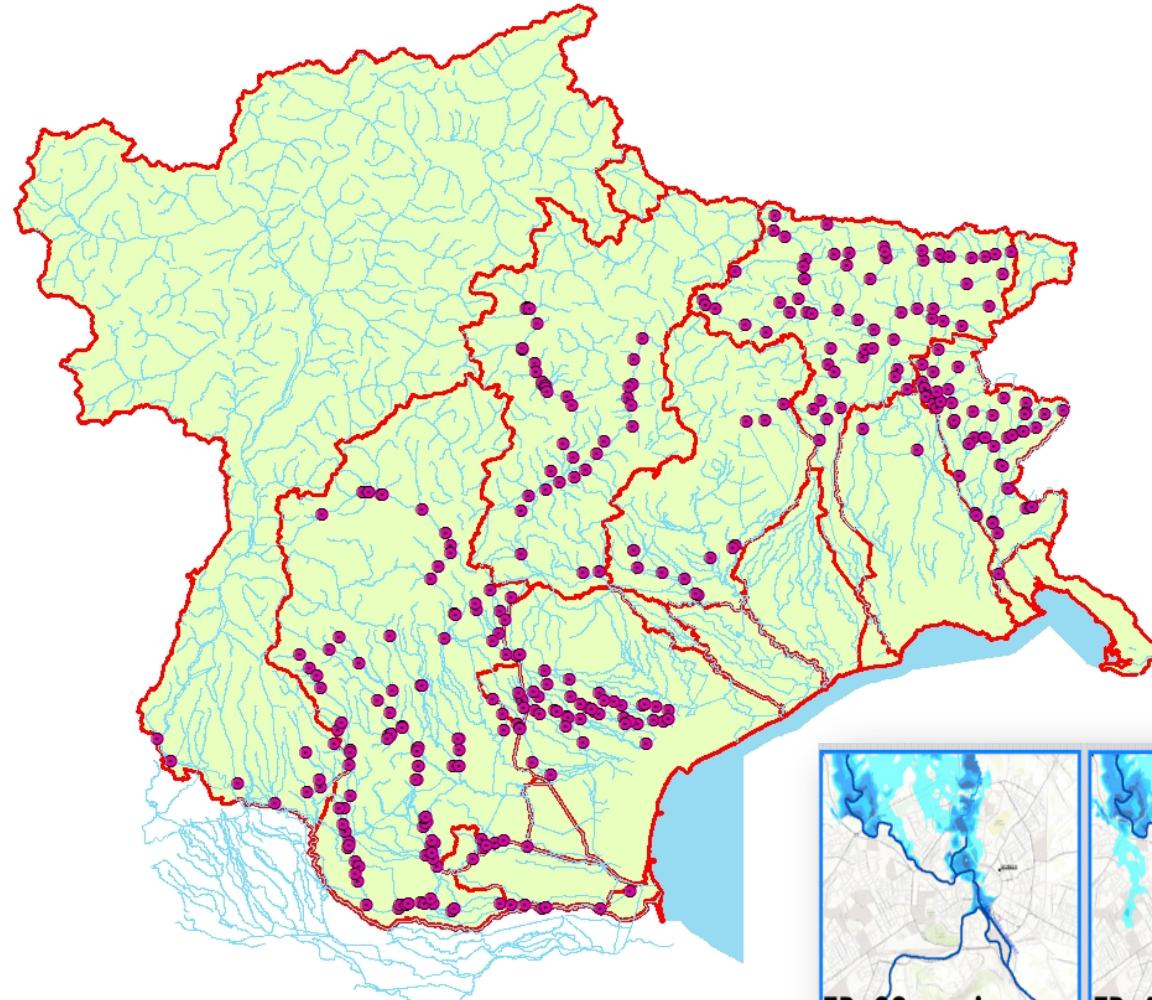


Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)





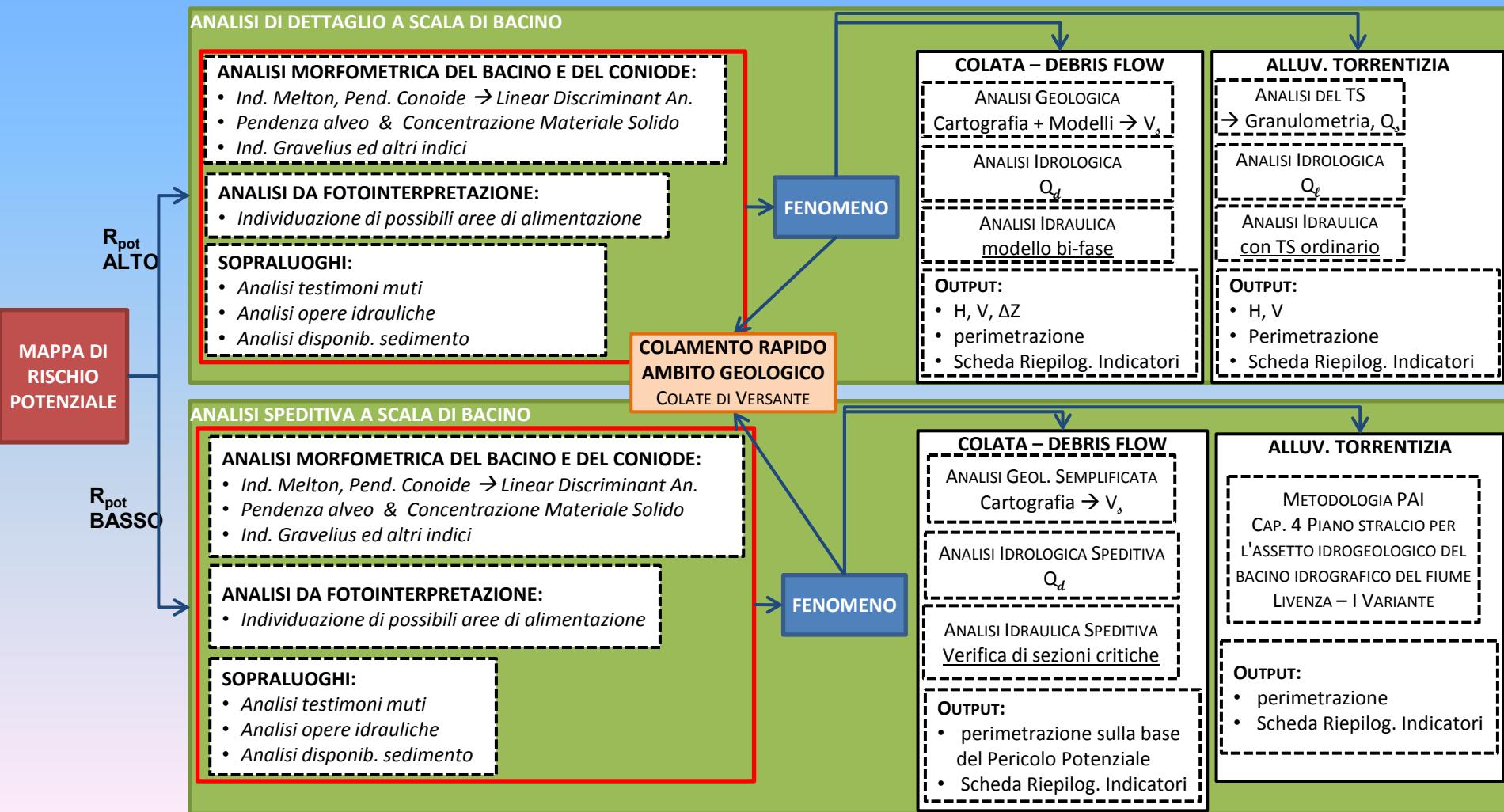
Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)





Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

2° ciclo - Bacini montani e pedemontani

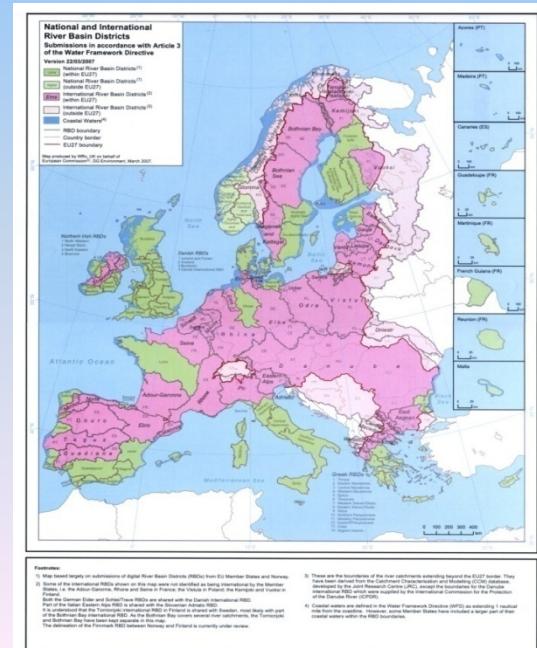




Scenari di eventi alluvionali (art.6 2007/60)

VISFRIM (**Gestione del Rischio Idraulico per il bacino del fiume Vipacco ed ulteriori bacini transfrontalieri**) è un progetto strategico finanziato all'interno del programma Interreg V-A Italia-Slovenia 2014-2020 (Asse prioritario 3: promozione e protezione delle risorse naturali e culturali; Obiettivo tematico 6: preservare e tutelare l'ambiente e promuovere l'uso efficiente delle risorse; Priorità d'investimento 6f: promuovere tecnologie innovative per migliorare la tutela dell'ambiente e l'uso efficiente delle risorse nel settore dei rifiuti, dell'acqua e con riguardo al suolo o per ridurre l'inquinamento atmosferico; Obiettivo specifico 3.3: sviluppo e sperimentazione di tecnologie verdi innovative per migliorare la gestione dei rifiuti e delle risorse idriche; Oggetto tematico: Direttiva Alluvioni).

L'UE raccomanda fortemente di considerare la stesura di un PGRA per l'UOM/RBD internazionale per il secondo ciclo della Direttiva Alluvioni. Questo servirà come strumento di guida alla cooperazione per tutti gli aspetti: protezione, prevenzione e preparazione.





Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni



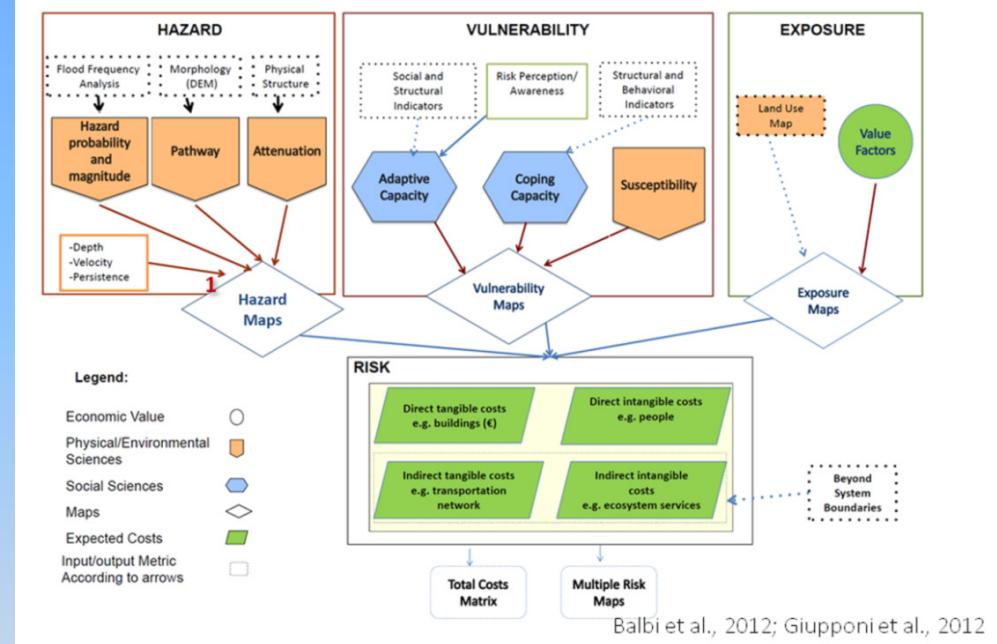
Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI *Flood Risk Management Plan*

RELACIONE DI PIANO ALLEGATI

- I.1 Redazione delle mappe di pericolo e rischio
- I.2 Punteggio e pesi delle misure
- II Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Provincia Autonoma di Trento
- III Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Provincia Autonoma di Bolzano
- IV Schede interventi
- V Tabelloni interventi

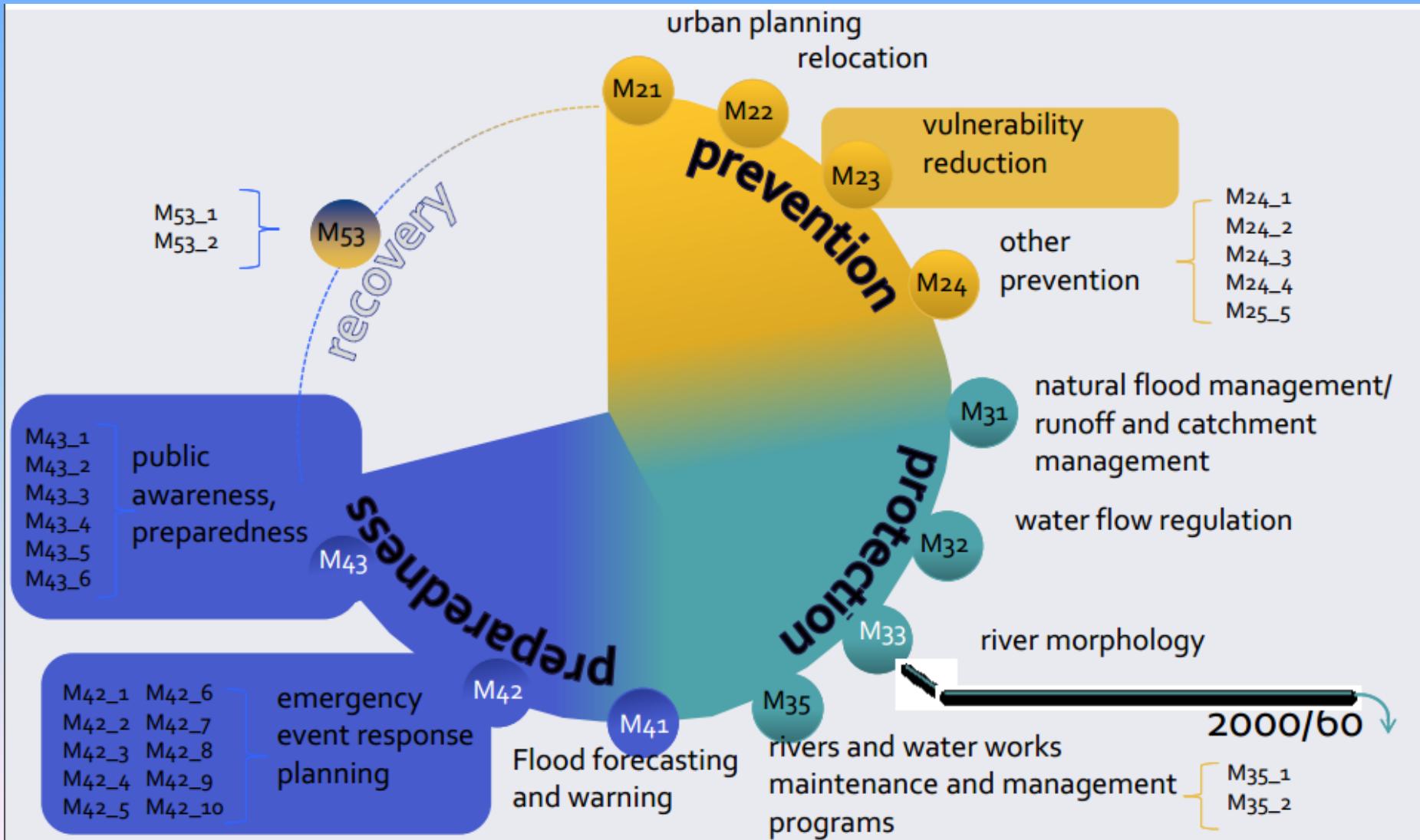
Marzo 2016

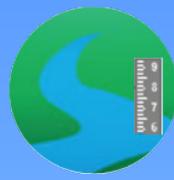


$$R = H \times V \times E$$



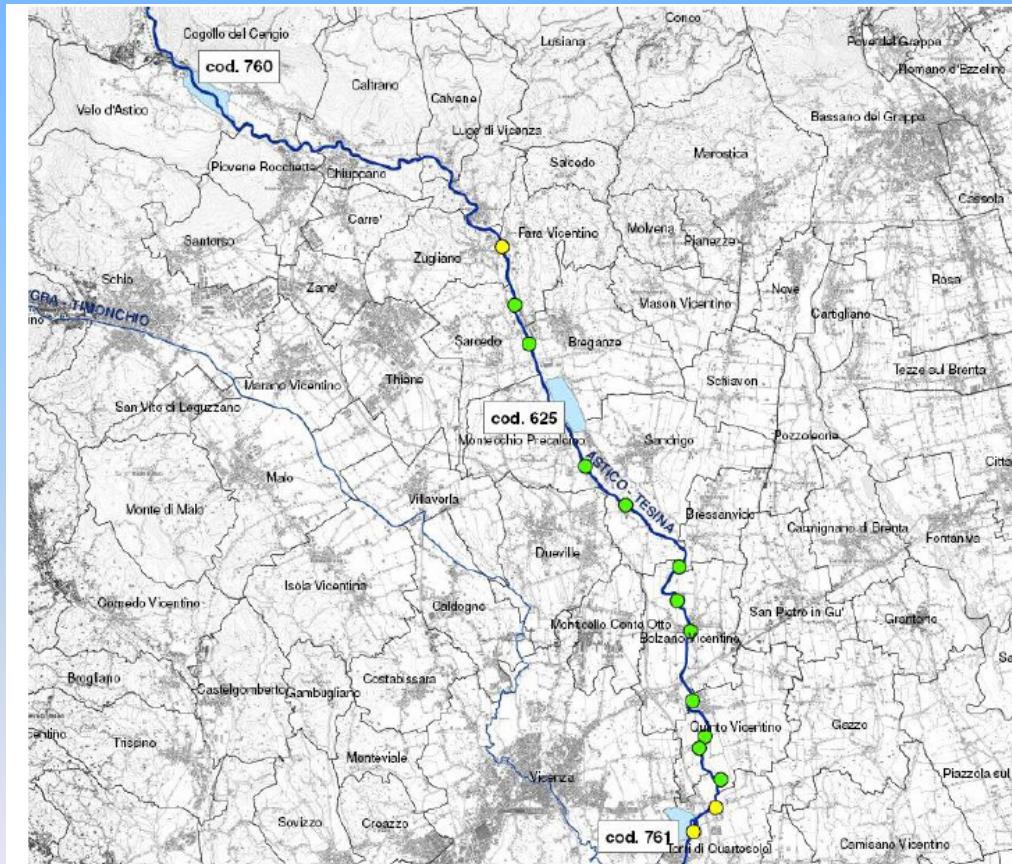
Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni



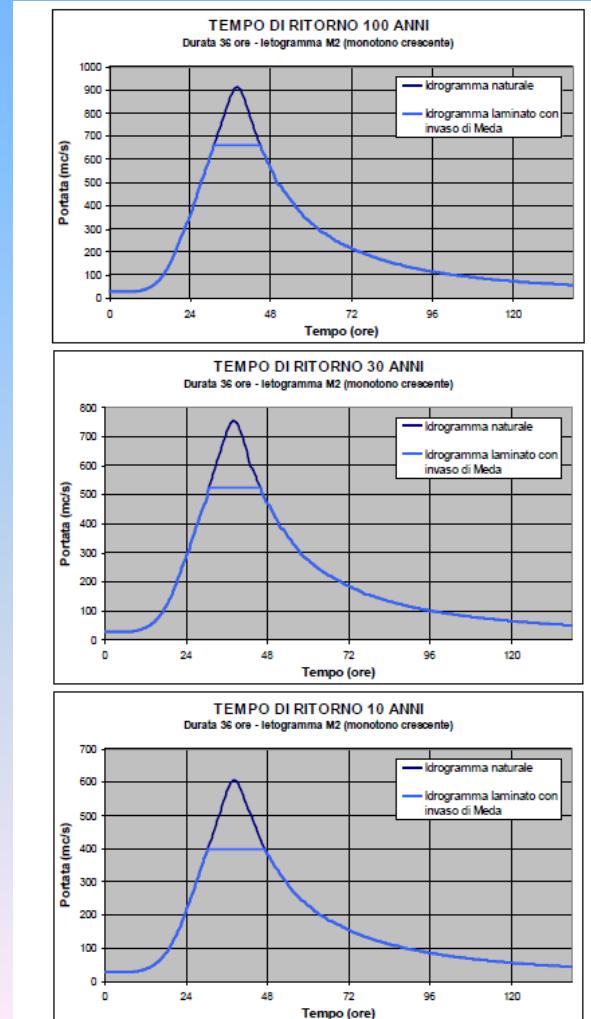


Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

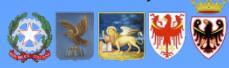
MISURE DI PROTEZIONE- Interventi Strutturali



Invaso sul torrente Astico nei comuni di Sandrigo e Breganze (VI)



Idrogrammi di Progetto forniti da ADBVE



Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

MISURE DI PREPARAZIONE- Interventi Non Strutturali



Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza Piave, Brenta-Bacchiglione

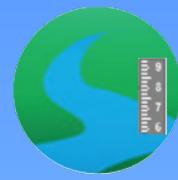


Amico

SISTEMA PREVISIONALE MODELLISTICO IDROLOGICO E IDRAULICO

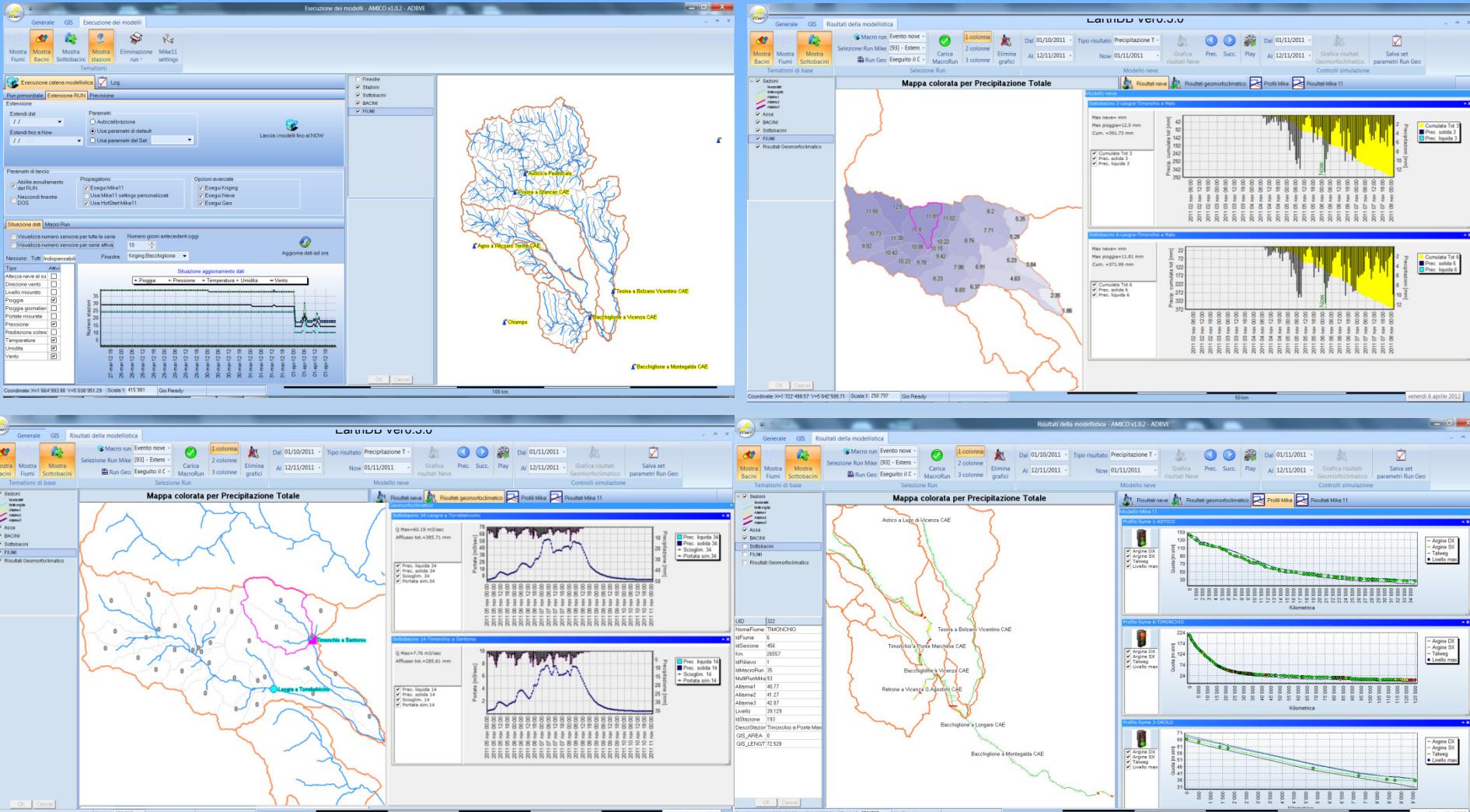


Verona, 20-21 maggio 2019



Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

MISURE DI PREPARAZIONE- Interventi Non Strutturali





Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

MISURE DI PREPARAZIONE- Interventi Non Strutturali

L'Osservatorio dei cittadini

CITTADINI



Segnalazione
di :
- Livelli
- Allagamenti
- Criticità



Sensori
Sociali



Sensori
Fisici
economici



Modellistica
numerica per
la gestione
delle piene

AUTORITA'



Rete di monitoraggio esistente
(Sensori Fisici)



Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

MISURE DI PREPARAZIONE- Interventi Non Strutturali

L'Osservatorio dei cittadini



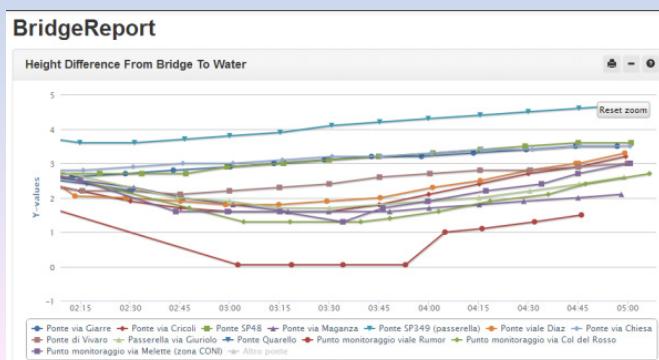
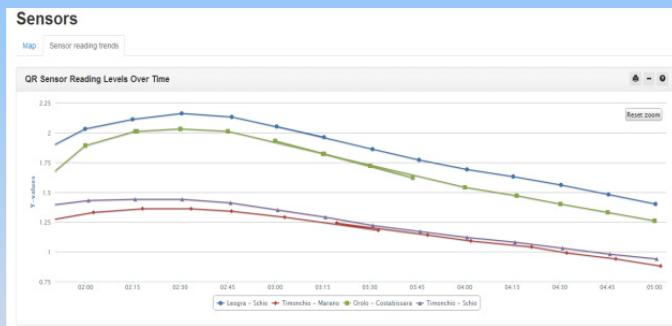
QR code



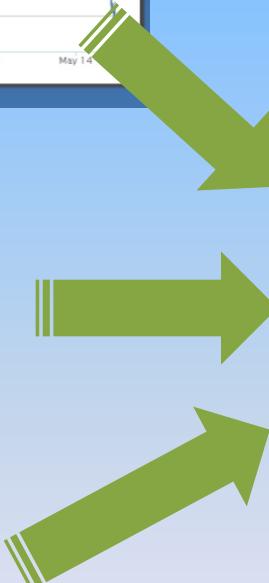
Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

MISURE DI PREPARAZIONE- Interventi Non Strutturali

L'Osservatorio dei cittadini



Integrazione di reti di sensori eterogenee nel modello previsionale



Miglioramento dell'affidabilità del modello predittivo tramite assimilazione di dati disomogenei nello spazio e nel tempo



Verona, 20-21 maggio 2019



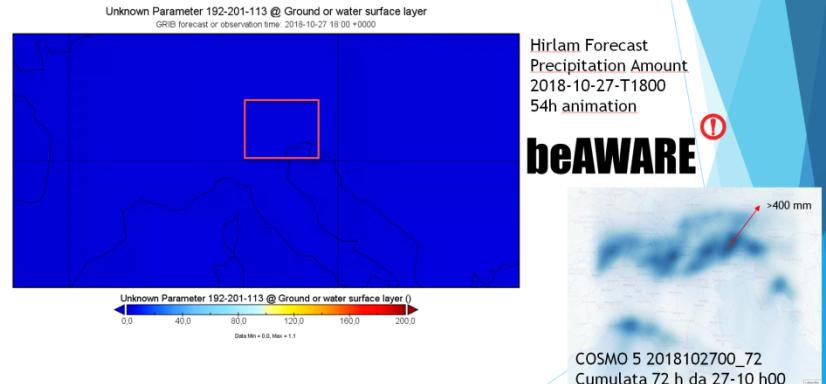
Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

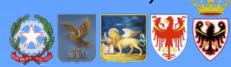
Coltre nivale al 13-10-2018



Sensore:
Copernicus Sentinel 3
OLCI L1 13-10-2018

Previsioni meteorologiche disponibili
27 ottobre 2018



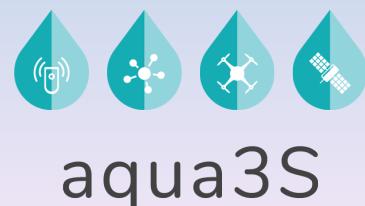


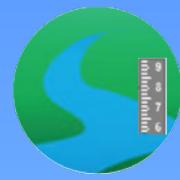
Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

- beAWARE: Enhancing decision support and management services in extreme weather climate events
- EOPEN: opEn interOperable Platform for unified access and analysis of Earth observatioN data
- MICS: devoloping metrics and instruments to evaluate citizenscience impact on the environment and society
- WeObserve: an Ecosystem of Citizen Observatories for Environmental Monitoring
- Aqua3S Enhancing Standardisation strategies to integrate innovative technologies for Safety and Security in existing water networks



beAWARE





Grazie per l'attenzione

M.Ferri,

michele.ferri@distrettoalpiorientali.it