

REMTECH EXPO



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA AZIONI ED INIZIATIVE CONNESSE ALLA GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

(Ing. Gianni Tebaldi)

LA GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO E I CONSORZI DI BONIFICA

18 SETTEMBRE 2019

RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com

2007/60/EC Flood Risk Management Directive Rischio da alluvione: **combinazione della probabilità di un evento alluvionale e le potenziali conseguenze negative** (danni diretti, indiretti, tangibili e intangibili) sulla salute umana, sul patrimonio culturale e sulle attività economiche associate all'evento.

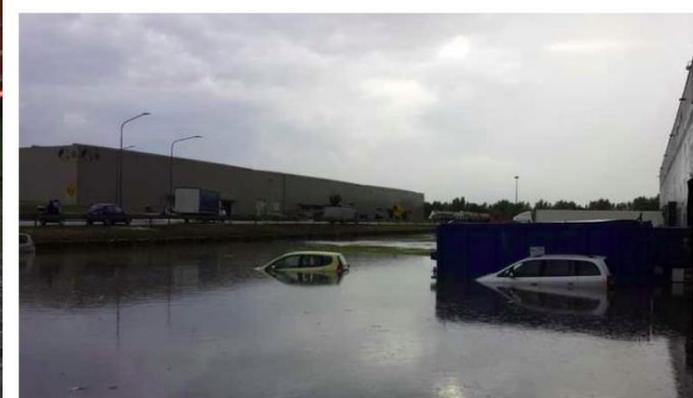
(Compito istituzionale dell'Ente!!)

FE



2019

BO

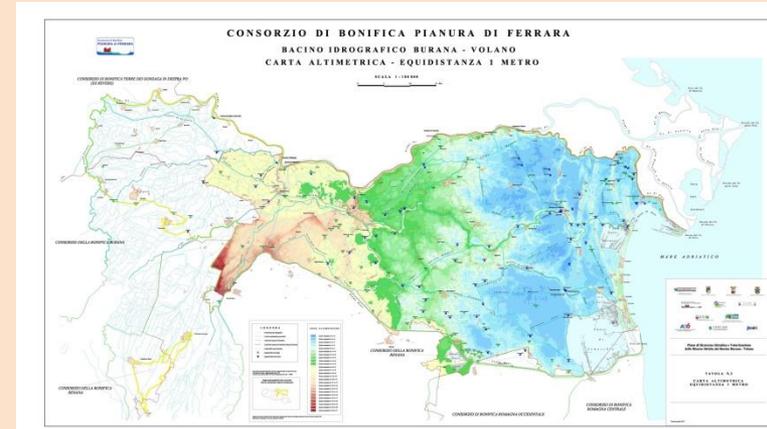


Allagamenti nel bolognese. Fonte www.ansa.it



...obiettivo «**fragilità**» idraulica del territorio ferrarese

- grande estensione delle aree sotto il livello del mare
- presenza ai bordi e in attraversamento di corsi d'acqua «pensili»
- allontanamento delle acque eccedenti, per la quasi totalità, a mezzo di impianti idrovori (ARTIFICIALMENTE)



per la difesa idraulica del comprensorio il Consorzio gestisce un composito sistema di opere....

- \simeq 4.000 km di canali (promiscui) con oltre 2.000 manufatti di regolazione
- 400 gruppi di sollevamento per una portata totale di $800 \text{ m}^3/\text{s} \simeq$



aggravanti, in termini di difficoltà, sono rappresentate da:

- carenza dimensionale di alcune strutture idrauliche
- cambiamenti climatici.....

....potenziali cause di allagamento:

1. rotture o sormonti **arginali**
(Po, Reno, Canale Navigabile....)
2. crisi del sistema **Burana-Volano**
3. «eccessive» **precipitazioni** sul comprensorio
4. **mareggiate**



1. rotture o sormonti arginali

Analisi di pericolosità per allagamento da cedimenti arginali
del fiume **Reno**



(Prof. Franchini)



Bonifica di Argenta

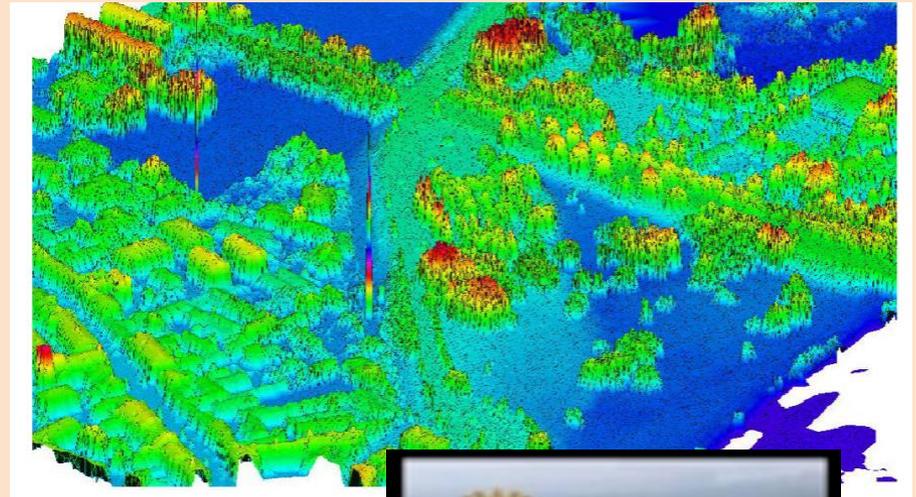
2019!



La piena del fiume Reno: i soccorsi con l'elicottero

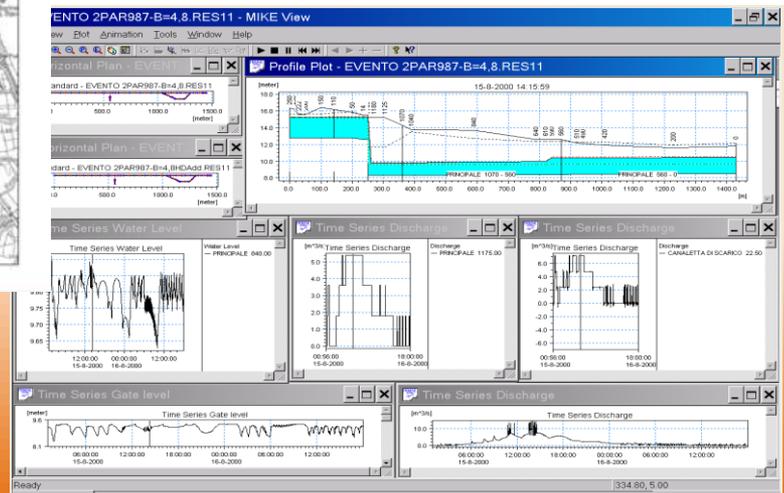
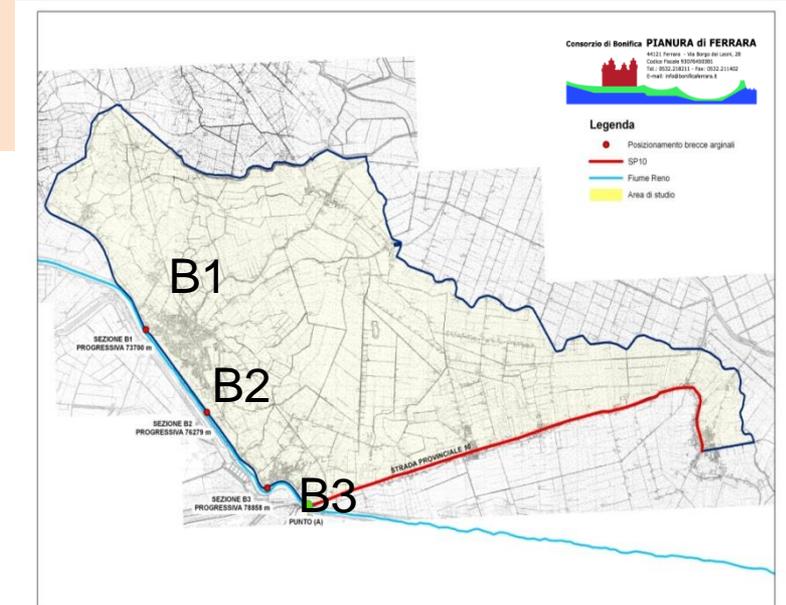
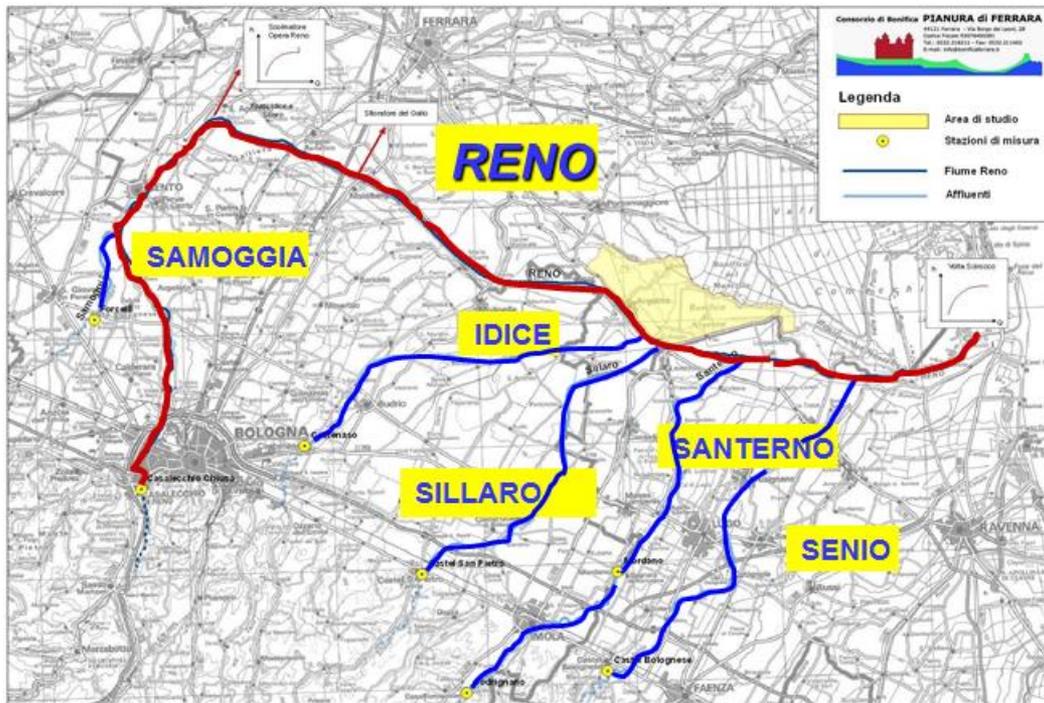
PRINCIPALI **FASI** DELLO STUDIO

- Trattazione dei diversi **modelli rappresentativi** del terreno
- Fiume **RENO**:
 - ❖ Scelta **dell'evento critico** di riferimento
 - ❖ Modellazione della **breccia arginale**



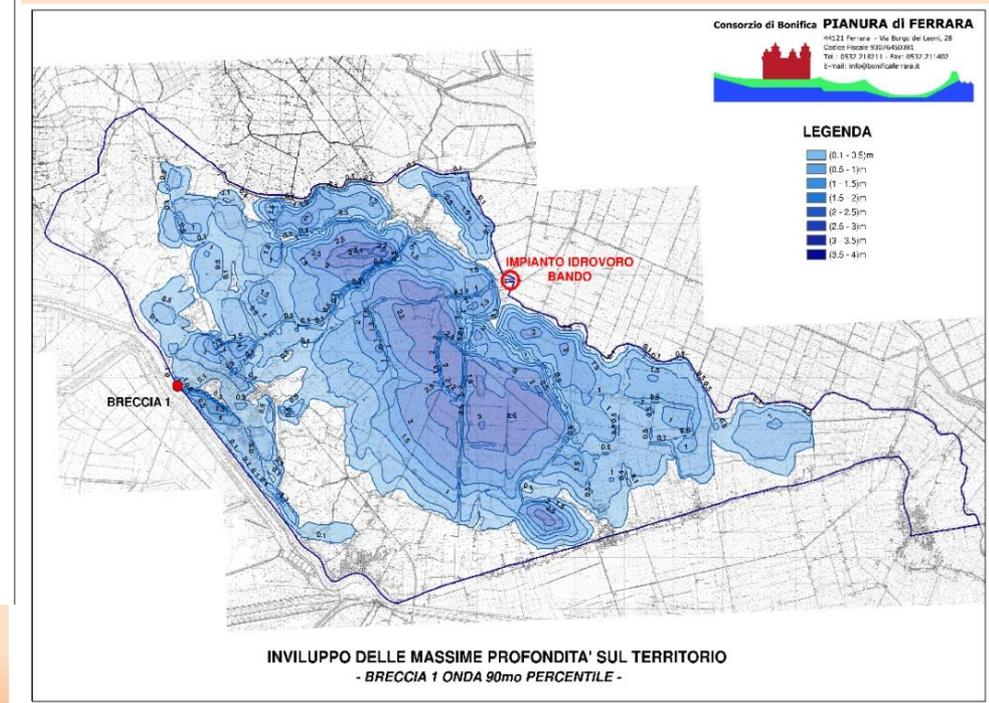
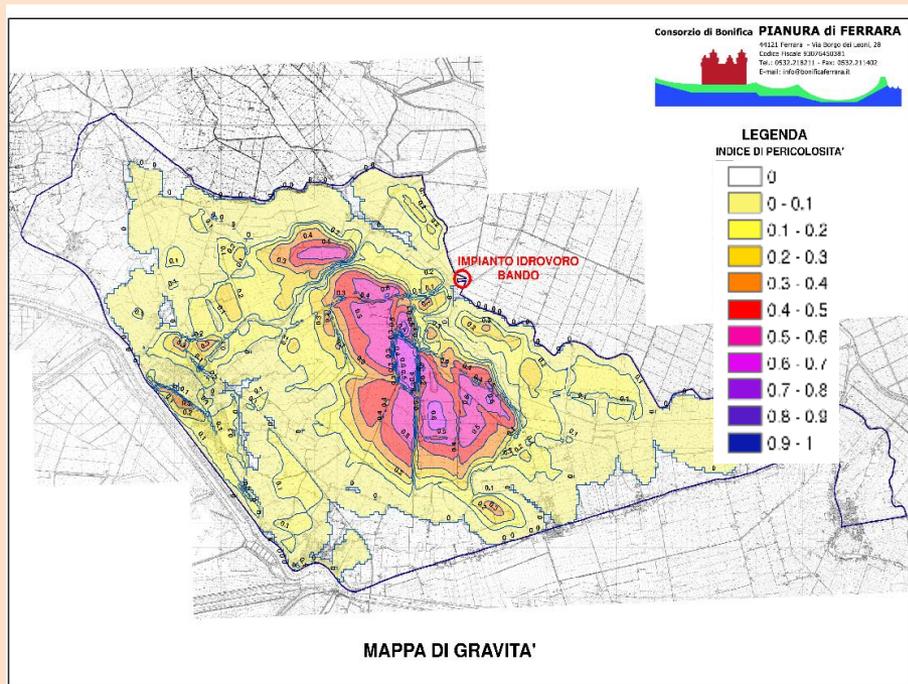
IL FIUME RENO

Modellazione idrodinamica dell'evento di riferimento (evento storico 1994; analisi basata su serie temporali di livello 1986-2008)



SIMULAZIONE BIDIMENSIONALE DEGLI ALLAGAMENTI

Mappe di
massima
profondità



Mappa di pericolosità'
(h,v)

CONCLUSIONI

- **Evento di piena storico (1994) non particolarmente gravoso. TR (combinato) \cong 50y;**
- **Crisi arginale per “piping” (di bassa probabilità ma comunque possibile).**



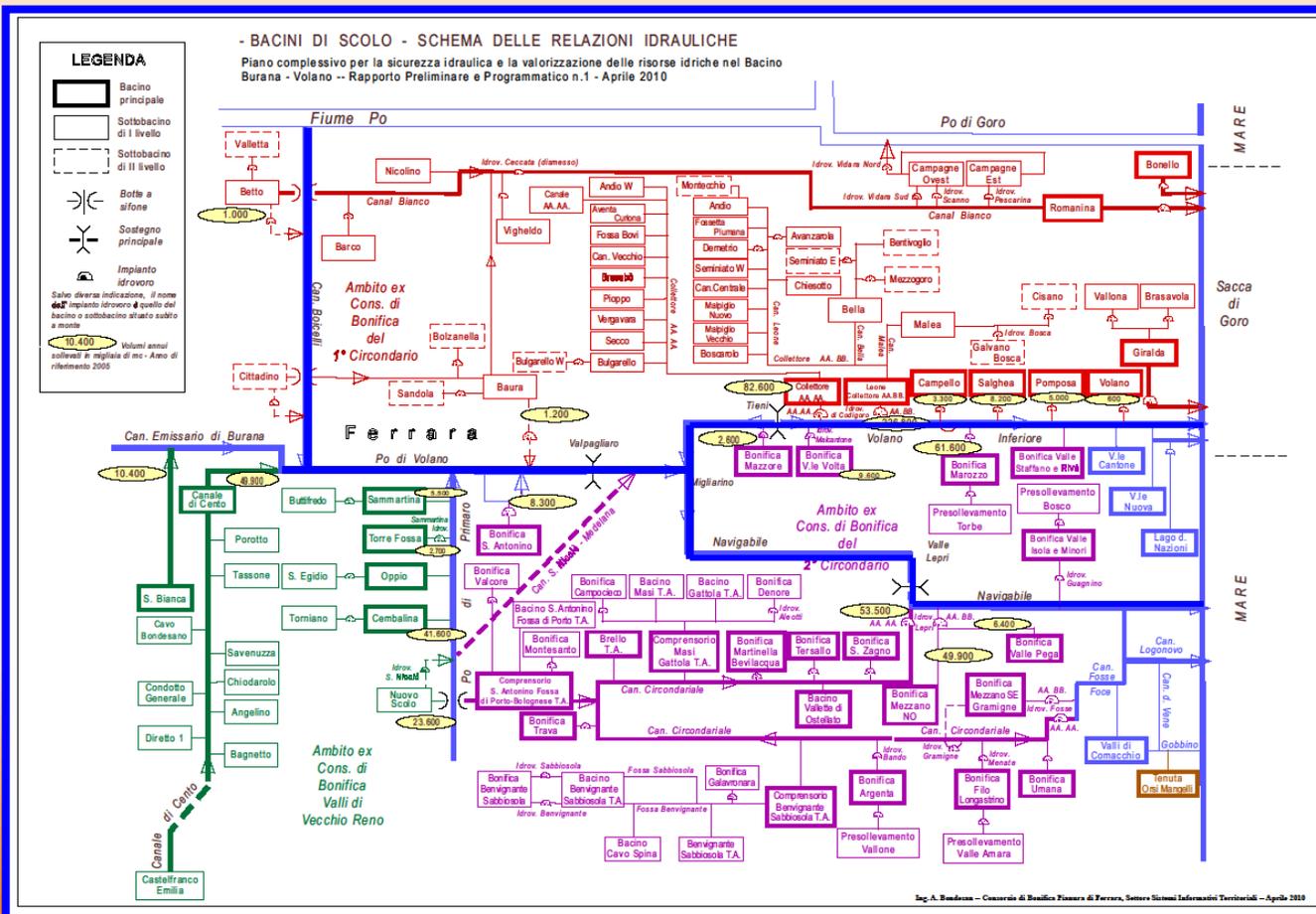
- ❖ Il **pericolo di allagamento** riguarda la quasi totalità del bacino;
- ❖ Nelle aree più depresse i **tiranti** raggiungono valori di **2,5 – 3,0 m**
- ❖ Le **velocità** di propagazione dell'acqua rimangono ridotte.



2. crisi del sistema Burana-Volano-Navigabile

Elementi di valutazione gestionali.

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA RETE IDRAULICA E DEI RELATIVI AFFLUSSI



Punti nodali del sistema

Botte Napoleonica



Traversa di Massfiscaglia



Sbarramento di Valpagliaro

Scenario di riferimento

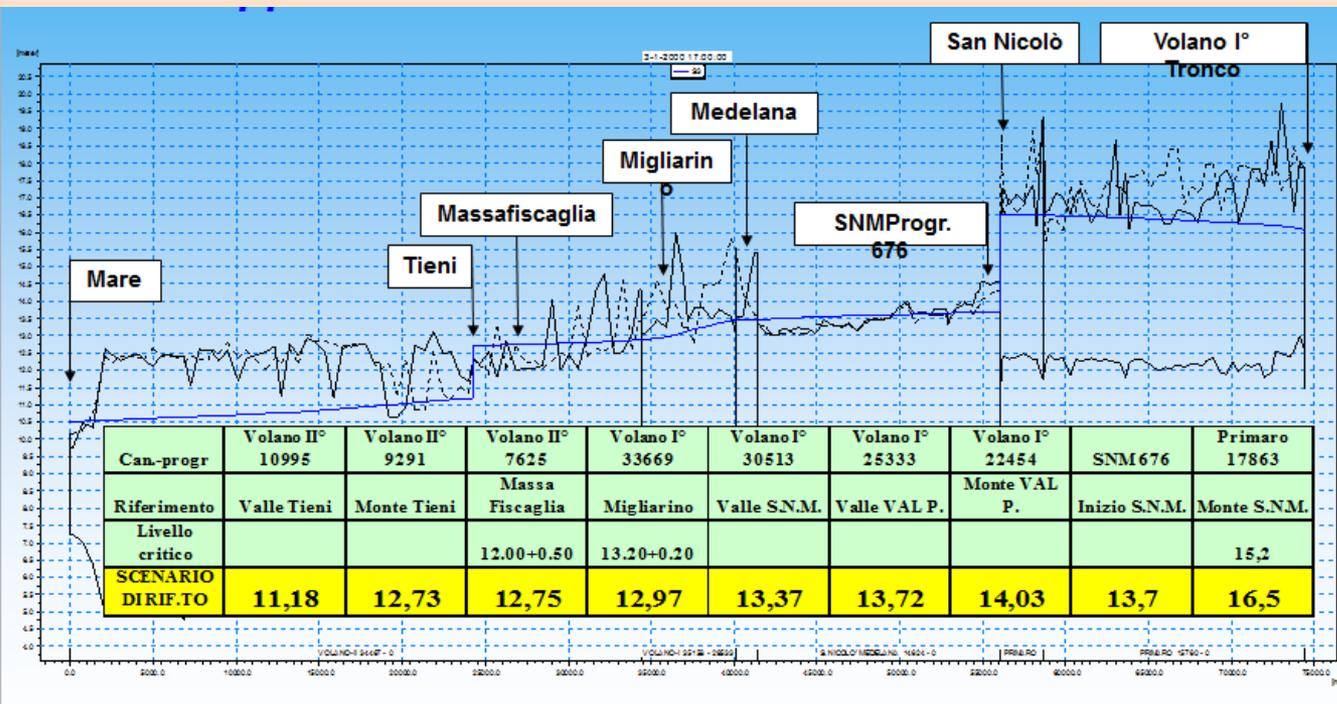
Condizioni di simulazione

➤ Pioggia: 105 mm $t_p=48h$ (Tr 50y) sulla zona ovest, il 30% sul restante bacino

➤ Gestione delle regolazioni *preordinata*

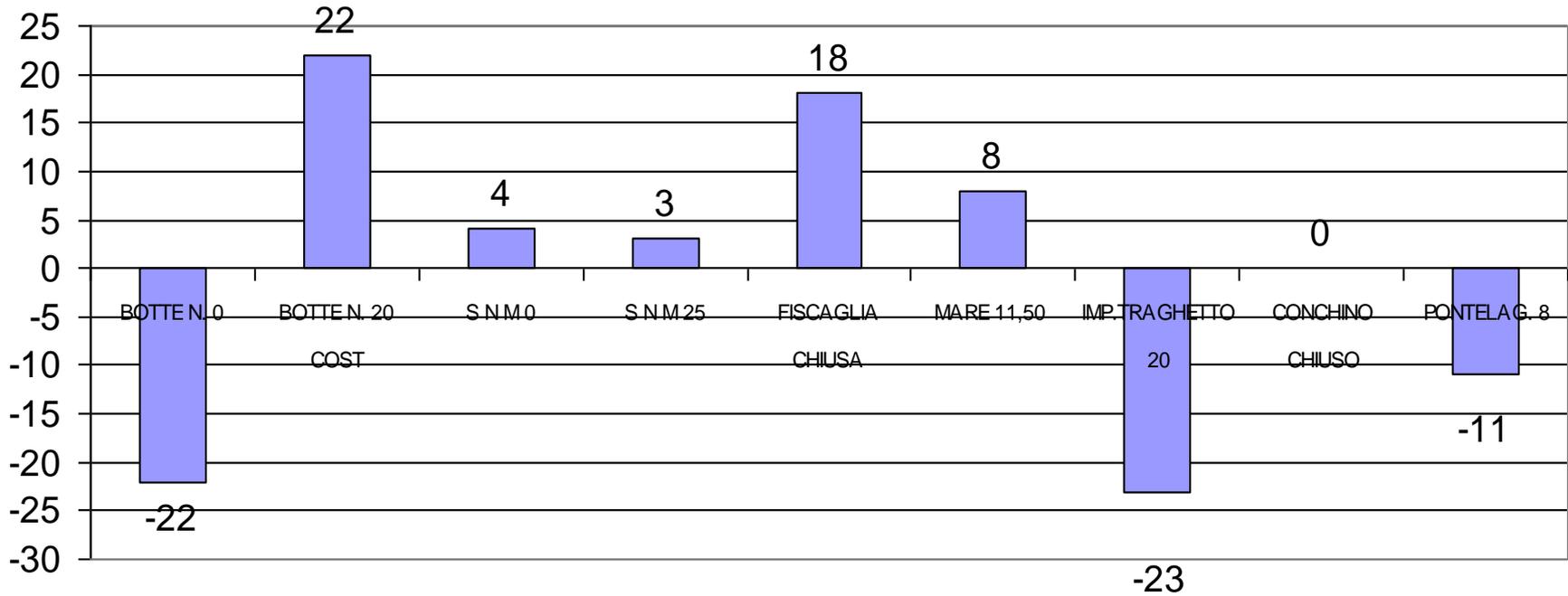
Inviluppo dei livelli idrometrici massimi

Eseguita modellazione idrodinamica monodimensionale per la stima dei livelli idrometrici massimi al variare di condizioni di stato di manufatti di regolazione ...



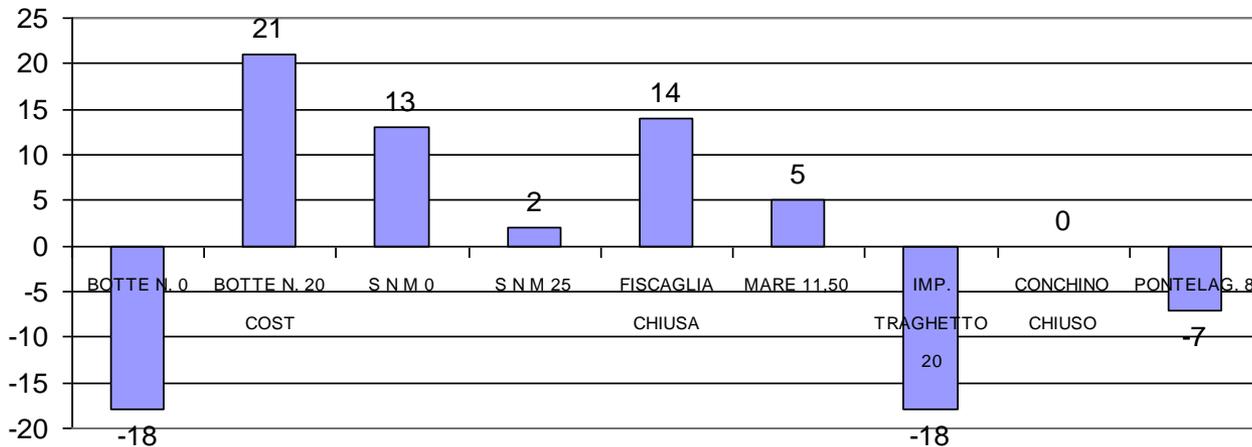
VALLE VALPAGLIARO

differenze in cm DA SCEN. DI RIFERIMENTO



MONTE VALPAGLIARO

differenze in cm DA SCEN. DI RIFERIMENTO



Risultati a Valpagliaro



POSIZIONI NOTEVOLI

Riferimento	Valle V.L.	Monte V.L.	Valle Tieni	Monte Tieni	Massa Fiscaglia	Migliarino	Valle S.N.M.	Valle VAL P.	Monte VAL P.	Inizio S.N.M.	Monte S.N.M.	Borchia FE	Origine Can. Burana
C1 Botte Napoleonica Q = 0 m3/s	MODESTO	MODESTO	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO	ELEVATO
C1 Botte Napoleonica Q = 20 m3/s	MODESTO	MODESTO	MODESTO	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO	MOLTO ELEVATO
C2 S.N.M. Q = 0 m3/s		MODESTO	MODESTO					MODESTO	SENSIBILE	MOLTO ELEVATO	MOLTO ELEVATO	SENSIBILE	SENSIBILE
C2 S.N.M. Q = 25 m3/s	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MOLTO ELEVATO	MOLTO ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE
C3 Traversa Fiscaglia CHIUSA	MODESTO	SENSIBILE	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	MOLTO ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO		MODESTO	
C4 Livello MARE	MOLTO ELEVATO	MOLTO ELEVATO	MOLTO ELEVATO	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO
C5 Esondazione NAVIGABILE		MODESTO		MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO					
C6 Impianto TRAGHETTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	SENSIBILE	SENSIBILE	SENSIBILE	ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE	ELEVATO	MOLTO ELEVATO	ELEVATO	SENSIBILE
C7 Chiusura CONCHINO													
C8 Impianto PONTELAGOSCU RO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	MODESTO	SENSIBILE	SENSIBILE	MODESTO	MODESTO	MODESTO	SENSIBILE	SENSIBILE

MODESTO	DA -9 A +9
SENSIBILE	DA -10 A -19 O DA 10 A 19
ELEVATO	DA -20 A -29 O DA 20 A 29
MOLTO ELEVATO	< A -30 O > A 30
	INCREMENTO DI LIVELLO
	DECREMENTO DI LIVELLO
	NO VARIAZIONI

MODESTO	DA -9 A +9
SENSIBILE	DA -10 A -19 O DA 10 A 19
ELEVATO	DA -20 A -29 O DA 20 A 29
MOLTO ELEVATO	< A -30 O > A 30
	INCREMENTO DI LIVELLO
	DECREMENTO DI LIVELLO
	NO VARIAZIONI

AZIONI / VARIABILI

3. «eccessive» precipitazioni sul comprensorio

- «Prudenza meteo»
- «Siti sensibili»
- Piano di Gestione del Rischio Idraulico con Ferrara Voghiera e Masi Torello
- Sistema di Supporto Decisionale



- «Prudenza meteo»...una decisione sempre difficile... (Chiavica Capitello)



Canalizzazione promiscua...
 in base a prestabiliti criteri relativi a diverse situazioni locali sono stati definiti 4 livelli di prudenza da attivare in caso di sfavorevoli condizioni meteo in periodo irriguo (oltre 1000 manufatti)

- ❖ Livello 0 → nessuna azione
- ❖ Livello 1 → media «prudenza»
- ❖ Livello 2 → alta «prudenza»
- ❖ Livello 3 → apertura totale

canale	Campagne	
manufatto n°	15	P. Ch. Scuole
travata	x	
paratoia		
paratoia stramazzo		
luce	120	
max der	13,56	
quota media fondo	12,9	
tempi ripristino alti		
tempi ripristino bassi	x	
regolazione media prudenza	Abbassare 15 cm	
regolazione alta prudenza	Abbassare 30 cm	



• **«Siti sensibili»**

definizione di veri e propri piani di emergenza «dedicati» alla «protezione» idraulica di **elementi di particolare valenza**

3

SITO Abitato di Voghenza

BACINO Bonifica di Campocieco

CANALE DI RECAPITO Condotto Valliero

INQUADRAMENTO DELLE PROBLEMATICHE E NOTE:

Area a rischio allagamento per quota idrometrica del condotto Valliero. Sono interessate dal fenomeno la Via S. Leo prima del parallelismo con il nostro condotto e le relative abitazioni prospicienti la pubblica via.

ELEMENTI E CONDIZIONI DI CONTROLLO DELLA CRITICITA'

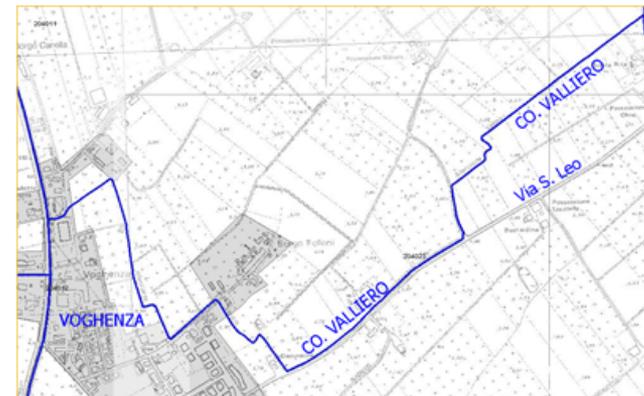
- Ch. Automatica Vandini – Quota idrometrica > +12.00

.....
.....
.....

MANOVRE DI VALENZA LOCALE

- 6L: Ch. Origine sul Belriguardo
- 7L: Ch. Terminale
- 8L: Ch. Saltarelli
- 9L: Ch. Automatica Vandini
- 10L: Posizionamento motopompa sul Belriguardo

Stralcio planimetrico

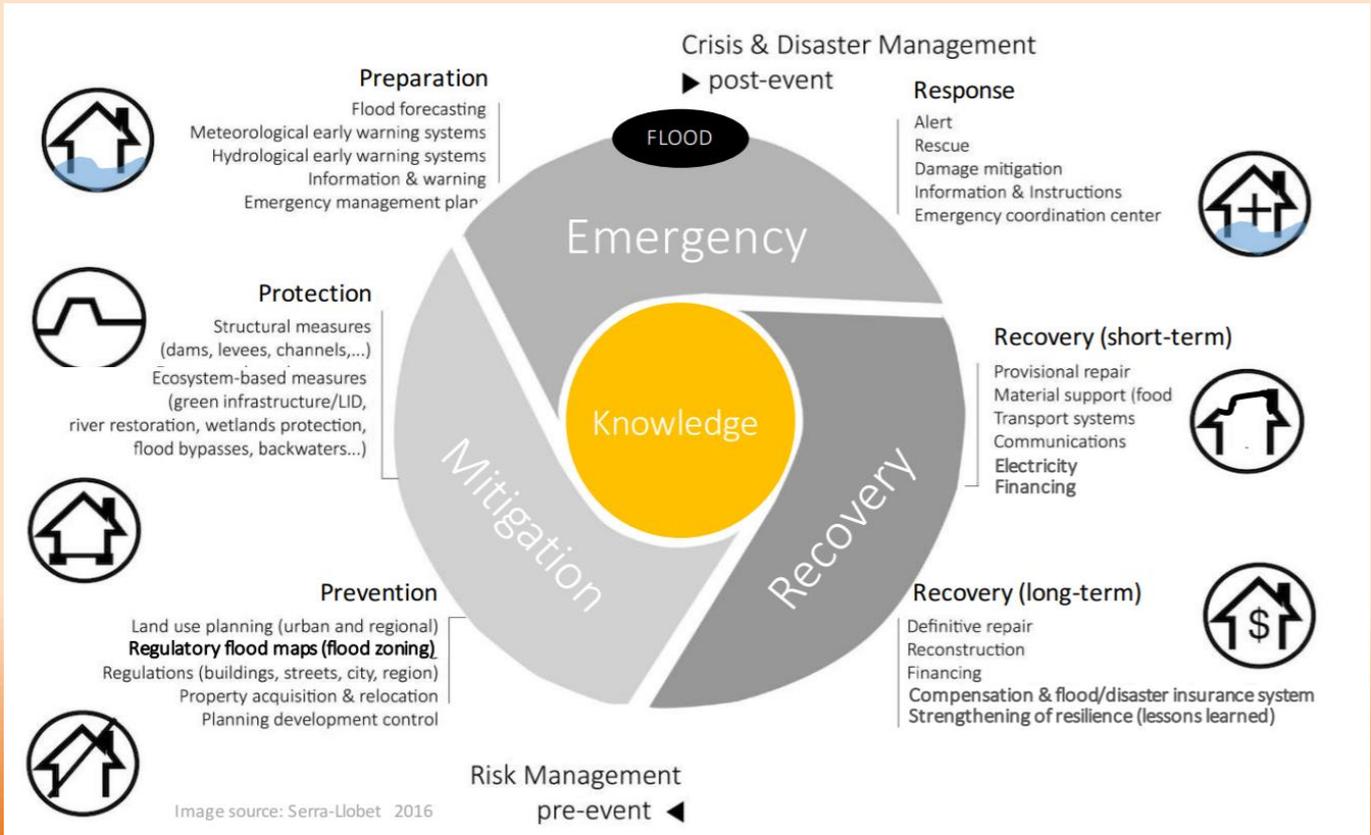


MANOVRE DI VALENZA GENERALE

- 4G: Abbattimento quota idrometrica Fossa di Voghenza (*)
 - 5G: Rincolli paratoie Fossa di Voghenza (**)
 - 6G: Posizionamento motopompa sul S.N.M.
 - 7G: Apertura Fossa di Gambulaga T.A.
- (*): Da effettuare le manovre a valle dello sbocco del Valliero
(**): Da effettuare le manovre a monte dello sbocco del Valliero

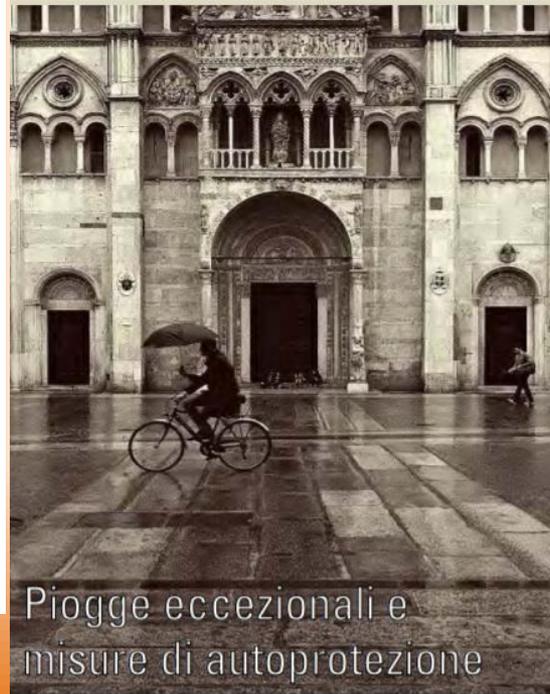
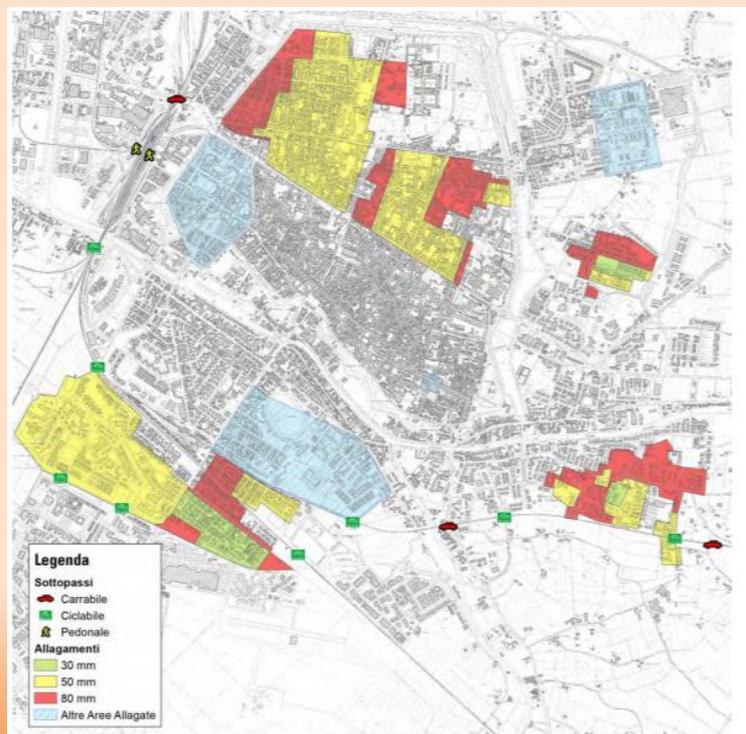
Piano di Gestione del Rischio Idraulico con Ferrara Voghiera e Masi Torello

...attuazione di **possibili azioni integrate, preventive, strutturali e non**, per la riduzione delle conseguenze negative, derivanti da alluvioni...



Piano di Gestione del Rischio Idraulico con Ferrara Voghiera e Masi Torello

- 1. creazione delle mappe del rischio:
 - mappe di allagamenti
 - individuazione degli elementi sensibili
 - elaborazione Mappe del Rischio
- 2. condivisione previsioni metereologiche ..(anticipate)
- 3. informazione ai cittadini



Piano di Gestione del Rischio Idraulico con Ferrara Voghiera e Masi Torello

➤ 4. strumenti di pianificazione territoriale ($W_i=350$ mc per ogni ettaro di superficie territoriale interessata dall'urbanizzazione..)



➤ 5. piani di intervento per la mitigazione di criticità locali:

- Impianti di sollevamento di competenza HERA
- trasferimento di portate verso la rete idrografica superficiale



➤ 6. attività integrate di addestramento del personale



➤ 7. manutenzione del Piano

• Sistema di supporto decisionale - DSS

Consorzio di Bonifica
PIANURA di FERRARA

DSS Sistema Informatico di Supporto Decisionale

DSS Home **Dati Osservati** Dati Previsionali **Modelli Numerici**

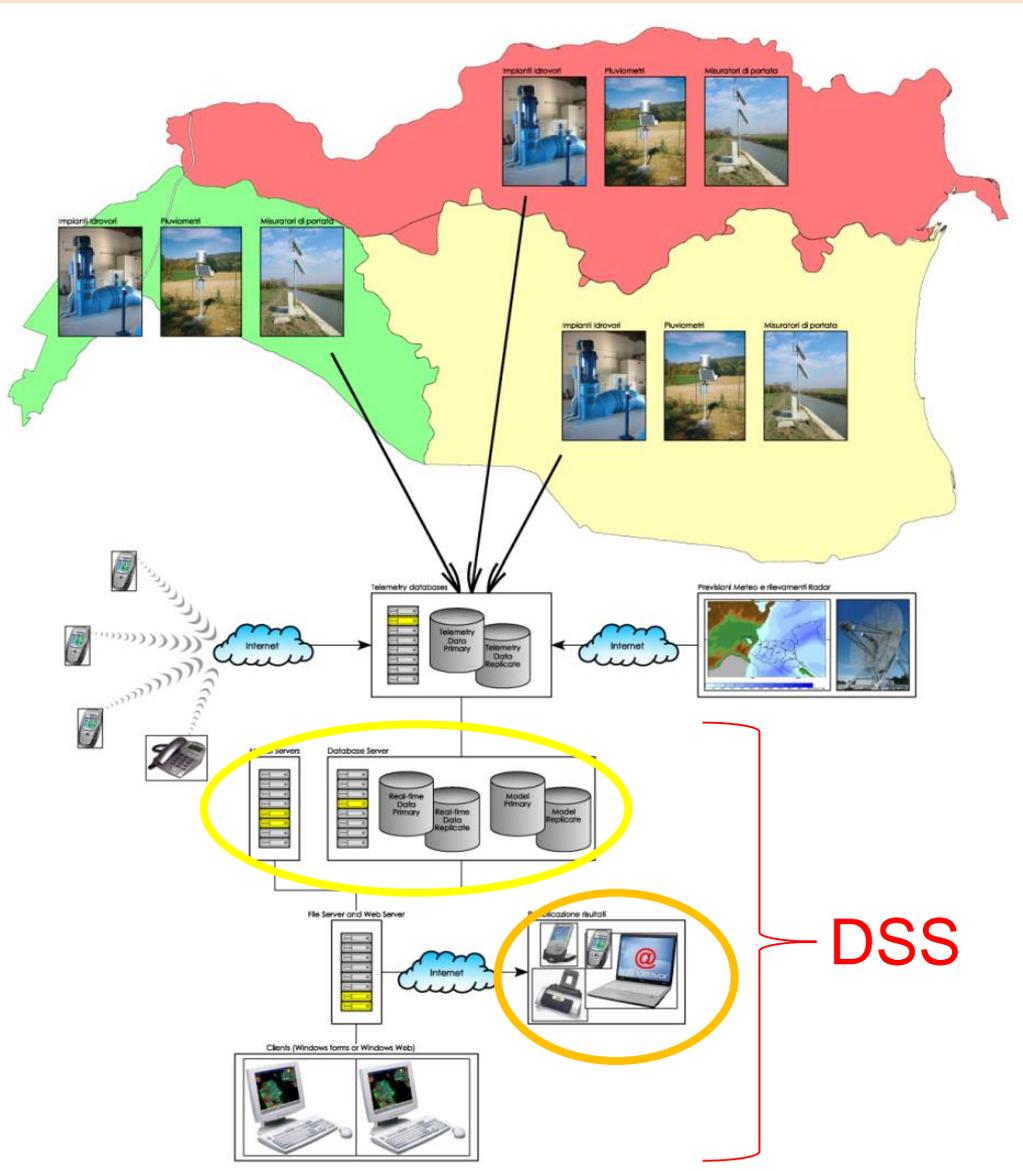
Dati Sensori Dati Bacini Dati Bacini Scenario Base Allertamento

Amministratori

Accesso Effettuato!



STRUTTURA DEL DSS



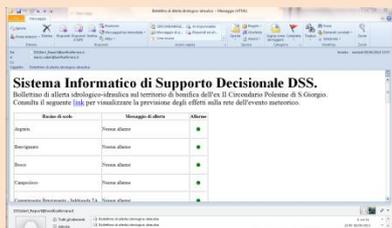
DATABASE

Struttura di archiviazione del DSS tramite Time Series

DASHBOARD

webGIS – consultazione online in tempo reale





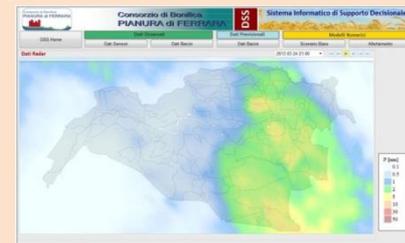
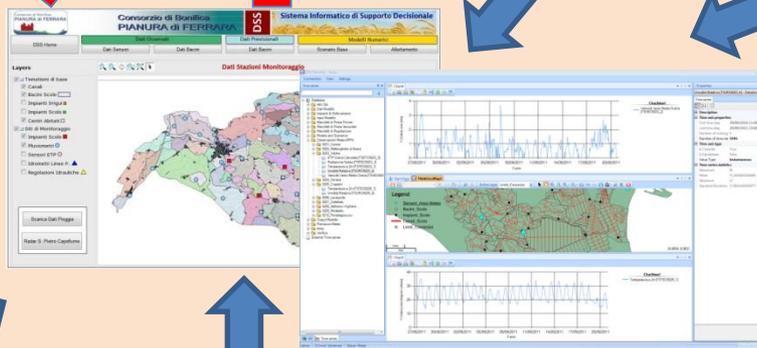
Bollettino di allerta



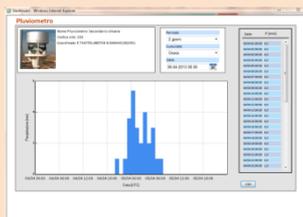
Risultati modello previsionale



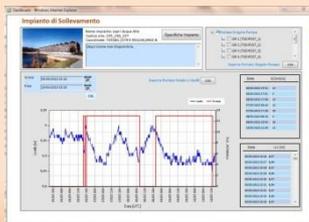
Altri dati meteo
EPT, T°, Irraggiamento,.....



Previsioni meteo - pioggia



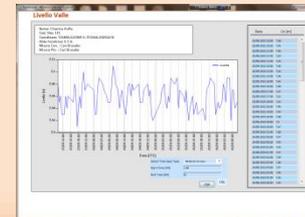
Registrazioni Pluviometriche



Funzionamento impianti Portate sollevate



Stato degli organi di regolazione



Registrazioni Idrometriche e di portata. Ingressi irrigui

Previsioni Meteo

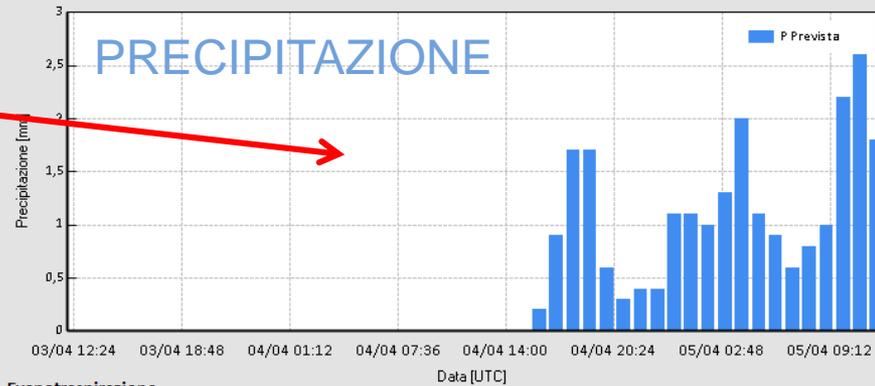


Dati ragguagliati ai bacini di scolo

Nome Bacino: Bonifica Galavronara
 Codice Bacino: 216
 Area bacino: 32.140 Km²

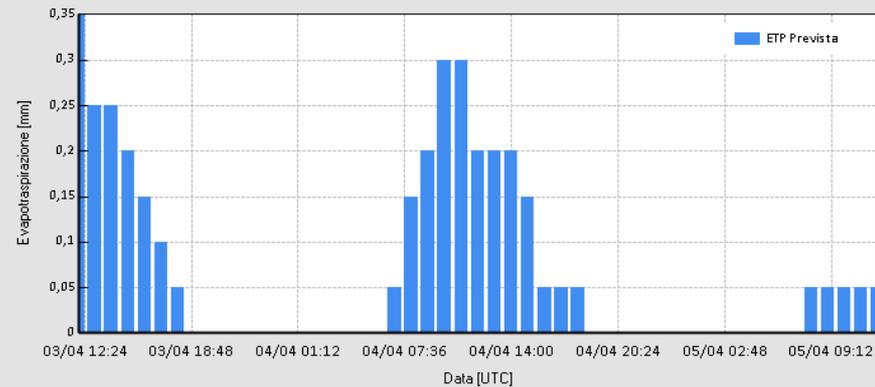
GALAVRONARA

Precipitazione

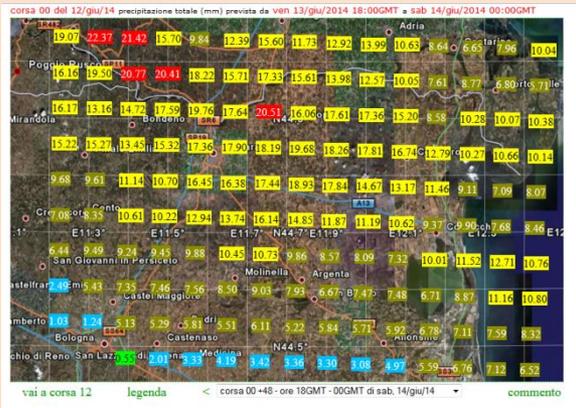


CSV

Evapotraspirazione

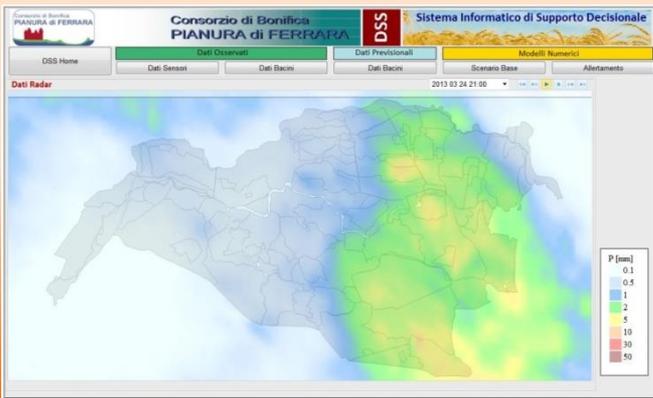


CSV



Previsioni ragguagliate ai bacini – piogge ed ETP

Mappe radar



MIKE NAM – calibrazione

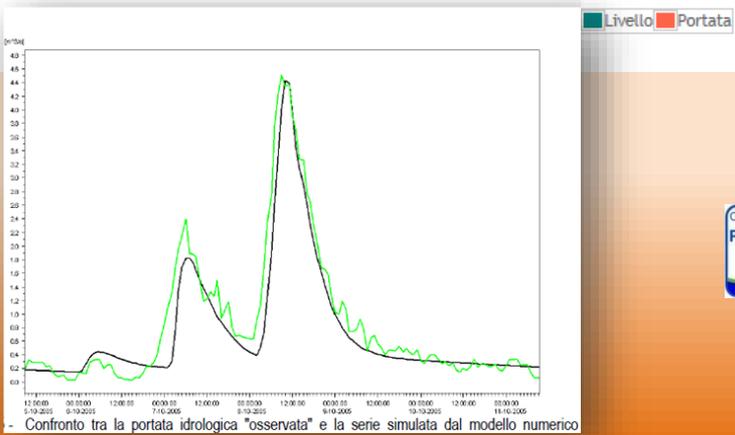
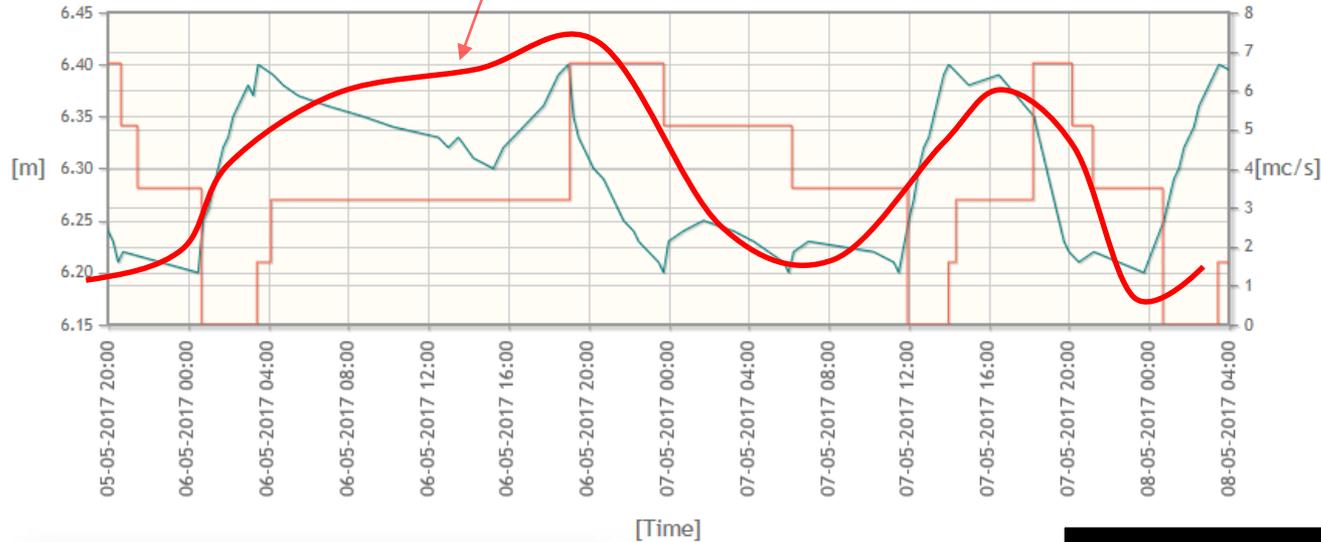
GUAGNINO - Impianti Scolo

Filtro temporale

Grafico Tabella

Idrogramma in arrivo all'impianto

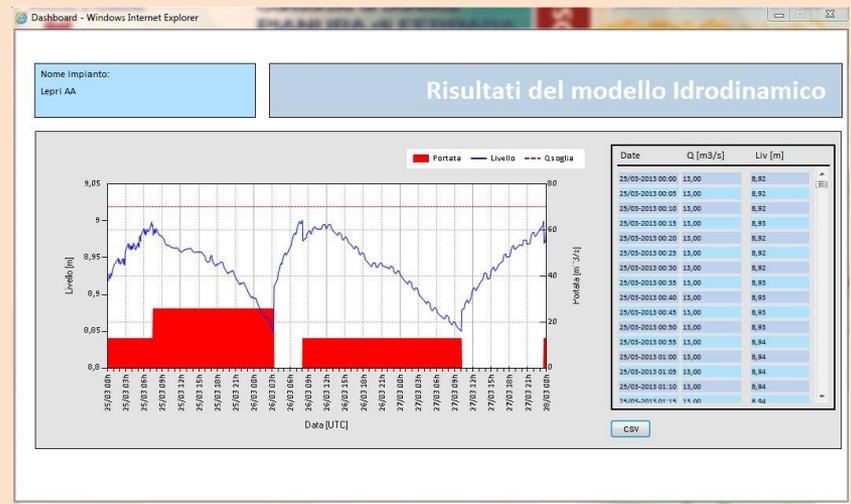
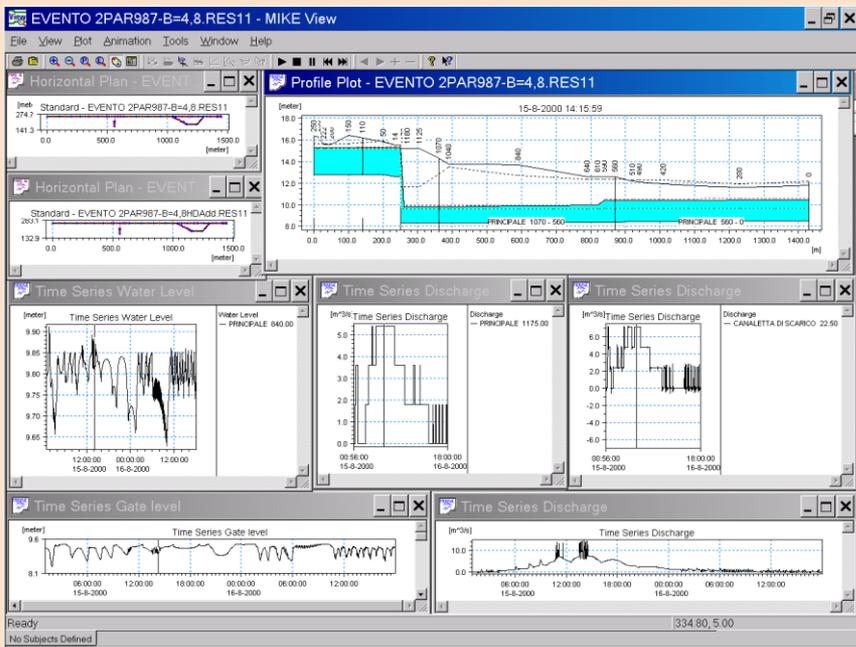
Reset zoom Export graph



Formula del serbatoio lineare:
 $Q_e(t) - Q_u(t) = W(t)/t = S \times H(t)/t$

Se pioggia nulla $\rightarrow Q_e(t) = 0$
 $Q_u(t) = S \times H(t)/t \rightarrow$ stima **S**

$Q_u(t) = Q_e(t) - S \times H(t)/t$



Risultati modello all'impianto idrovoro



Consorzio di Bonifica PIANURA di FERRARA

Sistema Informatico di Supporto Decisionale

DSS Home

Dati Osservati

Dati Previsionali

Modelli Numerici

Dati Sensori

Dati Bacini

Dati Bacini

Scenario Base

Allertamento

Stato di Allertamento

- Canale Circondariale - Impianto Fosse AA
- Canale Circondariale - Impianto Lepri AA

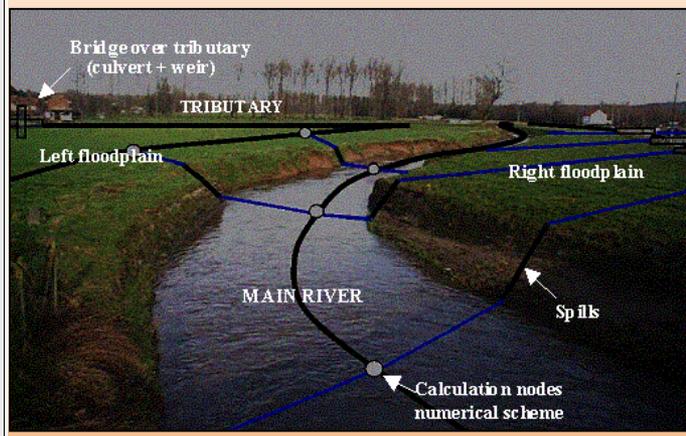
Nessuna Criticità

Allerta

Allarme

Modelli Numerici di Scenario

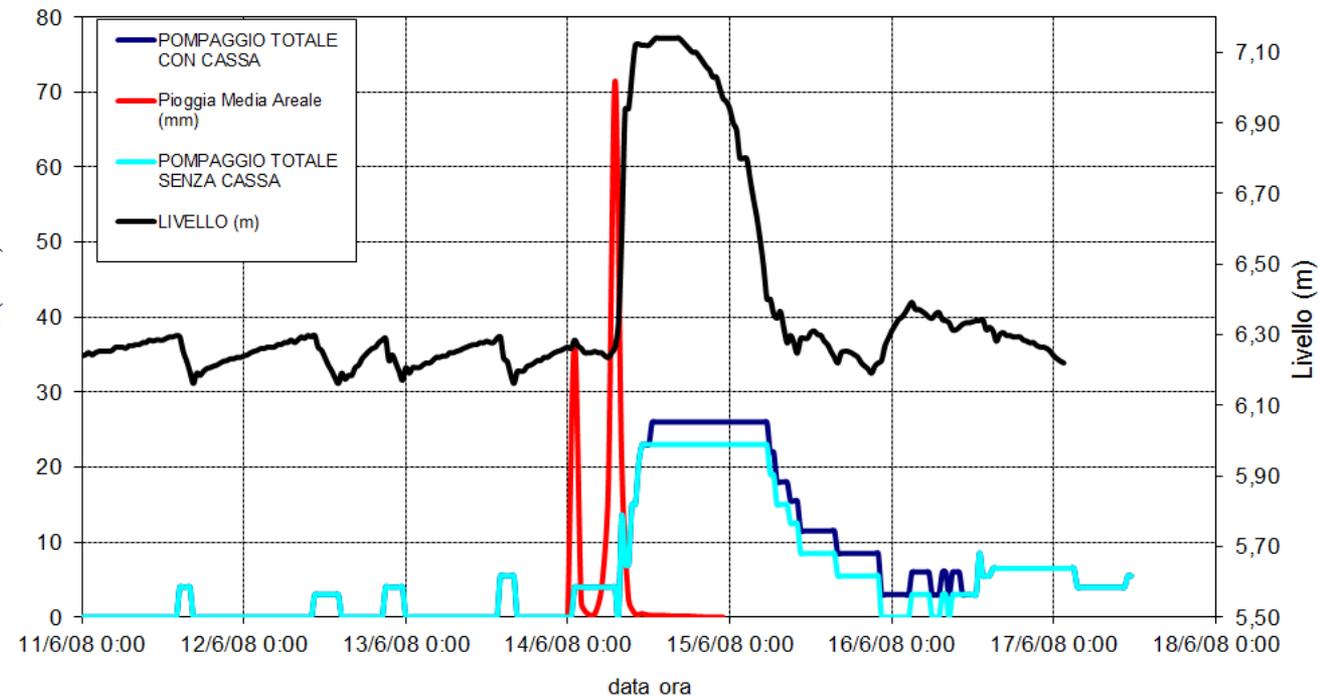
Modelli



- **Con l'uso del DSS** la **progettazione** di interventi migliorativi si basa sull'osservazione del **reale comportamento dinamico** della rete e delle strutture idrauliche.



Bando - Andamento dei parametri idraulici del sistema

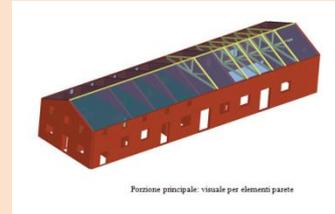


Potenza (m³/s)

Livello (m)

L'esame dei dati riportati dal **DSS** dopo un'emergenza idraulica consente di analizzare in dettaglio ... **tutto quanto avvenuto!!!**

VERIFICA DEL GRADO DI VULNERABILITA' SISMICA DI SEDI ED IMPIANTI IDROVORI CONSORZIALI



IMPIANTO IDROVORO DI BANDO

IMPIANTO IDROVORO DI CAMPOCIECO

IMPIANTO IDROVORO DI GUAGNINO

IMPIANTO IDROVORO DI S. ANTONINO

IMPIANTO IDROVORO DI LEPRI ACQUE ALTE



(a)



(b)

(a) fessurazione dell'arco murario in corrispondenza dell'ancoraggio della catena; (b) stato del collegamento tra le due porzioni di catena



(a)



(b)

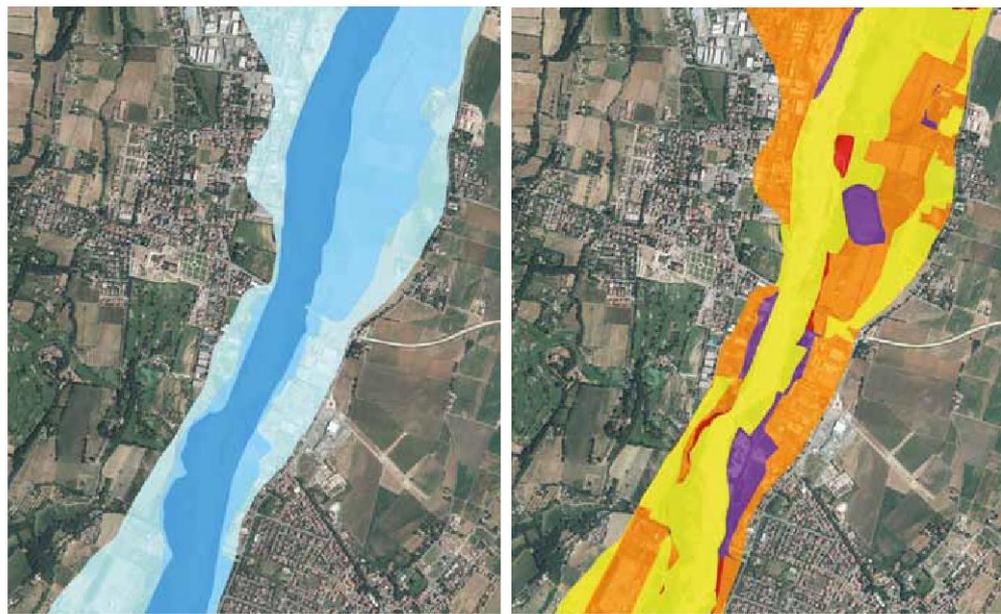
Copertura in legno: (a) zona di passaggio prima della sala degli impianti, (b) sala degli impianti



....sviluppi a breve-medio e lungo termine...

➤ *Precipitazioni*

- Per tutti i bacini l'elaborazione delle mappe di rischio con presa in conto della distribuzione e del «valore» dei beni distribuiti sul territorio
- l'estensione dei PGRI a tutti i Comuni della provincia di Ferrara

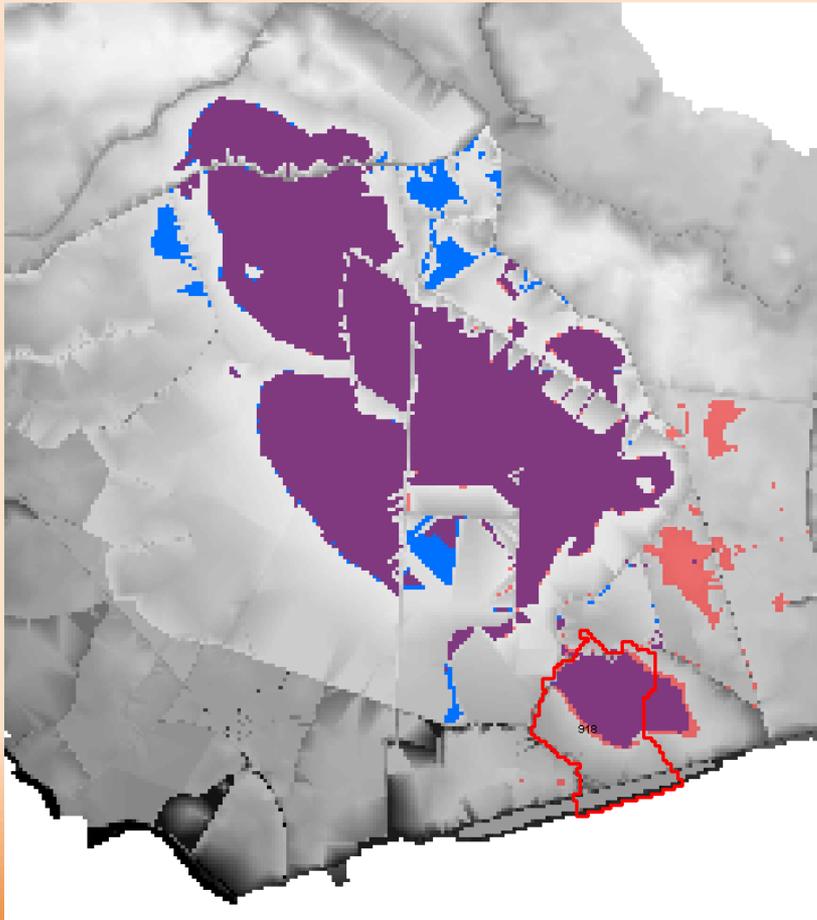


Mappe di rischio

La pericolosità viene rappresentata in diverse gradazioni di blu, dalle tonalità più scure, classe P3 (pericolosità molto elevata, eventi frequenti) alla più chiara (eventi poco frequenti o rari, di tipo catastrofico). Analogamente, per il rischio il colore viola rappresenta la classe più elevata (R4), il rosso la R3, l'arancione la R2 e, infine, in giallo il rischio moderato o nullo (R1).

➤ *Rotture e sormonti arginali di fiumi «perimetrali»*

- individuazione delle **aree allagabili** con stima della profondità dell'acqua in caso di cedimenti arginali di Po Reno con l'impiego di **codici «speditivi»**



Model	r	Test case		
		1	2	3
RFSM	1	11	14	13
RFSM _{est.}	1	38	89	58
	12	38	95	49
	60	36	76	75
RFSM _w	1	34	42	41
	12	19	33	36
	60	21	45	51
FLO-2D	-	1.13E+06	1.29E+06	1.06E+06

Grazie per l'attenzione

Dott./Ing. Gianni Tebaldi

Consorzio di Bonifica
Pianura di Ferrara

Telefono 0532-218146

E-mail info@bonificaferrara.it