



# Modellistica numerica avanzata a supporto dell'idroecologia

*Scenari di impatto sulla qualità delle acque*

Luca Dutto - Hydrodata S.p.A.  
Mauro Porcelli - Ente Parco Nazionale del Circeo

Torino, 14-15 Ottobre 2015



Italian DHI Conference 2015

## Importanza dei modelli numerici nell'analisi ambientale (*ambienti acquatici*)

### Indicatori:

ecosistema complesso;  
scelta specifica o ampia/plurale?

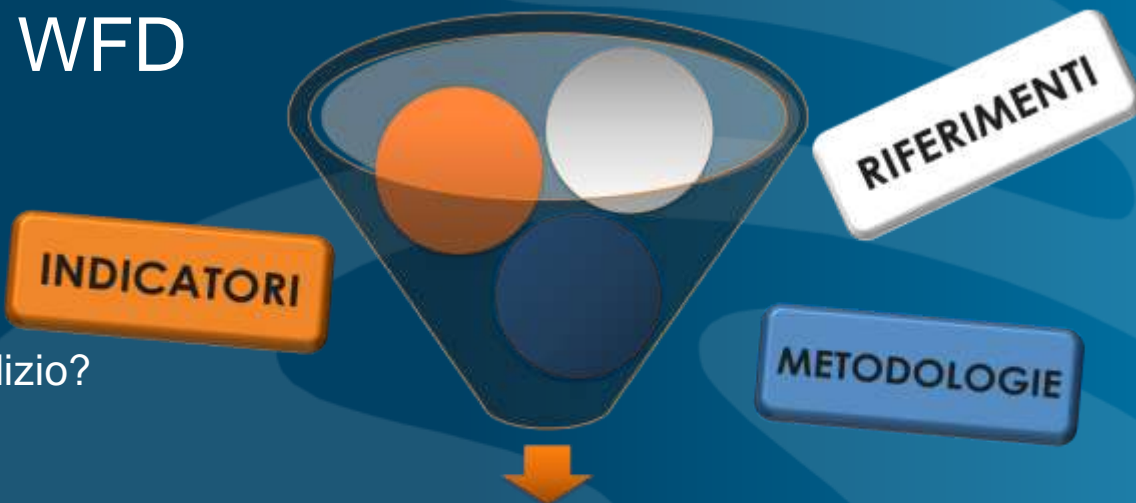
### Riferimenti:

stato "indisturbato"? Incide su giudizio?  
Sito specifico! → Monitoraggio

### Metodologie:

Oggettive? Modelli (idraulici,  
biologici, di correlazione,...)

WFD



GIUDIZIO QUALITÀ AMBIENTALE

*Previously on DHI conference...*



Torino, 14 Ottobre 2015



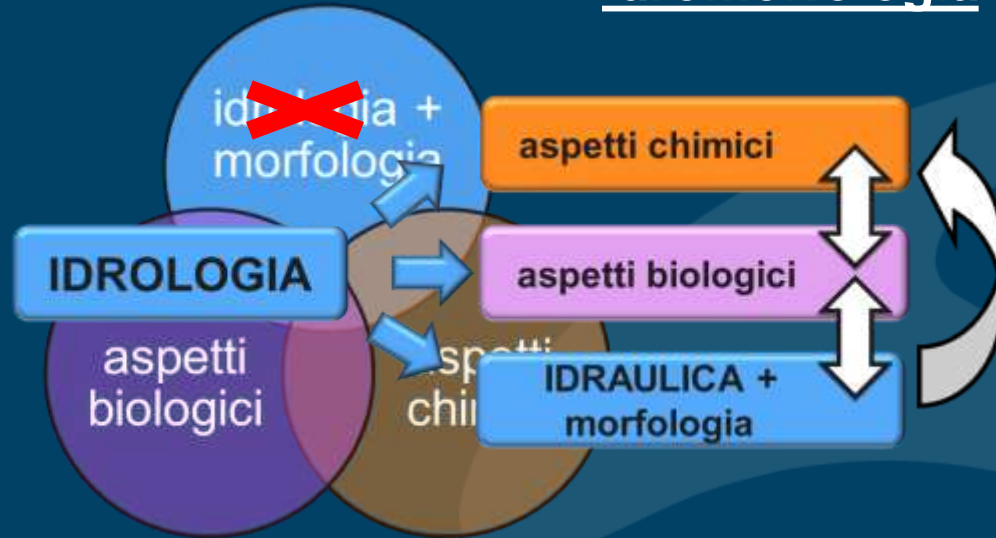
**Impatti quantitativi** (sottrazione acque, variazione livelli, ecc.)

WFD: Idromorfologia torna in primo piano (?) come indicatore di qualità

**Quantificazione** stato ambientale deve considerare  
**integrati** i processi fisici e biologici (**INDICATORE** appropriato)

## Impatti quantitativi (sottrazione acque, variazione livelli, ecc.)

### Idromorfologia = idraulica+morfologia



**regime “naturale” necessario**  
(sostiene biodiversità e integrità  
ecosistemi acquatici)

ma **non sufficiente**  
(possibili altre forme di alterazione  
della qualità ambientale)

## Indicatori idromorfologici

- Continuità (*longitudinale, laterale, verticale*)
- Funzionalità (*diversità di habitat, interazioni con vegetazione*)

scala intermedia

scala di dettaglio

Diverse metodologie di rilievo/censimento (habitat, forme)

NON appropriato riferimento statico: stato ecologico dinamico

→ connessione con idrologia, capacità previsionale



## Modelli numerici

## PHABSIM

Accurata descrizione idrodinamica è fondamentale per modellare impatti

Scale di deflusso

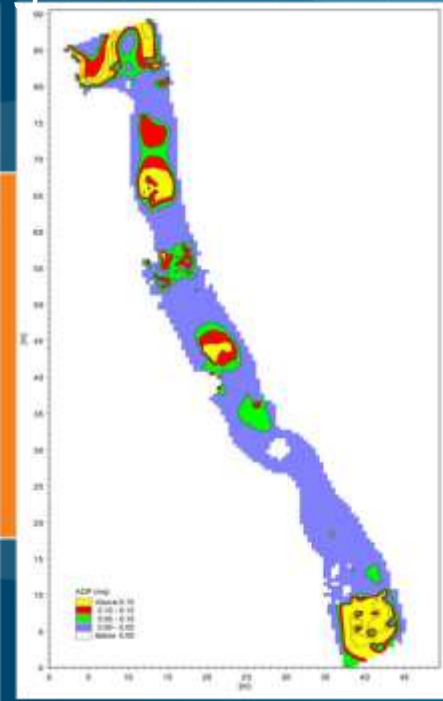
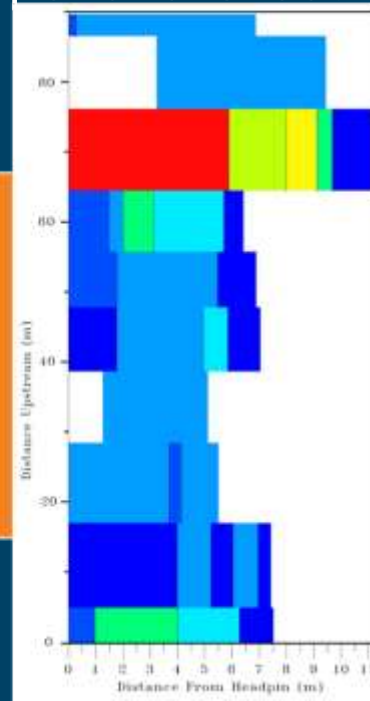
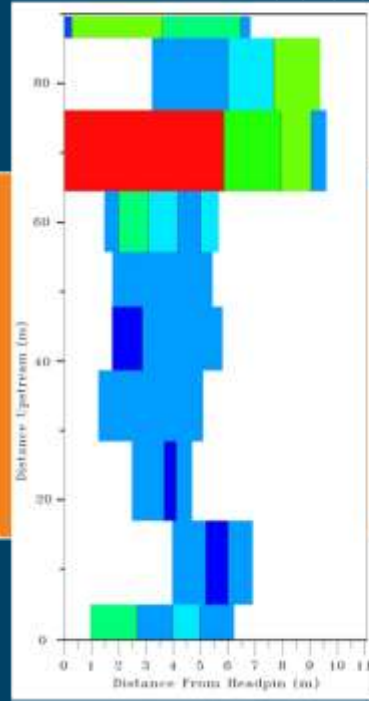
Moto uniforme

→ base per analisi ecologiche - ambientali

Entracque - Vista panoramica del sito di misura dal ponte di località Ponte Burgio



Entracque - Dettaglio del sito di misura in località Ponte Burgio



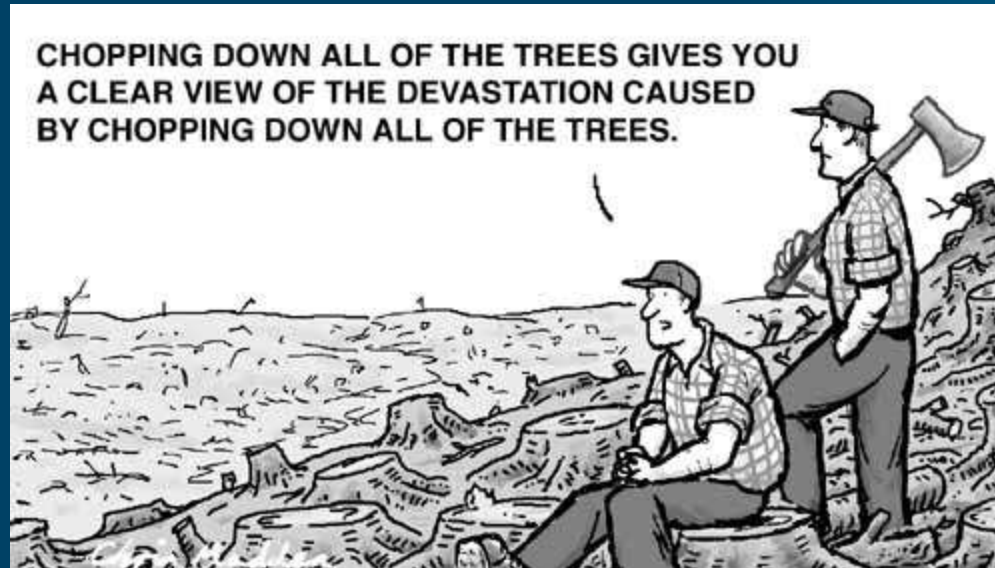
1 m<sup>3</sup>/s





**Previsione impatti** non può basarsi unicamente su approccio empirico

→ **Modelli**, anche ecologici, per simulare evoluzione del sistema



## Esempi

### 1. Impatto idrodinamico con alterazioni idrologiche irrilevanti



#### SISTEMA IDROVIARIO DEL PO 365

### 2. Pianificazione e controllo di un intervento “ecologico”



*Analisi del bilancio idrologico del sistema  
Lago di Fogliano - Lago dei Monaci  
e definizione di strategie di riduzione dei  
fenomeni di eutrofizzazione e salinizzazione*



# Case story 1 – Sistema idroviario PO 365

SIMPO 1984 → studio 2009 → Progetto preliminare 2015

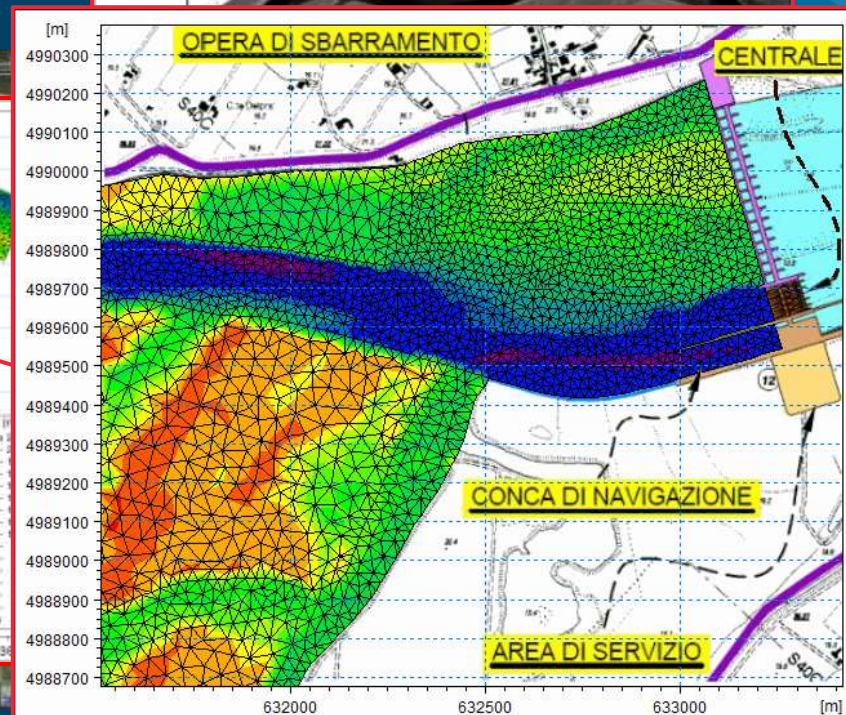
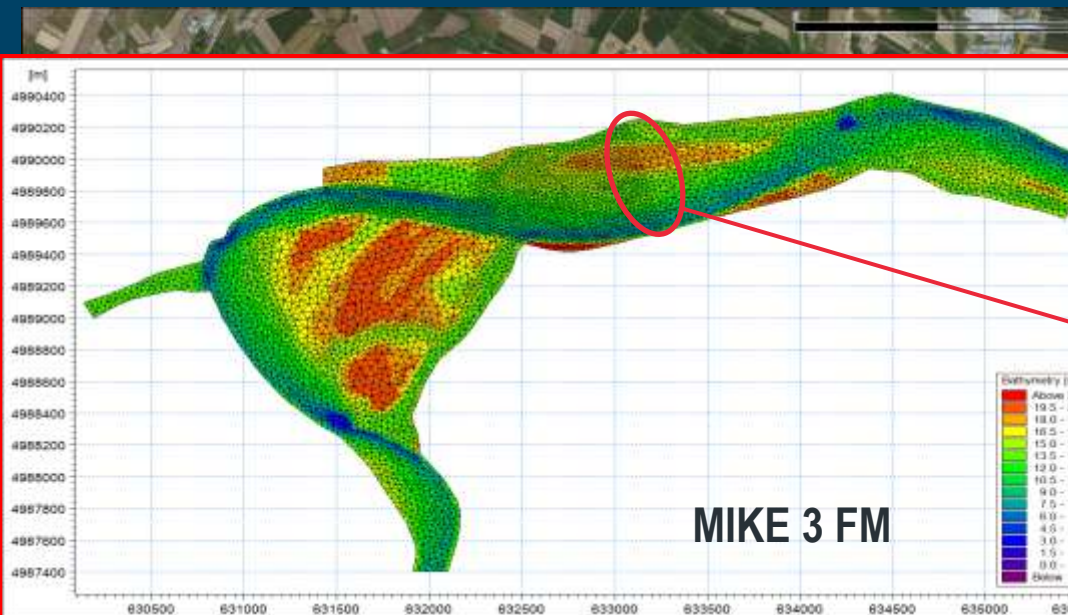


Ipotesi “regimazione”:  
sostegno livelli di magra con traverse

# Case story 1 – Sistema idroviario PO 365

## Fiume Po a Borgoforte (MN)

### Modello 3D stato attuale – traversa (sito pilota)

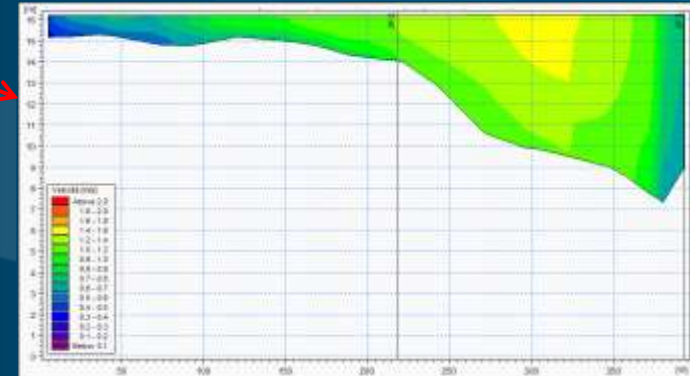
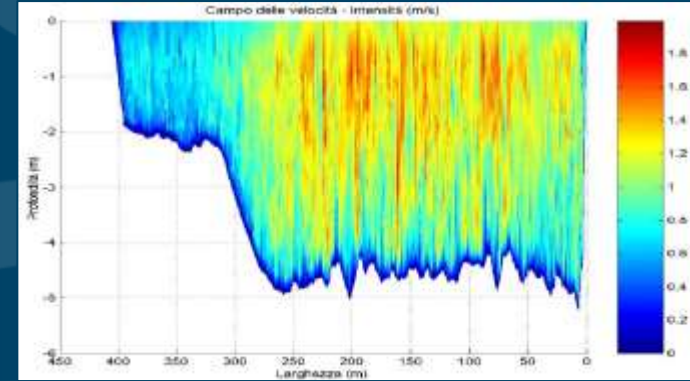
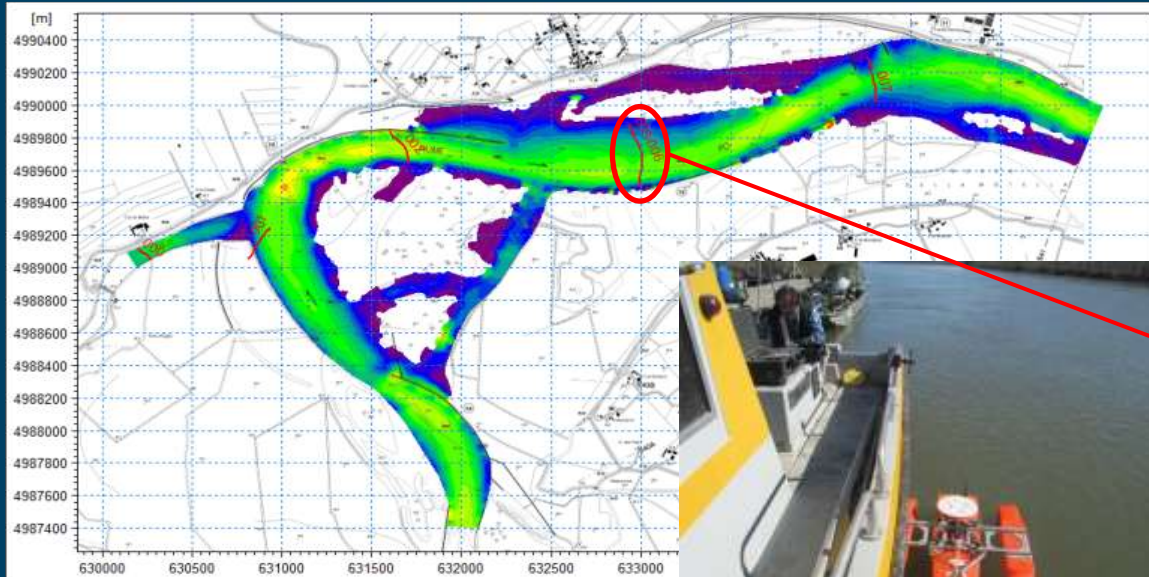




# Case story 1 – Sistema idroviario PO 365

## TARATURA con misure idrodinamiche in sito (ADCP) su 5 sezioni

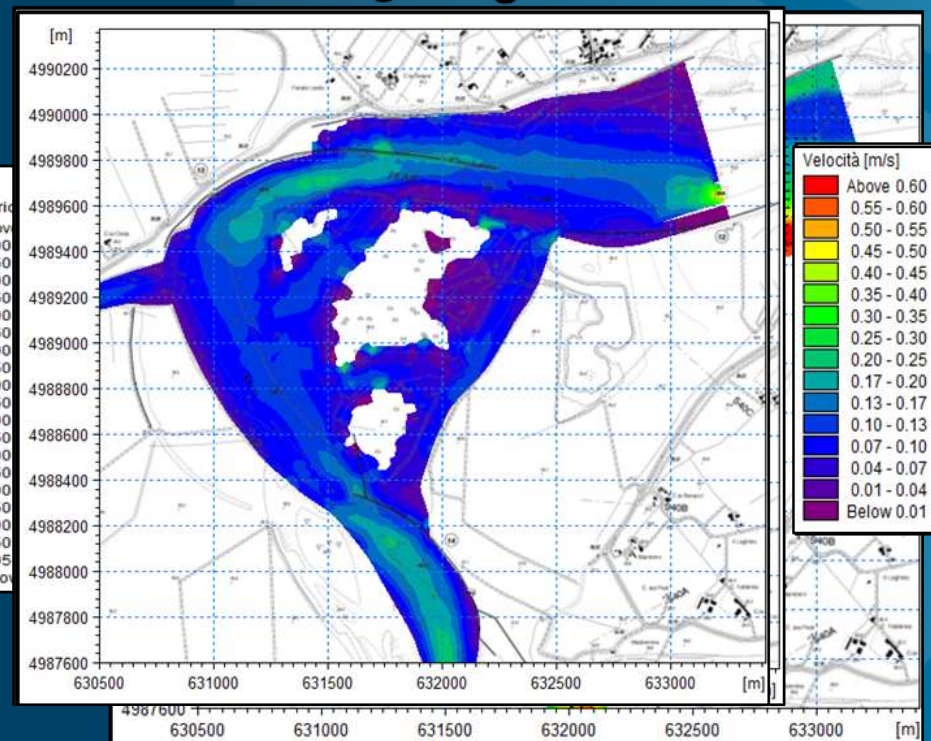
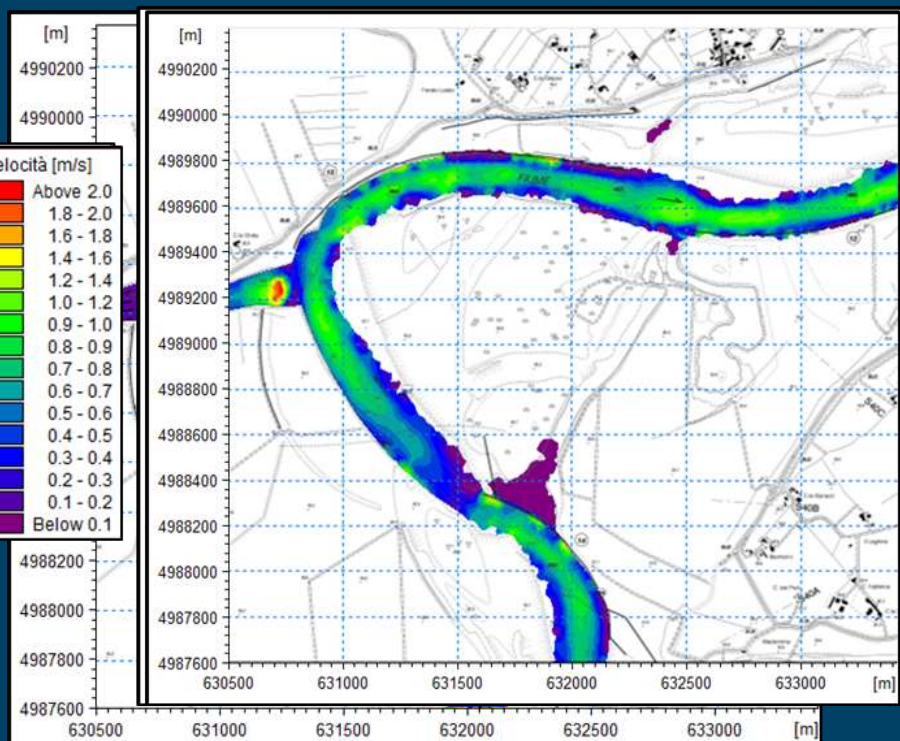
Misura di portata:  $Q = 1.536,5 \text{ m}^3/\text{s}$



## Risultati modello idrodinamico

**Attuale**

**Progetto**



## Modello ecologico

Idrogramma e forzanti 2003:  
condizione gravosa

### Parametri idrodinamici

Tiranti idrici

Velocità di fondo

Velocità superficiali

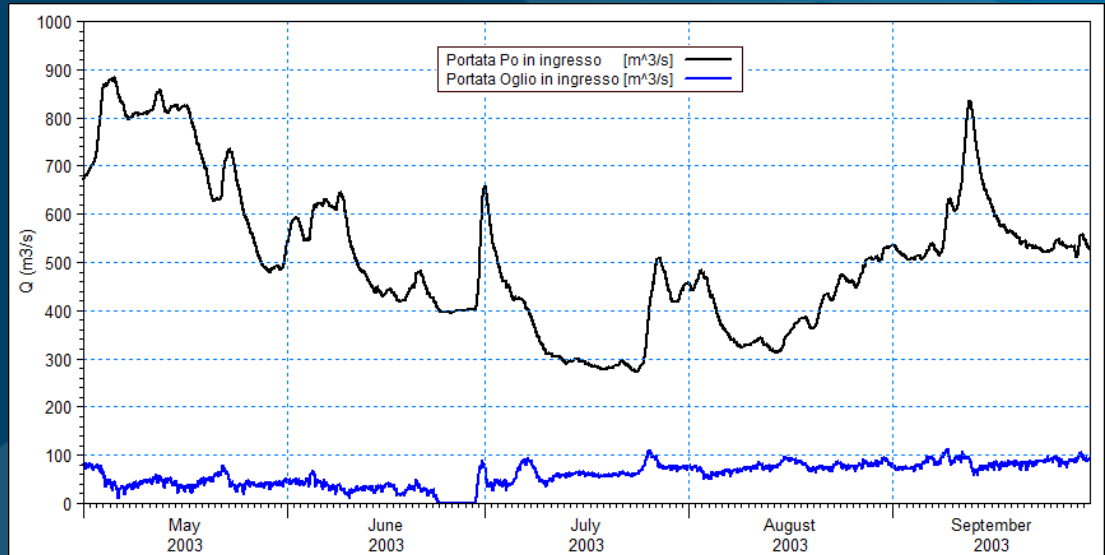
### Parametri di stato ambientale

Temperatura

Ossigeno disciolto

Nutrienti (IN, IP)

Altri parametri (Benthic vegetation, Detritus, Fitoplancton, Zooplancton)



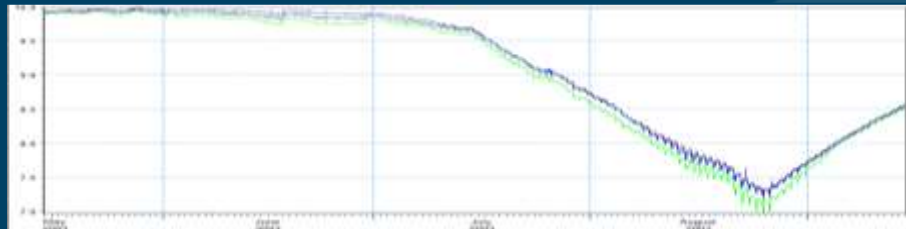


# Case story 1 – Sistema idroviario PO 365

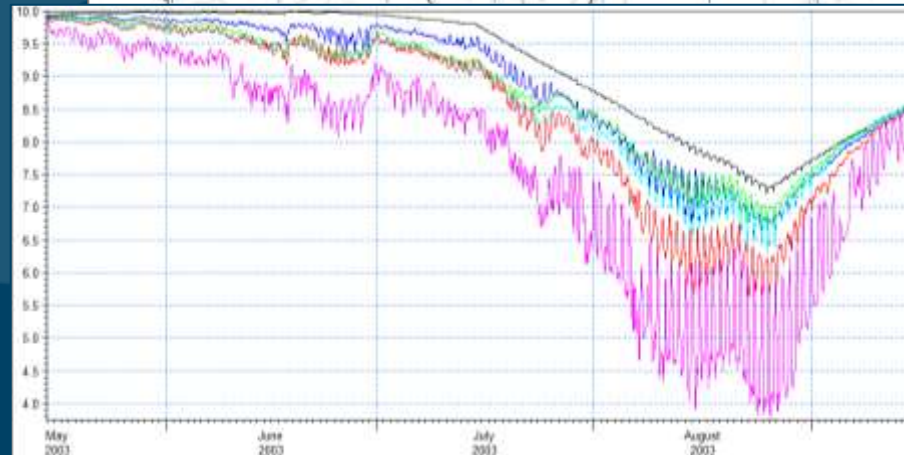
Analisi serie temporali dei parametri  
su 6 punti significativi

→ Evidenziate criticità nei mesi estivi

**Attuale**



DO, Dissolved oxygen (632000.000000, 4987600.000000, 4) [mg/l] — t1  
DO, Dissolved oxygen (631070.000000, 4989600.000000, 4) [mg/l] — t2  
DO, Dissolved oxygen (631540.000000, 4989400.000000, 4) [mg/l] — t3  
DO, Dissolved oxygen (632170.000000, 4989070.000000, 4) [mg/l] — t4  
DO, Dissolved oxygen (633000.000000, 4989600.000000, 4) [mg/l] — t5  
DO, Dissolved oxygen (633000.000000, 4990150.000000, 4) [mg/l] — t6

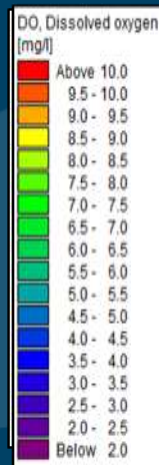
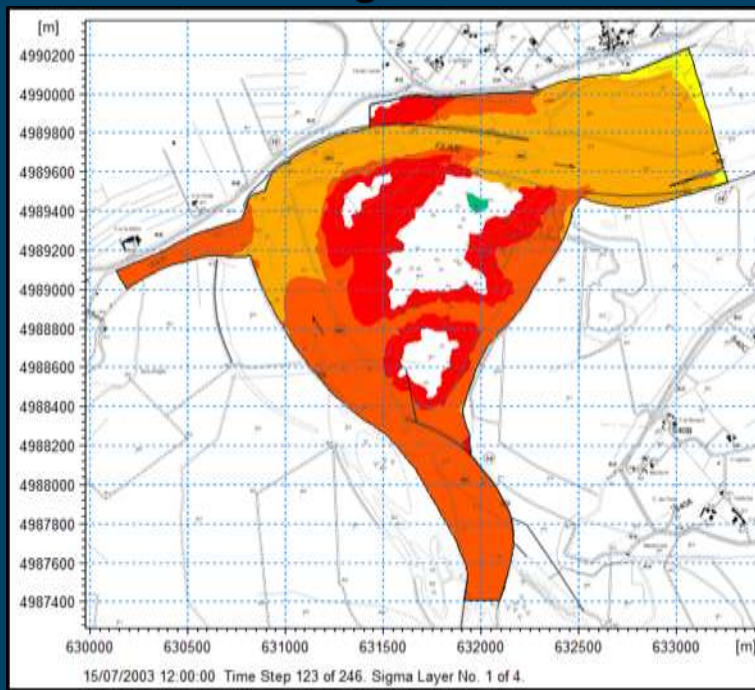




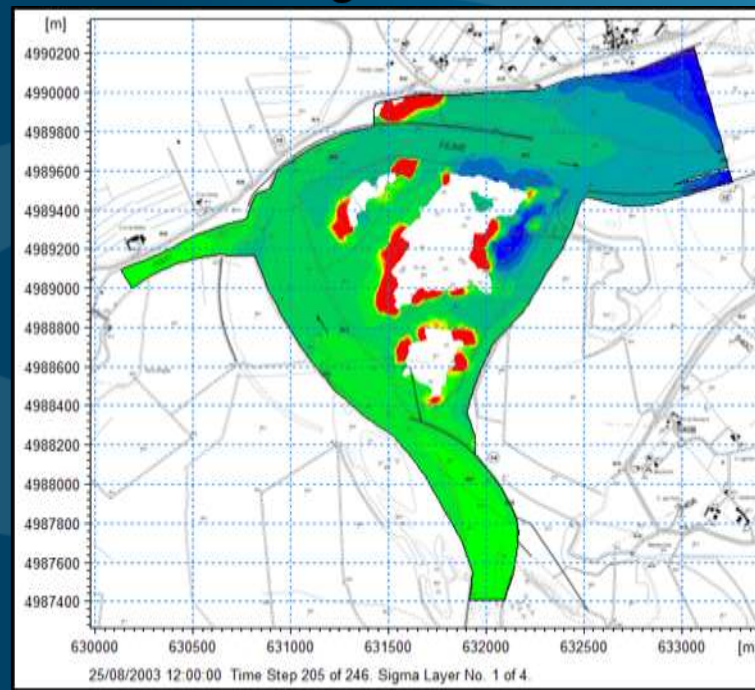
# Case story 1 – Sistema idroviario PO 365

Distribuzione ossigeno disciolto [mg/l]: subacqueo

Luglio

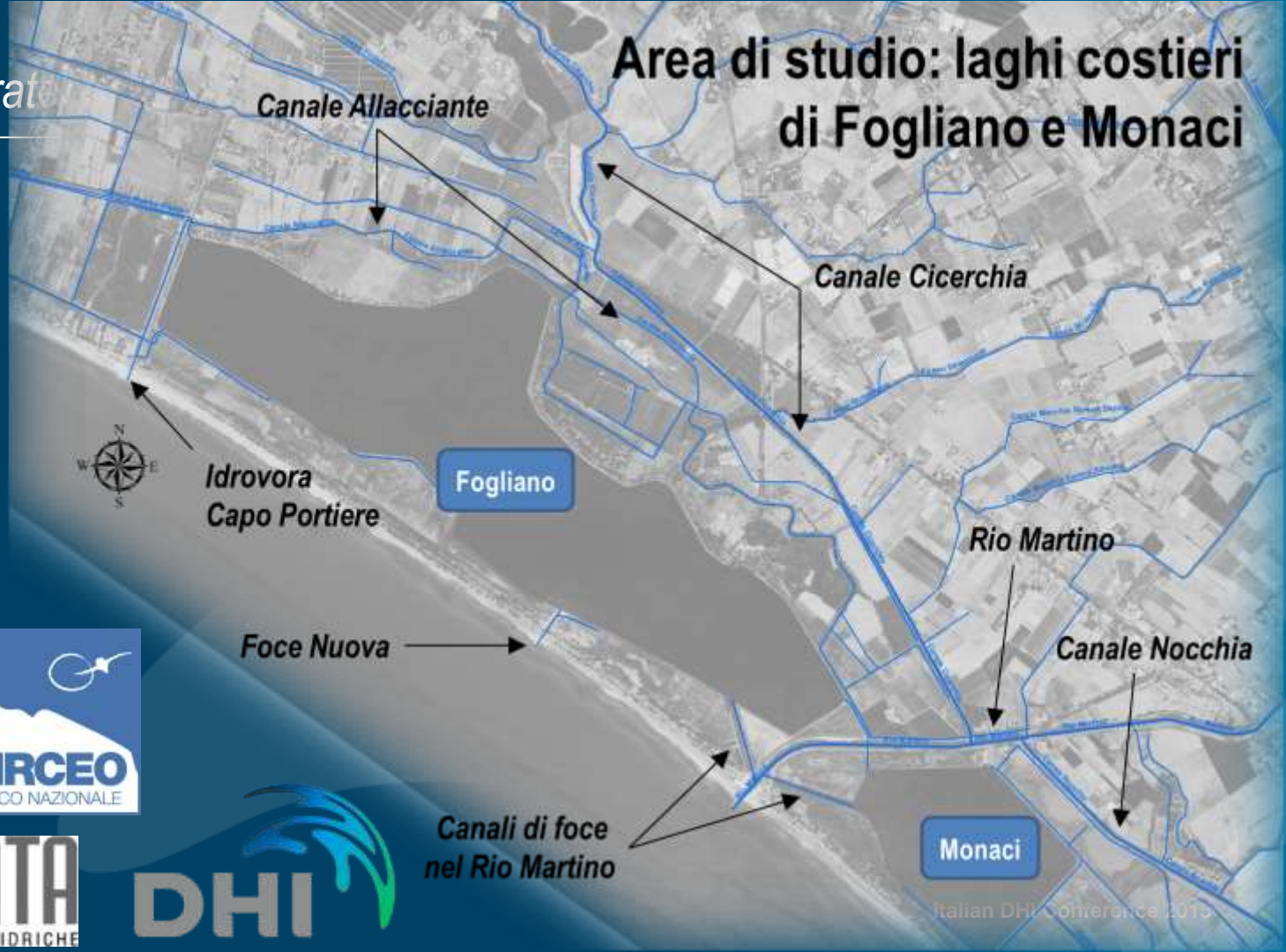


Agosto



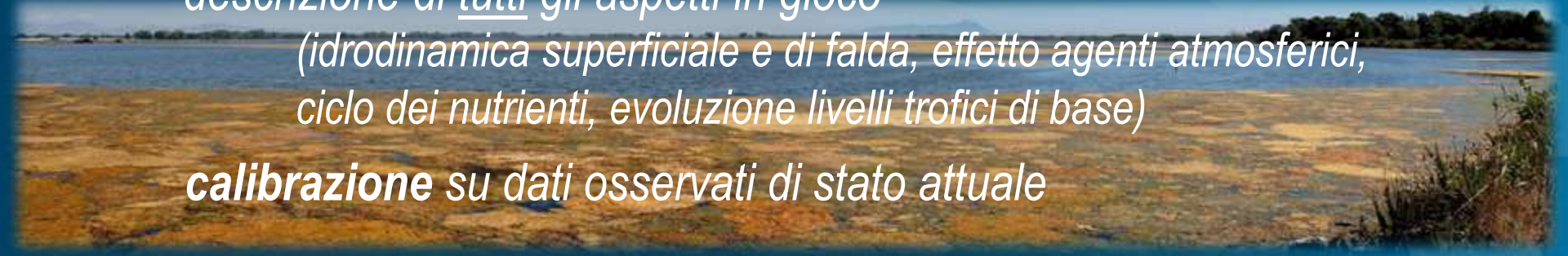
## Case story 2 – Strategie

*Analisi del bilancio idrologico del sistema Lago di Fogliano - Lago dei Monaci e definizione di strategie di riduzione dei fenomeni di eutrofizzazione e salinizzazione*





- **Quadro di sintesi documentale sistematizzato:** base di partenza
- **Monitoraggio abiotico in sito:** caratterizzazione stato attuale  
*approfondimento delle conoscenze dei siti (nuovi elementi)*  
*base dati necessaria all'allestimento di modelli numerici*
- **Allestimento di strumento modellistico integrato**  
*descrizione di tutti gli aspetti in gioco*  
*(idrodinamica superficiale e di falda, effetto agenti atmosferici, ciclo dei nutrienti, evoluzione livelli trofici di base)*  
*calibrazione su dati osservati di stato attuale*



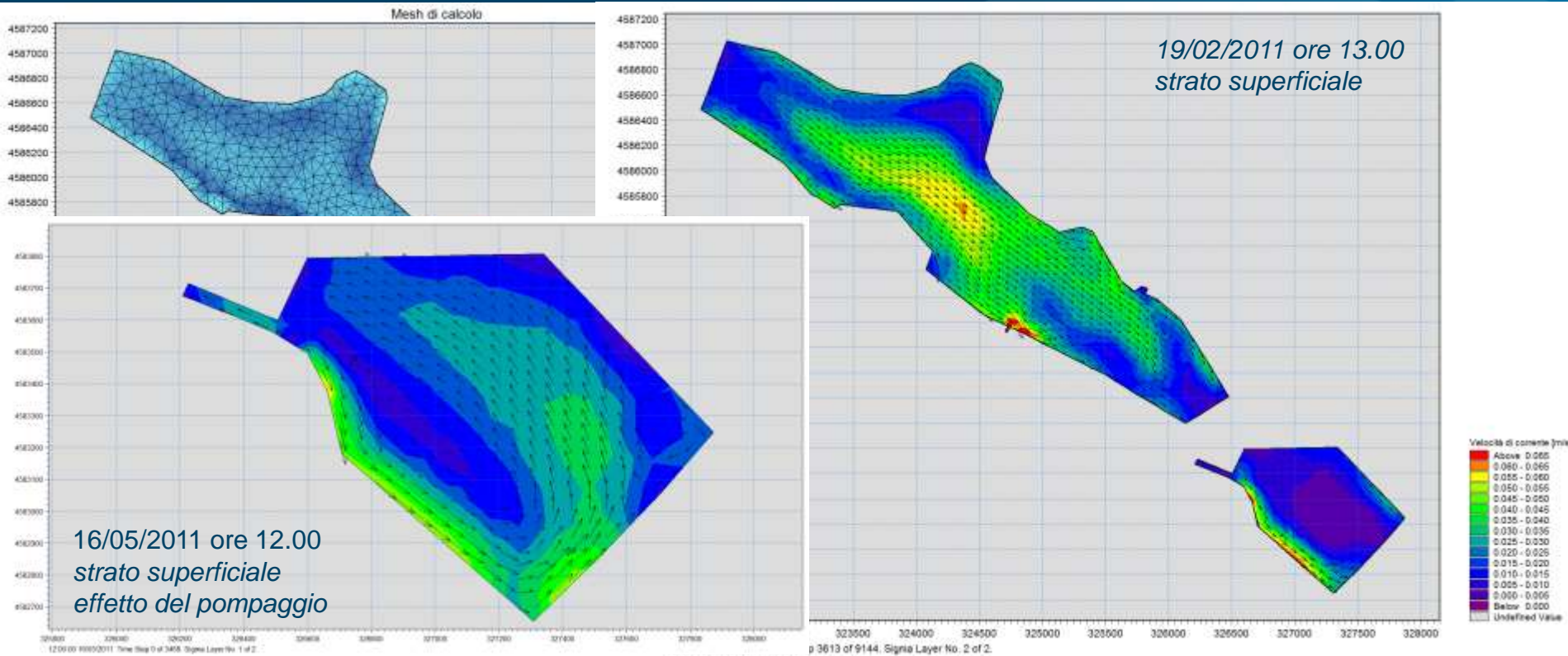
# Case story 2 – Strategie di gestione lagune del Circeo



Estesa attività di monitoraggio e analisi preliminare del sistema (fisico-chimico, ecologico, bilanci)

# Case story 2 – Strategie di gestione lagune del Circeo

Modello 3D idrodinamico + ecologico: rappresentato periodo di monitoraggio OTT 2010 – SET 2011

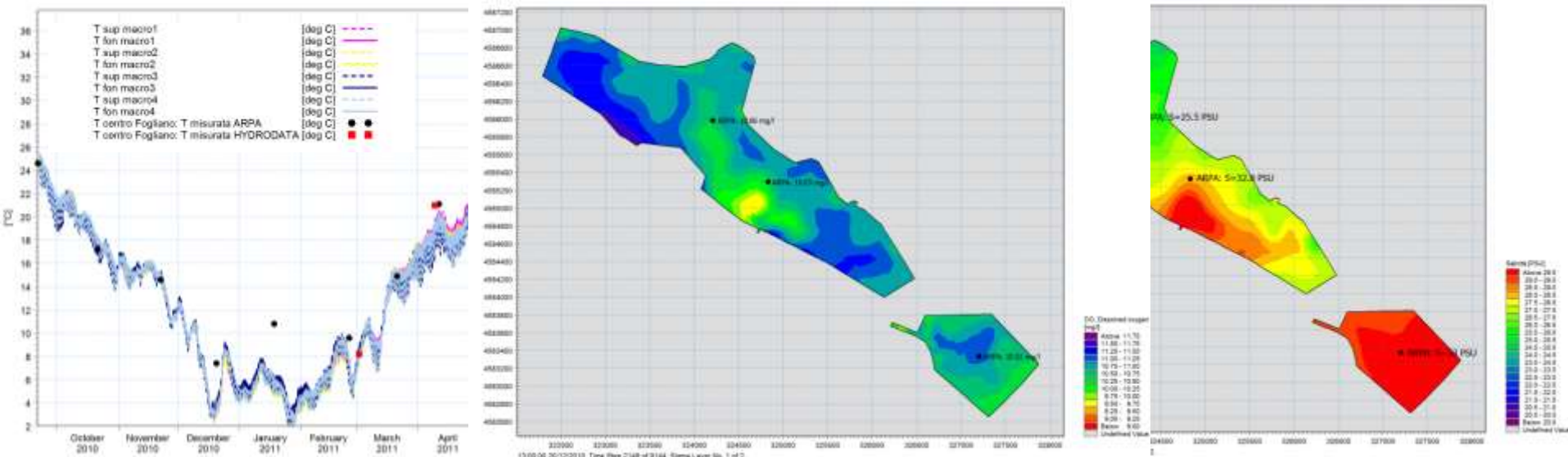




# Case story 2 – Strategie di gestione lagune del Circeo

**Forzanti:** pioggia, vento, temperatura aria, umidità, radiazione solare, copertura nuvolosa, scambi con la falda, scambi con il mare (attraverso bocche di foce), ...

**Calibrazione** da dati di monitoraggio (continui o per campagne) HYD + ARPA nei laghi:  
livelli, temperature, portate, salinità, ossigeno disciolto, concentrazione nutrienti (N, P)





## Simulazione effetto interventi in progetto

Scenari di intervento di diversa tipologia e graduati come intensità

Verifica effetti attesi (breve e lungo periodo), anche cumulativi su più anni

Dimensionamento progettuale, scelta opzione ottimale con riferimento a costi/benefici

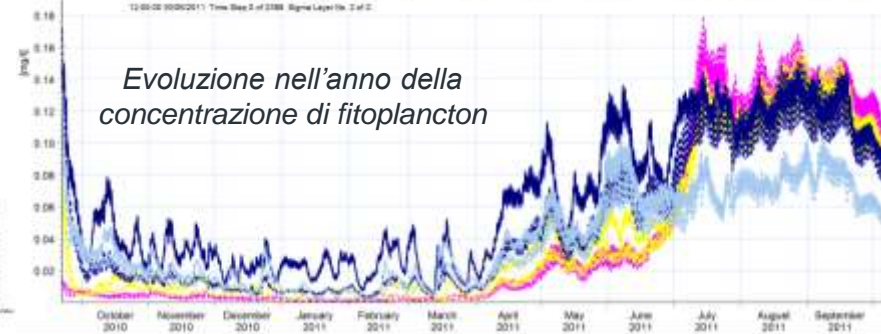
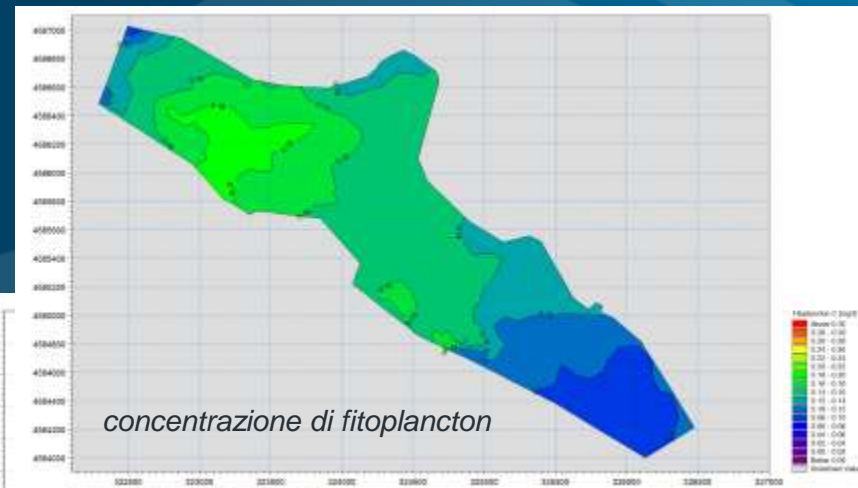
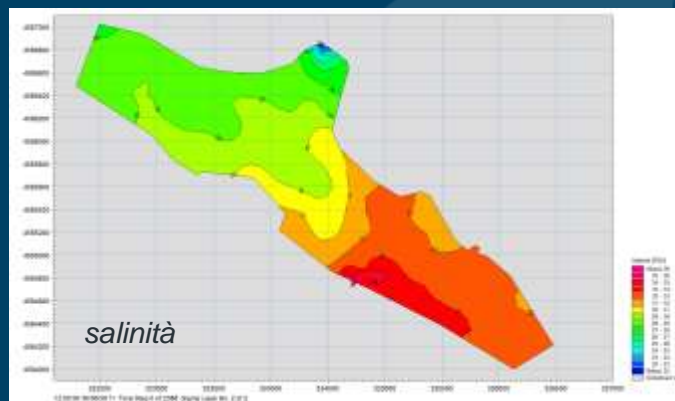


## Evoluzione: strumento gestionale

Monitoraggio → risposta dei laghi a interventi

Verifica periodica con modello se in linea, e possibile evoluzione verso stati di criticità

Azioni correttive se occorre



**Concludendo:** Analisi di impatto o progettazione di interventi

- **Monitoraggio** necessario per caratt. stato attuale e calibrazione robusta modelli
- **Modellistica** con adeguata descrizione idrodinamica (in rapporto a fenomeno)
- **Analisi previsionale** e eventuale supporto decisionale / di gestione



# Grazie

Luca Dutto – Mauro Porcelli  
*[l.dutto@hydrodata.it](mailto:l.dutto@hydrodata.it)*

Torino, 14-15 Ottobre 2015

