

MONITORAGGIO E CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO DEL FIUME ARNO NEL COMPRENSORIO DEL CUOIO - LIFE (A 2.5)



Alberto Antinori *in tec_s sistemi Spa*

ENEA (Roma): *Tecnologie EDSS ed emergenze ambientali/industriali, esigenze e soluzioni*

Sommario

- ◆ **Gli obiettivi**
- ◆ **I partecipanti**
- ◆ **Il sistema**
 - ☞ **la struttura**
 - ☞ **i dati**
 - ☞ **i modelli**
 - ☞ **gli output**
- ◆ **Conclusioni**

GLI OBIETTIVI - 1

- **Realizzazione di una Banca Dati georeferenziata supportata da uno strumento GIS (*Geographic Information System*)**

GLI OBIETTIVI - 2

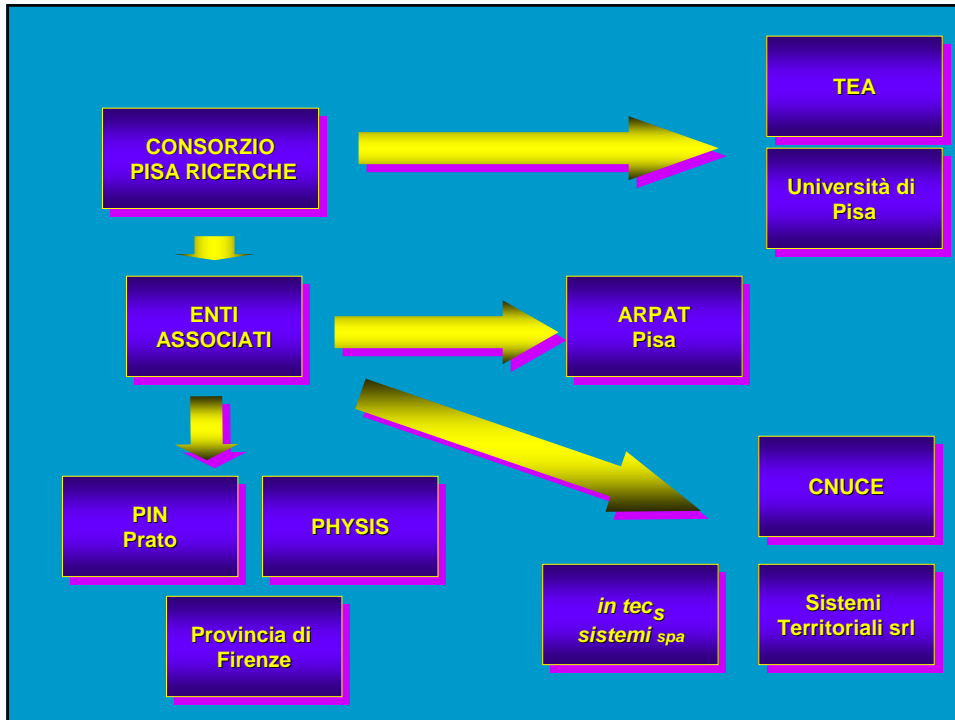
- **Sviluppo di un modello dinamico di qualità fluviale:**
 - ◆ **previsione dell'evoluzione della qualità fluviale in conseguenza a input di dati**
 - ◆ **simulazione diversi scenari**
 - ◆ **analisi "what ... if ...?"**
 - ◆ **pianificazione interventi**

GLI OBIETTIVI - 3

- **Analisi dei metodi di controllo dell'inquinamento**
- **Analisi e pianificazione degli interventi possibili**
- **Ottimizzazione dei controlli e degli interventi**
- **Efficace e rapido supporto alle decisioni**

ALTRE ATTIVITA' DI RICERCA E SVILUPPO

- **Trasporto dell'inquinamento fluviale in mare**
- **Previsione delle portate dell'Arno nei periodi di magra**
- **Estensione dei modelli di qualità fluviale all'intero bacino dell'Arno**

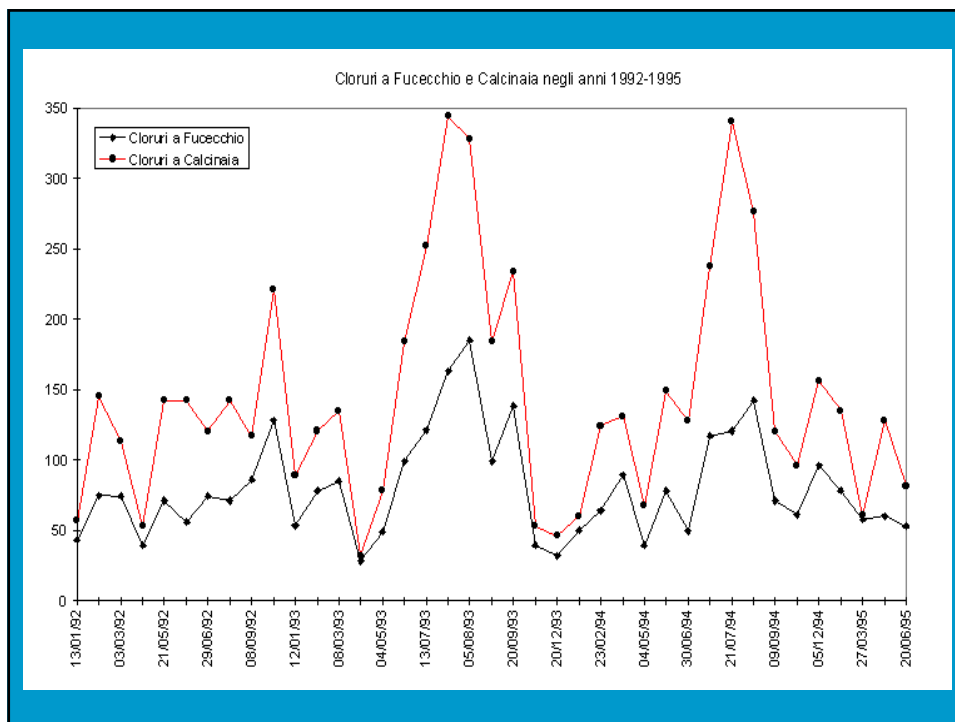


AMBIENTE SOFTWARE

- Si è adottata la tecnologia **GIS** perché:
 - Permette l'integrazione di dati eterogenei su una comune base geografica
 - Permette di sviluppare **interfacce** utente amichevoli ed intuitive, non solo grafiche, ma anche e soprattutto **“geografiche”**
- E' stata realizzata una integrazione completa tra modelli di simulazione e Software GIS (ArcView TM)

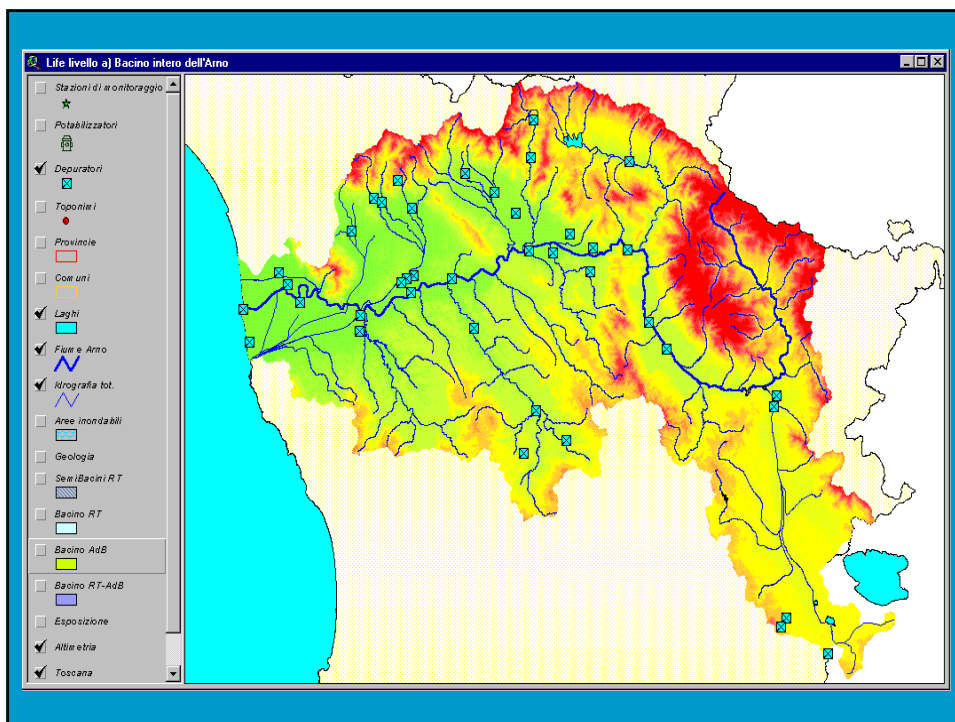
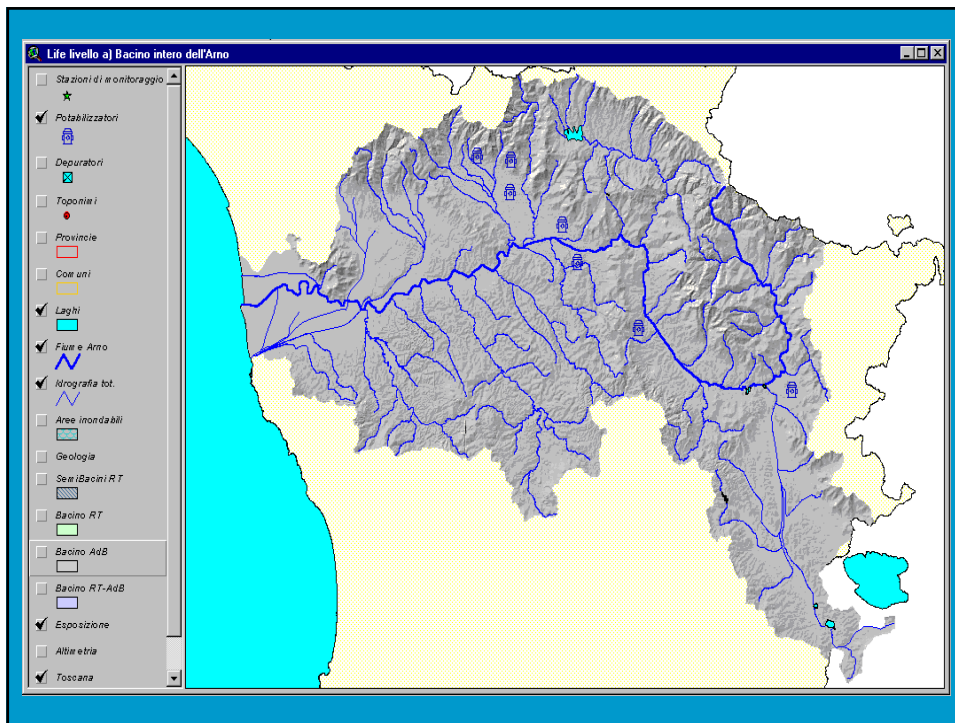
I DATI

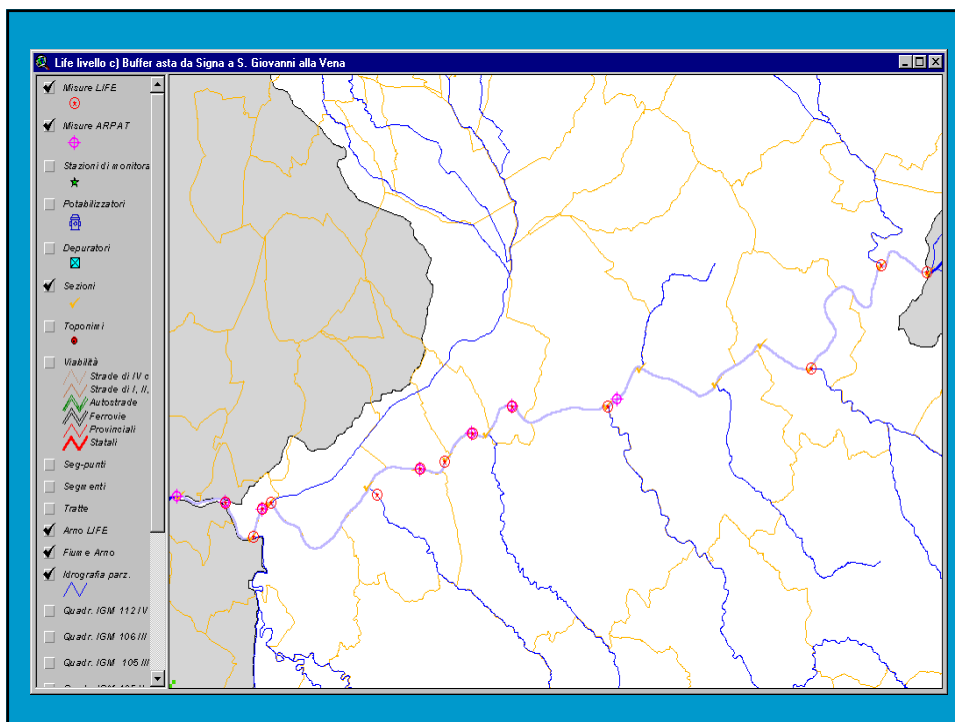
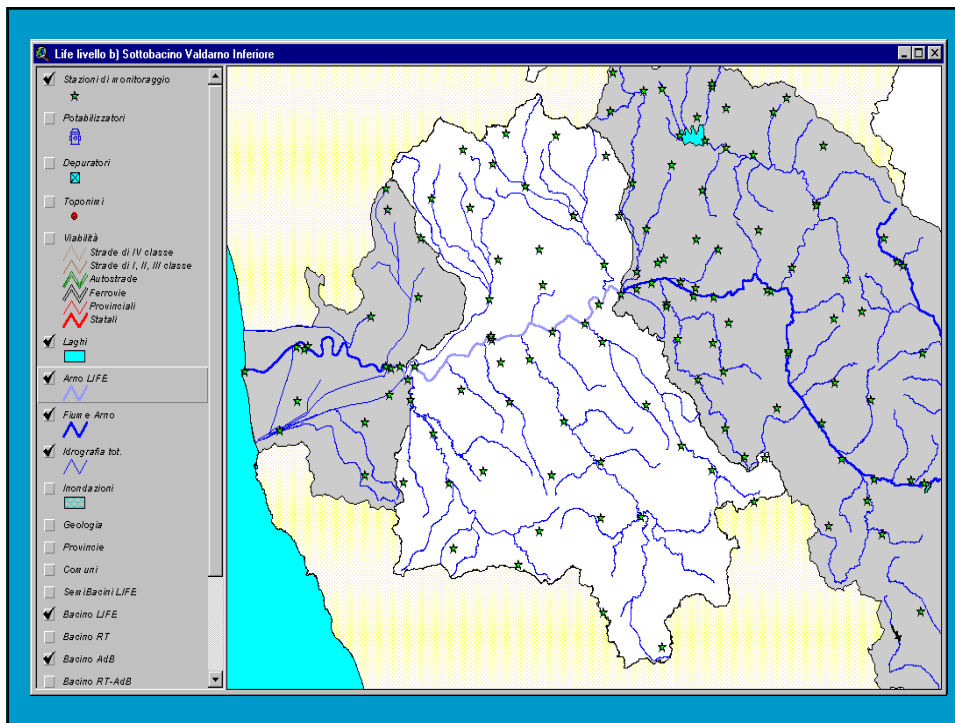
- **DATI STORICI** (campionamenti in alveo da ARPAT)
- **DATI MISURATI** (campagne di raccolta ad hoc)
- **DATI DI SUPPORTO** (forniti da Autorità di Bacino e Regione Toscana integrati nel sistema)

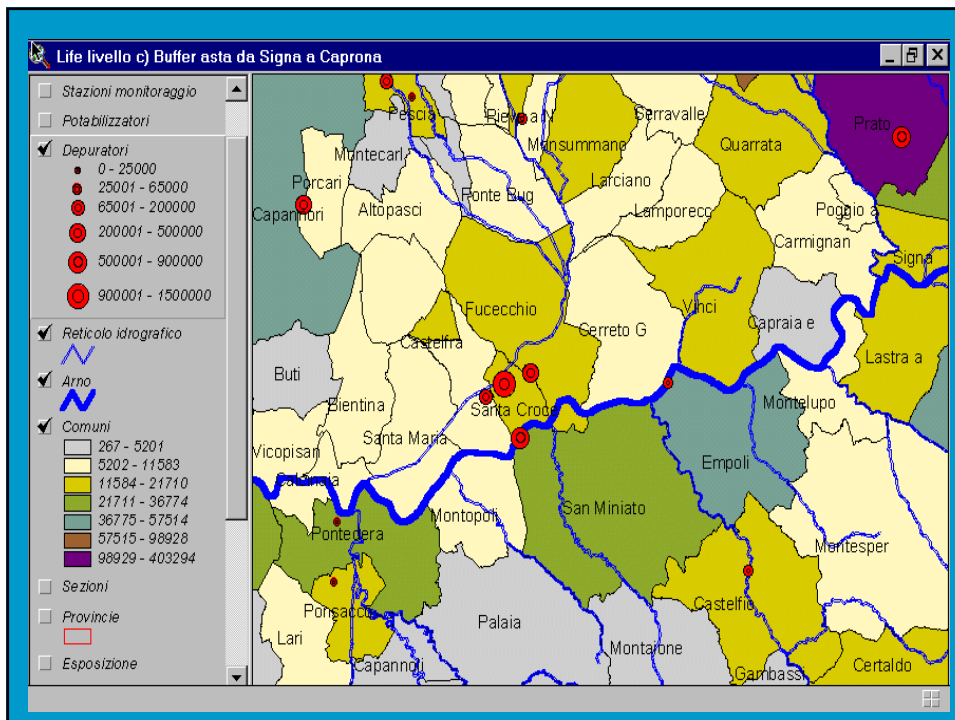
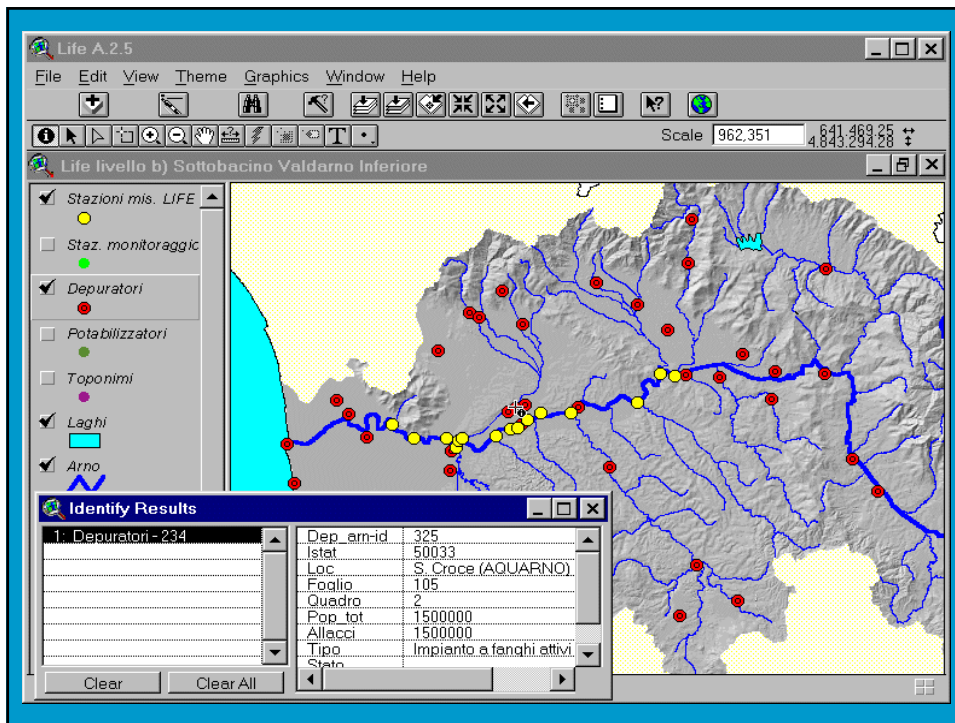


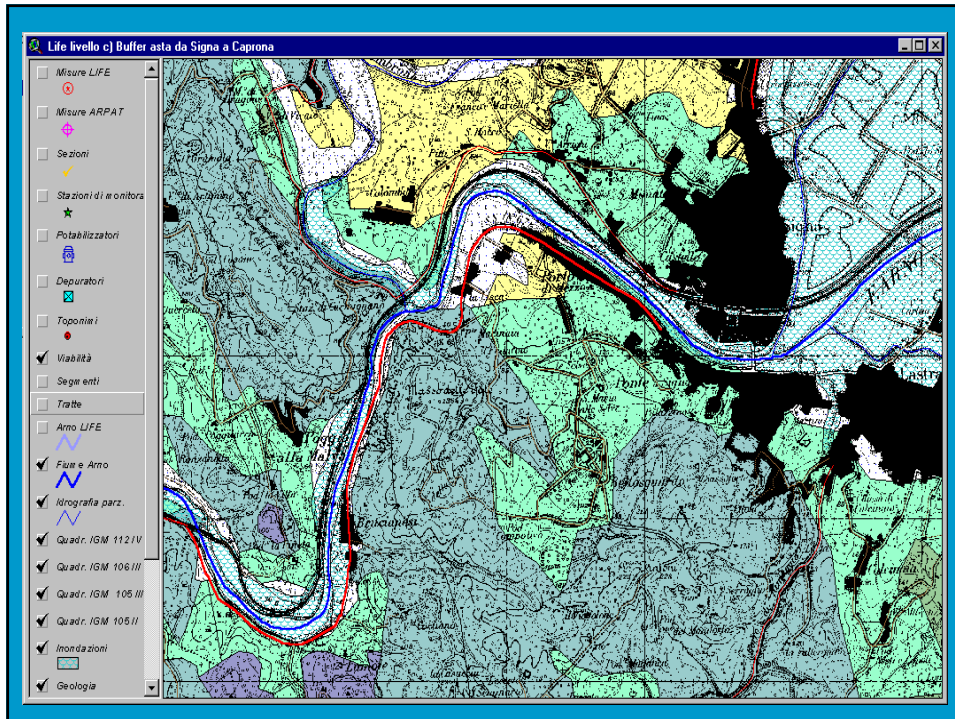
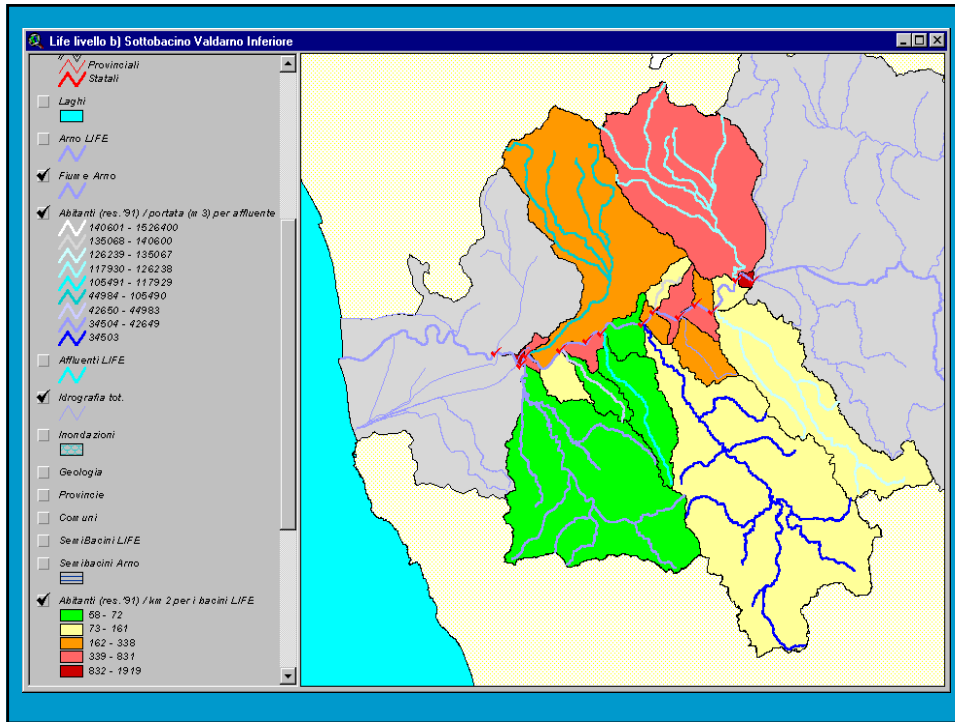
Dati GIS (Regione Toscana, Autorità di bacino, ARPAT)

- altimetria
- uso del suolo
- idrografia Arno
- limiti comunali
- toponimi
- potabilizzatori
- depuratori
- stazioni di monitoraggio ARPAT
- stazioni di misura LIFE
- viabilità
- geologia
- aree inondabili
- dati storici









UTILIZZO MODELLI DI QUALITA'

- **valutazione dell'impatto ambientale di scarichi di varia natura ed entità sull'ecosistema fluviale**
- **individuazione delle zone a rischio (concentrazione di ossigeno disciolto)**
- **stima degli effetti di variazioni climatiche stagionali**
- **pianificazione degli interventi**
- **definizione di limiti allo scarico "differenziati"**

Fenomeni di trasporto in acque superficiali - 1

I fenomeni di trasporto degli inquinanti nelle acque superficiali sono legati a

- **convezione**
- **diffusione**
- **reazione**

delle sostanze chimiche disciolte o sospese nell'acqua

Fenomeni di trasporto in acque superficiali - 2



Modelli di qualità fluviale - 1

- Sono utilizzati, in generale, modelli dinamici monodimensionali
 - ◆ Il sistema di equazioni che risulta si basa sul principio di conservazione della generica grandezza c_i ed ha la forma

$$\text{ACCUMULO} = \text{INGRESSO} - \text{USCITA} + \text{GENERAZIONE}$$

Modelli di qualità fluviale - 2

$$\frac{\partial(A_x c_i)}{\partial t} + \frac{\partial(A_x u c_i)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x D_L \frac{\partial c_i}{\partial x} \right) + A_x r_i$$

•dove:

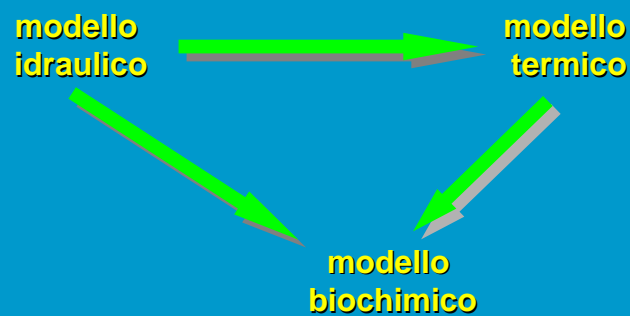
- ◆ A_x = sezione di flusso (sezione bagnata)
- ◆ u = velocità media nella sezione
- ◆ D_L = coefficiente di dispersione assiale
- ◆ r_i = velocità di produzione (o scomparsa) di c_i

Modelli di qualità fluviale - 3

- Forme simili dell'equazione si utilizzano per esprimere
 - ◆ la conservazione della massa e della quantità di moto (sottomodello idraulico)
 - ◆ la conservazione dell'energia termica (sottomodello termico)
 - ◆ il bilancio dei vari componenti chimici/biochimici considerati (sottomodello biochimico).

Modelli di qualità fluviale - 4

- Le interazioni tra i vari sottomodelli permettono una soluzione sequenziale del sistema



MODELLI UTILIZZATI

- **Modello biochimico**
 - WODA (Kraszewsky, Soncini-Sessa)
 - QUAL2E (EPA)
- **Modello idraulico (Physis)**
- **Il sistema può supportare qualsiasi modello (implementazione di interfaccia *ad-hoc*)**

Rappresentazione dell'asta fluviale con i principali affluenti, fogne e scarichi distribuiti



CAMPAGNE DI RACCOLTA DATI

- **Modello di qualità: definizione della dinamica che lega lo stato di inquinamento alle cause che lo provocano**
- **Necessità di taratura:**
 - dati affidabili
 - dati raccolti in regime di stazionarietà idraulica
 - dati raccolti lungo la linea caratteristica

CAMPAGNE DI RACCOLTA DATI

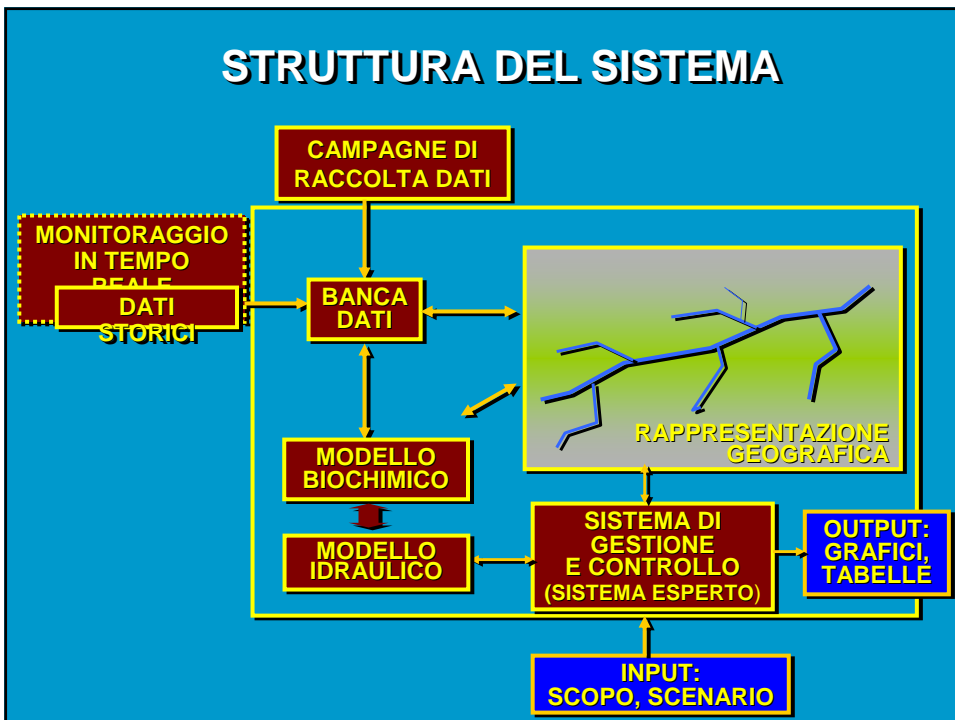
- ◆ I dati storici disponibili non sono utilizzabili a fini modellistici
- ◆ Cause:
 - ◆ non esistono misure di portata
 - ◆ prelievi su affluenti non contestuali a quelli in Arno;
 - ◆ dati non raccolti lungo una linea caratteristica

CAMPAGNE DI RACCOLTA DATI

- Necessità: *progettazione e realizzazione di campagne sperimentali finalizzate alla calibrazione dei modelli.*

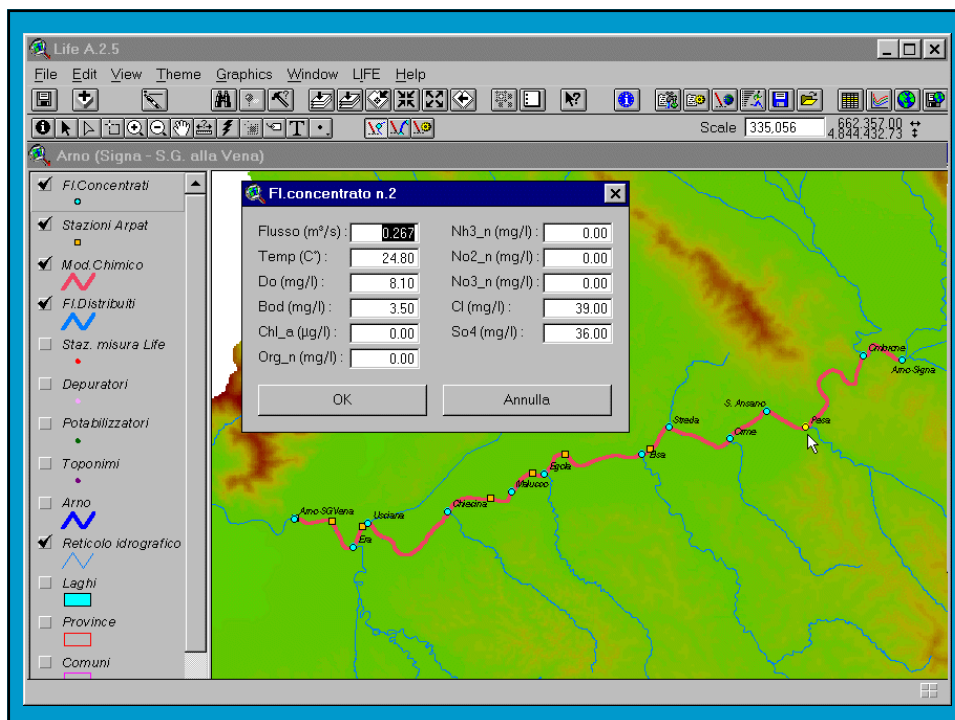


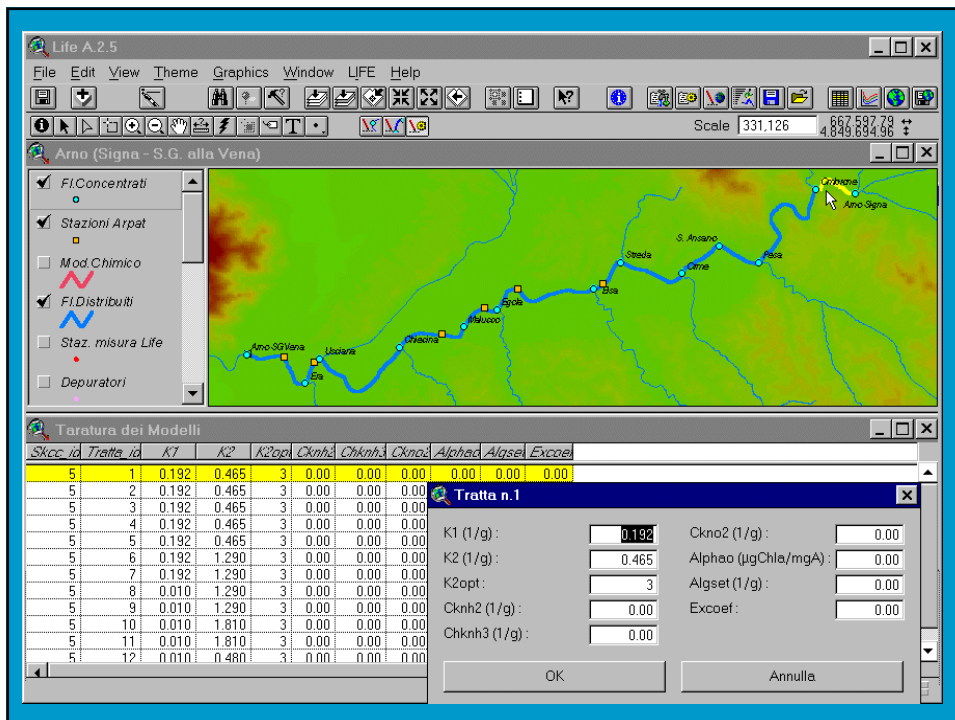
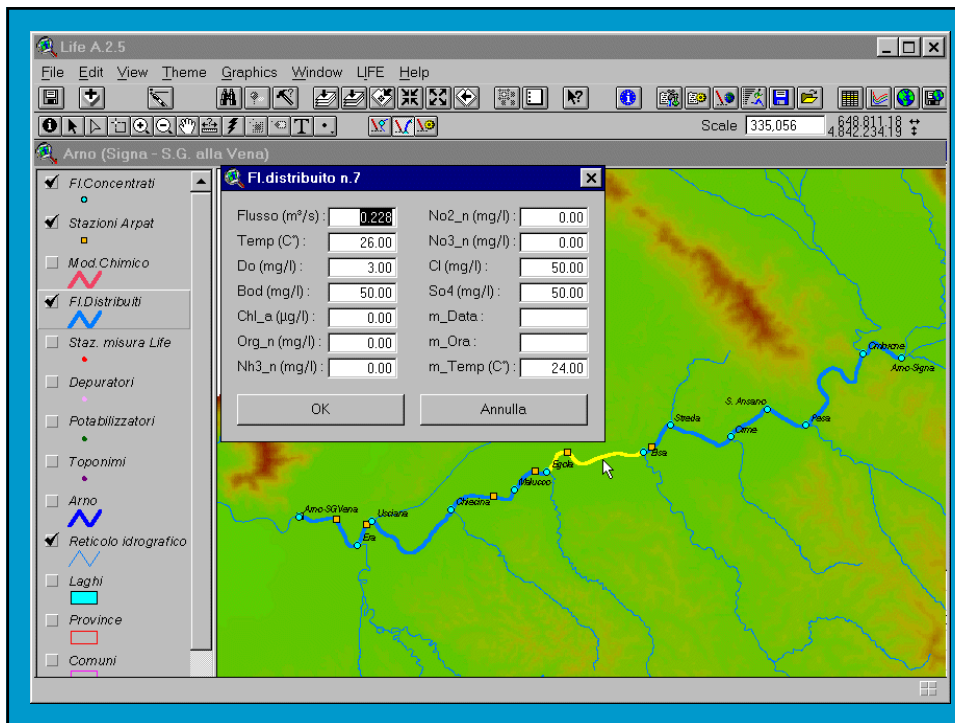
STRUTTURA DEL SISTEMA



INPUT

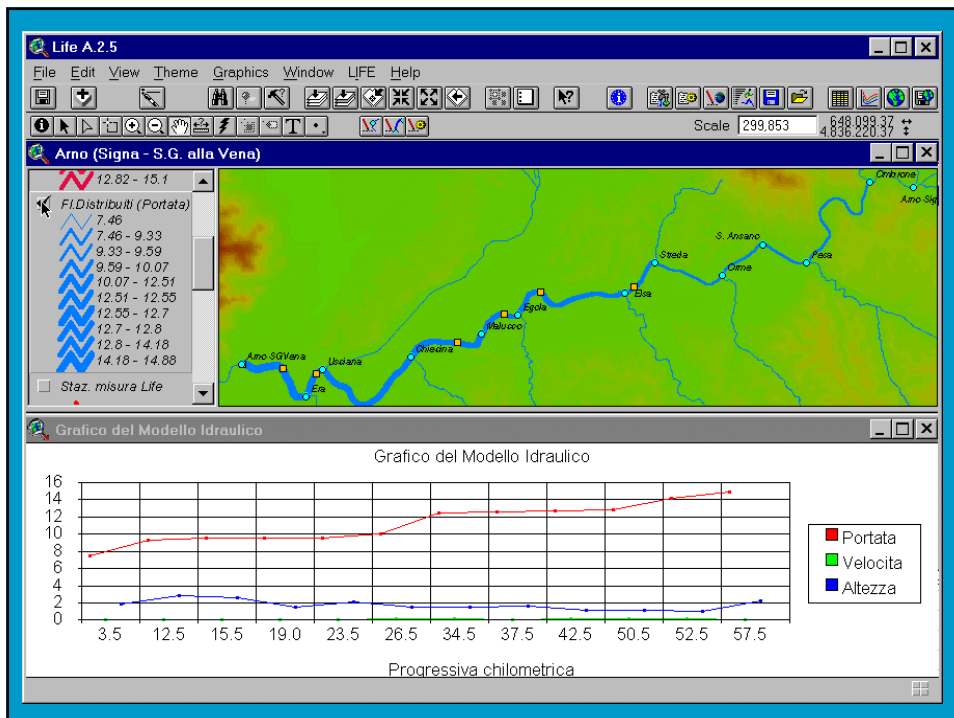
- Idraulici (portata nelle sezioni notevoli)
- Geografici (geometria sezioni in alveo, lunghezze delle tratte)
- Chimici (concentrazioni parametri di qualità puntuali e distribuite)
- Climatologici (temperatura, latitudine, data)
- Tarature modelli (costanti di reazione)

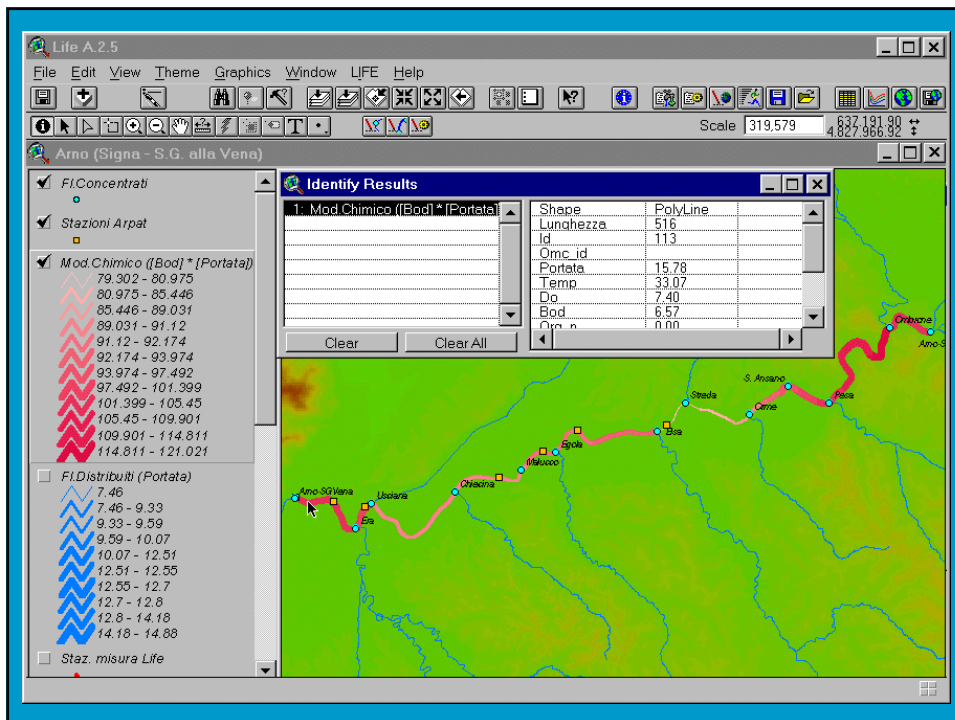
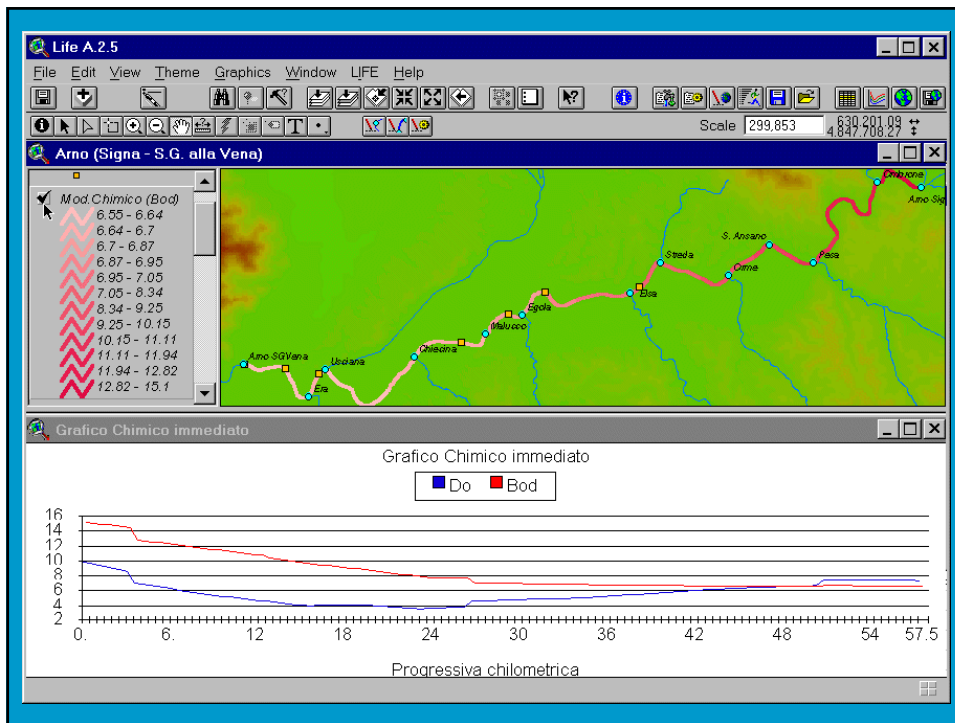


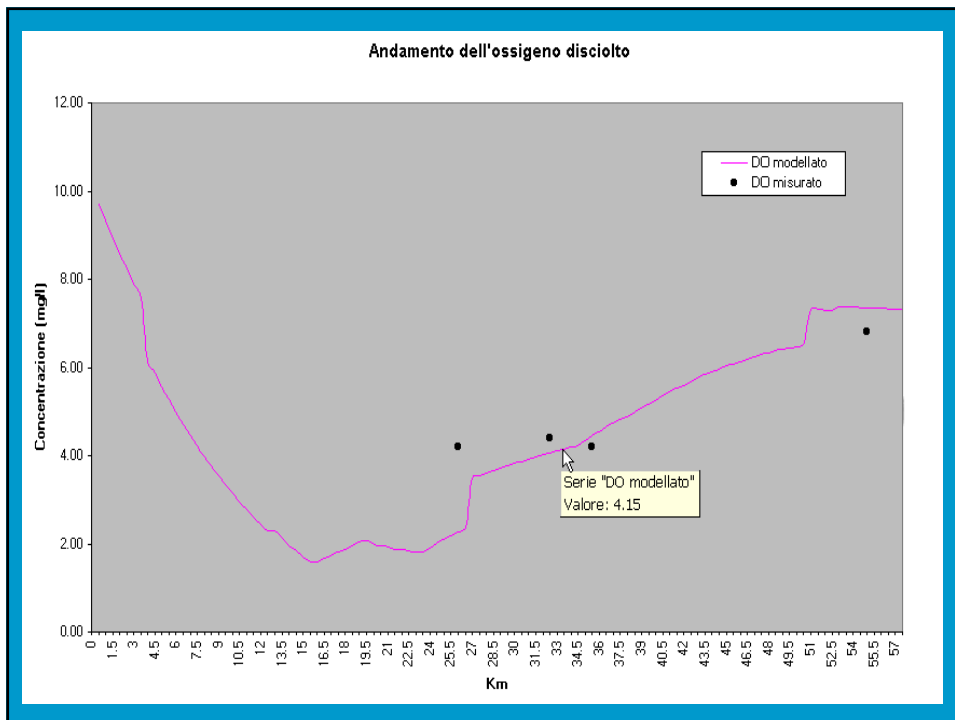
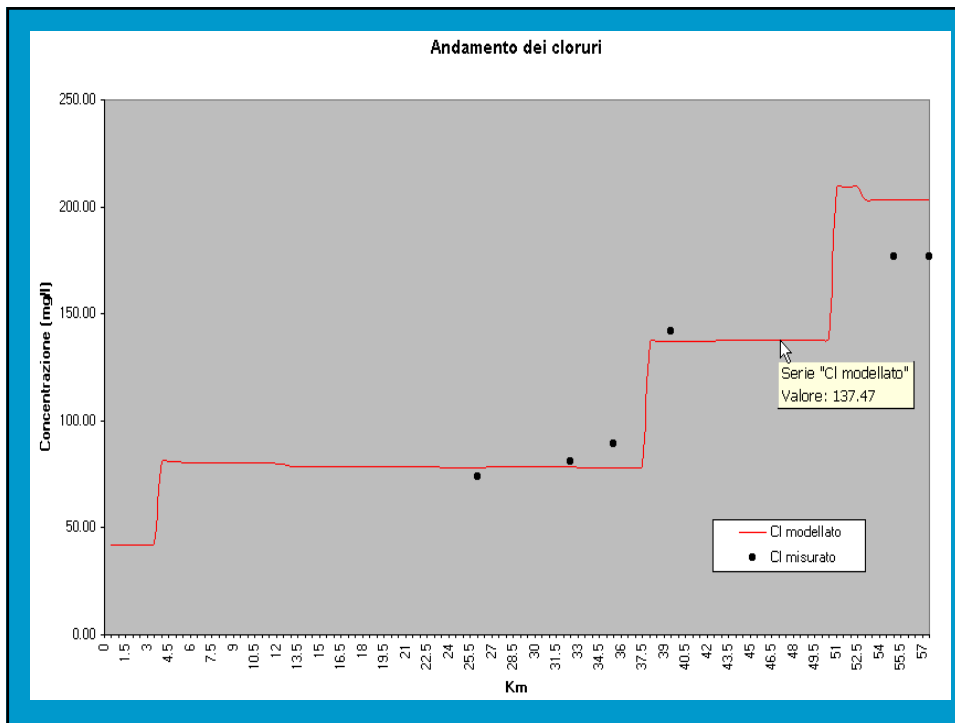


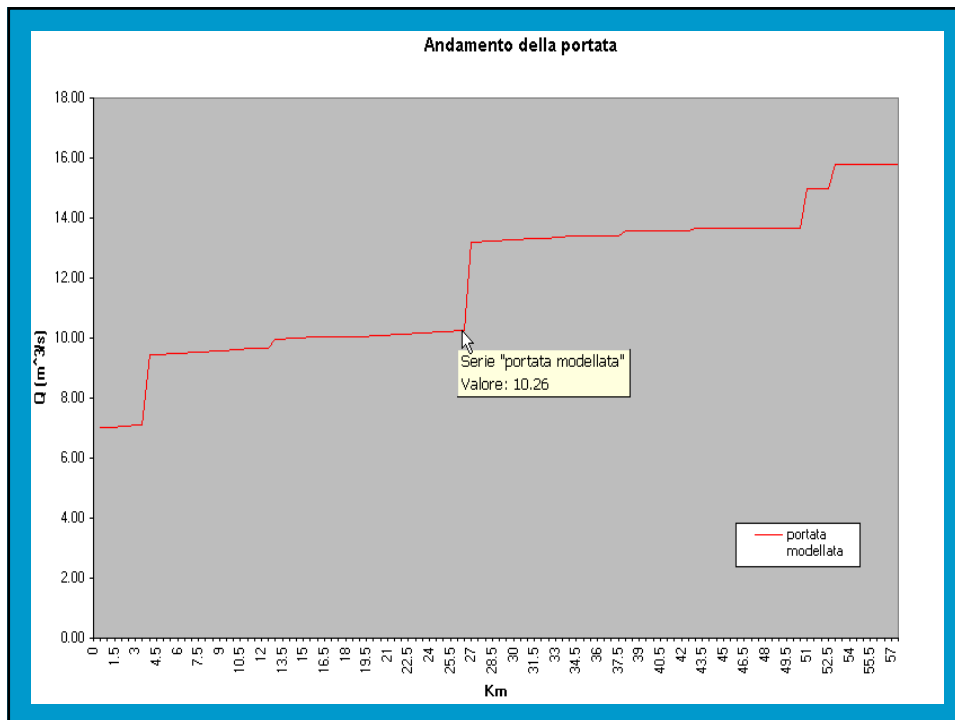
OUTPUT

- Tabelle
- Grafici di massima
- Grafici di qualità
- Mappe tematiche
- Plottaggi (cartografia)









SISTEMA ESPERTO

- **Sistema informatico di alto livello, basato sulla conoscenza, capace di formulare ipotesi di vario tipo e di verificarle tramite passi di simulazione**
 - ☞ **ANALISI DI TIPO “WHAT IF”**
 - ☞ **INDIVIDUAZIONE ANOMALIE E CAUSE**
 - ☞ **SUGGERIMENTO CURE**

SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

- **Obiettivi raggiunti**
- **Il sistema rappresenta uno strumento indispensabile per il governo del territorio**
- **consente di definire il carico inquinante sostenibile da parte dei vari tratti dell'Arno presi in esame**

SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

- **valutazione dell'impatto ambientale di scarichi di varia natura ed entità sull'ecosistema fluviale**
- **individuazione delle zone a rischio (bassa concentrazione di ossigeno disciolto)**
- **stima degli effetti di variazioni stagionali di temperatura e portata**
- **pianificazione degli interventi**

Partecipanti

- **Consorzio Pisa Ricerche, Centro TEA:**

- ☞ Prof. Ing. Leonardo Tognotti: *coordinatore*
- ☞ Prof. Ing. Paolo Andreussi
- ☞ P.I. Paolo Ciandri
- ☞ Ing. Michele Bonuccelli
- ☞ Sig.ra Sonia Spinetti

- **Collaboratori Università di Pisa:**

- ☞ D.ssa Elena L. Rizzuti
- ☞ Dr. Carlo Sperduti
- ☞ Ing. Silvia Gherardini
- ☞ Ing. Serena Bottaini

- **Collaboratori Università di Udine:**

- ☞ Ing. Marina Campolo
- ☞ Ing. Alfredo Soldati
- ☞ Ing. Matteo Nicolini

Partecipanti

- **ARPAT, Dipartimento Provinciale Pisa:**

- ☞ Dr. Vladimiro Giaconi
- ☞ Dr. Raffaello Nottoli
- ☞ Dr. Carlo Cini
- ☞ Sig. Primo Baroni
- ☞ Sig. S.Vivoli

- **PHYSIS**

- ☞ Ing. David Settesoldi
- ☞ Dr. Giuseppe Cocchi

- **CNUCE**

- ☞ Dr. Paolo Mogorovich

Partecipanti

- **PIN Prato, Università di Firenze**

- ☞ Ing. Federico Preti

- ☞ Prof. Enio Paris

- **INTECS Sistemi**

- ☞ Fabrizio Sciarra

- ☞ Alberto Antinori

- **Sistemi Territoriali**

- ☞ Paolo Basile

- ☞ Gianluca Faggioli