



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE  
*FACOLTÀ DI INGEGNERIA*

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE

**Dottorato in Tecnologie Chimiche ed Energetiche**

*PICCOLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE URBANE*

**STRUMENTI DI VERIFICA DELLE EFFICIENZE  
DEPURATIVE E ASSETTI FUNZIONALI**

**Presentazione – 2005**

*D. GOI, G. Di Giorgio, C. Gregoris*

*Dicembre 2005*

**18 febbraio 2005:** approvazione D.d.l in attuazione alla L. 36/94 in FVG



Riordino dei servizi idrici e industrializzazione del sistema:

**INTEGRAZIONE TERRITORIALE**  
A.T.O. (Bacini minimi di utenza).

**INTEGRAZIONE FUNZIONALE**  
(SERVIZIO IDRICO INTEGRATO:  
acquedotto-fognatura-depurazione).

## **PROBLEMA**

**RICOGNIZIONE DELLE INFRASTRUTTURE ESISTENTI**



### **OBIETTIVO DEL LAVORO**

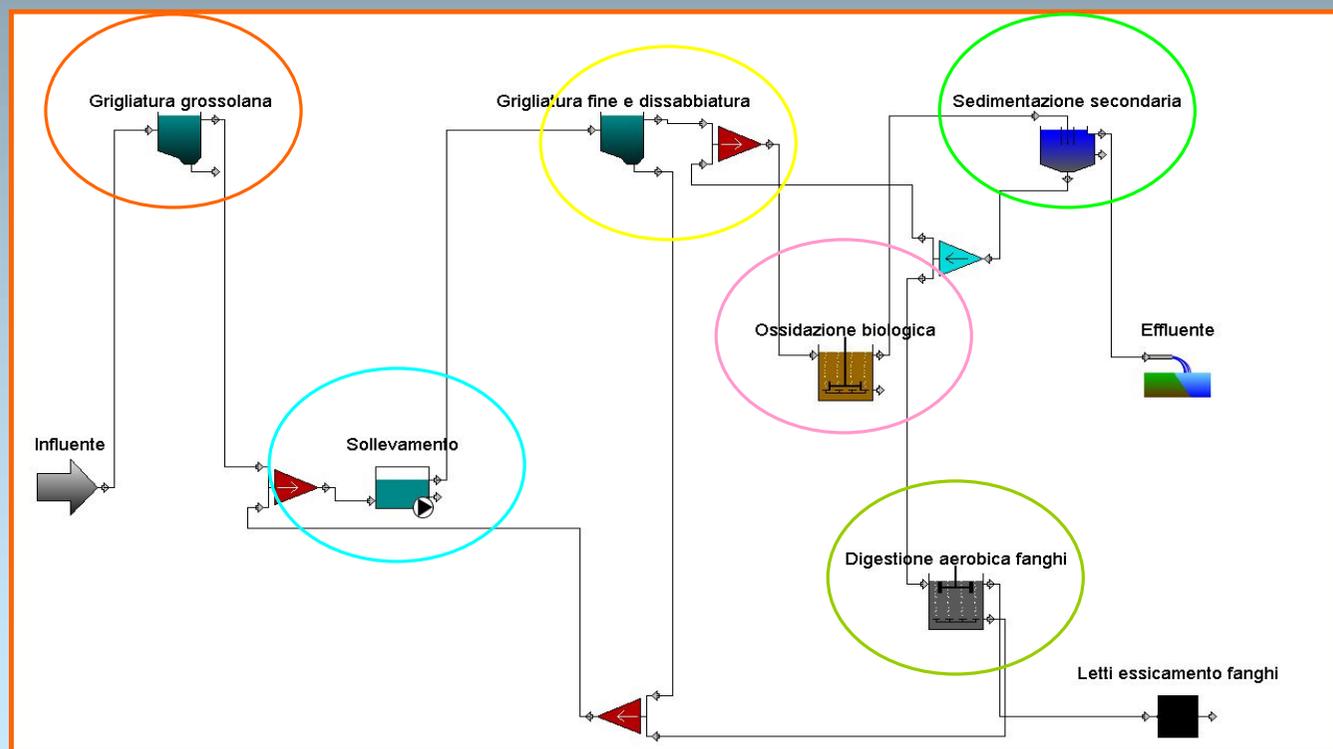
Sviluppare un possibile **STANDARD DI VERIFICA** dell'**efficienza** degli impianti di depurazione, al fine di proporre un **metodo sistematico** e **UNIFORMABILE** per la **ricognizione** della realtà depurativa regionale richiesta dalla L. 36/94, e verificarne la conformità in base ai requisiti del D. Lgs. 152/99 e successive modifiche.

## OBIETTIVO

Valutare l'effettiva applicabilità della metodologia proposta in impianti a fanghi attivi medio-piccole dimensioni.

REALTA' DEPURATIVA REGIONALE

## IMPIANTO ESEMPIO



# FASI IN CUI SI SVILUPPA IL LAVORO

Individuare situazioni in cui si rendano necessari **interventi PROCESSISTICI gestionali e/o strutturali** per migliorare la funzionalità degli impianti sulla base dei limiti di emissione imposti dalla **normativa vigente (D. Lgs. 152/99 e D. Lgs. 258/00)**.

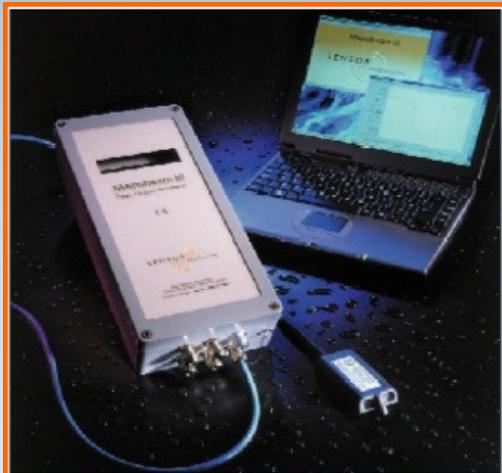


- 1) **Studio della documentazione progettuale relativa all'impianto, sopralluoghi in sito e incontri con il gestore.**



**REALI CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO**

## 2) Indagine sui carichi idraulici e inquinanti addotti all'impianto.



Analisi dei dati di campionamenti relativi a **5 - 10 anni** di gestione.

Campionamento nelle 24 ore del refluo in ingresso e in uscita dall'impianto (**IN - OUT**).

### 3) Verifica dimensionale sul carico idraulico e inquinante addotto all'impianto.

#### CASI TIPICI

Carico idraulico di esercizio *sensibilmente* maggiore a quello di progetto.

Carico inquinante di esercizio *minore* del 50-60% di quello di progetto.

#### RETI FOGNARIE MISTE

#### 4) Verifiche di funzionalità classiche:

➔ comportamento idrodinamico dei bacini

SCHEMA DI FLUSSO  
VOLUMI MORTI  
BY-PASS DI PORTATA

➔ caratteristiche di sedimentabilità del fango

SALUTE BIOMASSA  
[SS]<sub>MAX</sub> VASCA OX  
Q<sub>MAX</sub> AL SEDIMENTATORE

➔ capacità di trasferimento dell'ossigeno

Q<sub>O<sub>2</sub></sub> REALE FORNITA  
REALE NECESSITA' DI O<sub>2</sub> DELLA BIOMASSA

## 5) Calcolo del rapporto F/M e analisi microbiologica sul fiocco di fango.

### CARICO DEL FANGO

$$\frac{F}{M} = \frac{S_0}{\theta X}$$

CONCENTRAZIONE  
SUBSTRATO [kg BOD<sub>5</sub>]

CONCENTRAZIONE  
BIOMASSA IN VASCA  
[kg VSS]

0,13 dato di progetto  
0,076 dato di gestione

**Buona stabilizzazione fango**  
**Buona resa di nitrificazione**



Fango ben colonizzato  
e stabile

**Discreta efficienza depurativa**

## 6) Analisi delle singole sezioni impiantistiche

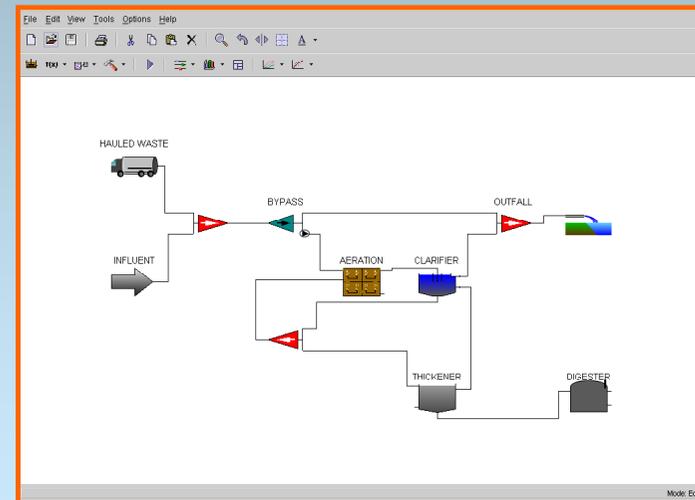
PRIORITA' DI INTERVENTO

ESEMPIO:

$[\text{NO}_3^-]$  nell'effluente prossimi ai limiti di emissione presenti nel D.Lgs. 152/99

**RIVISITAZIONE DEL PROCESSO BIOLOGICO PER LA RIMOZIONE DELL'AZOTO IN TUTTE LE SUE FORME ...**

## 7) Utilizzo della modellistica di simulazione



**OSSIDAZIONE TOTALE**



Sostanza organica carbonacea



*Materiale cellulare + prodotti finali gassosi*

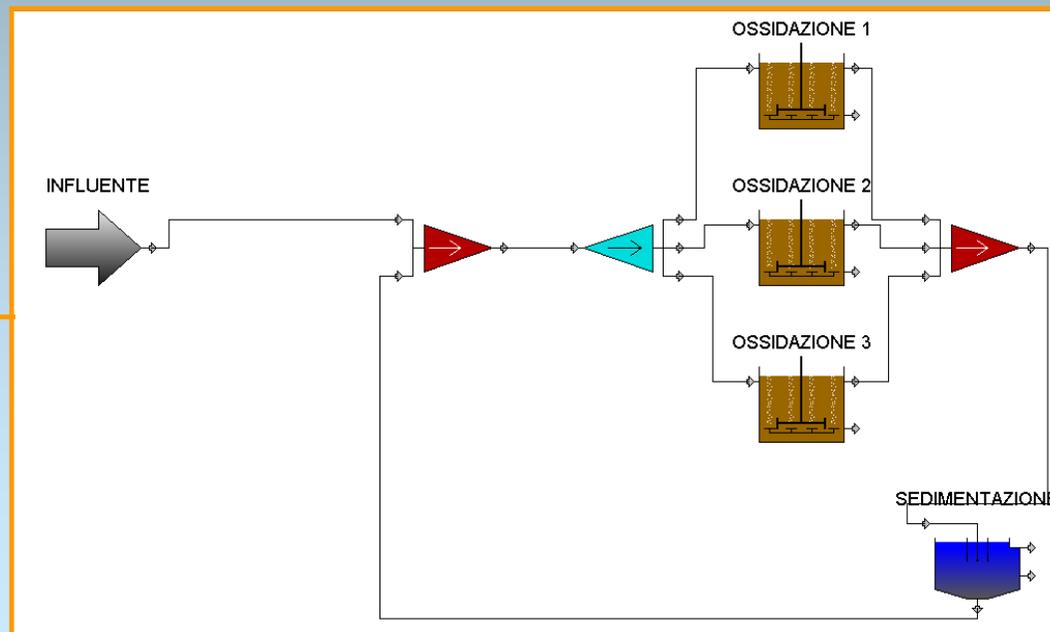
**NITRIFICAZIONE  
DENITRIFICAZIONE**



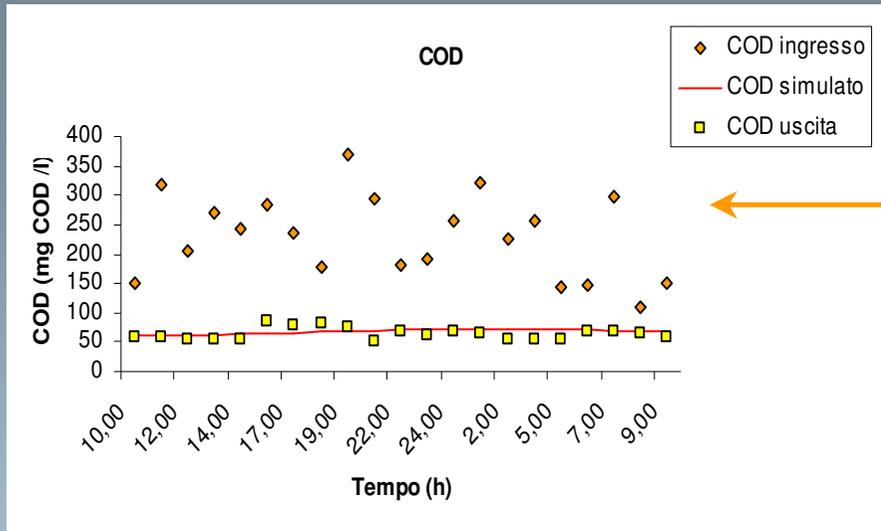
Ammoniaca → Nitrito → *Nitrato*

Nitrati → *Azoto + prodotti finali gassosi*

Esempio di  
ricostruzione  
comparto  
biologico

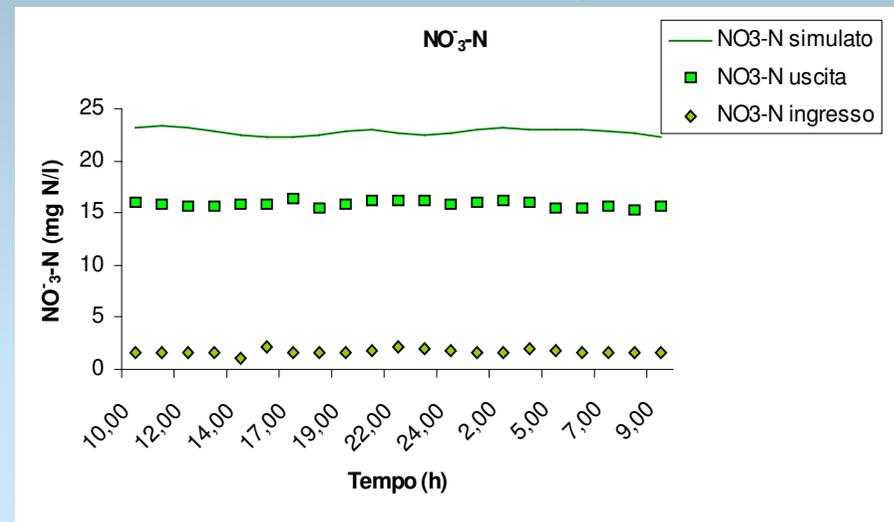
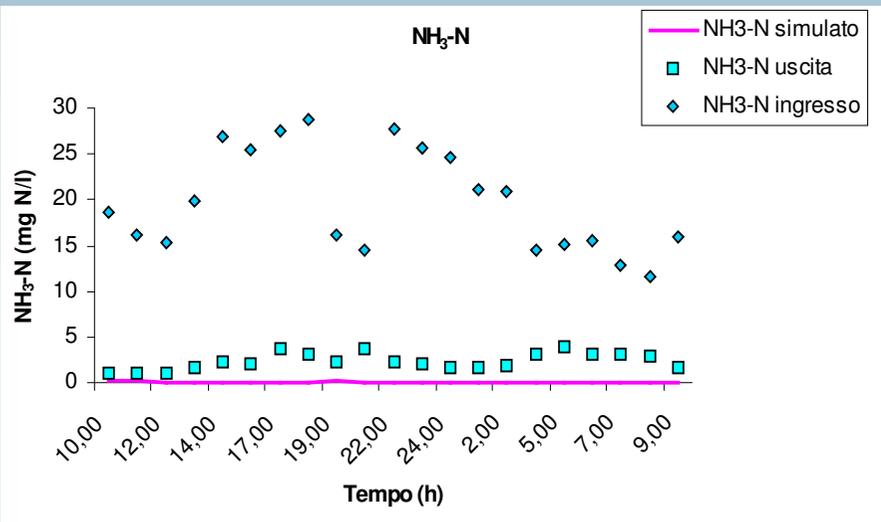


CALIBRAZIONE  
MODELLO



**Buona risposta sul COD**

**Sovrastima della capacità di nitrificazione del sistema**



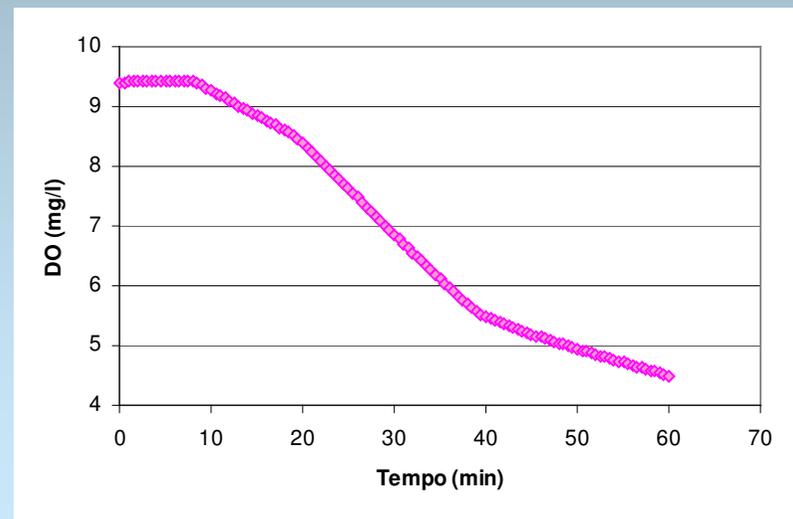
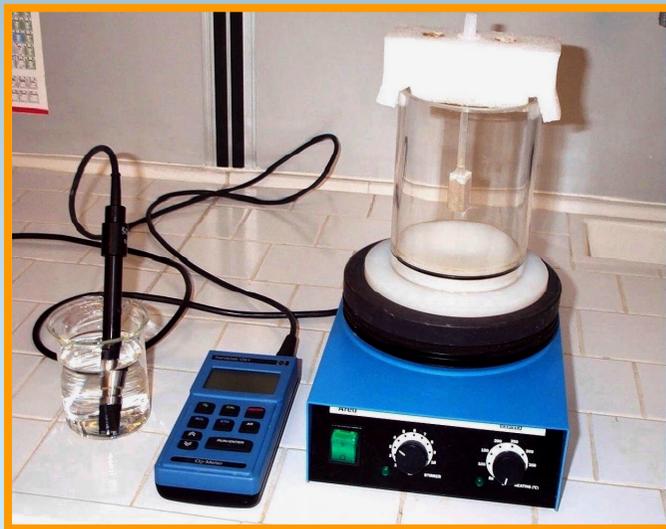
# Analisi di sensibilità su parametri che influenzano maggiormente la risposta del modello

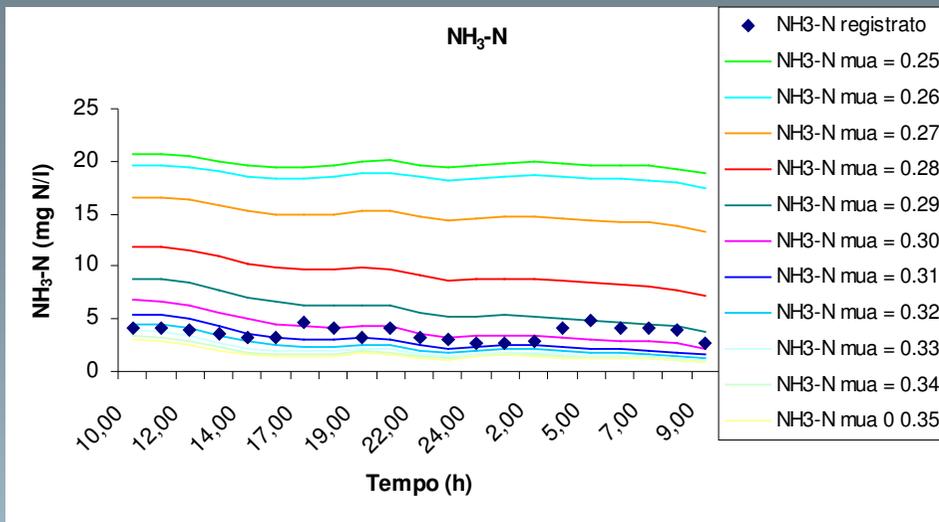
Cinetici e stechiometrici

- $Y_H$  Coefficiente di resa per gli eterotrofi
- $\mu_{Hmax}$  Massima velocità di crescita per gli eterotrofi
- $Y_{Amax}$  Coefficiente di resa per gli autotrofi
- $\mu_{Amax}$  Massima velocità di crescita per gli autotrofi

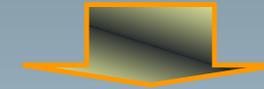
Operativi

- Q ricircolo fanghi
- Q aria

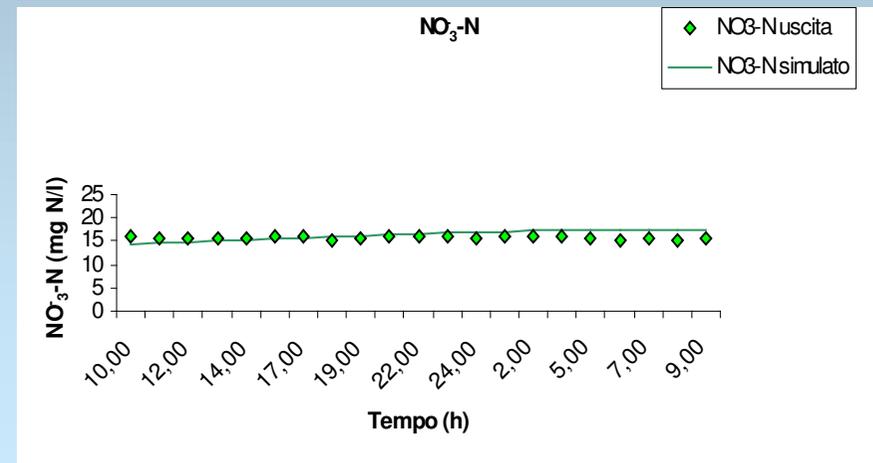
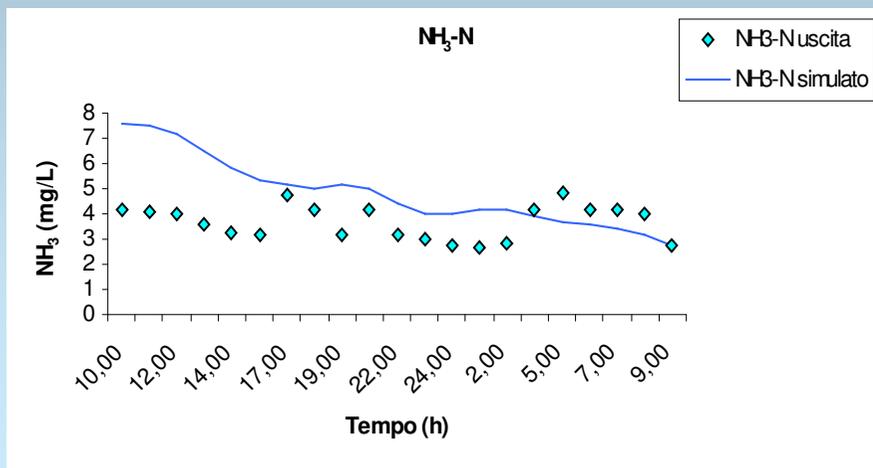




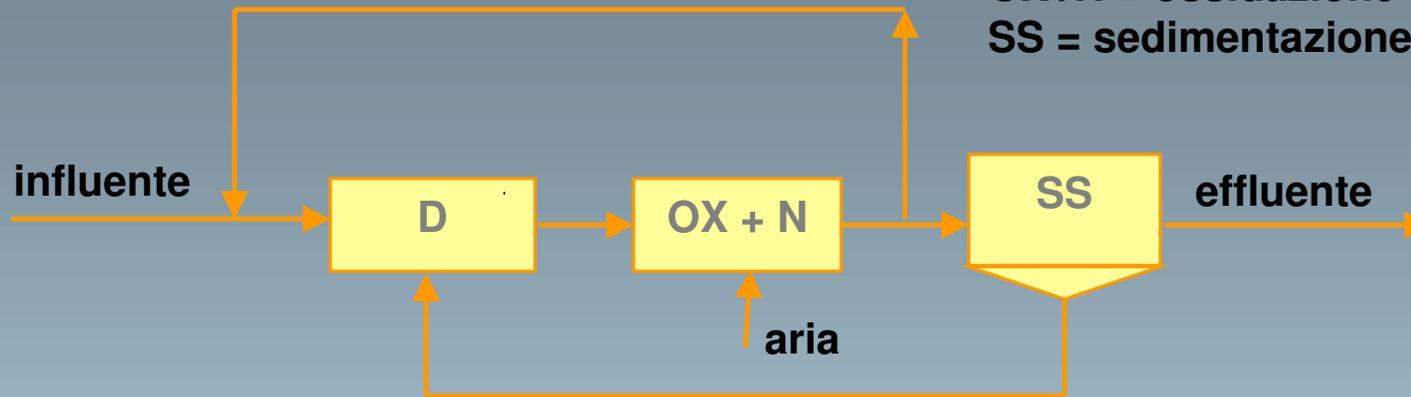
**Scelta dei valori che meglio approssimano la realtà**



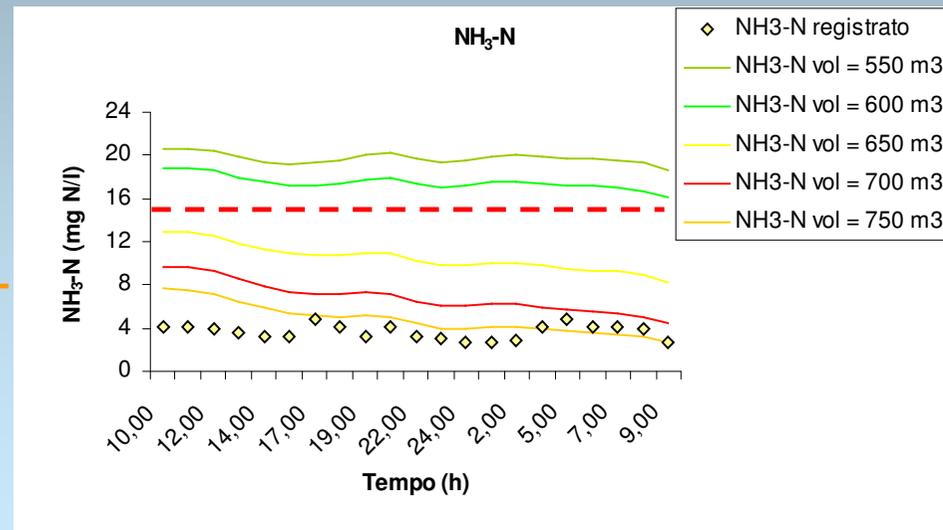
**Buona approssimazione delle reali condizioni di funzionamento**



D = denitrificazione  
OX+N = ossidazione e nitrificazione  
SS = sedimentazione secondaria



Volume da adibire alla pre-denitrificazione?



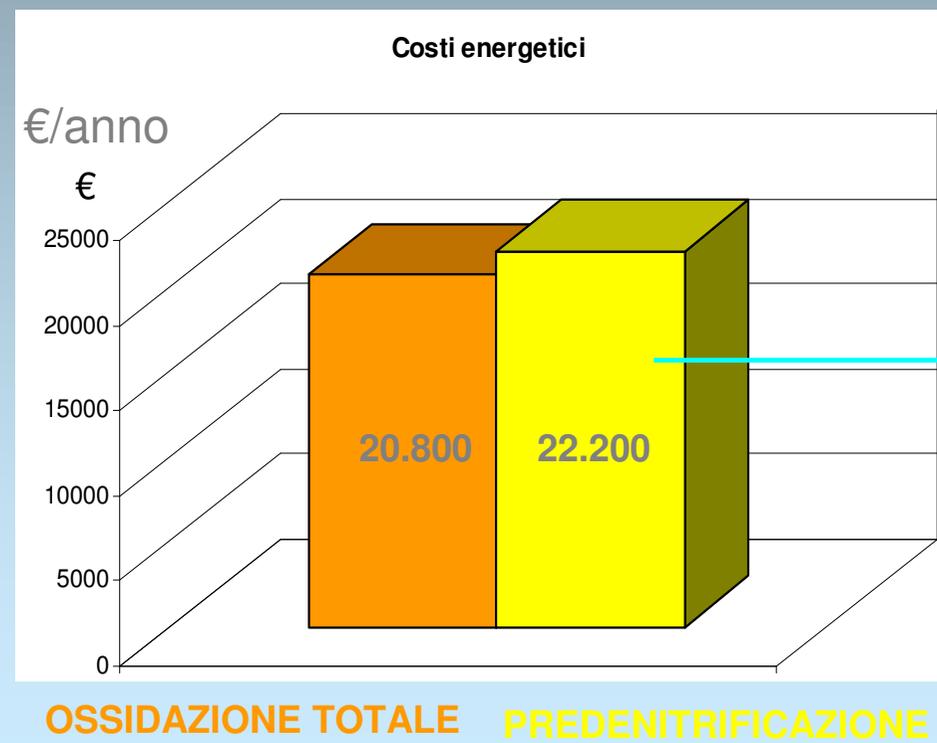
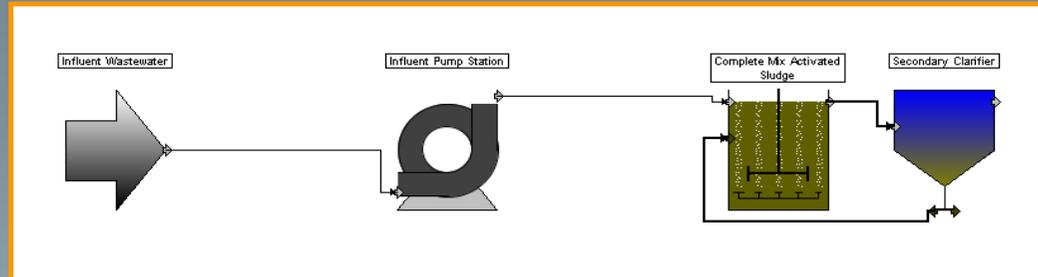
## 8) Stima dei costi di investimento e di gestione di un intervento

### OTTIMIZZAZIONE TRA LIVELLI DI EFFICIENZA TECNICA E COSTI DI REALIZZAZIONE E GESTIONE



#### SOFTWARE CAPDEWORKS©

- Valore attuale dell'impianto;
- costi di progettazione;
- costi di esercizio;
- costi relativi alla manutenzione programmata;
- costi relativi agli additivi chimici;
- costi relativi all'energia elettrica.



**Parti  
elettromeccaniche  
aggiuntive**

L'applicazione di un **metodo sistematico** di valutazione dell'efficienza degli impianti di depurazione di acque reflue urbane permetterebbe di:



**prendere coscienza delle problematiche inerenti la realtà depurativa regionale;**



**introdurre un metodo per ricavare una visione d'insieme al fine di delineare le possibili strategie di progettazione futura di nuovi impianti o di adeguamento di quelli esistenti.**

- Ruolo di primaria importanza della fase di individuazione dei dati iniziali;
- difficoltà di applicazione delle verifiche di funzionalità avanzate in impianti di medio-piccola dimensione;
- ruolo della modellistica di simulazione matematica quale valido strumento decisionale per poter scegliere, sulla base delle simulazioni, la soluzione impiantistica in grado di ottimizzare i livelli di efficienza tecnica e i costi di realizzazione e gestione nel corso dell'*upgrading* degli impianti.