

# Sfide ed Opportunità del Riuso in Agricoltura di Acque Reflue Affinate in Puglia

Tre anni di gestione del sistema combinato di  
trattamento, accumulo e distribuzione di Fasano (Br)

O. Santoro\*, P. Lorusso, T. Pastore, D. Santoro

\* *Project Manager AquaSoil Srl, email: [o.santoro@aquasoil.it](mailto:o.santoro@aquasoil.it)*

**AQUASOIL srl**

Via Gravinella 18 - 72015 Fasano (Br)

Tel/Fax +39 080 4413895 - [info@aquasoil.it](mailto:info@aquasoil.it) - [www.aquasoil.it](http://www.aquasoil.it)

# Riuso Acque Reflue Affinate in Puglia: Stato dell'Arte al 2007

---

■ La pratica del riuso di acque reflue in agricoltura rappresenta un **segmento fondamentale nelle politiche di risparmio idrico** ed è un **indirizzo strategico** nella programmazione delle risorse idriche **in Puglia**.

■ Sono stati costruiti **40 impianti di trattamento terziario avanzato** e altri sono in cantiere

■ Ancora oggi, **complessità tecnico-gestionali ed economiche ritardano** l'implementazione in piena scala della **pratica del riutilizzo**



# Tre Anni di Gestione del Sistema di Affinamento, Accumulo e Distribuzione di Fasano (Br)

Si riportano i dati salienti derivanti da **3 anni di gestione**, evidenziandone:

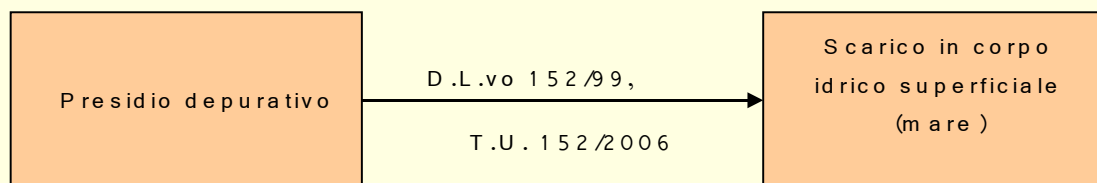
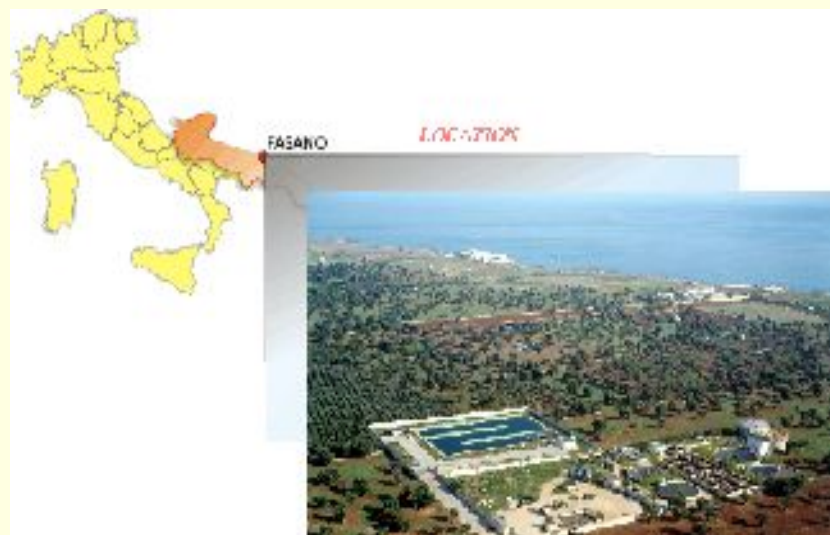
- ✓ *L'analisi e la descrizione del contesto territoriale* di riferimento
- ✓ *La descrizione del sistema* integrato di riutilizzo
- ✓ *L'analisi della dinamica della domanda irrigua*
- ✓ *L'analisi dei costi* del servizio integrato
- ✓ La discussione del *ruolo strategico svolto dai sistemi di accumulo*
- ✓ L'impatto ed *il ruolo della governance delle competenze*



# Il Presidio Depurativo di Fasano (Brindisi)

Il **presidio depurativo**, ubicato nella zona costiera di Fasano, è **dimensionato** per una potenzialità complessiva equivalente pari a circa **50.000** abitanti.

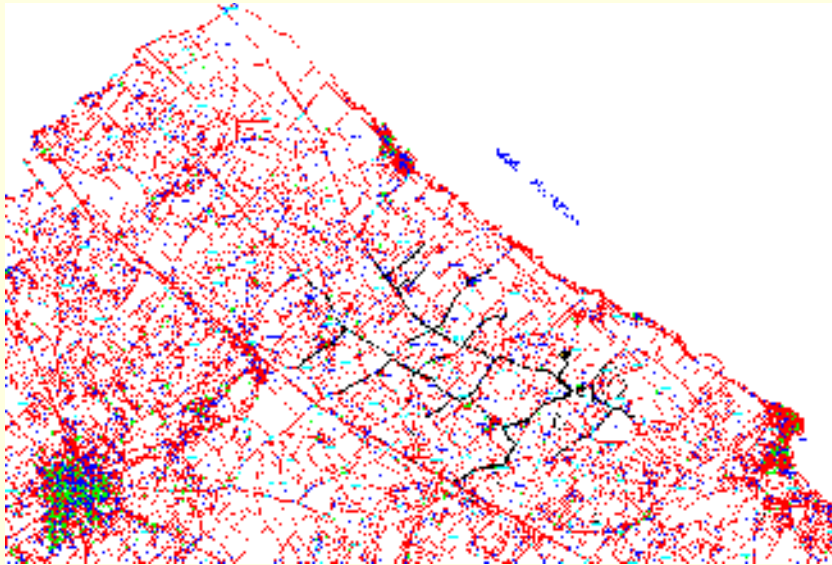
Il **processo depurativo tradizionale** prevede uno stadio a **fanghi attivi** (con denitrificazione), seguito da **disinfezione** con ipoclorito di sodio, e restituisce un effluente idoneo allo scarico in corpi idrici superficiali.



Le **quantità** di refluo prodotto dall'impianto **riutilizzabili** in agricoltura, a seguito di trattamento terziario avanzato, ammontano a circa  $8.000 \text{ m}^3/\text{giorno}$  ( **$3.000.000$  di  $\text{m}^3/\text{anno}$** ).



# Descrizione del Comparto Studio

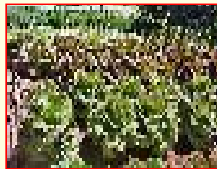


Il **comparto agricolo**, che potenzialmente può usufruire di acqua reflua affinata, è delimitato a nord-est dal litorale Adriatico e a sud-ovest dal centro urbano di Fasano. Si estende per **circa 2000 ettari**.



## Uso del suolo

30%  
Ortaggi



40%  
Uliveti



L'**uso del suolo** nel comparto è per il 70% agricolo: il 30% è interessato da coltivazioni orticole ed il 40% dalla coltivazione dell'olivo intensivo o secolare.

# Risorse Idriche Convenzionali

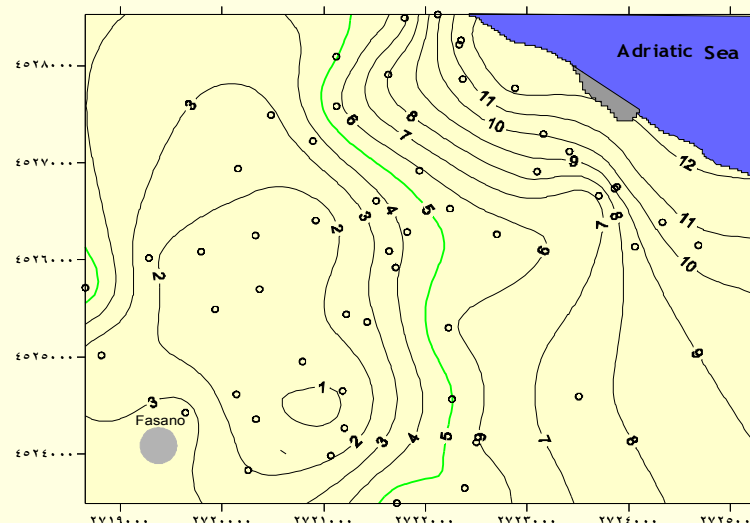
Il comparto-studio risulta **carente** di **risorse idriche convenzionali**.

**Del tutto assenti** sono le **risorse idriche superficiali**, a causa della natura geomorfologica e carsica del territorio.

**Le risorse idriche sotterranee**, abbondanti nell'area in esame, risultano non utilizzabili per **l'elevato tenore salino** dovuto ai **processi di intrusione marina**.



Stazione di monitoraggio  
meteo-climatica e di  
controllo della falda  
acquifera del comparto

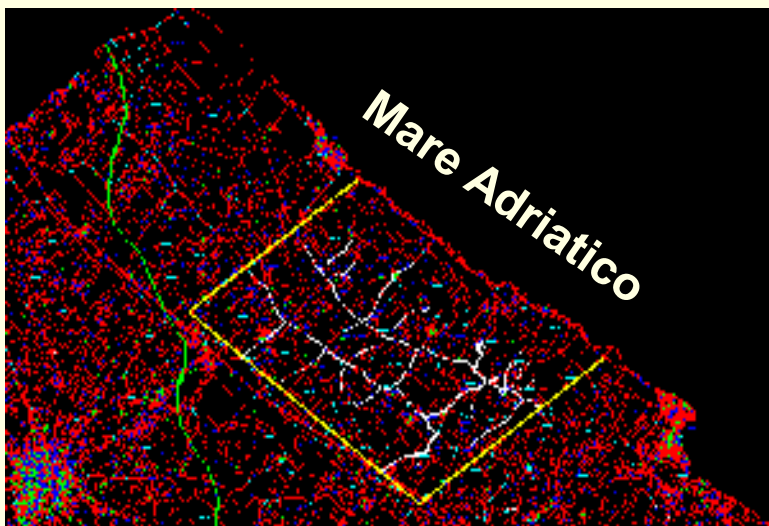


Distribuzione salina (g/L) delle acque  
sotterranee nel comparto



**Le piogge**, seppur significative (circa 700 mm pioggia per anno), **risultano mal distribuite**, poiché si concentrano nel semestre autunno-inverno ed insistono su terreni a prevalente matrice sabbiosa che ne determinano un rapido assorbimento nel sottosuolo.

# Opportunità di un Completo Riutilizzo della Risorsa Affinata



Comparto e rete distribuzione

L'attuale area servita (in giallo), è pari a circa **1000 ettari** ed è attrezzata con una **rete di distribuzione** (in bianco) lunga più di **30 km**, in grado di consegnare a ciascuna utenza fino a  $1 \text{ m}^3/\text{min}$  di acqua affinata con pressione pari a circa **3 atm**.

Il **pieno riutilizzo** della risorsa consente di **estendere** l'area servita sino a circa **2000 ettari** (compresi tra l'isolinea di salinità  $5 \text{ g/L}$  e il Mar Adriatico), favorendone:

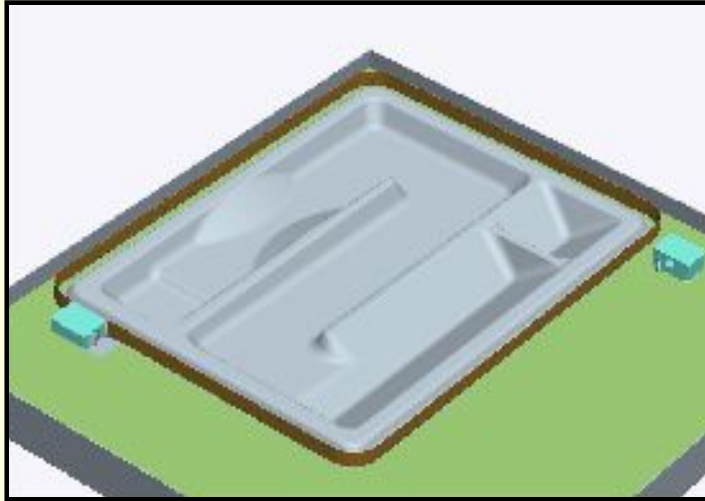
- Il **miglioramento** delle **caratteristiche** e delle **proprietà del suolo**
- Il **miglioramento** della **qualità delle acque sotterranee** per l'effetto combinato di indiretta ricarica della falda e di riduzione degli emungimenti

Inoltre:

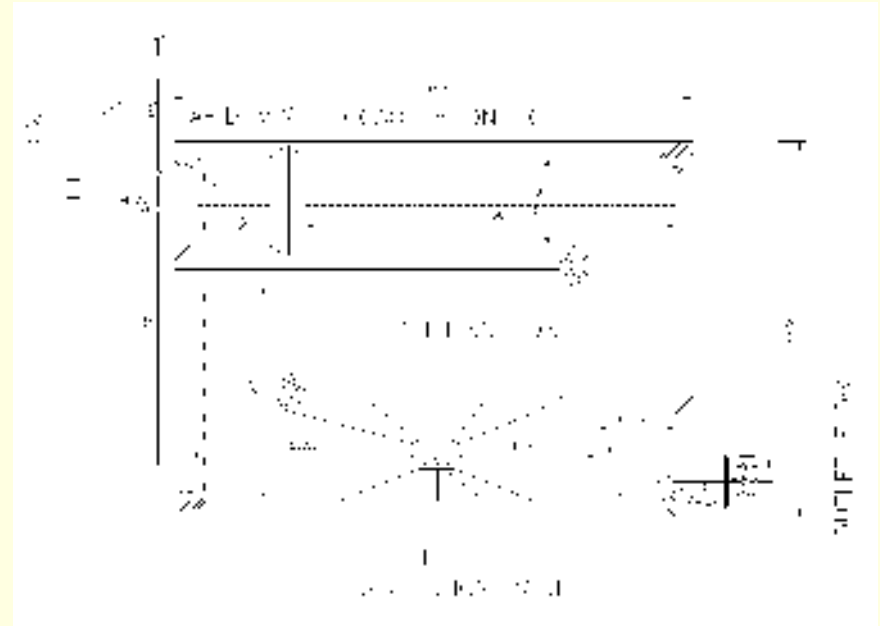
- ✓ si stimano in circa **200 mm di pioggia-equivalente** gli apporti al suolo (su 2000 ha) derivanti dal pieno riutilizzo della risorsa.

**Mitigazione dei processi di desertificazione**

# L'Impianto e il Processo di Affinamento



Bacino integrato: vista 3D



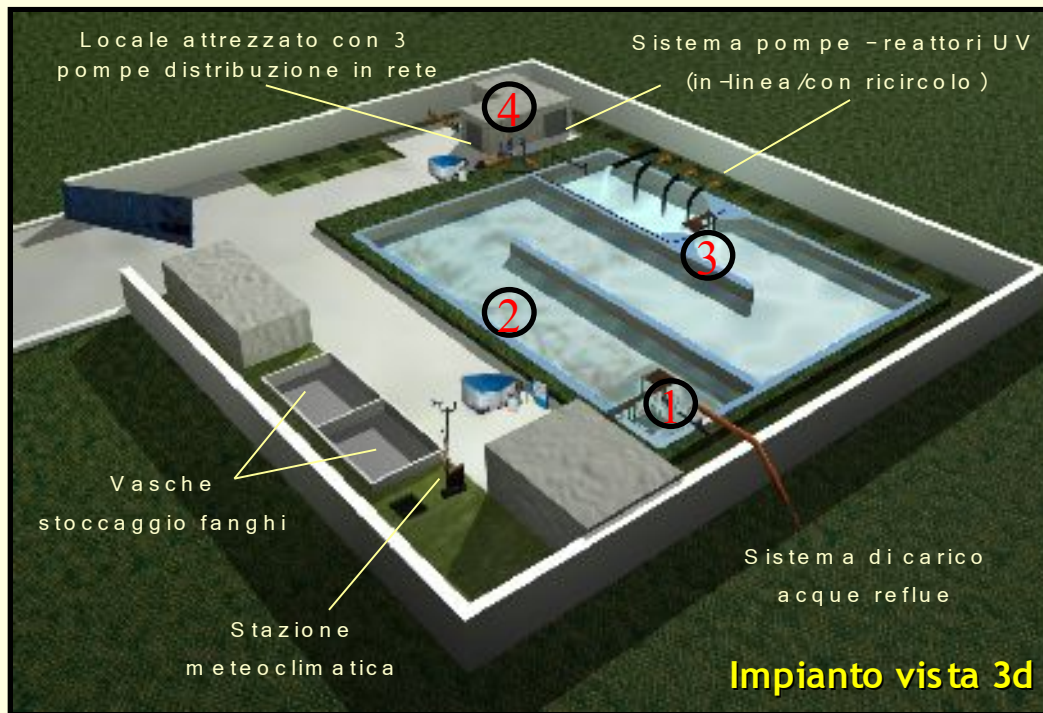
Bacino integrato: pianta

Si tratta di un **bacino integrato di accumulo e trattamento** di circa 6.000 mc. La **rilevante volumetria** disponibile consente una **triplice azione**: (a) **equalizzatrice** rispetto alla naturale variabilità quali/quantitativa giornaliera del refluo in ingresso, (b) **di efficace trattamento** in relazione agli elevati tempi di residenza (circa 12h alla portata max di esercizio) del refluo nel sistema e (c) **di accumulo** nelle ore notturne di minore richiesta.

*Il reattore, di tipo plug-flow, consta di tre differenti sezioni integrate: **disinfezione** (pre e/o post), **chiariflocculazione**, **sedimentazione**.*

# I Processi Integrati

Le acque prodotte dal presidio depurativo, altrimenti destinate allo scarico a mare, sono in parte o in tutto prelevate e inviate a **specifico processo di trattamento** al fine di conferire il grado di qualità imposto dalla **normativa vigente** (D.M. 185/03 – T.U. 152/06) e richiesto per il successivo **riutilizzo in agricoltura**.



① Pre-disinfezione chimica

*Sodio ipoclorito*  
*(Acido Peracetico +  $H_2O_2$ )*

② Chiariflocculazione

*Policloruro di Alluminio*

③ Post-disinfezione chimica

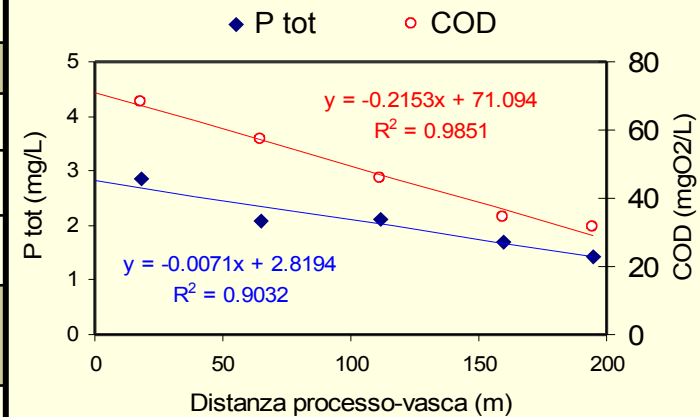
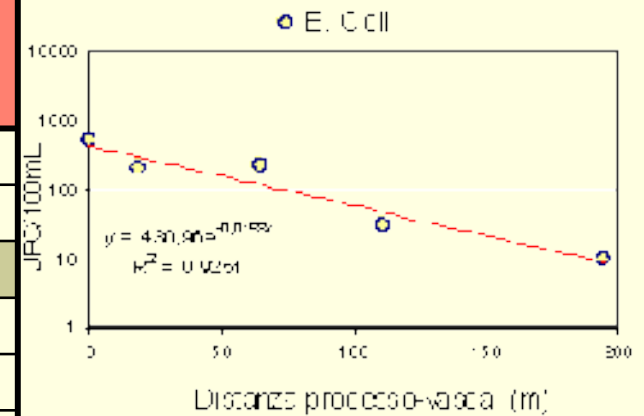
*Sodio Ipoclorito*  
*(Acido Peracetico +  $H_2O_2$ )*

④ Post-disinfezione fisica

*UV in linea e/o con Ricircolo in vasca*

# Le Performance del Processo (senza sistema UV)

Parametri	Unità	Influente (Media)	Effluente (Min-Max)	Limiti D.M. 185/03
SST	mg/L	0.6	0.0 – 0.5	10
BOD <sub>5</sub>	mg/L	8.2	7.1 – 15.1	20
COD	mg/L	23.5	20.0 – 55.6	100
Cloruri	mg/L	388	171.3 – 352.2	250
N-NH <sub>4</sub>	mg/L	2.18	1.5 – 1.8	2
N tot	mg/L	19.6	4.1 – 12.6	15
P tot	mg/L	2.14	0.7 – 1.6	2
SAR		6.22	1.91 – 5.73	10
Conducibilità	mS/cm	2.0	1.13 – 1.89	3
Coliformi t.	UFC/100mL	1.04 x 10 <sup>4</sup>	10 - 240	-
E. Coli	UFC/100mL	5.00 x 10 <sup>3</sup>	0 – 10	10 (100 max)
Salmonella	-		assente	assenza



# Qualità delle Acque Affinate: Confronto con la tabella D.M. 185/2003

Parametro	Valore	Unità	Valore guida*	Parametro	Valore	Unità	Valore guida*
C. U.D.	49,8	mg/l O <sub>2</sub>	10	Solfuri	0,00	mg/l H <sub>2</sub> S	0
H. H.D. (l)	13,2	mg/l O <sub>2</sub>	20	Nitriti	0,00	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5
Materiale Sospeso	Assente	mg/l	Assente	Solfati	20,50	mg/l SO <sub>4</sub>	500
Solids Suspended Total	0,88	mg/l	10	Crescita Organismi / Yag.	0	mg/l	10
Acido Ammoniacale	1,8	mg/l NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	2	OH Minerale	< 0,01	mg/l	100
Azoto Totale	2,1	mg/l N	12	Ironi Totale	< 0,01	mg/l	1
Fosforo Totale	1,2	mg/l P	2	Zinchi Totale	< 0,01	mg/l	0,5
Tenacità Totale	0,28	mg/l	10	Pesticidi Clorurati			
Cloro Attivo	0,08	mg/l Cl <sub>2</sub>	1,2	Carbocloroacetati	< 0,01	ug/l	1
Cloruri	122,2	mg/l Cl <sup>-</sup>	20	Acetati	< 0,01	ug/l	1
Fluoruri	0,2	mg/l F <sup>-</sup>	1,5	Acilati	< 0,01	ug/l	1
Durezza Totale	59,1	°F		Dialdidi	< 0,01	ug/l	1
Durezza Calcio	140,0	mg/l Ca <sup>++</sup>		(CO) (Isomeri a, b, d)	< 0,01	ug/l	1
Magnesio	11,2	mg/l Mg <sup>++</sup>		Cloruri	< 0,01	ug/l	1
S.A.R.	0,04		10	Dicofoli	< 0,01	ug/l	1
S.A.R. Modificato	2,80	-		Ciclopentani	< 0,01	ug/l	1
Reazione (pH)	8,02	-log[H <sup>+</sup> ]	6-9,0	Pesticidi Fosforati			
Conduttività elettrica	2390	uS/cm	5000	Acilato Etilici	< 0,01	ug/l	1
Carbonati	0,0	mg/l CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		Acilato Metilici	< 0,01	ug/l	1
Bicarbonati	287,4	mg/l		Drosofasi	< 0,01	ug/l	1
Potassio	18,8	mg/l K <sup>+</sup>		Ciclopentano	< 0,01	ug/l	1
Sodio	140,7	mg/l Na <sup>+</sup>		Ciclopentilici	< 0,01	ug/l	1
Alluminio	0,10	mg/l Al	1	Ciclopentilici Metilici	< 0,01	ug/l	1
Arsenico	0	ug/l As	0,05	Dicarbene	< 0,01	ug/l	1
Bario	0,12	mg/l Ba	10	Dicarbene	< 0,01	ug/l	1
Berillio	0,03	mg/l Be	0,1	Esteri	< 0,01	ug/l	1
Boro	0,04	mg/l B	1,0	Bicarbonati Unari			
Cadmio	1	ug/l Cd	0,1	Diazoni	< 0,01	ug/l	0,1
Cobalto	22	ug/l Co	50	Diazoni	< 0,01	ug/l	10
Cromo Totale	6	ug/l Cr	0,2	Alcattoloni	< 0,01	ug/l	10
Cromo Esavalente	< 0,1	ug/l Cr VI	0,1	Prodotti Fitosanitari			
Ferro	0,28	mg/l Fe	1	Acetoni	< 0,01	ug/l	10
Manganese	30	ug/l Mn	50	Glucosidi	< 0,01	ug/l	10
Mercurio	< 0,01	ug/l Hg	1	Alcattoloni	< 0,01	ug/l	10
Nichel	0	ug/l Ni	0,1	Mondimolecole	< 0,01	ug/l	10
Piombo	0	ug/l Pb	0,1	Prodotti Fitosanitari			
Rame	0,07	mg/l Cu	1	Acetoni	< 0,01	ug/l	10
Selenio	0	ug/l Se	10	Acilati	< 0,01	ug/l	10
Stagno	0,06	mg/l Sn	0	Acilati	< 0,01	ug/l	10
Tallio	< 0,1	ug/l Tl	1	Pentachlorofenolo	< 0,001	mg/l	0,1
Vanadio	18,00	ug/l V	10	Tetrachlorometilene 1,1,1,2	0,002	mg/l	100
Zinco	0,08	mg/l Zn	0,5	Solventi Idrocarburi Totali	0,015	mg/l	0,04
Cianuri Totale	< 0,01	mg/l CN <sup>-</sup>	0,1	Trihalometani Summa	0,010	mg/l	1,00
Solventi organici ar. Tot.	< 0,001	mg/l	1	PARAMETRI MICROBIOLOGICI			
Benzene	< 0,0001	mg/l	0,01	Batteriche totali	0	UFC/100ml	100 ufc/ml (1000)
Hexachlorociclopentene	< 0,0001	mg/l	0,002	Fungiche totali	0	UFC/100ml	100 ufc/ml (1000)
Solventi org. cl. Tot.	< 0,001	mg/l	1	Salmonella	Assente	[PAA]/100ml	Assente

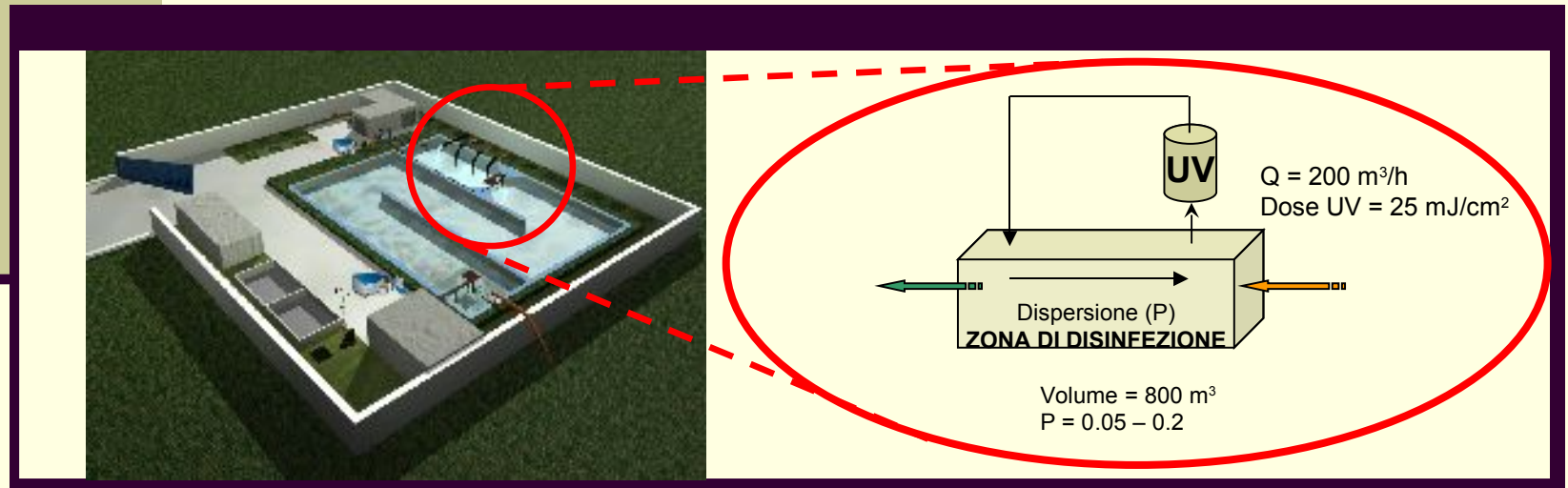
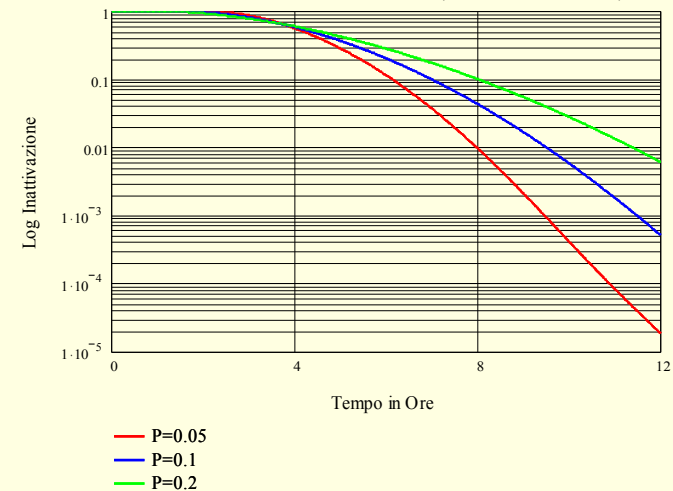


# Processo di Post-Disinfezione Fisica: UV con Ricircolo

## Vantaggi

- ✓ ***E.Coli prossimi a 0*** nelle normali condizioni di efficienza
- ✓ ***Capacità di trattamento in vasca*** (in caso di ingresso di reflui con microbiologia particolarmente elevata)
- ✓ ***Controllo delle microalghe*** (tramite l'effetto combinato  $H_2O_2+UV$ )
- ✓ ***Minore potenza installata delle lampade UV*** (si agisce sul tempo di esposizione anziché sull'intensità della radiazione)

Andamento Inattivazione di E.coli (con UV in Ricircolo)

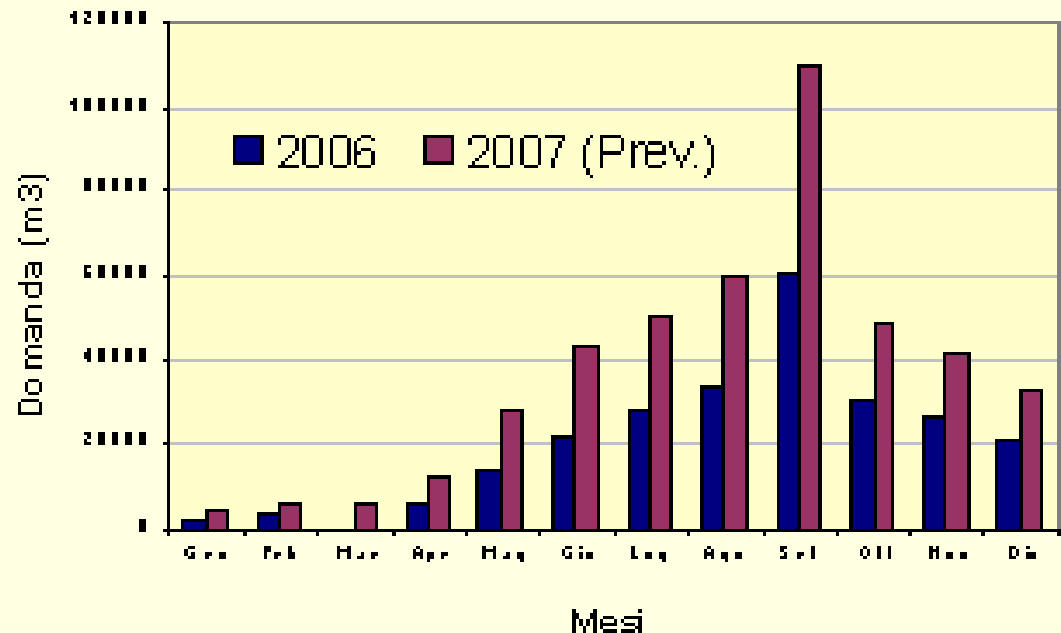


# La Dinamica della Domanda Irrigua

In un area studio di circa 164 ettari (30% coltivata ad orto - 70% coltivata ad uliveto), si sono monitorati i consumi mensili nell'anno 2006 e previsti quelli per il 2007. Inoltre, sono stati quantificati i relativi costi mensili di produzione della risorsa.

La struttura della domanda irrigua (Grafico 1) assume un'importanza notevole, in quanto da essa dipende il ruolo funzionale dei processi di trattamento ed accumulo, ed i relativi costi specifici di acqua affinata.

GRAFICO 1

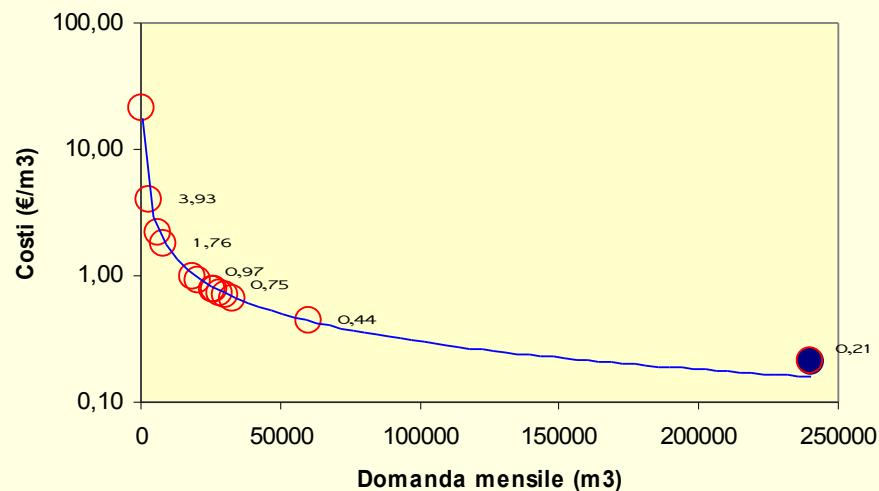


# Analisi dei Costi del Sistema

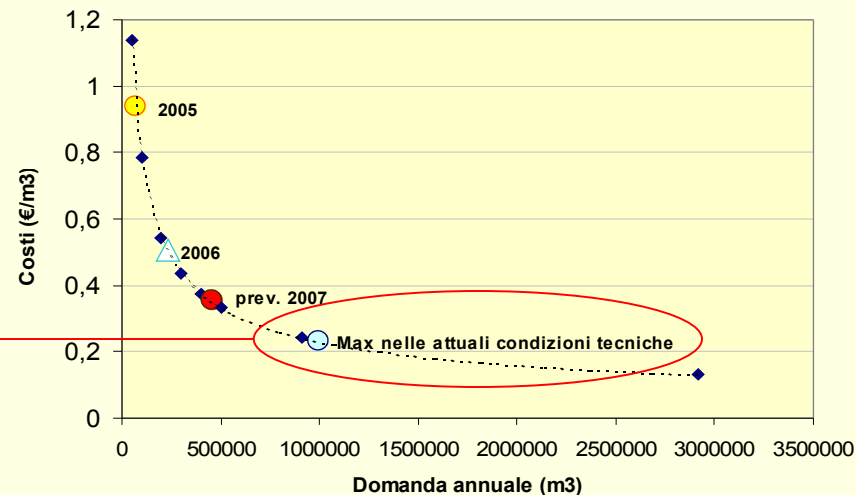
- ✓ Il **Grafico 2** evidenzia i **costi al m<sup>3</sup>** di acqua affinata e distribuita, in funzione dei consumi mensili.
- ✓ Il **Grafico 3** evidenzia i costi rispetto al totale annuale di volumi erogati.
- ✓ **Le previsioni per il 2007** individuano in circa **0.36 €/m<sup>3</sup>** il costo del servizio al punto di consegna di cui circa **0.15 €/m<sup>3</sup>** quale costo specifico di affinamento.
- ✓ **Le previsioni per il 2008**, in condizione limite strutturale di funzionamento, individuano tali costi rispettivamente in **0.25 €/m<sup>3</sup>** e in **0.08 €/m<sup>3</sup>**.
- ✓ Parte dei costi sono sostenuti dall' **Amministrazione comunale**.

**Problema o Opportunità?**

**GRAFICO 2**



**GRAFICO 3**



# La Problematica del Limite Strutturale: l'Obiettivo "Scarico Zero"

Nelle attuali condizioni di sistema (erogazione diretta a domanda), l'impianto in questione può sostenere:

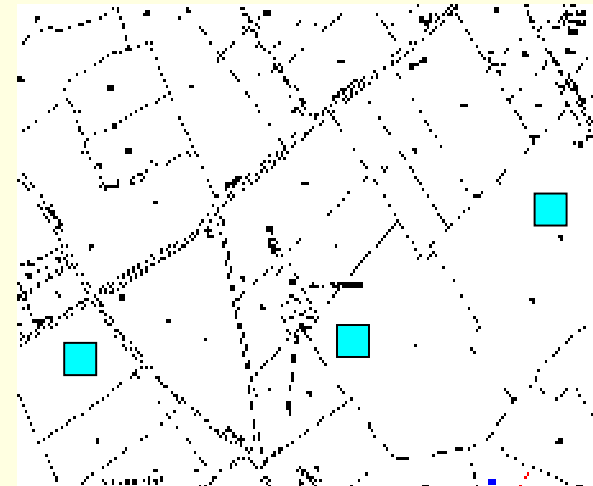
- ❖ **Domanda di acqua affinata** (per scopi irrigui) **fino ad un massimo di circa 1.000.000 m<sup>3</sup>/anno** (in tal modo viene soddisfatto il picco mensile di domanda pari a circa 240.000 m<sup>3</sup>/mese, che corrisponde al limite di produzione del presidio depurativo).
- ❖ **Allacci Aziendali** per complessivi 660 ha serviti.

**Questa soglia critica** (valutata in base ai trend registrati negli ultimi anni di gestione) **si prevede di raggiungerla nell'anno 2008** e con appena 1/3 della risorsa potenziale utilizzata.

## I Bacini di Accumulo



Accumuli Centralizzati

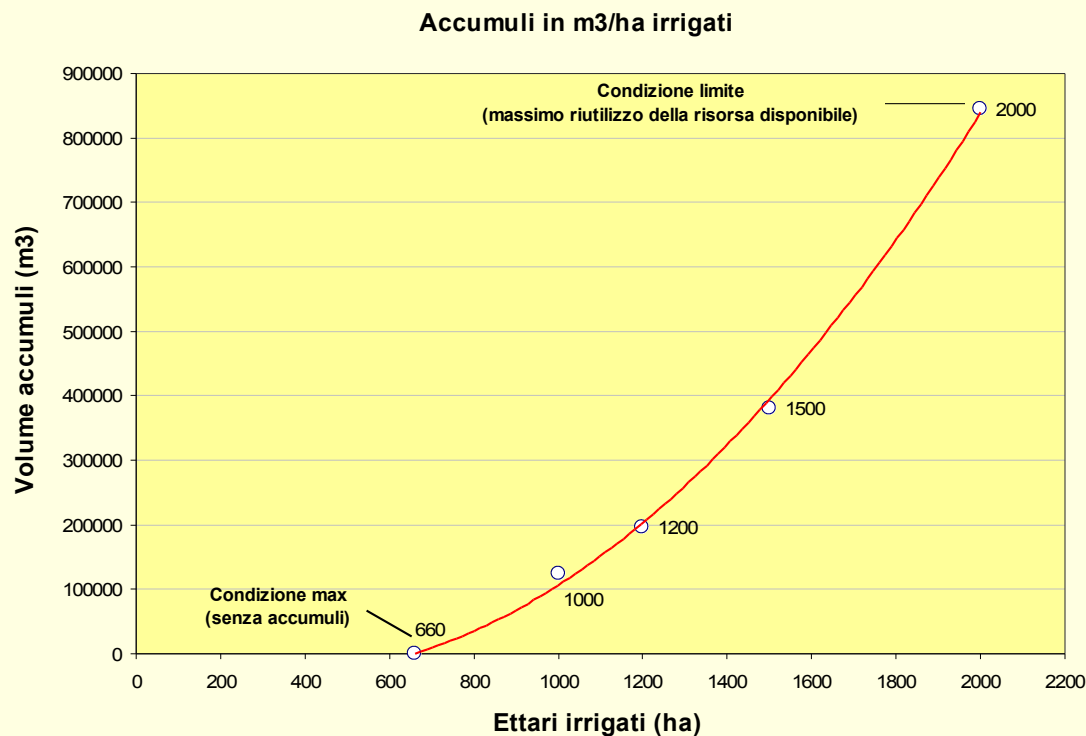


Accumuli Distribuiti

# Relazione tra Accumuli ed Ettari Aziendali Irrigati

**Gli accumuli costituiscono un fattore essenziale di natura strategica** per il miglior riutilizzo in agricoltura della risorsa potenzialmente disponibile e per l'obiettivo "scarico zero".

Sulla base della **struttura della domanda** del comparto irriguo di Fasano, si è pervenuti a definire la **relazione esistente tra ettari aziendali serviti e volumi di accumulo**:

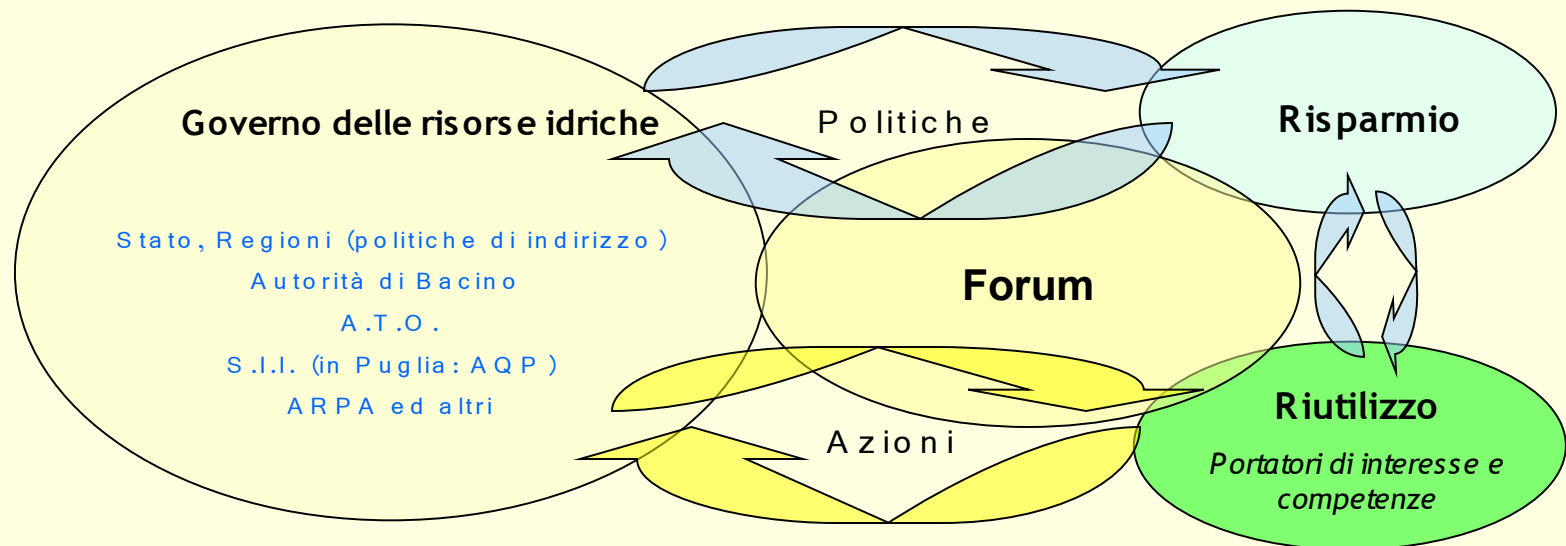


Si evidenzia che la realizzazione di accumuli di capacità totale di circa 850.000 m<sup>3</sup> consentirebbe di raggiungere l'obiettivo "scarico zero" (spreco di risorsa = zero)



# La Governance delle Competenze

Le molteplici competenze coinvolte nel processo di ideazione, progettazione, realizzazione, gestione e controllo di sistemi ed impianti di riutilizzo necessitano di specifici strumenti integrati di governance dei processi.



Il **forum** costituisce un importante strumento di integrazione rispetto alle politiche della governance in quanto in grado, tra l'altro, di:

- Intercettare le corrette visioni strategiche con l'obiettivo di contrastare le visioni demagogiche nel settore specifico
- Analizzare e discutere le problematiche di ordine tecnico nella pratica del riuso
- Analizzare e discutere le problematiche di ordine gestionale



# Conclusioni

Il successo della pratica del riutilizzo delle acque affinate in agricoltura è legato alla capacità di:

- **innovare le prassi ordinarie di governance del settore** (soggetti coinvolti, competenze, ruoli, responsabilità chiare e distinte)
- **operare in territori tendenzialmente predisposti** all'utilizzo di risorse idriche alternative (mancanza di risorse idriche convenzionali, qualità delle acque, caratteristiche del suolo, coltivazioni, pratiche agricole, ecc.)
- **conseguire il bilanciamento e gestire in maniera ottimale** gli squilibri tra domanda e offerta di risorsa
- **conseguire elevati standard di qualità delle acque distribuite**
- **produrre risorsa a costi sostenibili** e paragonabili alle altre fonti di approvvigionamento
- **semplificare le fasi di gestione tramite validazione** dei prodotti, processi e risultati



Grazie per l'attenzione!

---

**AQUASOIL srl**

Via Gravinella 18 - 72015 Fasano (Br)

Tel/Fax +39 080 4413895 - info@aquasoil.it - ***www.aquasoil.it***



**Dr. Oronzo Santoro**

Project Manager

o.santoro@aquasoil.it

