

## Riuso delle acque reflue: innovazioni tecnologiche e condizionamenti sociali e gestionali

# ***ASPETTI AGRONOMICI DEGLI EFFLUENTI DEI DEPURATORI***

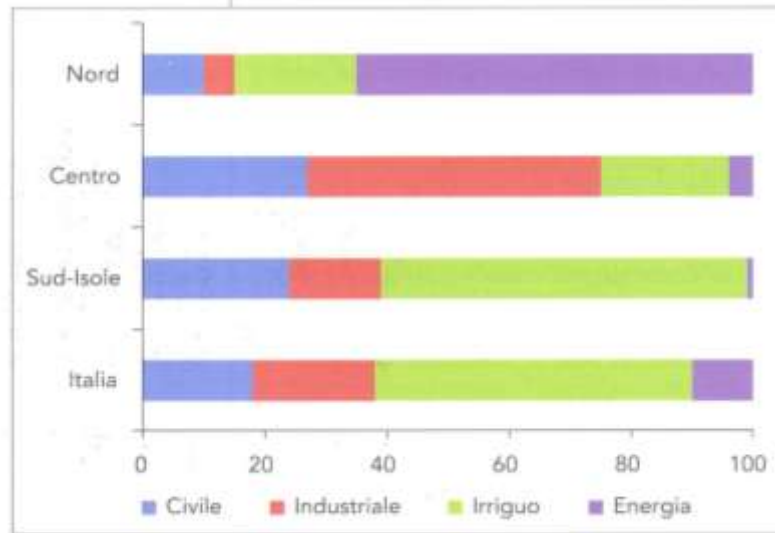
*Emanuele Tarantino, Grazia Disciglio*

Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente - Università di Foggia



**Bari, 30 Gennaio 2020**

# SCARSITA' DELLA RISORSA IDRICA NELL'ITALIA MERIDIONALE



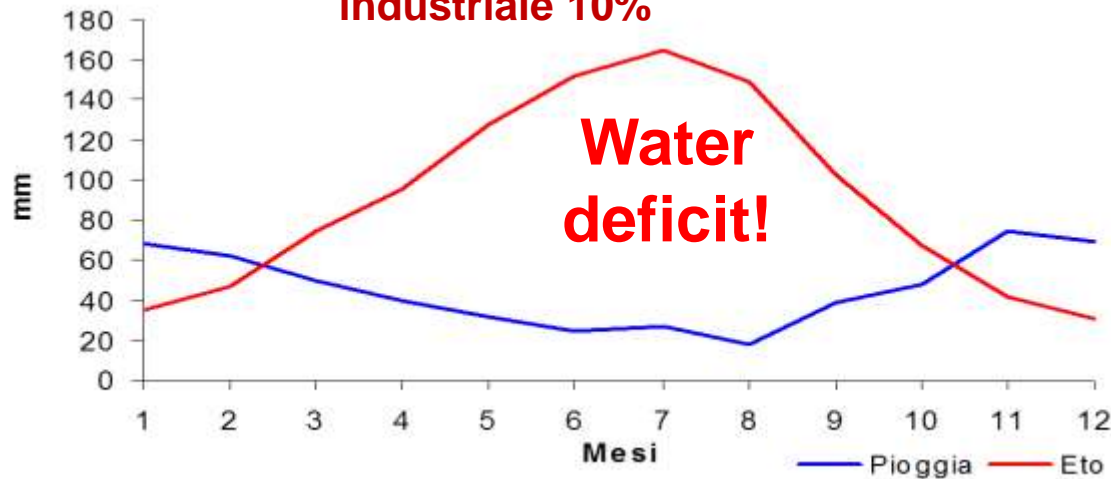
- Negli ultimi decenni numerosi fenomeni di carenza idrica.
- Forte aumento nei prelievi di acqua per uso agricolo.
- Espansione delle superfici irrigate.
- Per il futuro le previsioni meteorologiche non sembrano positive per cambiamenti climatici.

**Fabbisogno Puglia:**

potabile 37%

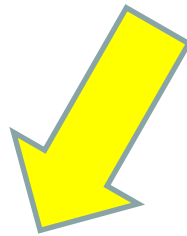
irrigazione 53%

industriale 10%

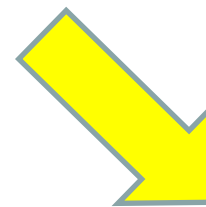


# SALVAGUARDIA DELLA RISORSA IDRICA

## Possibili strategie agronomiche



TECNICHE DI RISPARMIO IDRICO  
IRRIGAZIONE DEFICITARIA



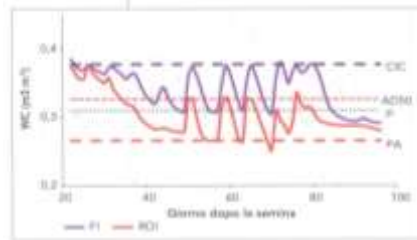
RIUSO ACQUE REFLUE

- URBANE
- AGRO-INDUSTRIALI

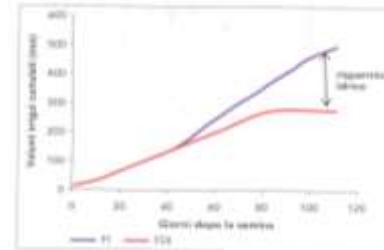
# TECNICA DELL'IRRIGAZIONE DEFICITARIA BASATA SULLO STRESS IDRICO CONTROLLATO



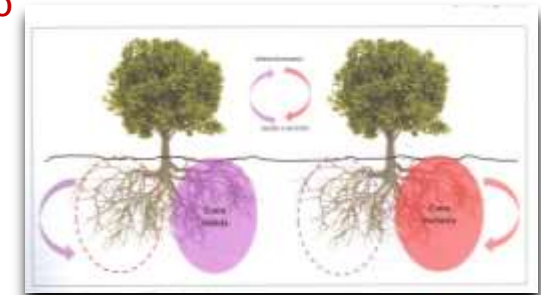
Deficit Idrico Regolamentato (RDI)



Deficit Idrico Fenologico (FDI)

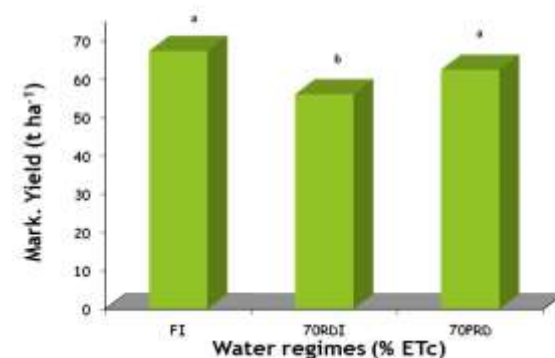
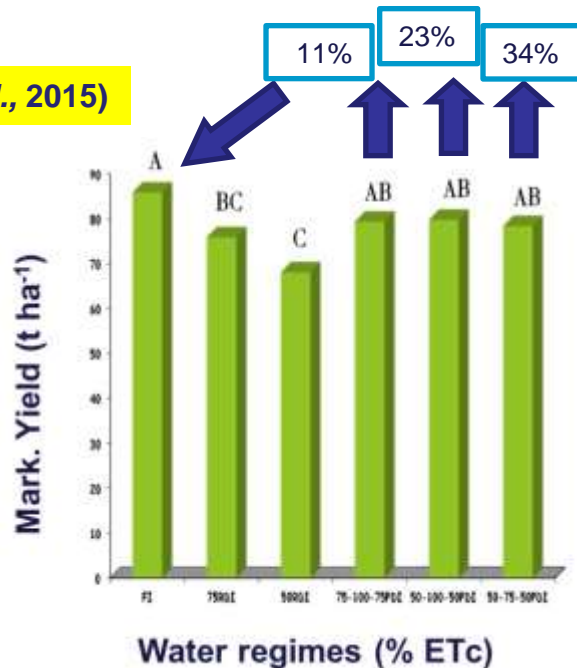


Irrigazione deficitaria alternata Partial root drying (PRD)



Ricerche  
su pomodoro da  
industria

(Fonte: Giuliani *et al.*, 2015)



# ACQUE REFLUE URBANE

## STIME PUGLIA

### ATTUAZIONE D.M. 185/2003 IMPIANTI PRIORITARI

#### 39 IMPIANTI DI AFFINAMENTO ESISTENTI/O IN CORSI DI REALIZZAZIONE

di cui **20 impianti** di depurazione con livello di trattamento TERZIARIO  
**19 impianti** di depurazione con livello di trattamento SECONDARIO

#### Volumi annui recuperabili

Province	Volumi recuperabili (m <sup>3</sup> /anno)
Bari	17.016.535
BAT	7.710.000
Foggia	22.636.000
Brindisi	41.970.000
Taranto	42.838.000
Lecce	12.530.000
<b>Totale</b>	<b>107.700.535</b>

# ACQUE REFLUE AGRO-INDUSTRIALI

Numero totale imprese agro-alimentari in Puglia, oltre 4.800

La regione è al 4° posto in Italia

## INDUSTRIA AGRO-ALIMENTARE PUGLIESE

Comparti agro-industriali: olivo da olio e da mensa, vino, lattiero-caseario, prodotti ortofrutticoli di IV gamma e conserve alimentari.

## ESIGENZE TECNOLOGICHE DELLE AZIENDE

(Bisogni di investimenti emersi da interviste di numerose aziende)

### ESIGENZE DI PRODOTTO

- Migliorare la sicurezza alimentare, la qualità salutistica, funzionale, nutrizionale, sensoriale e d'impiego.

### ESIGENZE DI PROCESSO

- Ridurre i consumi energetici e idrici molto incidenti sui costi di produzione.
- Abbattere i costi di smaltimento e ridurre l'impatto ambientale attraverso la **GESTIONE e la VALORIZZAZIONE DEI REFLUI** (riuso irriguo in agricoltura o nella stessa azienda) e degli scarti (ammendanti agricoli, combustibile o estrazione di sostanze nutritive).

# RIUSO ACQUE REFLUE URBANE E AGRO-INDUSTRIALI

## AZIONI AGRONOMICHE PRINCIPALI

- **Apporto al terreno di:**
  - **sostanza organica**
  - **macroelementi nutritivi (azoto, fosforo e potassio)**
  - **macroelementi non nutritivi (Ca, Mg, cloruri e solfati)**
  - **microelementi (come boro, metalli pensanti ecc.)**
  - **di microrganismi**
  
- **Diffusione di sostanze volatili e/o aeriformi**

# **IL VALORE FERTILIZZANTE È IMPORTANTE ALMENO QUANTO L'ACQUA STESSA**

**Ipotizzando concentrazioni di nutrienti in reflui trattati sono:**

**N 20 – 40 mg/l**

**P 10 – 15 mg/l**

**K 15 - 30 mg/l**

**Con un volume irriguo stagionale di 4 000 m<sup>3</sup>/ha/anno,  
il contributo annuale di fertilizzante sarebbe:**

**azoto 80 -160 kg/ha**

**fosforo 40 -60 kg/ha**

**potassio 40-120 kg/ha**

**Si tratta di oltre la metà dei fabbisogni nutrizionali delle colture che non può essere trascurata nella gestione della fertilizzazione**



# RISCHIO IGIENICO SANITARIO

**Indicatori microbiologici:** *Coliformi fecali, Streptococchi fecali, Spore di clostridi solfito-riduttori.*

Tale rischio è connesso al contatto diretto delle acque reflue con gli operatori, anche per via aerosol (*rischio infettivo*) e al consumo di prodotti agricoli (*rischi infettivo e tossico*).

Nella progettazione di un sistema di riuso il rischio infettivo può essere minimizzato in alternativa:

- prevedendo **trattamenti depurativi spinti** delle acque reflue al fine di eliminare o ridurre a valori accettabili la probabilità di presenza di microrganismi patogeni e la concentrazione di sostanze tossiche (**grandi sistemi**);
- consentendo l'uso di acque reflue solo **parzialmente trattate** ponendo vincoli sulle colture e metodi irrigui (**piccoli sistemi**).

## Tempi di sopravvivenza (in giorni) di alcuni patogeni su specie agrarie e sul suolo

Specie Agrarie	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Enterovirus</i>	Uova di <i>Ascaris</i>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Coliformi totali
Foraggio	12 - 42	< 2				12 - 34
Colture da tuberi	10 - 53		15 - 60			
Colture da foglia	1 - 40	2 - 7	15 - 60	27- 35	2	35
Frutteti	0,75 - 2	6				
Suolo	15 - 280	1 - 68	8	> 7 anni	6 - 8	38

(da Krongaard e Bonde, 1977 modif.)

A questo riguardo una ulteriore misura precauzionale ai fini di minimizzare il rischio igienico è quello di **interrompere l'irrigazione** con acque reflue almeno **10-15 giorni primi della raccolta**.

# PARAMETRI DI RISCHIO AGRONOMICO E AMBIENTALE

- **Solidi sospesi totali**, che potrebbero occludere i sistemi di irrigazione a goccia
- **Salinità**: in base alla quale **le colture** si classificano in:
  - Sensibili C.E. < 5 dS/m
  - Moderatamente sensibili C.E. 5-10 dS/m.
  - Moderatamente resistenti C.E. 10-15 dS/m
  - Resistenti C.E. < 25 dS/m
- **SAR**: in base al quale esiste una scala di accettabilità per le colture:
  - Accettabile da tutte le colture SAR < 10
  - Determina ridotte limitazioni SAR 10 - 18
  - Determina forti limitazioni SAR > 18
- **Boro**: rappresenta l'elemento che determina le maggiori conseguenze negative per le colture (clorosi e danni all'apparato epigeo) già a concentrazioni di 0, 75 mg/L.
- **Cloro attivo**: il cloro residuo solitamente non determina conseguenze alle colture se la sua concentrazione non eccede 1 mg/L, mentre è sempre dannoso a concentrazioni superiori a 5 mg/L (USEPA, 1992).
- **Metalli pesanti**: molti metalli (Fe, Cu, Zn, Mn ecc.) sono microelementi essenziali per il metabolismo vegetale, ma in elevate concentrazioni possono esercitare effetti tossici.

Tuttavia, nei reflui essi sono presenti in **piccole quantità**, perché rimangono nei fanghi durante i processi di depurazione e sedimentazione.

MONITORAGGIO: Saggi ecotossicologici delle acque basati sulla mortalità di alcune specie animali (crostacei e lombrichi)
- **Microinquinanti organici emergenti**: antibiotici, residui di farmaci, prodotti per l'igiene della persona ecc.

# RISCHIO PER LE COLTURE

Tossicità severa da Boro



**Deficenza da Boro su pesco**

Source: Childers et al., 1995



**Danni da Boro su foglie di mandarino** (Source: U.S. Dept. of Agriculture, 1976)

**Eccesso di cloro  
su foglie di pesco**



Source: LaRue and Johnson, 1989

**Eccesso di vigore**



# RECENTI RICERCHE

Impiego d acque reflue trattate in diverso modo su:

## Colture orticole

UNIFG: effluenti agro-industriali - pomodoro da industria - carciofo  
cavolo broccolo

## Colture orticole in successione

UNIBA: effluenti urbani - cetriolo – lattuga – melone – indivia  
pomodoro – finocchio – sedano

## Colture arboree frutticole

pesco – olivo – vite - agrumi

## Colture industriali e no-food

C.R.A. BA: effluenti urbani - barbabietola da zucchero, sorgo da biomassa

Su ciascuna coltivazione sono state confrontate l'impiego di:

- **acque affinate** (con tecnologia innovativa)
- **acque depurate** (trattamento primario e secondario)
- **acque convenzionali** (da pozzo o da consorzio irriguo)

**RILIEVI AGRONOMICI, CHIMICO-FISICI E MICROBIOLOGICI**

## Volumi stagionali d'irrigazione erogati durante le ricerche nei siti sperimentali (In Te.R.R.A.)

Anno	Colture	Volume irriguo stagionale	Volume annuo	Colture	Volume irriguo stagionale	Volume annuo
		(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
<b>Sito 1</b>				<b>Sito 2</b>		
2012	Pomodoro + Finocchio	3170+800	3970	Lattuga + Cicoria	1620+800	2320
2013	Lattuga + Finocchio	1660+1076	2736	Sedano + Lattuga	3440+931	4671
2014	Melone + Lattuga	2064+1086	2944	Pomodorino + Lattuga	3387+920	4307
<b>Sito 3</b>				<b>Sito 4</b>		
2012	Cetriolo + Lattuga	3680+780	4460	Pomodoro + Finocchio	6300+1383	7683
2013	Melone + Scarola	4487+983	5470	Pomodoro + Finocchio	5528+1071	6599
2014	Barattiere + Lattuga	3060+900	3960	Lattuga + Lattuga	2908+687	3595
2014				Pesco	3970	3970
<b>Sito 5</b>				<b>Sito 4</b>		
2012	Pomodoro + Cavolo broccolo	4957+920	5877	Carciofo	3000	3000
2013	Pomodoro + Cavolo broccolo	4400+830	5230	Carciofo	2870	2870
2014	Pomodoro	4600	4600	Sorgo da biomassa	3500	3500
2014				Barbabietola da zucchero	1500	1500

# SCELTA DEL METODO IRRIGUO

Nel riuso irriguo delle acque reflue affinate il **metodo consigliato** è quello a **microportata di irrigazione a goccia o subirrigazione**, perché:

- si adatta per tutti i tipi di coltura
- ad alta efficienza irrigua
- si determina un abbassamento della concentrazione salina nella zona di massima attività radicale ( per i turni brevi anche giornalieri);
- si riduce sensibilmente o si evita del tutto il contatto dell'acqua con gli operatori agricoli e con le parti eduli delle piante

Tuttavia, l'irrigazione a goccia può presentare **inconvenienti** legati soprattutto all'**otturazione dei gocciolatori** dovuta a sostanze organiche ed inorganiche sospese o disciolte nell'acqua. Queste possono essere eliminate con sistemi di **filtrazione** più o meno complessi;

**Valori medi dei principali parametri microbiologici delle acque utilizzate a fini irrigui nel Progetto In.Te.R.R.A.**

Tipi di acque	<i>Coli Totali</i> u.f.c./100 mL	<i>Coli fecali</i> u.f.c./100 mL	<i>Escherichia coli</i> u.f.c./100 mL	<i>Salmonella</i> presenza/assenza
---------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------------------

**SITO 1**

Controllo (acqua di pozzo)	34	10	8	Assente
Effluente (FDG+UV)	1174	648	454	Assente
Effluente MBR + UV	67	13	9	Assente
Effluente terziario in piena scala	1500	1117	1019	Assente

**SITO 2**

Controllo (acqua di pozzo)	38	10	5	Assente
Effluente MBR in piena scala	121	19	7	Assente

**SITO 3**

Effluente terziario in piena scala	35	12	8	Assente
Effluente terziario PILOTA	58	21	12	Assente

**SITO 4**

Controllo (acqua del Consorzio)	9	6	3	Assente
Effluente secondario	42189	29656	1501	Assente
Effluente terziario (UF)	193	163	89	Assente
Lagunaggio	6436	5297	4001	Assente

**SITO 5**

Controllo (acqua di pozzo)	16	9	7	Assente
Effluente secondario	8200	5800	4400	Assente
Effluente terziario (UF + UV)	----	----	76	Assente



## VALORI DEI PARAMETRI FISICO-CHIMICI E DEI METALLI PESANTI NELLE ACQUE REFLUE UTILIZZATE

- **Parametri chimico-fisici:** Ce, pH, BOD, COD, Na, NH<sub>4</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, F e SAR erano al disotto del limite DM 185/2003.
- **Cloro attivo:** ove era presente la disinfezione con ipoclorito i valori erano in eccesso (4-10 mg/l) rispetto al limite (0,2 mg/l) del DM 185/2003.
- **Metalli pesanti:** Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn erano al disotto dei valori limiti del DM 185/2003.

# Riuso di acque reflue urbane su colture orticole

## Risultati produttivi (t ha<sup>-1</sup>)

<b>Sito 1</b>	<b>Trattamenti</b>		<b>Sito 2</b>	<b>Trattamenti</b>	
<b>Coltura</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Acqua Reflua</b>	<b>Coltura</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Affinata</b>
<b>Cetriolo</b>	7,6	23,95	<b>Lattuga</b>	10,2	16,3
<b>Lattuga</b>	12,2	13,70	<b>Cicoria</b>	58,5	70,7
<b>Melone</b>	17,4	21,7	<b>Sedano</b>	89,0	97,0
<b>Indivia</b>	25,0	35,2	<b>Lattuga</b>	30,8	35,3

<b>Sito 3</b>	<b>Trattamenti</b>			
<b>Coltura</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>MBR</b>	<b>FDG</b>	<b>Affinata</b>
<b>Pomodoro da industria</b>	50,7	---	---	66,1
<b>Finocchio</b>	32,2	47,8	31,1	46,1
<b>Lattuga</b>	34,0	53,5	34,9	38,5
<b>Finocchio</b>	25,60	38,7	---	---

<b>Sito 4</b>	<b>Trattamenti</b>			
<b>Coltura</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Secondaria</b>	<b>Lagunare</b>	<b>Affinata</b>
<b>Pomodoro da industria</b>	18,3	27,4	26,8	22,4
<b>Finocchio</b>	33,1	39,2	40,6	39,1
<b>Pomodoro da industria</b>	120,0	125,6	132,8	113,5
<b>Carciofo (n. capolini ha<sup>-1</sup>)</b>	78.330 b	88.333 a	---	83.680 a

# Riuso di acque reflue agro-industriali su colture orticole

## Risultati produttivi



**pomodoro**



**cavolo broccolo**

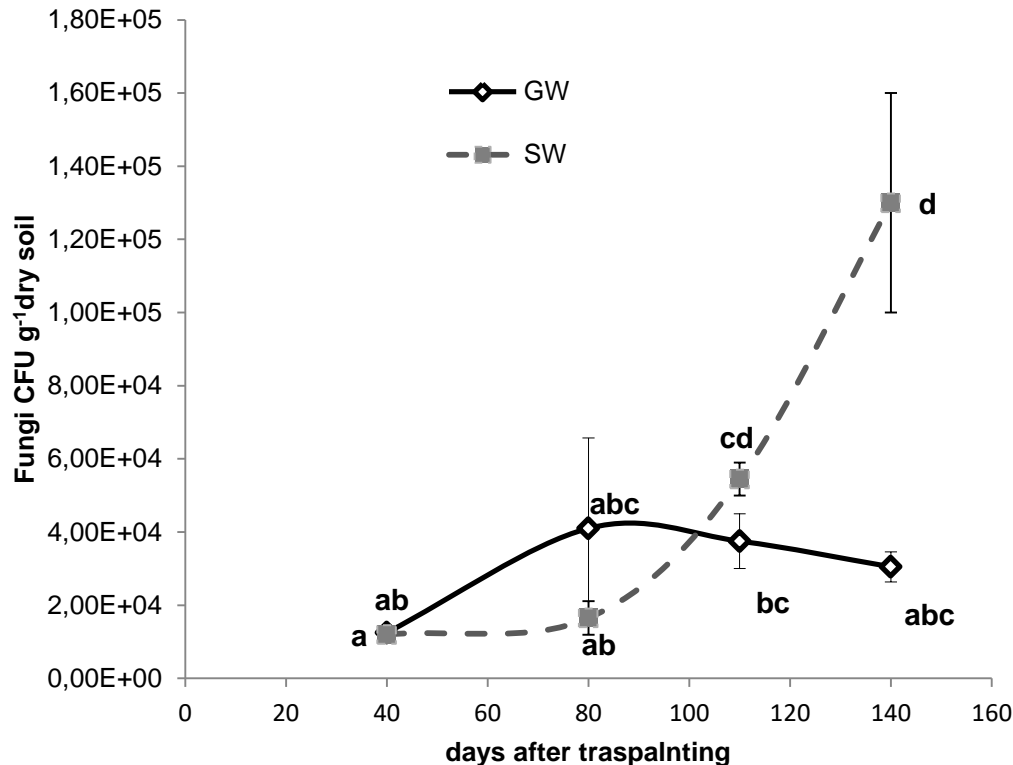
<b>Sito 4</b>	<b>Trattamenti</b>		
<b>Coltura</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Secondaria</b>	<b>Terziaria</b>
<b>Pomodoro da industria (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>87,5</b>	<b>88,0</b>	<b>85,3</b>
<b>Cavolo broccolo (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>9,7</b>	<b>9,1</b>	<b>9,5</b>

# RISULTATI ACQUE REFLUE AGRO-INDUSTRIALI

**Indicatori microbiologici** nelle acque irrigue, nel suolo, nelle piante e nei prodotti di pomodoro da industria e capovo broccolo

Source	TOMATO 2012			BROCCOLI 2012-2013			TOMATO 2013			Significances	
	Irrigation water		Significances	Irrigation water		Significances	Irrigation water		Significances		
	Bacterial indicator	GW		SW	GW		SW	TW			GW
<b>Water</b> (CFU 100 ml <sup>-1</sup> )											
<i>E. coli</i>	7.0	4.0x10 <sup>3</sup>	*	0	1.6 x10 <sup>4</sup>	0	*	0	1.6x10 <sup>4</sup>	7.3x10 <sup>2</sup>	*
Fecal coliforms	nd	nd	*	1.4	1.4x10 <sup>5</sup>	0.33	*	1.6x10	5.4x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>	*
Fecal <i>Enterococci</i>	9.0	3.8x10 <sup>3</sup>		2.1x10	1.17x10 <sup>6</sup>	0.33	*	4.5	4.3x10 <sup>4</sup>	1.5x10 <sup>3</sup>	*
<b>Soil</b> (CFU g <sup>-1</sup> )											
<i>E. coli</i>	0	0	ns	0	0	0	ns	0	0	0	ns
Fecal <i>COLIFORMS</i>	1.2x10 <sup>3</sup>	1.4x10 <sup>3</sup>	ns	3.4x10 <sup>3</sup>	5.4x10 <sup>3</sup>	8.2x10 <sup>2</sup>	ns	4.0x10	2.0x10 <sup>2</sup>	8.3x10	ns
Total heterotrophic counts	3.7x10 <sup>6</sup>	4.0x10 <sup>6</sup>	ns	4.7x10 <sup>5</sup>	4.0x10 <sup>5</sup>	2.0x10 <sup>5</sup>	ns	5.7x10 <sup>5</sup>	1.0x10 <sup>6</sup>	5.3x10 <sup>5</sup>	ns
<b>Plant</b> (CFU g <sup>-1</sup> )											
<i>E. coli</i>	0	0		0	0	0		0	0	0	ns
Fecal <i>COLIFORMS</i>	1.5 x10 <sup>2</sup>	1.8x10 <sup>2</sup>	ns	6.5x10 <sup>2</sup>	4.5x10 <sup>2</sup>	2.5x10 <sup>2</sup>	ns	0	0	2.0	ns
Total heterotrophic counts	1.8 x10 <sup>4</sup>	1.6x10 <sup>4</sup>	ns	1.2x10 <sup>4</sup>	6.5x10 <sup>3</sup>	1.2x10 <sup>4</sup>	ns	6.0x10 <sup>3</sup>	3.2x10 <sup>3</sup>	1.0x10 <sup>4</sup>	ns
<b>Yield</b> (CFU g <sup>-1</sup> )											
<i>E. coli</i>	0	0	ns	0	0	0	ns	0	0	0	ns
Fecal <i>COLIFORMS</i>	1.7x10 <sup>2</sup>	2.3x10 <sup>2</sup>	ns	6.2x10	5.8x10	5.5x10	ns	0	0	1.2x10	ns
Total heterotrophic counts	5.5x10 <sup>3</sup>	7.4x10 <sup>4</sup>	ns	4.5x10 <sup>3</sup>	3.5x10 <sup>3</sup>	3.6x10 <sup>3</sup>	ns	6.0x10 <sup>3</sup>	6.0x10 <sup>4</sup>	5.1x10 <sup>4</sup>	ns

# FUNGHI TELLURICI



Mean values and standard error of **total fungi** (CFU g<sup>-1</sup> dry soil) detected on **soil** samples (30 cm depth) at different dates during the **tomato crop cycle** in each of the two soil plots irrigated with groundwater (GW) and secondary-treated wastewater (SW). The interaction between treatments and dates of samples is indicated by different letters with the probability  $P \leq 0.05$ , according to Tukey's test. The mean values for each treatment were determined on three replication.

***Fusarium oxisporum* 3.9%**  
***Penicillium* 42.3%**  
***Tricoderma* 15.4%**  
**Altri (Micorrize)**

***Fusarium oxisporum* 20.3%**  
***Penicillium* 8.5%**  
***Tricoderma* 10.4%**  
**Altri (Micorrize)**

Percentuale di piante di pomodoro colpite da ***Phytophthora* spp.** nella prova di campo

Trattamenti	Rilievo alla raccolta
Convenzionale	8,32 b
Secondario	2,49 a
Terziario	4,62 ab

Fonte: Tarantino e Disciglio, 2015

# COLTURE ARBOREE DA FRUTTO

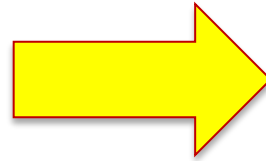
## CARATTERISTICHE

- La **stagione irrigua** nelle colture arboree è **più lunga** di quelle erbacee.
- E' importante il valore nutrizionale degli **elementi nutritivi**. Tuttavia questo aspetto deve essere valutato con particolare attenzione in riferimento soprattutto alla possibilità di causare **squilibri nutrizionali e fitotossici**.
- L'impiego di **metodi irrigui a microportata di erogazione** con ali gocciolatori sottochioma o subirrigazione evita qualsiasi occasione di contatto delle acque reflue affinate con i frutti.

**Ricerche su olivo, vite, agrumi e pesco**

# SITUAZIONI CRITICHE IN PUGLIA

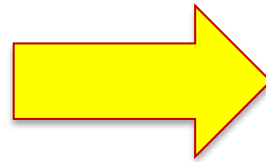
**360.000 ha olivo**



**Solo il 20% irriguo**

- + area fogliare
- + radici
- + frutti
- + olio (+ 15%)

**32.450 ha uva da tavola**



**Gestione idrica problematica**

- + equilibrio v/p
- + produzione
- + conservazione
- + aromi

# OLIVO

E' il fruttifero industriale più vocato all'impiego delle acque reflue, a rischio microbiologico notevolmente ridotto

## Italia

### Irrigazione

*Studi pluriennali*

- Acqua convenzionale
- Depurazione semplificata

## Tunisia

### Irrigazione

*10 anni di sperimentazione*

- Acqua convenzionale
- Acqua affinata

## Israele

### Irrigazione e Concimazione

*3 anni di sperimentazione*

- F W + 100% concimato
- TW + 100% concimato
- TW + <100% non concimato

## RISULTATI

- Maggiore produzione
- Sviluppo vegetativo produttivo più equilibrato
- Riduzione dell'alternanza
- Fornisce circa il 50% del fabbisogno nutrizionale di N e K
- Precoce maturazione dei frutti

- **Incremento del pH, Ec, OM, sali e metalli pesanti nel suolo**
- **Diminuzione Polifenoli totali**
- **Diminuzione clorofilla**

- Nessuna differenza:**
- Diametro del tronco
  - Numero di frutti per
  - Produzione di frutti e olio
  - Peso dei frutti

### **Bibliografia**

- Lopez et al., 2006. **Agricultural wastewater reuse in southern Italy.** *Desalination.*
- Palese et al 2006. **Treated municipal wastewater for irrigation of olive trees.** *Proceeding – Marsala Italy.*
- Dag et al., 2011. **Olive orchard irrigation with reclaimed wastewater: agronomic and environmental considerations.** *Agriculture, Ecosystems & Environment.*
- Bedbabis et al., 2015. **Long-terms effects of irrigation with treated municipal wastewater on soil, yield and olive oil quality.** *Agricultural Water Management.*



# VITE

Il riuso di acque reflue è molto diffuso in California, Canada e Australia

**California**

**Canada**

## Irrigazione

*8 anni con acqua affinata*

*3 anni con acqua affinata*

## RISULTATI

- No accumulo di sali e ioni tossici  
+effetti benefici dei nutrienti presenti  
nelle acque

+ produzione  
+ pH del vino  
+ solidi totali solubili

### **Bibliografia**

- Weber et al 2014. **Recycled water causes no salinity or toxicity issues in Napa vineyards.** *California Agriculture*
- Nielsen et al., 1989. **The effect of municipal wastewater irrigation and rate of N fertilization on petiole composition, yield and quality of Okanagan Riesling grapes.** *Canadian Journal of Plant Science.*

# AGRUMI

I risultati sull'impiego di acque reflue urbane sono contrastanti.  
In funzione del portinnesto (arancio amaro + resistente)  
Occorrono terreni ben drenati

**Florida**

**Spagna**

## Irrigazione

*10 anni con acqua affinata*

*2 anni con acqua affinata*

## RISULTATI

+ resa in succo  
+ solidi solubili

+ Cloro nel suolo  
+ Boro nelle foglie

### **Bibliografia**

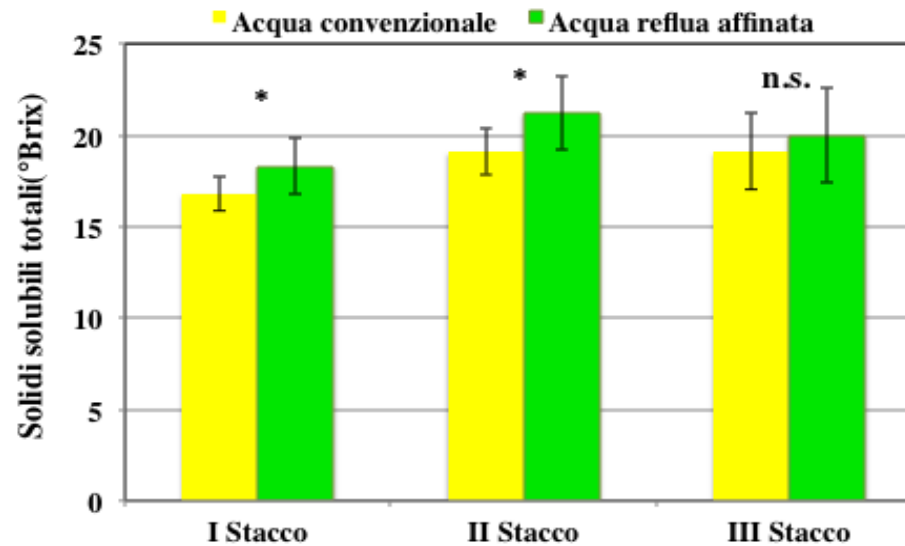
- Morgan K.T., Wheaton T.A., Parsons L.R., Castle W.S. (2008). **Effects of reclaimed municipal wastewater on horticultural characteristics, fruit quality, and soil and leaf mineral Concentration of citrus.** *HortScience* 43(2): 459-464.

# PESCO

Effetti dell'irrigazione con acque reflue affinate sulla produzione di nettarine (cv BigTop. n.s. non significativo; \* significativo)



Acqua irrigua	Produzione (kg albero <sup>-1</sup> )	Pezzatura (cm)
Convenzionale	27	6,74
Reflua affinata	24	6,65
	n.s.	*



Effetti dell'irrigazione con acque reflue affinate sul contenuto in solidi solubili (°Brix) di nettarine nei tre stacchi

# COLTURE 'NO-FOOD'

Le **colture energetiche** sono promosse da:

- politiche su colture 'no-food' nella UE;
- protocollo di Kyoto (politica ambientale del pianeta);
- sono colture che richiedono consistenti volume di acqua per garantire una buona produttività.

A livello nazionale I punti a favore di queste colture sono:

- diversificazione degli ordinamenti colturali;
- valorizzazione delle aree marginali (3 milioni di ettari potrebbero contribuire per il 6-7% del fabbisogno nazionale).

Il riuso su colture 'no-food' potrebbe consentire il ricorso a sistemi di **trattamenti semplificati** con benefici economici ed acque arricchite di elementi nutritivi.

# COLTURE 'NO-FOOD' PER PRODUZIONE DI ENERGIA



Sorgo da biomassa



Barbabetola da zucchero

## Colture 'no-food' per produzione di energia

Trattamento	Produzione		Resa energetica		
	Sorgo da biomassa	Barbabetola da zucchero	Sorgo da biomassa		Barbabetola da zucchero
	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	Rendimento energetico (GJ ha <sup>-1</sup> )	Etanolo (t ha <sup>-1</sup> )	Etanolo (L ha <sup>-1</sup> )
AC	20,4 b	15,7 b	335 c	6092 c	5446 a
AF	22,6 ab	17,7 ab	371 b	6533 b	6164 b
AS	23,9 a	20,0 a	395 a	7115 a	6785 a

Le migliori risposte produttive sono state ottenute in molti casi con il trattamento di depurazione ridotto delle acque reflue (AS), quale conseguenza dell'apporto di nutrienti aggiuntivi, senza inquinare il suolo con metalli pesanti.

# METALLI PESANTI NEL TERRENO

Concentrazioni medie di metalli pesanti rilevate nelle parcelle irrigate con acqua convenzionale (CONV), affinata (AFF) e secondaria (SECOND) nello strato di terreno 0-0,40 m, al termine del triennio di sperimentazione

## Campo A (sorgo+barbabietola)

## Campo B (sorgo + barbabietola)

Variabile (mg/kg)	CONV media	AFF media	SECOND Media	CONV media	AFF Media	SECOND media
Cd	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Cr	23,54	20,32	23,38	26,84	25,45	23,07
Cu	25,16	21,71	22,58	24,60	26,37	26,39
Ni	13,68	12,66	14,17	14,75	14,21	12,76
Pb	20,47	17,91	20,94	20,88	26,78	21,68
Zn	78,27	73,12	78,24	71,68	75,79	74,16

Fonte: Stellacci *et al.* 2014

I risultati mostrano nessuna differenza tra i trattamenti a confronto, confermando quelli riportati da altri autori condotti nel medio periodo.

Altri studi di lungo periodo riportano significativi incrementi di metalli pesanti negli strati superficiali del suolo anche se a concentrazioni inferiori alle soglie critiche riportate nelle Linee Guida. Importante è il monitoraggio

Fonte: Feizzi *et al.*, 2001; Simmonson *et al.*, 2002)

# CONCLUSIONI

- Le acque reflue urbane ed agro-industriali adeguatamente depurate possono rappresentare una risorsa di importanza strategica non solo dal punto di vista delle disponibilità idriche ma anche di quelle nutrizionali delle colture.
- I risultati tecnico-scientifici di ricerche nazionali ed internazionali condotte anche in condizioni estreme (ortaggi da consumare crudi) utilizzando acque reflue con **parametri di qualità** degli affluenti secondari e a volta i terziari (per mal funzionamento dell'impianto) al **di sopra dei limiti legali**, nessuna inconvenienza è stata rilevata sul terreno, sulle piante e sui prodotti e quindi per i consumatori finali, confermando l'opinione della maggioranza degli operatori del settore che considera la **normativa italiana estremamente severa**.
- Tuttavia, queste "garanzie" di natura tecnico-scientifiche, non sono sufficienti per una implementazione diffusa del riuso, ma in aggiunta occorrono, oltre **all'affidabilità e funzionamento degli impianti di depurazione, seri e puntuali controlli e monitoraggi ambientali** in modo che la presenza di sostanze non possa rivelarsi tossica per le colture e per l'ambiente o consentire un apporto nutrizionale non adeguato per il rischio di squilibri nutrizionali e quindi per un peggioramento quanti-qualitativo delle produzioni.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**