

# Esperienze di riuso delle acque reflue depurate: Il Progetto PON “In.Te.R.R.A.”



**Alfieri POLLICE**

**IRSA CNR**



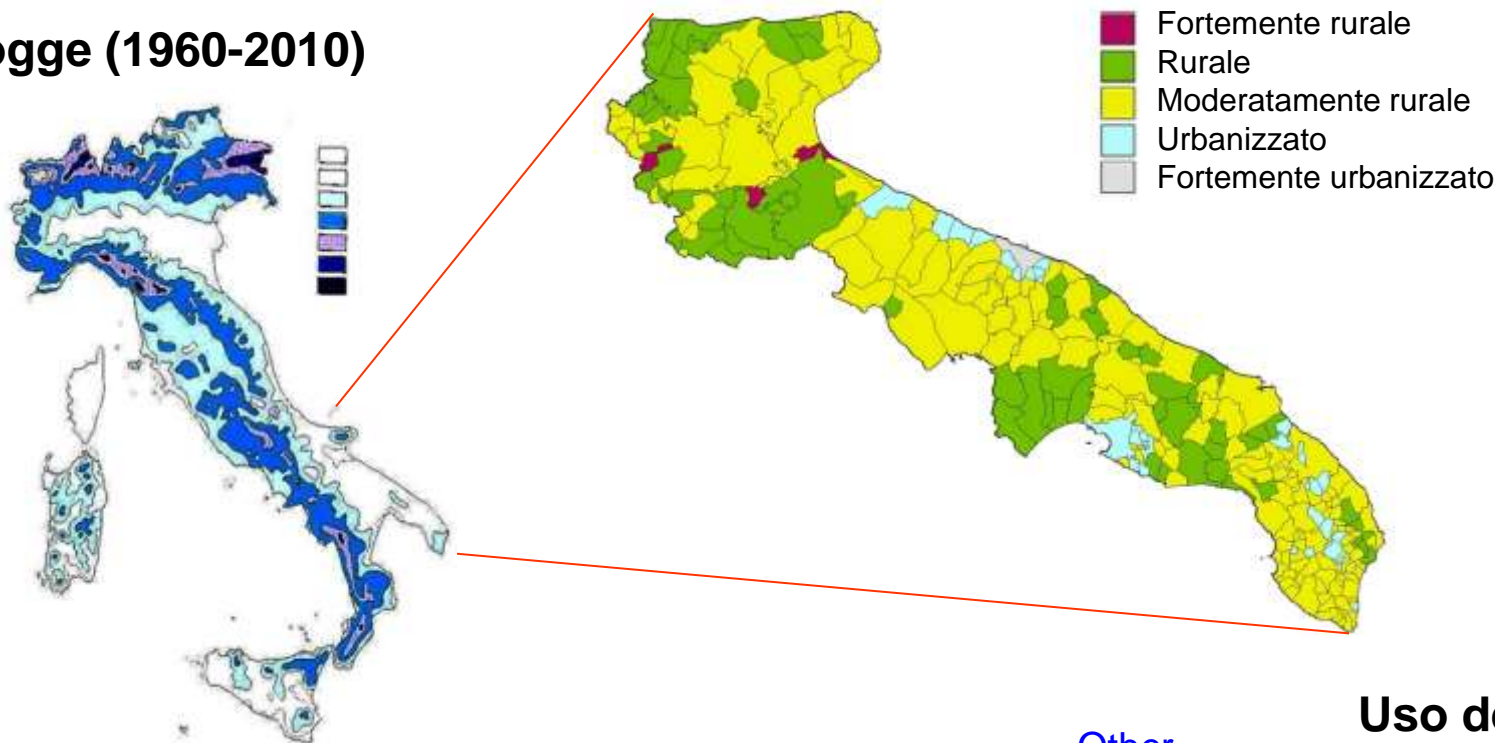
Giornata di studio:

**Acqua e fanghi di depurazione: quali possibili riutilizzi?**

4 Dicembre 2015, Politecnico di Bari

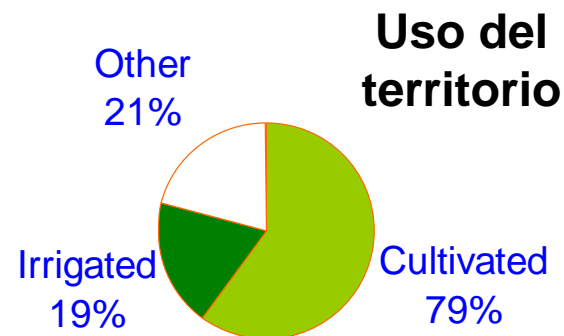
# Puglia – Risorse idriche e territorio

## Piogge (1960-2010)



Puglia:

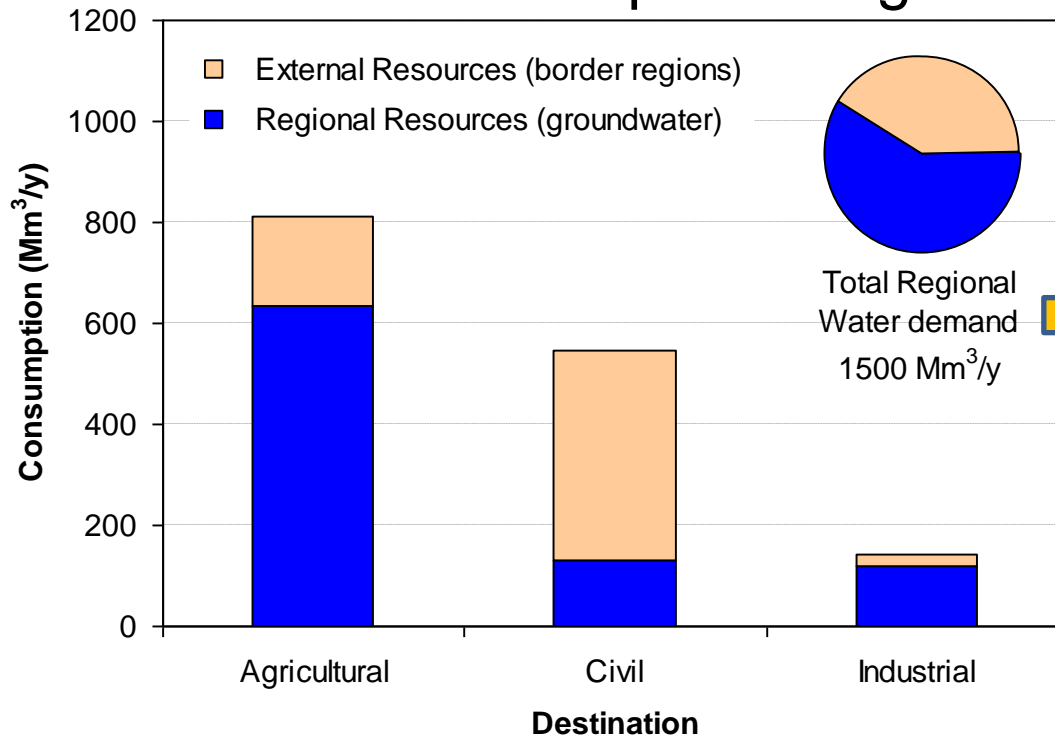
- 600-650 mm/anno
- 136 m<sup>3</sup>/capita per anno
- assenza di corsi d'acqua permanenti e laghi naturali



# Trattamento dei reflui e riuso

## Opportunità di riuso in irrigazione in Puglia

### Domanda di acqua in Puglia



Risparmio di risorsa primaria = 10%

Altri vantaggi:

- Recupero dei nutrienti
- Disponibilità continua

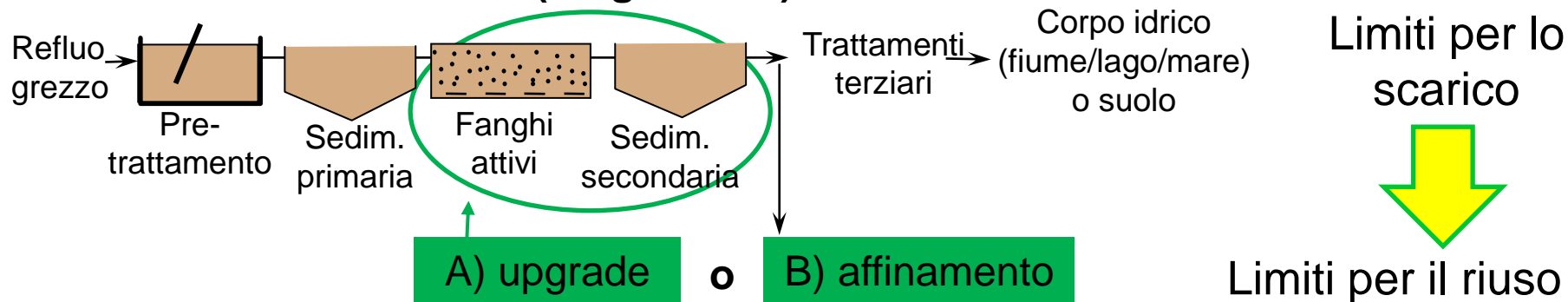
Reflui municipali potenzialmente disponibili per il riuso in irrigazione:

- Stima totale → 150 Mm<sup>3</sup>/anno
- Impianti di trattamento terziario attualmente disponibili → 90 Mm<sup>3</sup>/anno

# Riuso irriguo delle acque reflue trattate

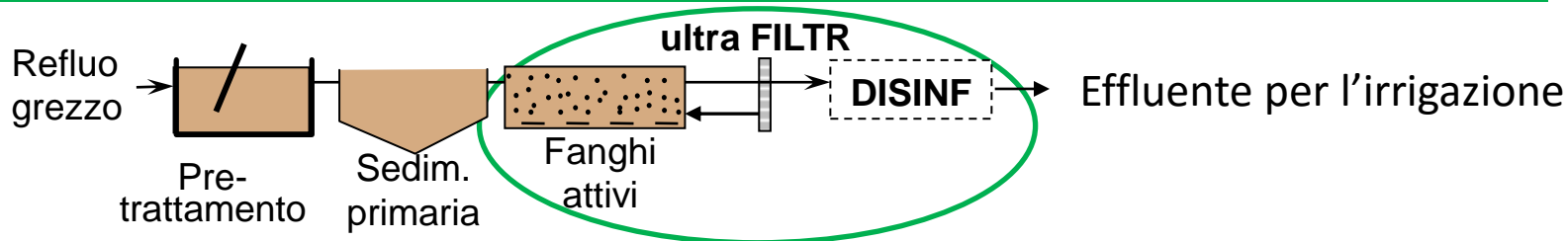
**Dal trattamento per lo smaltimento alla  
produzione di acqua per l'irrigazione**

## Trattamenti convenzionali (fanghi attivi)

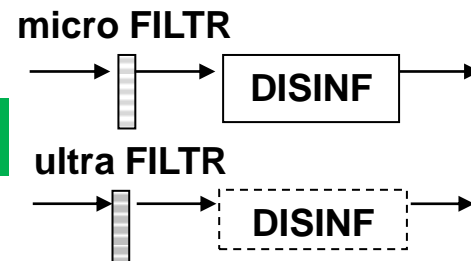


**Attività dell'IRSA: Filtrazione di superficie combinata ai processi biologici**

## A) Upgrade di fanghi attivi convenzionali (Membrane Bioreactors – MBR)



## B) Affinamento: Processi terziari di filtrazione superficiale



# Attività IRSA sulla filtrazione di superficie per il trattamento dei reflui e il riuso degli effluenti

- Studio dei processi basati sulla **filtrazione di superficie a bassa pressione** per la produzione di acqua utilizzabile in irrigazione, studio della qualità microbiologica, conservazione dei nutrienti, ecc.
- Principali progetti svolti dall'IRSA in questo ambito:
  - POM (2000-2002) - national,
  - PON – Aquatec (2002-2006) - national,
  - FP6 – Reclaim Water (2005-2008) – EU,
  - PRIN (2010-2012) - national,
  - PON – Interra (2011-2015) (also agro-industrial ww) - national,
  - FP7 KBBE – Water4Crops (2012-2016) - EU-India,
  - FP7 Inno-Demo – Demoware (2013-2016) - EU.



## **PON Ricerca e Competitività 2007/2013**

**Innovazioni Tecnologiche e di processo per il Riutilizzo  
irriguo delle acque Reflue urbane e Agro-industriali ai fini  
della gestione sostenibile delle risorse idriche  
In.Te.R.R.A.**

(PON 01\_01480)

**Settore/Ambito: Ambiente e sicurezza**

**Proponente: Università degli Studi di Bari (DiSAAT, prof. P. Rubino)**

**Durata del progetto: 36 (42) mesi**

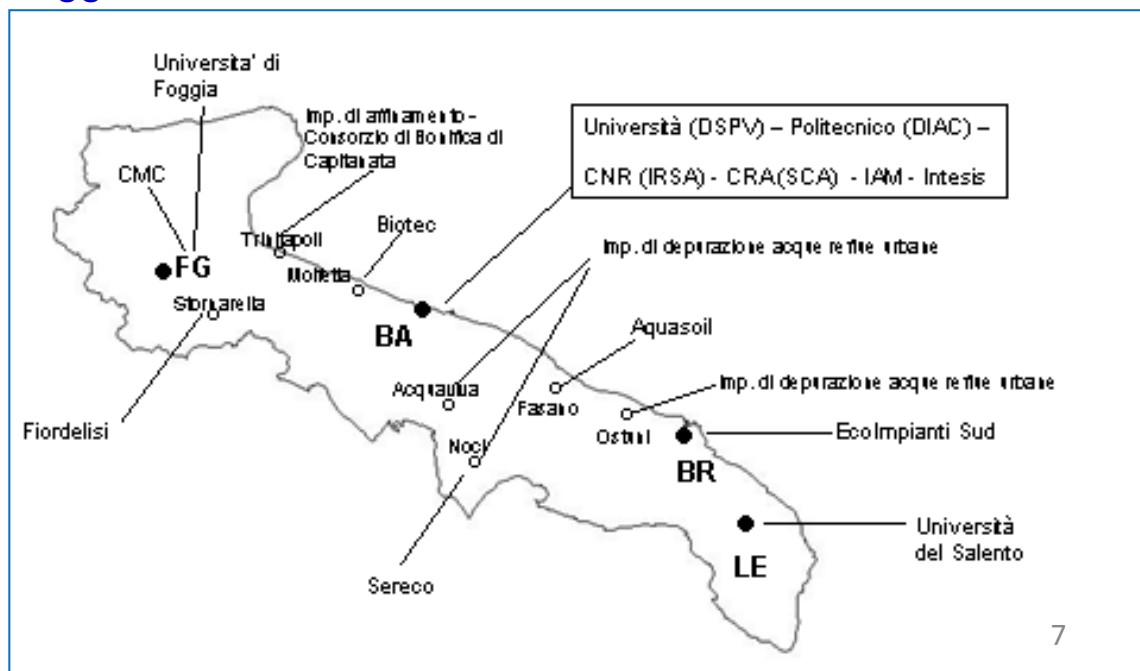
**Data di avvio/conclusione: 01 ottobre 2011/30 marzo 2015**

**Costo del progetto: 6,3 mil€**

**Importo finanziato: 5,1 mil€**

# Soggetti co-proponenti e relativa ubicazione

- **Università degli Studi di Bari** – Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali (DiSAAT)
- **Università degli Studi di Foggia** – Dip. di Scienze Agro-ambientali, Chimica e Difesa vegetale
- **Università del Salento** - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali - Lecce
- **Politecnico di Bari** – Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica - Bari
- **Consiglio Nazionale delle Ricerche** – Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) di Bari
- **Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura** – Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo-aridi (CRA-SCA) - Bari
- **Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari** - Valenzano (BA)
- **ELETTROMECCANICA CMC srl** - Foggia
- **AQUASOIL srl** – Fasano (BR)
- **BIOTEC srl** - Molfetta (BA)
- **ECOIMPIANTI SUD srl** - Brindisi
- **FIORDELISI srl** - Stornarella (FG)
- **INTESIS srl** - Bari
- **SERECO srl** - Noci (BA)





# Obiettivo generale del progetto

**Il progetto In.Te.R.R.A. mira a studiare, sperimentare e proporre strategie innovative e sostenibili, tecnologiche e gestionali, che favoriscano una diffusa implementazione del riuso a fini irrigui di acque reflue (urbane e agro-industriali) depurate, su scala regionale e nazionale.**





# Obiettivi specifici

1. valutazione di sistemi di depurazione non convenzionali anche mirati alla semplificazione dei processi e alla conservazione di sostanze utili per il suolo e le colture;
2. realizzazione di sistemi di sensori per il monitoraggio in continuo della qualità delle acque prodotte per uso irriguo e l'acquisizione in remoto dei dati;
3. verifica dell'efficacia di test rapidi e a basso costo per la valutazione in campo dell'eco-tossicità di suoli ed acque;
4. definizione di linee guida per il riuso irriguo di acque reflue opportunamente trattate che possano supportare una revisione delle attuali normative;
5. sviluppo di processi partecipativi e metodologie di informazione e coinvolgimento di tutti i portatori di interesse (agricoltori, gestori di impianti, istituzioni e consumatori) per una gestione condivisa della risorsa;
6. valutazione mediante metodologie LCA degli aspetti ambientali relativi a diverse modalità di gestione delle acque reflue.

# Struttura del progetto



Coordinatore  
**Prof. P. Rubino** (UNIBA)

**Progetto PON 01\_01480**  
**In.Te.R.R.A.**

Responsabile scientifico  
**dr. A. Lopez** (IRSA)



**OBIETTIVI REALIZZATIVI**  
**(OR)**

**OR 1 – UNIBA** (prof. Rubino/dr. Lonigro)  
Innovazioni gestionali agronomiche per  
l'impiego di reflui urbani depurati a fini  
irrigui su colture alimentari

**OR 2 – IRSA** (ing. Pollice)  
Innovazioni di processo per l'impiego di  
reflui urbani depurati a fini irrigui su  
colture alimentari

**OR 3 – UNIFG** (prof. Tarantino)  
Innovazioni di processo per l'impiego di  
reflui agro-industriali depurati a fini  
irrigui su colture alimentari

**OR 4 – CRA SCA Bari** (dr. Mastrorilli)  
Innovazioni gestionali agronomiche per  
l'impiego di reflui urbani depurati a fini  
irrigui su colture no-food per la  
produzione di energia

**OR 5 – POLIBA/IAM** (prof. Piccinni/ing. Lamaddalena)  
Procedure e strumenti innovativi per l'analisi degli  
aspetti socio-economici ambientali relativi  
all'impiego di reflui depurati a fini irrigui

# Progetto di formazione

## Esperto in trattamenti delle acque reflue finalizzati al loro riutilizzo irriguo

**AVVIO PROGETTO:** Giugno 2012;

**AVVIO CORSO:** Dicembre 2012;

**DURATA:** 12 mesi/1500 ore (700 h aula, 800 h stage);

**TIPOLOGIA:** Master di II livello per 16 laureati (v. o., specialistiche o magistrali) in ingegneria, agraria, scienze biologiche e chimica.

### Oggetto della formazione:

- tecnologie di depurazione e affinamento delle acque reflue destinate al riuso;
- metodi e impianti per la distribuzione delle acque;
- tecnica agronomica dell'irrigazione di colture erbacee ed arboree a destinazione alimentare e non;
- analisi e valutazione della qualità delle acque (caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche);
- strumenti di misura, automazione e controllo.



**Corso di Alta Formazione**

## ESPERTO IN TRATTAMENTI DELLE ACQUE REFLUE FINALIZZATI AL LORO RIUTILIZZO IRRIGUO

Progetto "Innovazioni Tecnologiche e di processo per il Riutilizzo Irriguo delle acque Reflue urbane e Agroindustriali ai fini della gestione sostenibile delle risorse idriche." (IRSA, R.N.A.)

**DESTINATARI E REQUISITI DI AMMISSIONE**

**DURATA DEL CORSO**

**ISCRIZIONE**

**INFO E CONTATTI**

IRSA - R.N.A.

SCADENZA 24 SETTEMBRE 2012

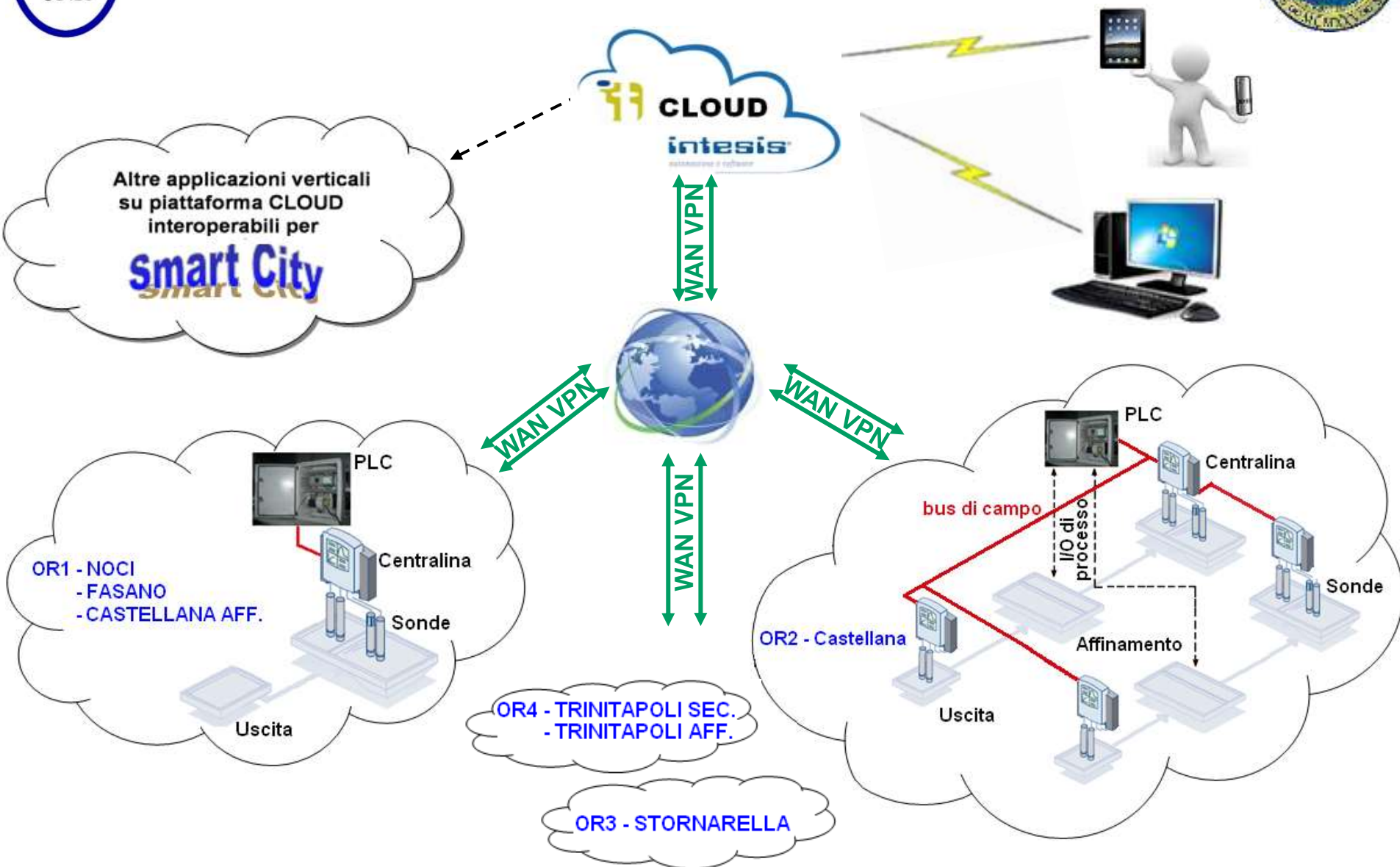
# Siti oggetto della sperimentazione



**IN.TE.R.R.A**

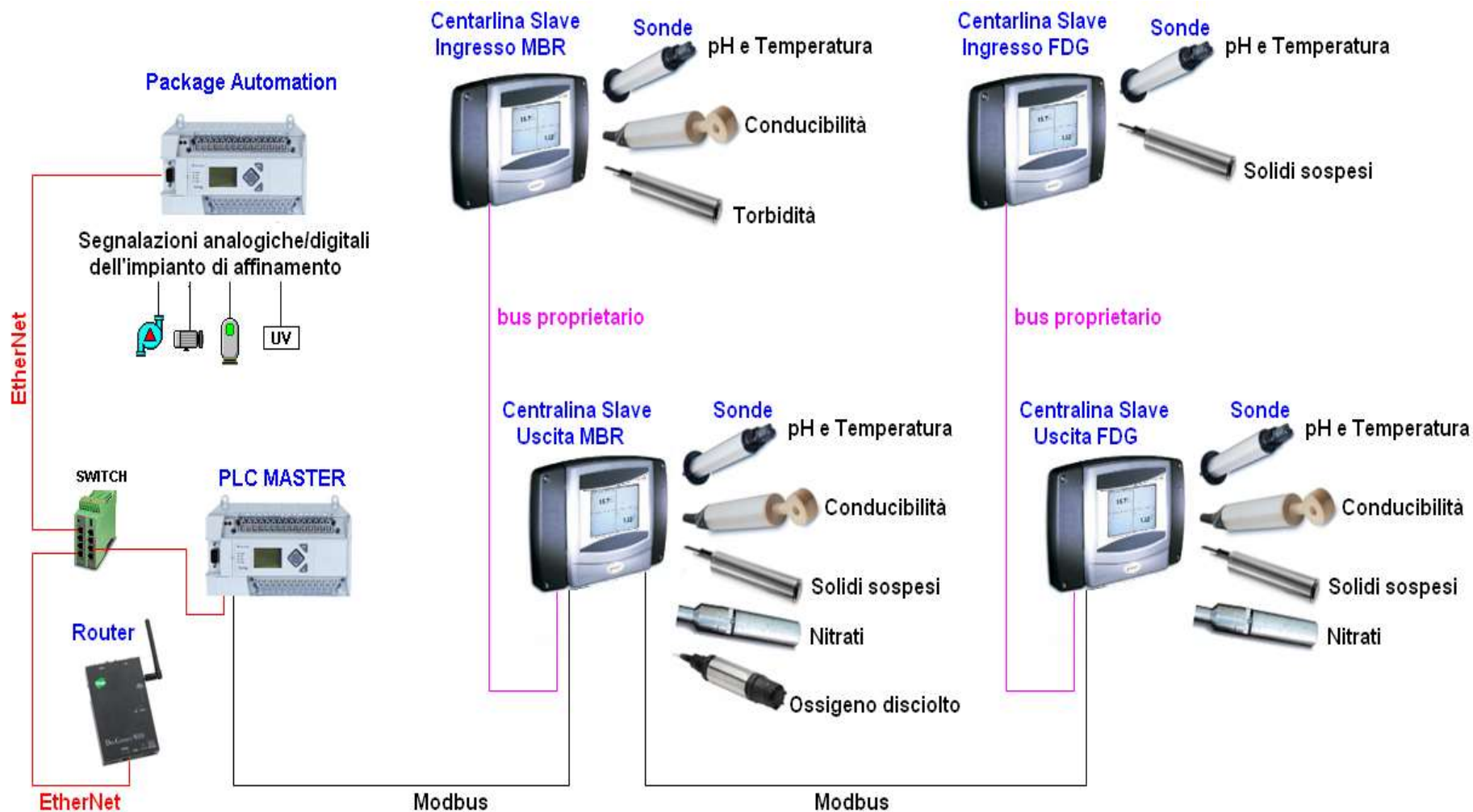


# Dai siti sperimentali al «cloud»



# Acquisizione dati in remoto

## (esempio di Castellana Grotte)







Campo prove situato nel perimetro del depuratore.

Acque utilizzate:

- Effluente dell'MBR;
- Acque convenzionali (pozzo).

**Rotazione delle colture:**  
Cetriolo, lattuga, melone, indivia



**Impianto di depurazione con tecnologia MBR gestito da AQP e recapito finale in trincee disperdenti in conformità al D.M. 185/2003.**





**Rotazione delle colture:  
Lattuga, cicoria, sedano**



**Impianto di affinamento gestito da AquaSoil  
a servizio di una rete irrigua di circa 30 km  
distribuita su un territorio di 1000 ha.**

Campo prove nel perimetro dell'impianto  
terziario (AquaSoil).

Acque utilizzate:

- Effluente dell'impianto terziario (pre-clorazione + chiariflocc. + clorazione + UV);
- Effluente dell'impianto terziario pilota (CF + sedim. lamellare + clorazione).

# Sito sperimentale di Trinitapoli (BT)



**Rotazione delle colture:  
pomodoro, finocchio**

**Culture no-food:  
Sorgo e barbabietola (annuali)**

**Impianto di affinamento gestito da AQP con  
filtrazione a membrane UF**

Anche colture no-food (annuali) quali sorgo e barbabietola per la produzione di bioetanolo.

Acque utilizzate:

- Effluente dell'impianto terziario (membrane UF);
- Convenzionale (consorzio).



# Sito sperimentale di Stornarella (FG)



Refluo stagionale:  
forti fluttuazioni  
qualitative e  
quantitative  
(produzione di  
conserve  
alimentari)

**Azienda FIORDELISI srl (agro-industriale).  
Upgrade dell'impianto di depurazione con  
trattamento terziario a membrane  
e disinfezione UV «on-demand».**

Campo prove nel perimetro dell'azienda.

Acque utilizzate:

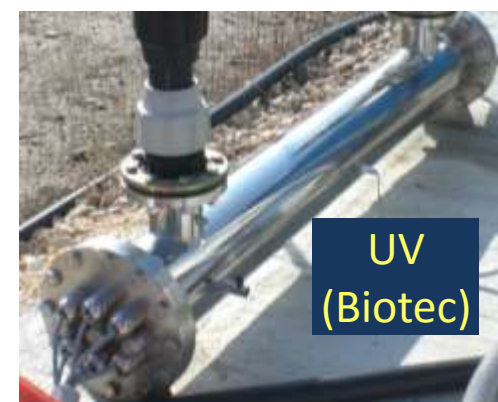
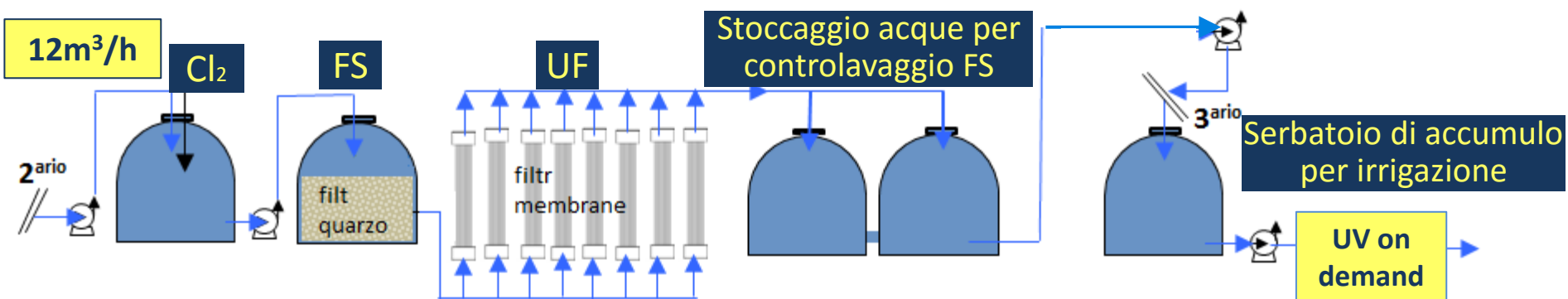
- Effluente dell'impianto terziario (membrane + UV «on demand»);
- Effluente dell'impianto convenzionale (fanghi attivi + clorazione);
- Acqua convenzionale (pozzo).



**Rotazione delle colture:  
Pomodoro, cavolo broccolo**

# Impianto full-scale UF + UV (Stornarella)

Trattamento di un effluente secondario mediante filtro a sabbia, ultrafiltrazione, disinfezione UV (on demand).







**Impianto di depurazione  
gestito da AQP dotato di  
trattamento terziario con  
filtri a sabbia e  
disinfezione UV.**

Campo prove adiacente al depuratore (3000 mq).

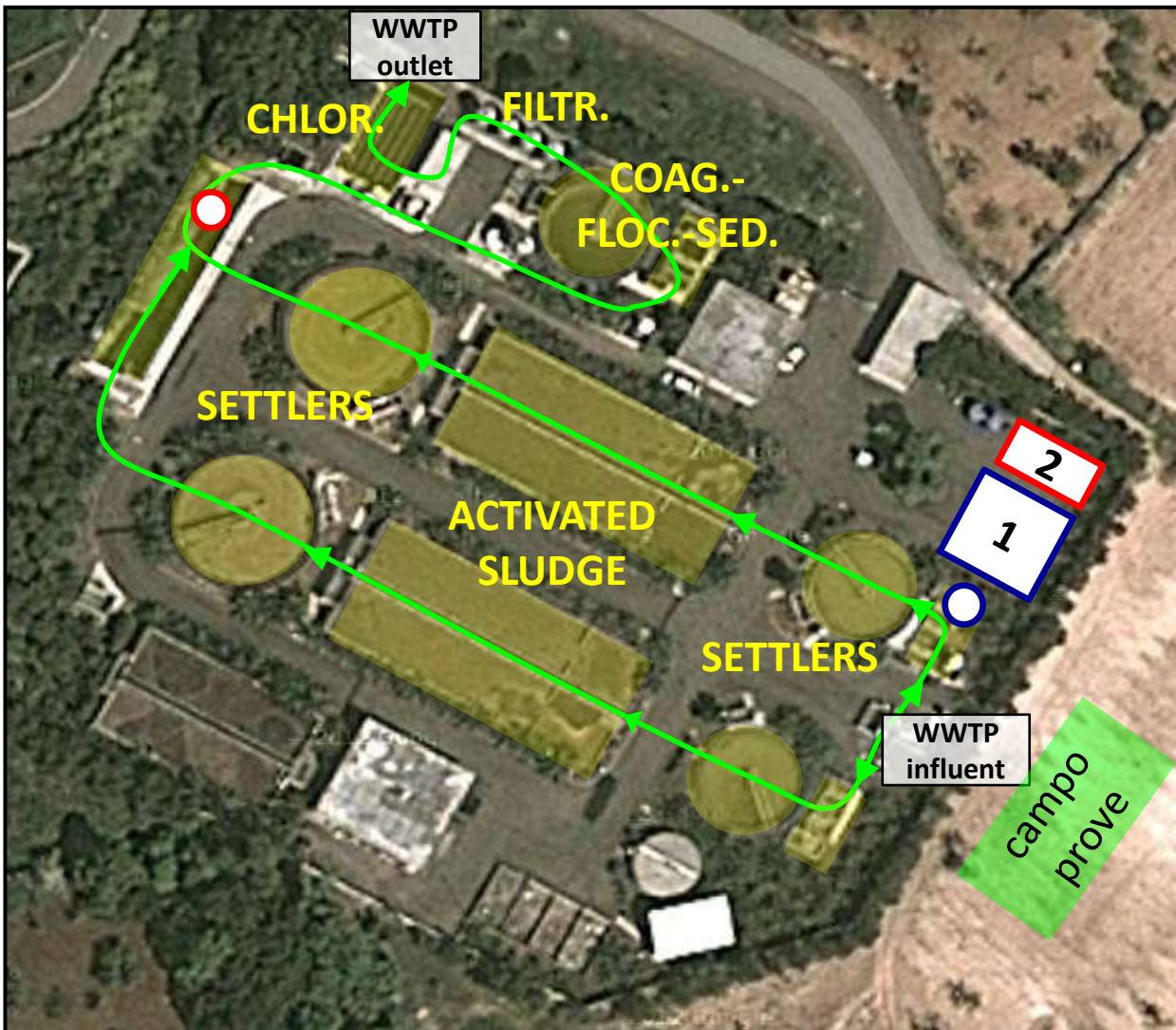
Acque utilizzate:

- Effluente dell'impianto terziario AQP;
- Effluente dell'impianto terziario pilota (FDG + UV «on demand»);
- Effluente dell'impianto pilota integrato IFAS/MBR + UV «on demand»;
- Acqua convenzionale (pozzo).

**Rotazione delle colture:  
Pomodoro, finocchio, lattuga, melone**



Due impianti pilota: un trattamento integrato e un terziario



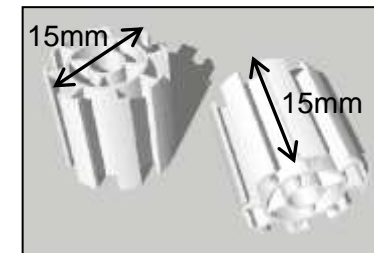
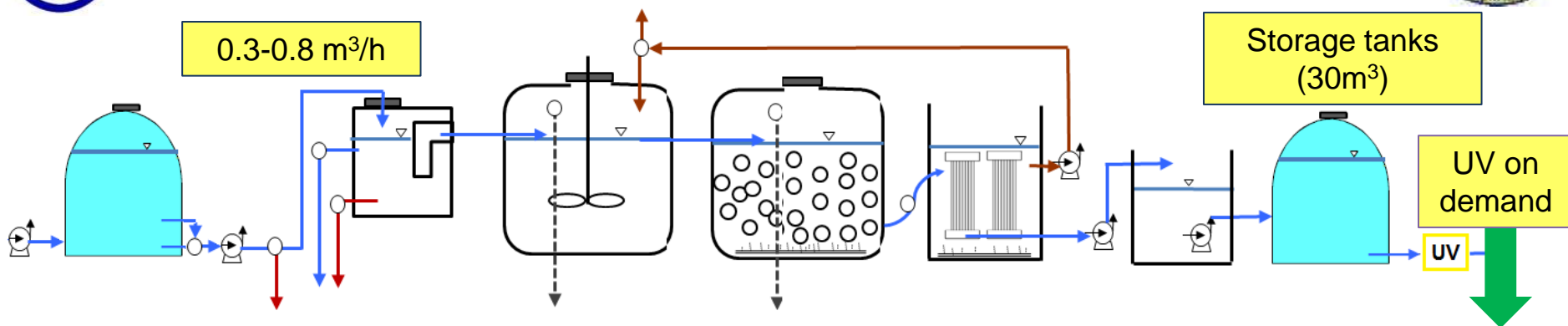
## 1) IFAS-MBR + UV

Tratta acque reflue grezze, dopo grigliatura

## 2) FDG + UV

Tratta acque reflue (parzialmente) depurate, dopo trattamento biologico e sedimentazione secondaria





\* Integrated Fixed film-Activated Sludge Membrane BioReactor



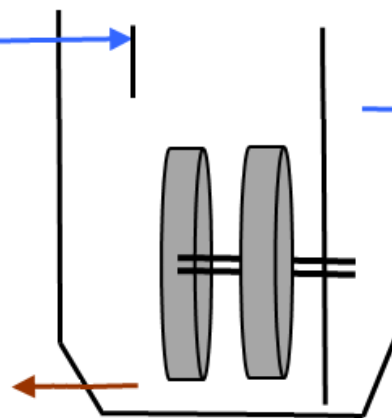
# Impianto pilota FDG\* presso il sito di Castellana

\*Filtro a Dischi a Gravità



25m<sup>3</sup>/h

IN = secondary  
sedimentation  
effluent



Campo  
prove

UV on  
demand



6 x 0.2kW lampade  
a vapori di mercurio

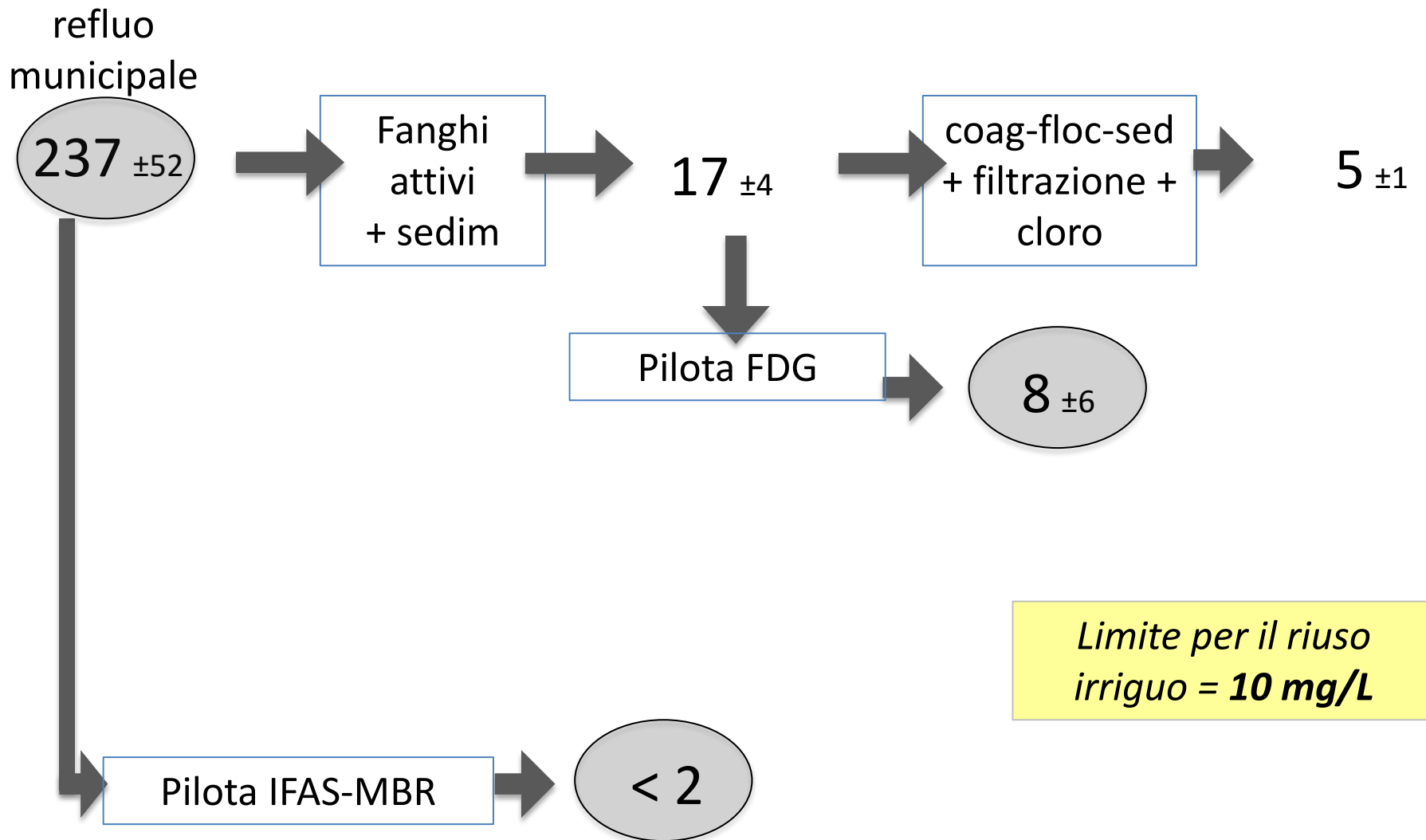
FDG: filtrazione out-in, filtri in poliestere, 20µm nominale (**Sereco**)

Sistema di disinfezione UV-C a canale aperto con ballast sommerso (**Biotec**)

# Performance impianti pilota a Castellana Grotte

## SOLIDI SOSPESI

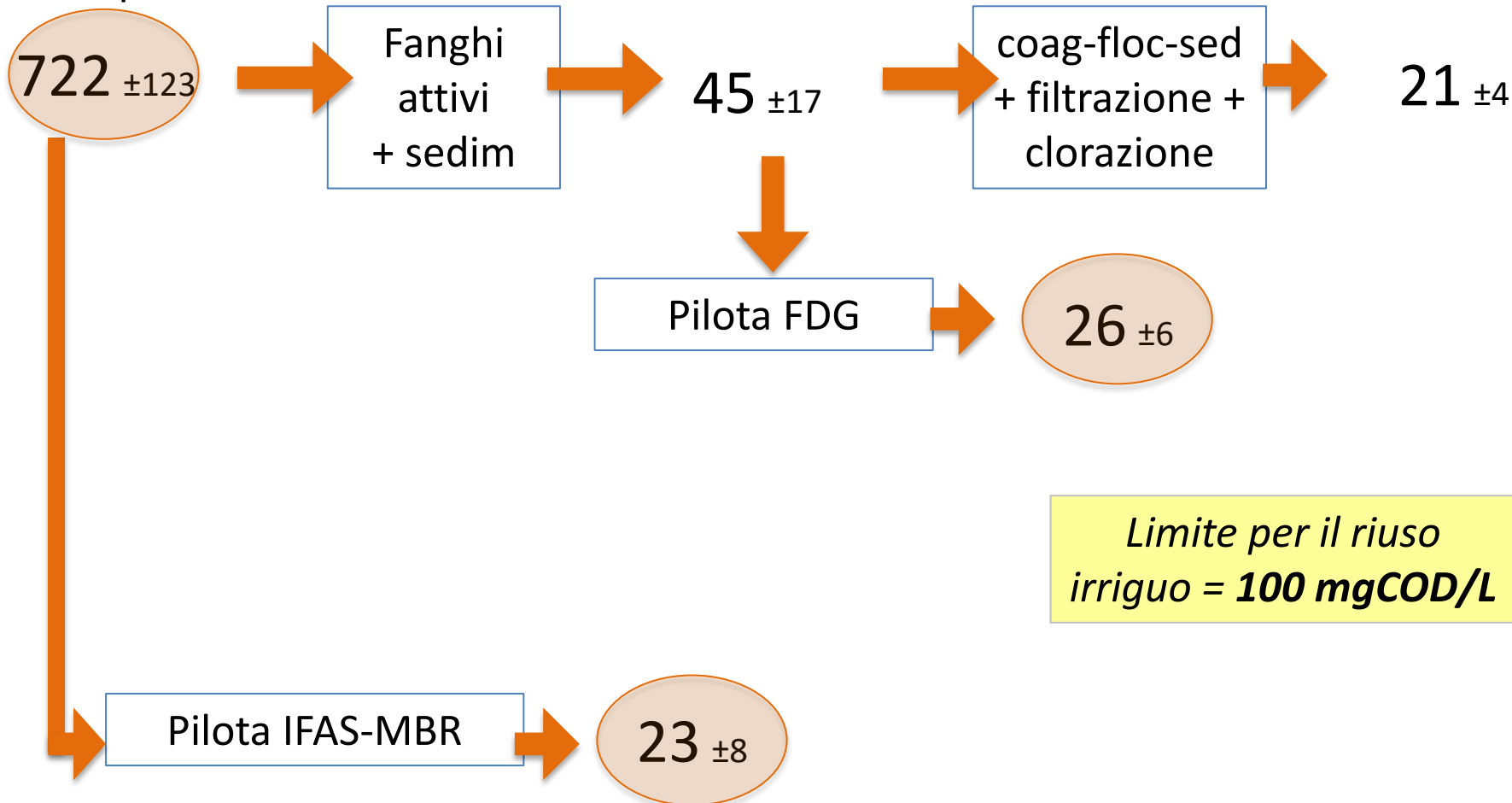
*Valori espressi in mgTSS/L*



# Performance impianti pilota a Castellana Grotte COD

Valori espressi in *mgCOD/L*

refluo  
municipale



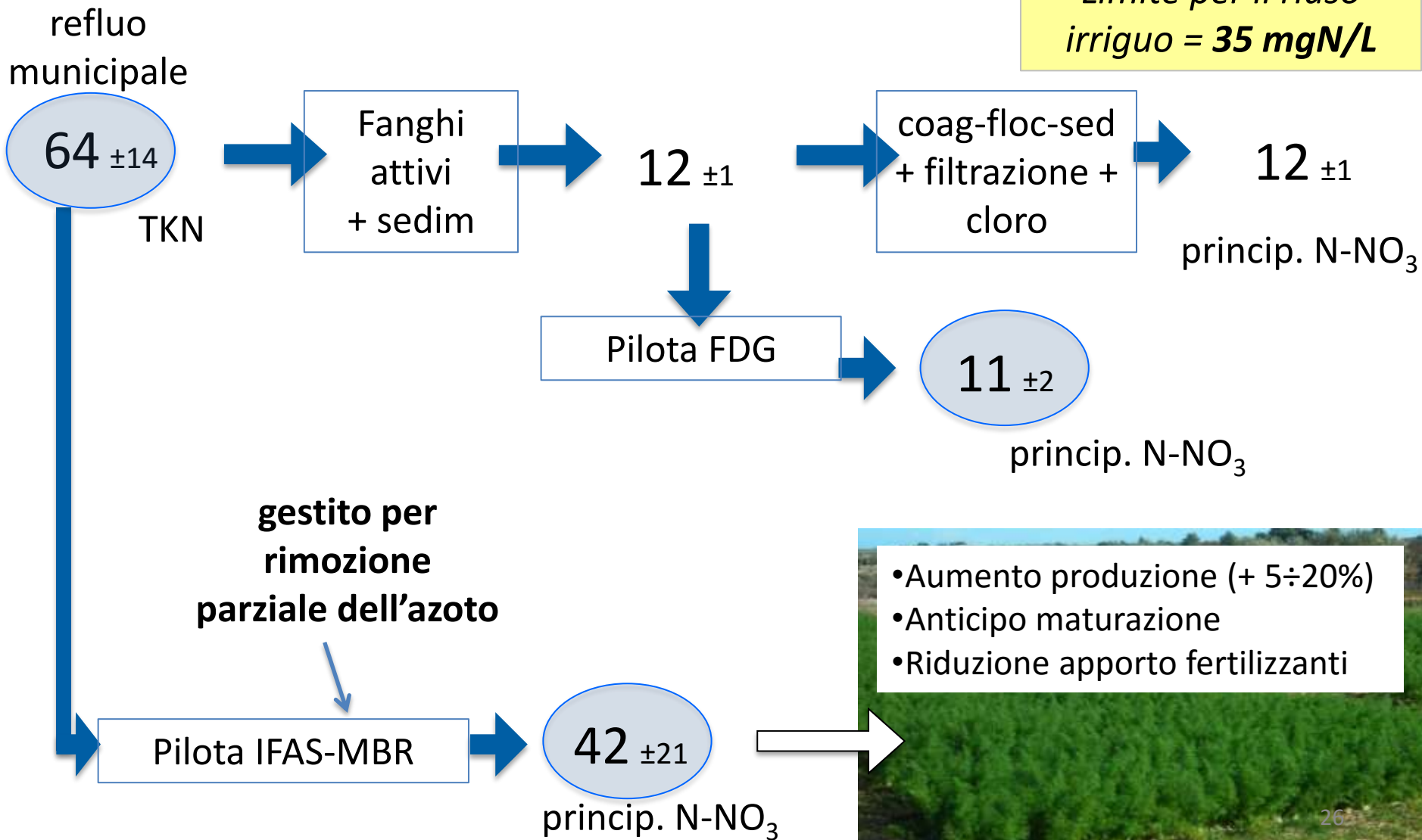
*Limite per il riuso  
irriguo = 100 mgCOD/L*

# Performance impianti pilota a Castellana Grotte

## AZOTO

Valori espressi in  $\text{mgN/L}$

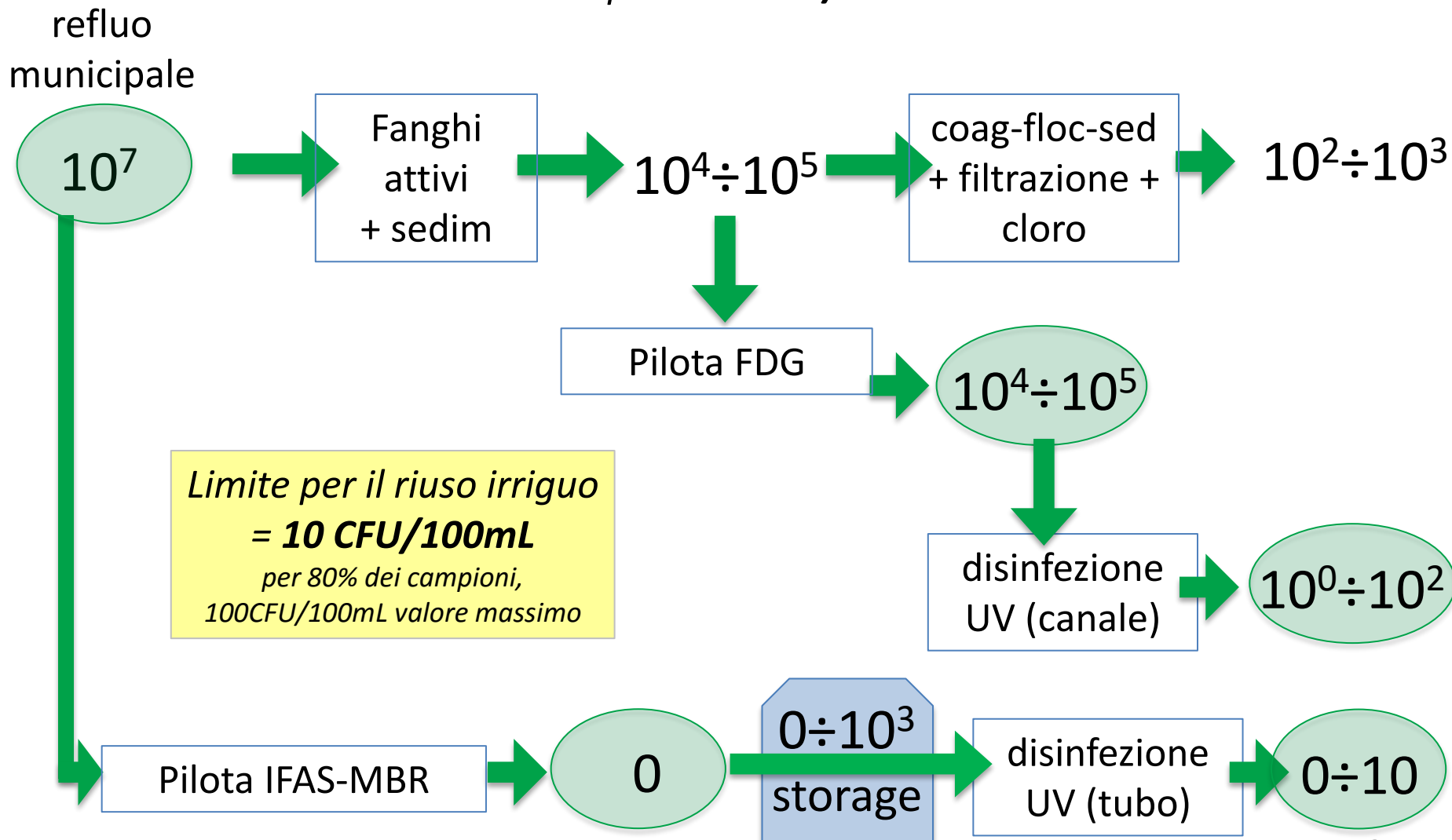
Limite per il riuso  
irriguo =  **$35 \text{ mgN/L}$**



# Performance impianti pilota a Castellana Grotte

## *Escherichia coli*

Valori espressi in *CFU/100mL*



# Indicatori di contaminazione fecale nel terreno (Castellana Grotte)

<b>Campione</b>	<b><i>Coli Totali</i> u.f.c/10 g</b>	<b><i>Coli fecali</i> u.f.c/10 g</b>	<b><i>Escherichia coli</i> u.f.c/10 g</b>	<b><i>Salmonella</i> Presenza/Assenza</b>
Terreno Pomodoro Convenz.	10	0	0	Assente
Terreno Pomodoro Reflua	38	22	15	Assente
Terreno Finocchio Convenz.	0	0	0	Assente
Terreno Finocchio Affinamento	1	0	0	Assente
Terreno Finocchio MBR	0	0	0	Assente
Terreno Finocchio FDG	1	0	0	Assente
Terreno Lattuga Convenzionale	0	0	0	Assente
Terreno Lattuga Affinamento	0	0	0	Assente
Terreno Lattuga MBR	10	3	0	Assente
Terreno Lattuga FDG	0	0	0	Assente
Terreno Finocchio Convenz.	0	0	0	Assente
Terreno Finocchio Affinamento	0	0	0	Assente
Terreno Finocchio MBR	15	11	0	Assente
Terreno Finocchio FDG	0	0	0	Assente
Terreno Melone Convenzionale	120	0	0	Assente
Terreno Melone Affinamento	74	0	0	Assente
Terreno Melone MBR	180	100	0	Assente
Terreno Melone FDG	165	0	0	Assente



# Indicatori di contaminazione fecale sui vegetali (Castellana Grotte)

Campione	<i>Coli Totali</i> u.f.c/10 g	<i>Coli fecali</i> u.f.c/10 g	<i>Escherichia coli</i> u.f.c/10 g	<i>Salmonella</i> Presenza/Assenza
Pomodoro Convenzionale	10	0	0	Assente
Pomodoro Reflua	170	80	58	Assente
Finocchio Convenzionale	0	0	0	Assente
Finocchio Affinamento	0	0	0	Assente
Finocchio MBR	6	0	0	Assente
Finocchio FDG	14	0	0	Assente
Lattuga Convenzionale	0	0	0	Assente
Lattuga Affinamento	1	0	0	Assente
Lattuga MBR	0	0	0	Assente
Lattuga FDG	1	0	0	Assente
Finocchio Convenzionale	0	0	0	Assente
Finocchio Affinamento	0	0	0	Assente
Finocchio MBR	10	4	0	Assente
Finocchio FDG	0	0	0	Assente
Melone Convenzionale	30	0	0	Assente
Melone Affinamento	56	31	11	Assente
Melone MBR	60	46	11	Assente
Melone FDG	12	6	1	Assente



Il progetto InTeRRA ha consentito di verificare il riuso irriguo dei reflui opportunamente trattati in condizioni sperimentali paragonabili a quelle reali, sia dal punto di vista della durata pluriennale delle attività che della scala dimostrativa delle installazioni.

Le diverse tecnologie di trattamento delle acque hanno mostrato un livello di adeguatezza diverso rispetto alla produzione di effluenti conformi con il dettato normativo.

Il rispetto dei limiti di legge correnti (DM 185/03) obbliga all'adozione di tecnologie e processi complessi, con costi che influenzano negativamente l'adozione delle pratiche di riuso e spesso inducono i gestori a preferire lo scarico al recupero della risorsa.

I più recenti risultati della ricerca (IRSA 2015) dimostrano che l'utilizzo di acque dotate di qualità microbiologica (in termini di E. Coli) conforme rispetto ai limiti di legge non comporta effetti di contaminazione delle colture, né di accumulo nei suoli o trasferimento alle acque sotterranee.

La conservazione dei nutrienti nelle acque destinate al riutilizzo irriguo ha dimostrato di offrire vantaggi in termini di:

- aumentata produttività;
- ridotti tempi di maturazione delle diverse colture;
- riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti di sintesi;
- risparmio sull'uso di risorse convenzionali.

...passare **DAL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FINALIZZATO ALLO SMALTIMENTO DI UN RIFIUTO ALLA PRODUZIONE DI RISORSE**, in una logica che consideri i reflui come una materia prima, il depuratore come un impianto produttivo, e gli effluenti come il prodotto di un processo industriale.

# Grazie per l'attenzione



[www.pon-interra.it](http://www.pon-interra.it)

alfieri.pollice@cnr.it

