



Corso di formazione per la specializzazione di
tecnici dell'orticoltura in serra sostenibile
Gela (CL), 17 gennaio 2014

L'irrigazione con acque reflue

Prof. Giuseppe Luigi CIRELLI
Università di Catania
giuseppe.cirelli@unict.it

Premessa

La carenza d'acqua per i vari usi (civile, industriale, agricolo, ricreativo) rende indispensabile il ricorso all'uso delle risorse idriche non convenzionali: acque reflue e acque saline.

In molte parti del mondo l'uso delle acque reflue è una pratica consolidata nell'ambito della gestione integrata delle risorse idriche per:

- aumentare la disponibilità di acqua per usi qualitativamente meno esigenti**
- ridurre l'inquinamento dei corpi ricettori:**
 - *effettuare la ricarica degli acquiferi (intrusione salina);***
 - *mantenere il deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua a regime torrentizio.***

Possibili usi delle acque reflue

URBANO NON POTABILE

- alimentazione scarichi wc (reti duali)
- riserva antincendio
- lavaggio strade
- lavaggio autoveicoli
- **campi sportivi (campi da golf) e aree a verde**
- fontane e laghetti (con restrizione per il pubblico)



AGRICOLO

- tutte le colture in relazione al livello di trattamento e al metodo irriguo utilizzato



INDUSTRIALE (escluse le agro-industrie)

- siderurgia
- tessile
- petrolchimica



AMBIENTALE

- ricarica acquiferi
- deflusso minimo vitale
- creazione e recupero di aree umide (constructed wetland)





Riuso delle acque reflue per.....

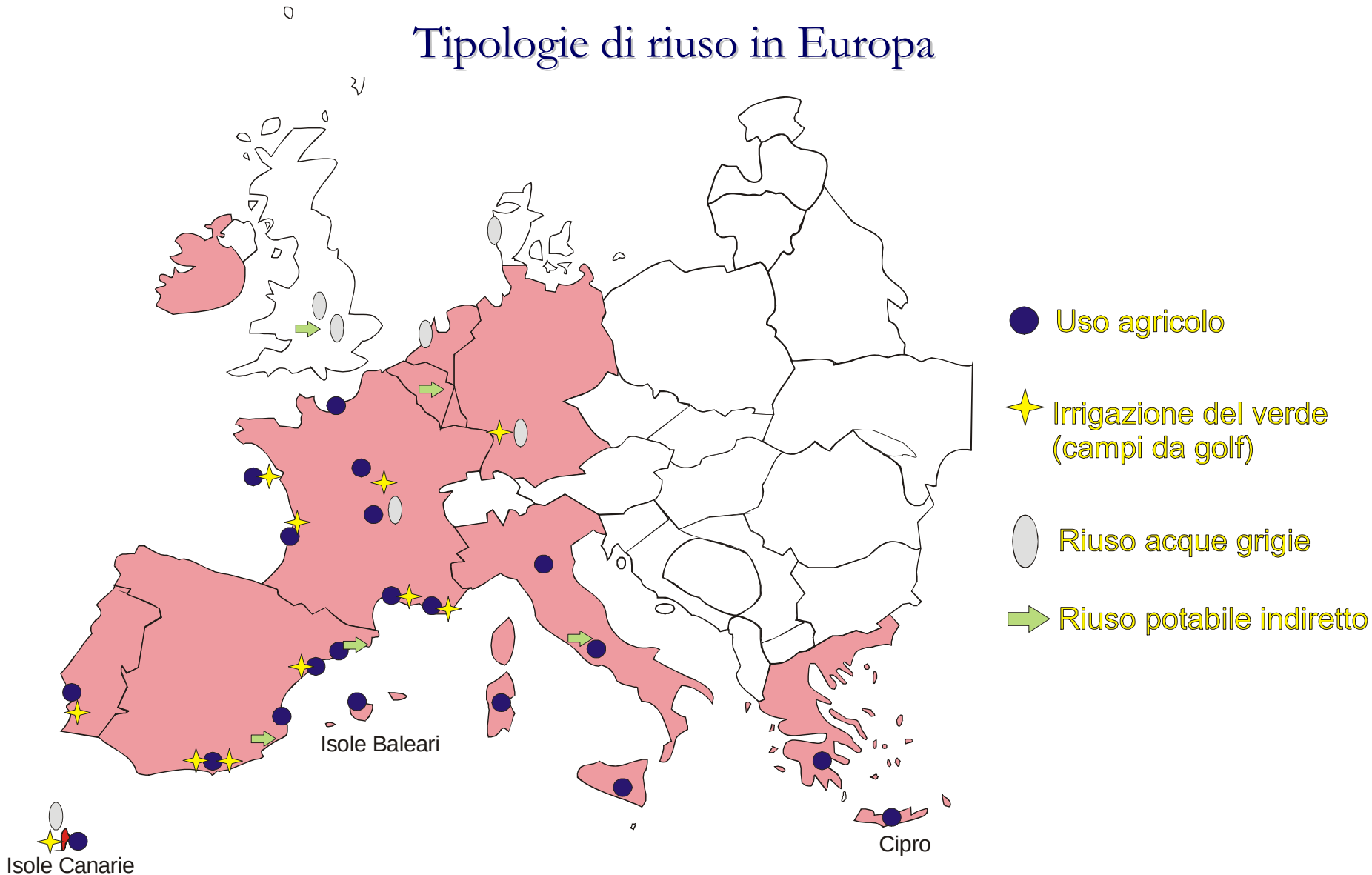
Alimentazione scarichi WC

Irrigazione di aree a verde



ACQUE RICICLATE: risorsa alternativa sostenibile

Tipologie di riuso in Europa

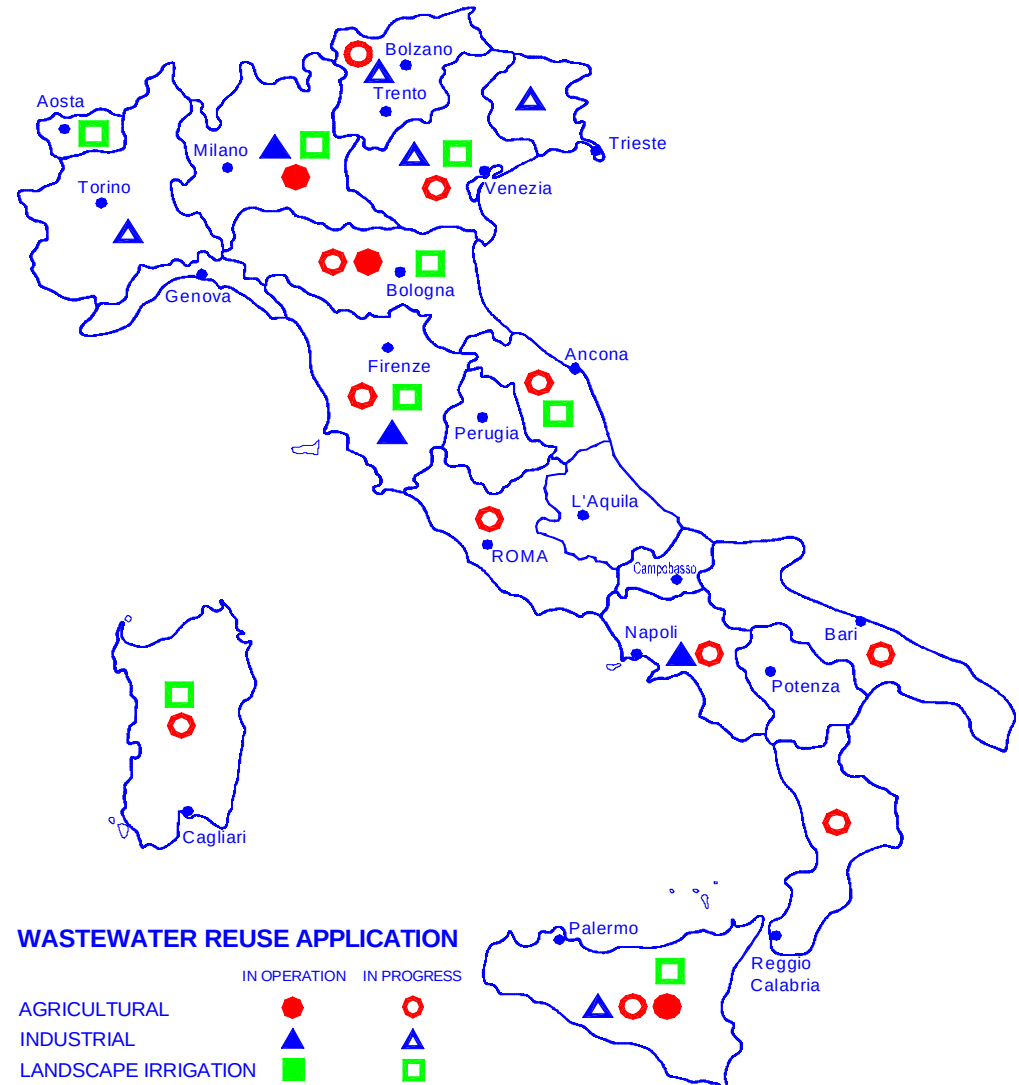


Esempi di riuso in Italia

Nord e Centro: riuso industriale; riuso agricolo in ambiti specializzati (es. florovivaistico a Pistoia)

Sud: riuso agricolo (con l'obiettivo di preservare risorse da destinare all'uso civile)

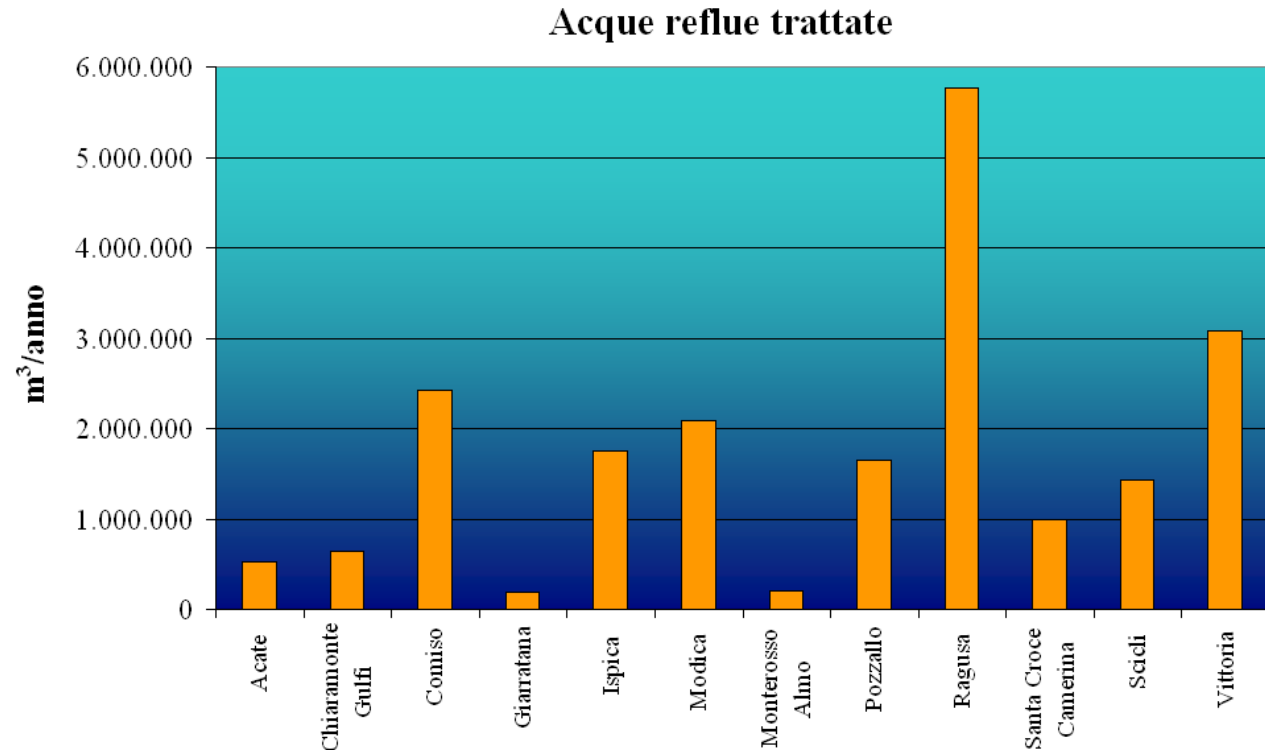
Crescente interesse per la *“landscape irrigation”*, campi da golf, ecc.



RIUSO IN SICILIA

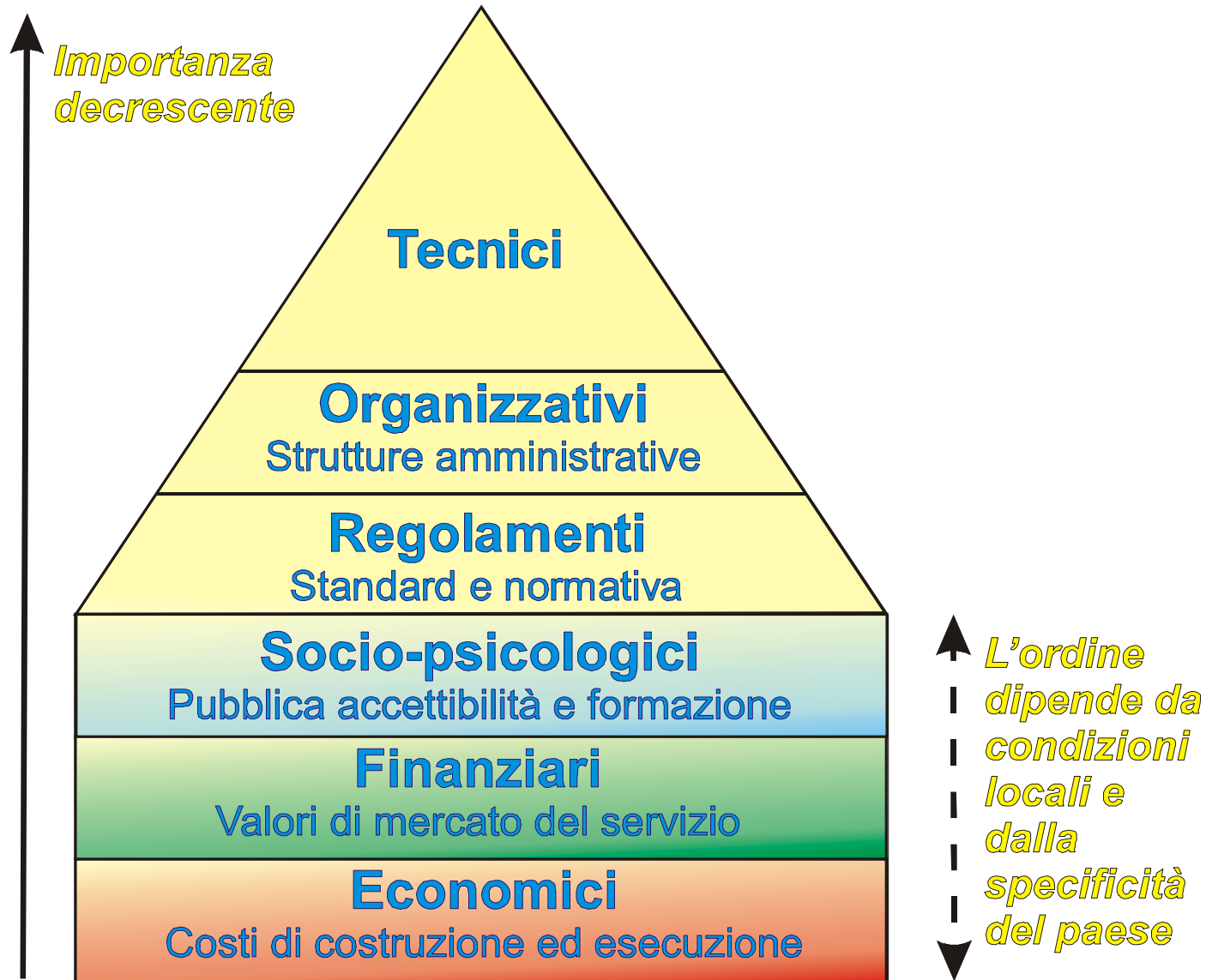
- La sostenibilità dell'agricoltura irrigua in Sicilia deve confrontarsi con la disponibilità e la gestione delle risorse idriche disponibili per l'irrigazione. I fabbisogni idrici colturali sono generalmente non soddisfatti circa il 30%-50%; è necessario l'utilizzo di risorse alternative tra cui le acque reflue urbane depurate.
- Il riutilizzo degli effluenti degli impianti di depurazione può ridurre significativamente l'impatto dello scarico sull'ambiente e può ridurre la quantità di acque convenzionali che viene prelevata dall'ambiente.
- In Sicilia, l'approccio legislativo restrittivo per l'utilizzo delle acque reflue depurate (D.M. 185/03) in agricoltura, ha reso difficoltoso il diffondersi di tale pratica.
- Il costo totale (costruzione, esercizio e manutenzione), oltre ai costi per la distribuzione dell'acqua reflue depurate e quelli per il monitoraggio, costituisce un fattore limitante per lo sviluppo del riuso in agricoltura, soprattutto nel caso dei piccoli sistemi .

Impianti di depurazione acque reflue provincia di Ragusa



Circa 20 milioni di m³/anno

Riutilizzo delle acque reflue – fattori chiave per il successo

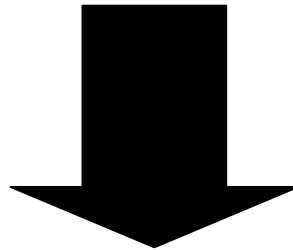


Riutilizzo delle acque reflue – Quadro normativo

D.Lgs. 152/99 “Testo Unico sulle Acque” (aggiornato al 2006):

art. 23 comma 2: l'utilizzo di risorse qualificate (per uso potabile) può essere autorizzato per usi diversi sempre che sia stata verificata l'impossibilità di riutilizzo di acque reflue o piovane

art. 26 comma 2: “con decreto del Ministero dell'ambiente, di concerto con il Ministro per le politiche agricole, della sanità, dell'industria, del commercio e dell'artigianato.....sono definite norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.”



Il **12/06/2003** il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con i Ministri delle Politiche Agricole e Forestali, delle Attività Produttive e della Salute, ha emanato il **Decreto Ministeriale n. 185**
“Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue”

Riutilizzo delle acque reflue – D.M. 185/2003

Destinazioni d'uso ammissibili

Uso irriguo: per l'irrigazione di colture destinate sia alla produzione d'alimenti per il consumo umano ed animale, sia ai fini non alimentari, nonché per **l'irrigazione d'aree destinate al verde e ad attività ricreative o sportive;**

Uso civile: per il lavaggio delle strade nei centri urbani, per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento, per l'alimentazione di reti duali d'adduzione, separate da quelle delle acque potabili, con l'esclusione dell'utilizzazione diretta di tale acqua negli edifici ad uso civile, ad eccezione degli impianti di scarico nei servizi igienici;

Uso industriale: come acqua anticendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, con l'esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici.

D.M. 185/2003 – Limiti per il riuso delle acque reflue

Parametro	U.M.	Valore Limite
pH		6-9,5
SAR		10
materiali grossolani		Assenti
Solidi sospesi totali	mg/L	10
BOD ₅	mg /L	20
COD	mg /L	100
Fosforo totale*	mg /L	2
Azoto totale*	mg /L	15
Azoto ammoniacale	mg /L	2
Conducibilità Elettrica	dS/m	3
Alluminio	mg /L	1
Arsenico	mg /L	0,02
Bario	mg /L	10
Berillio	mg /L	0,1
Boro	mg /L	1
Cadmio	mg /L	0,005
Cobalto	mg /L	0,05
Cromo totale	mg /L	0,1
Cromo VI	mg /L	0,005
Ferro	mg /L	2
Manganese	mg /L	0,2
Mercurio	mg /L	0,001
Nichel	mg /L	0,2
Piombo	mg /L	0,1
Rame	mg /L	1

Parametro	U.M.	Valore Limite
Selenio	mg /L	0,01
Stagno	mg /L	3
Zinco	mg /L	0,5
Cianuri Totali (come CN)	mg /L	0,05
Solfuri	mg /L	0,5
Solfiti	mg /L	0,5
Solfati	mg /L	500
Cloro attivo	mg /L	0,2
Cloruri	mg /L	250
Fluoruri	mg /L	1,5
Grassi e oli animali/vegetali	mg /L	10
Oli minerali	mg /L	0,05
Fenoli totali	mg/L	0,1
Tensioattivi totali	mg/L	0,5
<i>Escherichia coli</i> **	UFC/100mL	10 (80% dei campioni) 100 (valore max)
Salmonella	UFC/100mL	assente (100% dei campioni)

** Per il riuso irriguo i limiti riportati per fosforo ed azoto possono essere elevati rispettivamente a 10 mg/L e 35 mg/L;*

*** Per le acque reflue recuperate provenienti da lagunaggio o fitodepurazione valgono i limiti di 50 UFC/100 mL (80% dei campioni) e 200 UFC/100 mL (valore puntuale massimo).*

Riutilizzo delle acque reflue in agricoltura

E' necessario un USO PIANIFICATO E CONTROLLATO del riuso irriguo



analisi e studio

CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE ACQUE REFLUE

CARATTERISTICHE DEL SUOLO

MODALITA' DELL'INTERVENTO IRRIGUO



valutazione

IMPATTI AMBIENTALI

Riutilizzo delle acque reflue in agricoltura

L'uso delle acque reflue comporta l'attenta valutazione di diversi aspetti:

- **NORMATIVI**

- **AGRONOMICI**



*Effetti sulle
caratteristiche fisiche,
idrauliche e chimiche
del suolo*



*Effetti sulle
colture*

- **TECNOLOGICI**

- **IGIENICO - SANITARI**



*Rischi di tossicità
Rischi di cancerogenecità
Rischi infettivi*

- **ECONOMICI**

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

I parametri che caratterizzano le acque reflue possono essere divisi in due categorie:

- 1) parametri generalmente valutati anche nelle acque irrigue convenzionali e connessi prevalentemente alla presenza di macroelementi nell'acqua: sodio, calcio, magnesio, SAR, solfati, cloruri, boro, conducibilità elettrica**
- 2) parametri specifici caratteristici delle acque reflue: sostanza organica, azoto, fosforo, potassio, microrganismi e metalli pesanti**

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

I parametri appartenenti alla prima ctg dipendono soprattutto dalle caratteristiche delle acque immesse in acquedotto ed utilizzate a scopo civile. Tali caratteristiche, **ad eccezione del boro e della CE**, vengono peggiorate dall'uso civile ma non in misura significativa

I parametri appartenenti alla seconda ctg dipendono soprattutto dall'uso civile. Tali “inquinanti” possono provenire dai prodotti di rifiuto del metabolismo umano ed animale, da scarti vegetali ed animali, da composti chimici ed organici naturali, ecc.

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

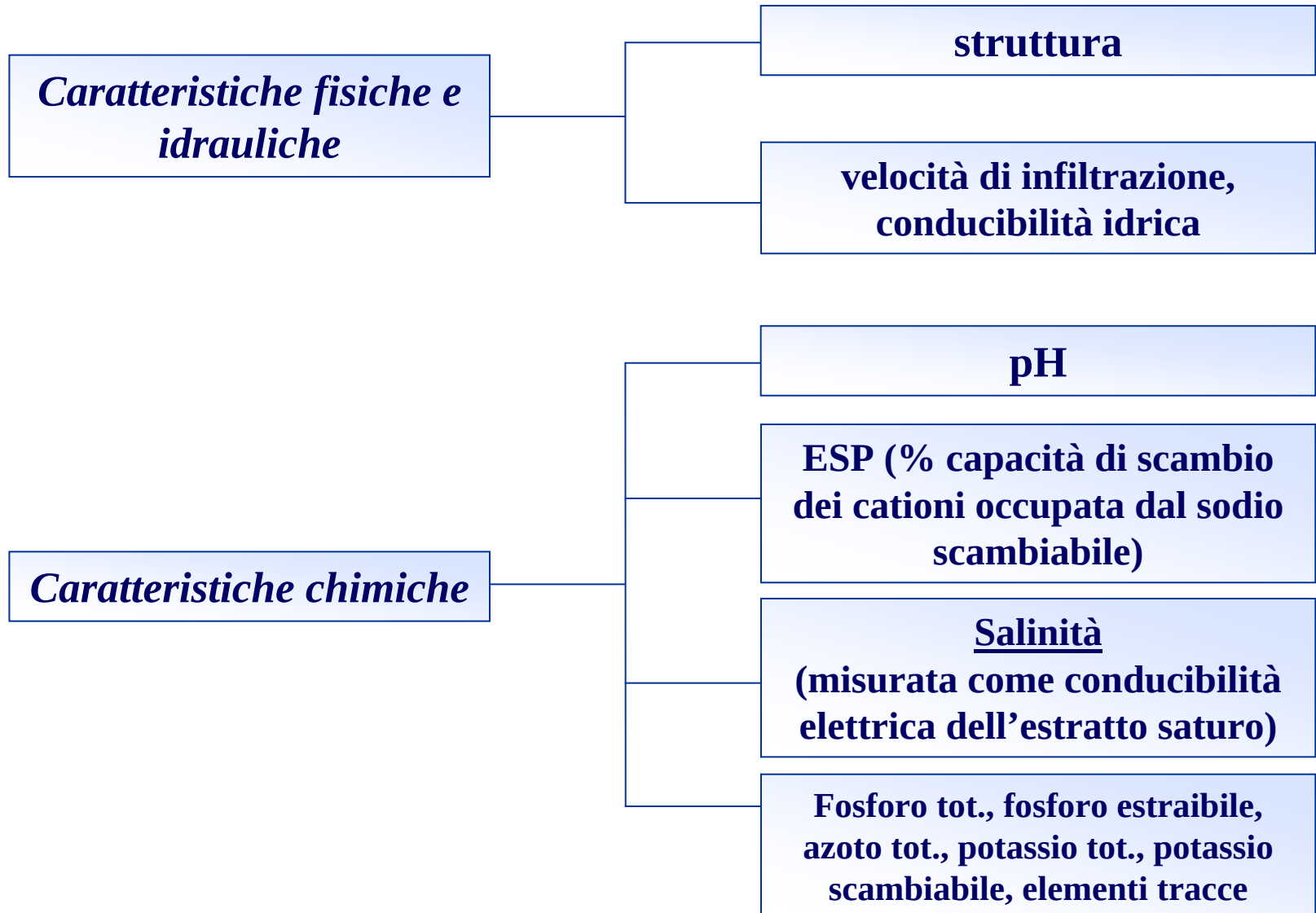
EFFETTI SULLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO

- *a breve termine (generalmente reversibili)*
- *a lungo termine (generalmente irreversibili)*

Le caratteristiche da tenere sotto controllo in relazione alla qualità dell'effluente si dividono in:

caratteristiche fisiche e idrauliche
caratteristiche chimiche

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici



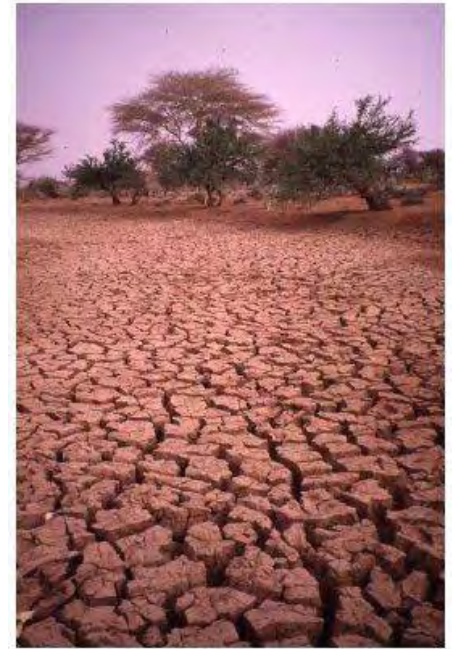
Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

L' apporto al terreno di macroelementi non nutritivi:
sodio, calcio, magnesio, cloruri e solfati

L' eccessiva concentrazione del catione sodio rispetto ai cationi calcio e magnesio può indurre una alcalinizzazione del terreno

Alcalinizzazione

- degradazione struttura suolo
- diminuzione permeabilità idraulica
- diminuzione velocità di infiltrazione



Effetti negativi

- a breve termine Diminuzione di produttività/qualità e reddito
- a lungo termine Peggioramento della fertilità del suolo

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Alcalinizzazione del terreno

Un parametro comunemente impiegato per valutare la qualità delle acque ai fini dei loro possibili effetti sul terreno è il SAR (rapporto di assorbimento del sodio) definito tramite la seguente relazione:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

dove le concentrazioni dei cationi sono espresse in meq/L

Recentemente è stato introdotto anche il SAR corretto che tiene conto della concentrazione nel suolo degli ioni CO_3^{2-} e HCO_3^- la cui presenza, in determinate condizioni di pH, causa una riduzione delle concentrazioni di calcio e magnesio per precipitazione

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Alcalinizzazione del terreno

Classificazione delle acque irrigue in funzione dei loro possibili effetti alcalinizzanti

Coducibilità a 25°C (micromho/cm)	< 250	250 - 750	750 - 2250	2250 - 5000	Categorie delle acque
SAR	< 8	< 6	< 4	< 2	S ₁
	8 - 15	6 - 12	4 - 9	2 - 6	S ₂
	15 - 22	12 - 18	9 - 14	6 - 11	S ₃
	> 22	> 18	> 14	> 11	S ₄

S1: acqua utilizzabile senza rischio di manifestazioni di alcalinità per qualsiasi terreno e pianta;

S2 : acqua da cui possono derivare pericoli di eccessiva alcalinità in terreni a tessitura fine;

S3 : acqua poco adatta all'irrigazione nella maggior parte di terreni;

S3 : acqua inadatta all'uso irriguo

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

L' apporto al terreno di sali

L' impiego di acque di irrigazione particolarmente ricche di sali (cloruri, solfati, nitrati e bicarbonati di Na, K, Ca e Mg) può avere effetti indesiderati sia sulle piante, sia sulla fertilità del terreno

Allo scopo di allontanare i sali in eccesso nel terreno si può somministrare una quantità d'acqua irrigua, in aggiunta al normale volume di adacquamento, e favorire il processo di percolazione idrica; questa frazione di acqua prende il nome di “fabbisogno di lisciviazione” e viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$LR = \frac{V_d}{V_i} = \frac{EC_w}{EC_d}$$

Dove:

V_i = volume stagionale di acqua irrigua

V_d = volume che si disperde per drenaggio

EC_w = conduttività elettrica dell'acqua irrigua

EC_d = cond. massima permessa per l'acqua di drenaggio

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Effetti sulle caratteristiche fisiche, idrauliche e chimiche del suolo

Incremento del contenuto di boro in terreni poco permeabili

Differenze poco rilevanti per quanto riguarda l'azoto e la sostanza organica

Potenziale modifica della conducibilità idraulica

Potenziale rischio di alcalinizzazione del terreno

Effetti dell'irrigazione con acque reflue

Effetti sulle caratteristiche del suolo

L'apporto di macroelementi e di microelementi modifica il pH del suolo; esso influenza la solubilità degli elementi nutritivi e l'attività dei microrganismi responsabili della decomposizione della sostanza organica e della maggior parte delle trasformazioni chimiche che avvengono nel suolo, inoltre regola la disponibilità di molti nutritivi per le piante.

I suoli che hanno un pH inferiore a 5,5 generalmente hanno una bassa disponibilità di Ca, Mg e P. Per contro, alti valori di pH possono determinare una inadeguata disponibilità di Fe, Mn, Cu, Zn e, specialmente, di P e B.



Effetti dell'irrigazione con acque reflue

Effetti negativi sulle piante

Fitotossicità

- da macroelementi (ad es. cloro o sodio)
- da microelementi (ad es. boro)

Elevato potenziale osmotico (connesso ad elevata salinità)

Ridotta aerazione

Squilibri nutrizionali (da squilibri nel pH o negli apporti di macronutrienti, micronutrienti, sostanza organica)

Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Alcuni di questi “**inquinanti**” come sostanza organica e nutrienti hanno generalmente effetti positivi sulle piante, mentre inconvenienti possono verificarsi per la presenza di particolari **microelementi** come Zn, Pb, Cd, Cu, ecc. che possono avere effetti **fitotossici**. Tuttavia questi elementi **nei reflui domestici** sono in concentrazioni così modeste da non essere rilevabili strumentalmente

Nella maggior parte dei casi nelle acque reflue urbane la concentrazione di questi elementi risulta significativa solo quando vi sono scarichi industriali

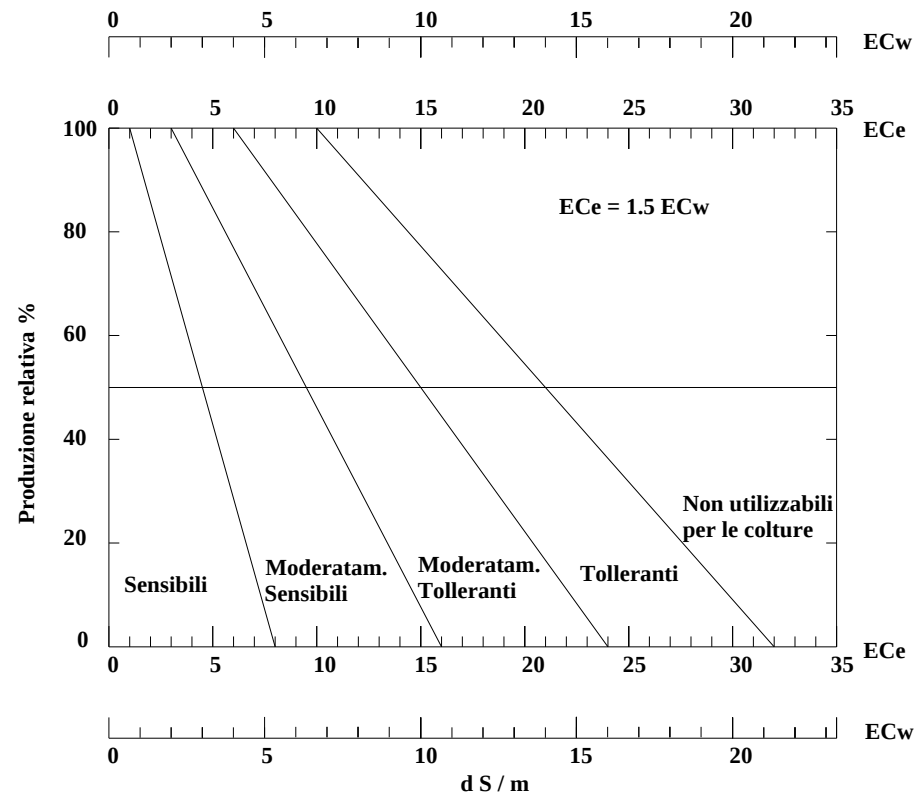
Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Effetti negativi sulle piante

Eccessive quantità di ioni disciolti incrementano il potenziale osmotico della soluzione circolante nel suolo per cui deve aumentare l'energia che le piante devono impiegare per assorbire acqua dal suolo, ne consegue un progressivo declino nella crescita e nella resa della maggior parte delle piante.

Esiste un valore di soglia al di sopra del quale la produzione vegetale diminuisce linearmente all'aumentare della salinità

Suddivisione secondo la tolleranza relativa ai Sali (Maas, 1984)



Effetti dell'irrigazione con acque reflue – Effetti agronomici

Effetti negativi sulle piante

Tolleranza salina e produttività potenziale delle colture in funzione della salinità dell'acqua d'irrigazione (EC_w) e della salinità dell'estratto saturo del suolo (EC_e)

I valori riportati nella Tabella devono essere considerati soltanto come guida alla tolleranza relativa delle colture alla salinità. La tolleranza assoluta varia in funzione del clima, delle caratteristiche del suolo e delle pratiche colturali.

Colture	Produttività potenziale ⁽²⁾									
	100%		90%		75%		50%		0% max ⁽³⁾	
Da pieno campo	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw
Orzo	8,0	5,3	10,0	6,7	13,0	8,7	18,0	12,0	28,0	19,0
Cotone	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Sorgo g.	6,8	4,5	7,4	5	11,0	7,5	9,9	6,7	24,0	16,0
Grano	6,0	4	7,4	4,9	9,5	6,3	13,0	8,7	20,0	13,0
Soia	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10,0	6,7
Fagiolino	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13,0	8,8
Riso	3,0	2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,6
Mais	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Lino	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Fava	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12,0	8,0
Ortive	100%		90%		75%		50%		0% max	
	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw
Zucchini	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10	6,7	15	10
Pomodoro	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5	13	8,4
Cetriolo	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10	6,8
Sedano	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18	12
Patata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Peperone	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Lattuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9	6
Cipolla	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5
Carota	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3	8,1	5,4
Fruttifere	100%		90%		75%		50%		0% max	
	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw	Ece	Ecw
Palma	4,0	2,7	6,8	4,5	11,0	7,3	18,0	12,0	32,0	21,0
Pompelmo	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,2	4,9	3,3	8,0	5,4
Arancio	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3
Pesco	1,7	1,1	2,2	1,5	2,9	1,9	4,1	2,7	6,5	4,3
Vite	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12,0	7,9
Mandorlo	1,5	1,0	2,0	1,4	2,8	1,9	4,1	2,8	6,8	4,5
Fragola	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4,0	2,7

Irrigazione con acque reflue – Aspetti igienico sanitari

Da un punto di vista sanitario possono presentarsi:

- rischi di tossicità (T);**
- rischi di cancerogenità (C);**
- rischi infettivi (I)**

Tali rischi possono verificarsi tramite:

- contatto diretto con acque reflue (I)**
- consumo /contatto con prodotti e piante**
 - assorbimento dal terreno e bioaccumulazione (T) (ad es. Cd, Cr, Se, Mo)**
 - contatto con acque reflue (I)**
- contaminazione e uso potabile acque sotterranee (T, C, I)
(ad es. Nitrati (T), composti organo clorurati (C) ...)**

Irrigazione con acque reflue – Aspetti igienico sanitari

Tendenza generale a sovrastimare il rischio igienico-sanitario, e sottostimare il rischio dell'alternativa al riuso costituita dallo scarico in un corpo ricettore

Presenza di patogeni e parassiti intestinali che possono provocare varie patologie, tuttavia il loro tempo di sopravvivenza al di fuori dell'intestino umano è molto ridotto (da poche ore a qualche giorno), fatta eccezione dei nematodi intestinali, le cui uova possono sopravvivere nell'ambiente fino ad oltre 1 anno

Categorie a rischio per l'irrigazione del verde ornamentale sono:

- gli operatori (in particolare durante la fase di irrigazione e gestione)**
- gli utenti delle aree a verde**

Irrigazione con acque reflue – Aspetti igienico sanitari

Interventi per ridurre il rischio igienico-sanitario
(il rischio zero non sarebbe economicamente sostenibile)

- **livello di trattamento delle acque reflue**
- **scelta delle piante (attenzione al livello di salinità delle acque!!!)**
- **metodo irriguo** (es. **microirrigazione/subirrigazione invece di aspersione**)
- **modalità di gestione** (es. no irrigazione durante periodo di fruizione delle aree a verde)

Irrigazione con acque reflue – Aspetti igienico sanitari

I metodi di irrigazione per aspersione dovrebbero essere applicati (avendo cura del fenomeno dell'aerosol) nel caso di colture di tipo industriale, colture florovivaistiche, parchi e aree a verde (durante il periodo di restrizione d'accesso al pubblico)

Adeguate scelta del sistema di filtrazione ed erogazione

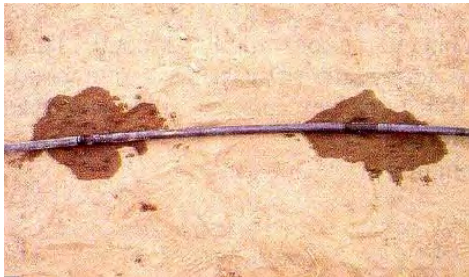
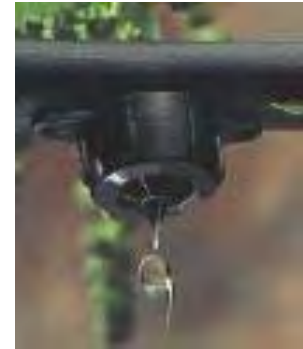
Materiali da utilizzare: possibilmente raccorderia e tuberia in materiale plastico (rischio corrosione)



Irrigazione con acque reflue – Aspetti tecnologici

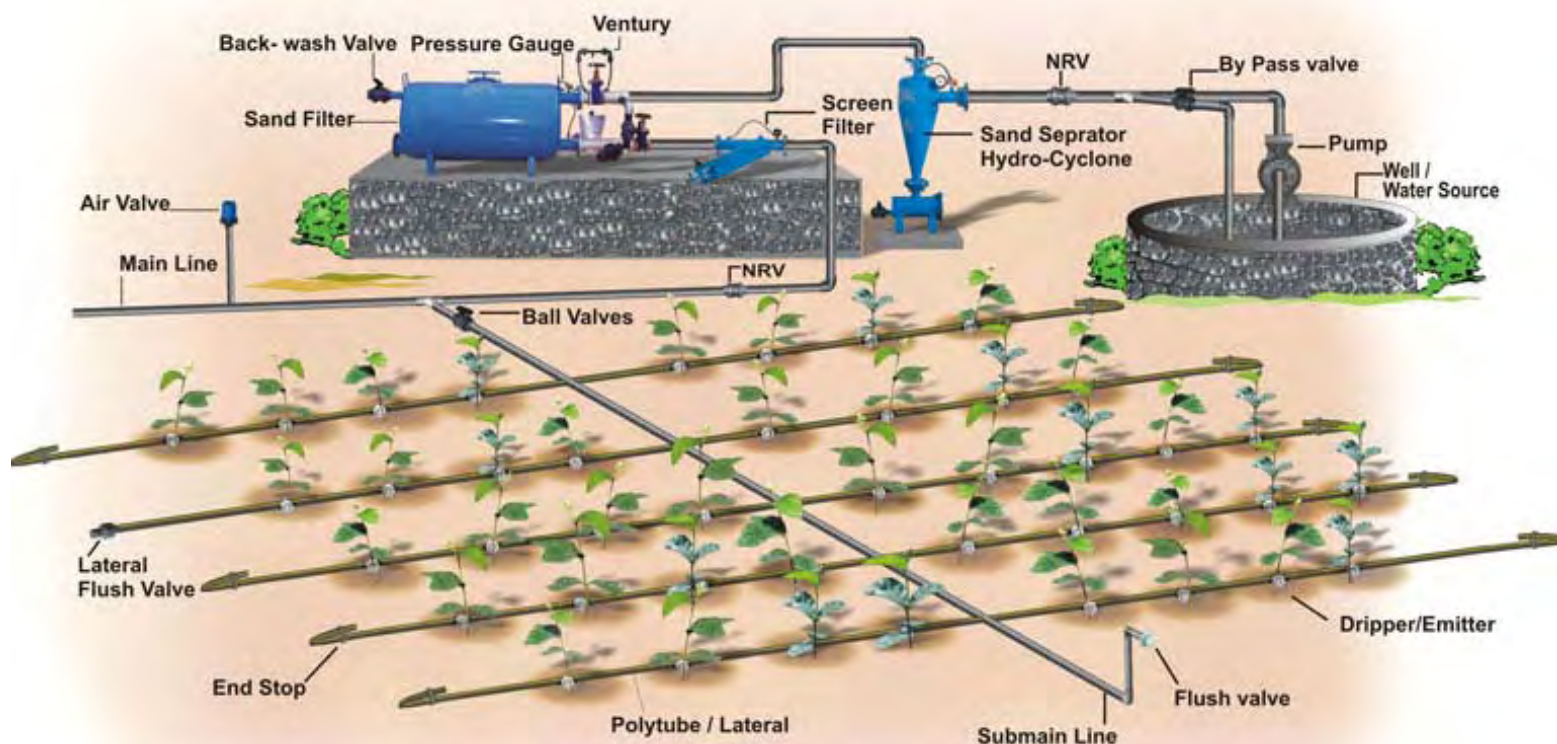
Per ridurre il rischio igienico-sanitario occorre utilizzare metodi di irrigazione localizzata:

- **a goccia (superficiale e subsuperficiale)**
- **spruzzetti (dinamici o statici)**



Entrambi metodi comportano un elevato rischio di occlusione di filtri ed erogatori; tuttavia, in seguito al notevole sviluppo tecnologico, tale rischio risulta fortemente ridotto

Il riuso delle acque reflue in combinazione con i sistemi di microirrigazione a goccia rappresenta un metodo efficace ed efficiente per conseguire sensibili risparmi idrici in un'ottica più ampia di sostenibilità ambientale delle pratiche irrigue



Ciascun settore (~110 m²) si compone di: 4 ali gocciolanti in polietilene ($\phi=16$ mm, L=45 m) superficiali o sub-superficiali (-0.15 m) con gocciolatori a labirinto in-line, distanziati di 0.33 m; Portata: 2 L/h; Pressione: 100 kPa

SETTORI

INCAS	PEPITA	MISSURI
PEPITA	MISSURI	INCAS

CESARIO	INCAS	MISSURI
14	13	12
13	12	11
10	9	
MISSURI	INCAS	PEPITA
15	16	17
18	19	20

INCAS	MISSURI	PEPITA
PEPITA	INCAS	MISSURI

MISSURI	INCAS	CESARIO
26	25	24
23	22	21
INCAS	MISSURI	PEPITA
27	28	29
30	31	32

SNC
SN

ALI GOCCIOLANTI



P1 Flap

Ala gocciolante leggera subsuperficiale con Flap che garantisce la regolare fuoriuscita dell'acqua, e protegge dalla presenza di particelle di suolo



Mono

Ala gocciolante rigida subsuperficiale; con gocciolatori incorporati durante il processo di estrusione



P1-RTG

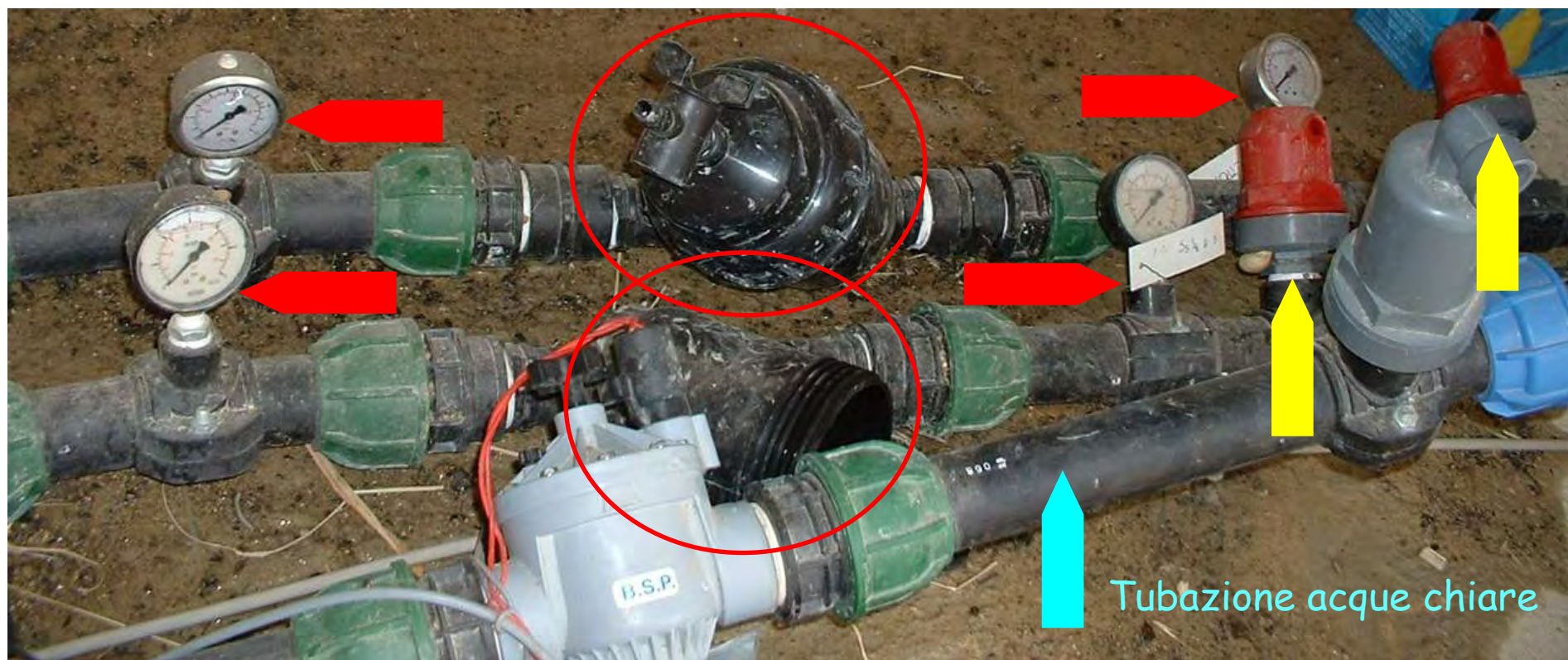
Ala gocciolante leggera subsuperficiale; sistema RTG



P1

Ala gocciolante leggera superficiale; consente notevoli lunghezze d'ala, grazie ai gocciolatori piatti saldati; comporta perdite di carico nulle

I sistemi T1 e T2 utilizzano differenti tecnologie di filtrazione (da 120 mesh con superficie dell'area filtrante di 0.045 m^2)



Filtro a rete



Filtro a dischi

Ciascun filtro è dotato di due manometri (in ingresso e in uscita) e di valvole di regolazione.

Riuso Acque reflue in Sicilia: Belpasso (CT) e Mineo (CT)

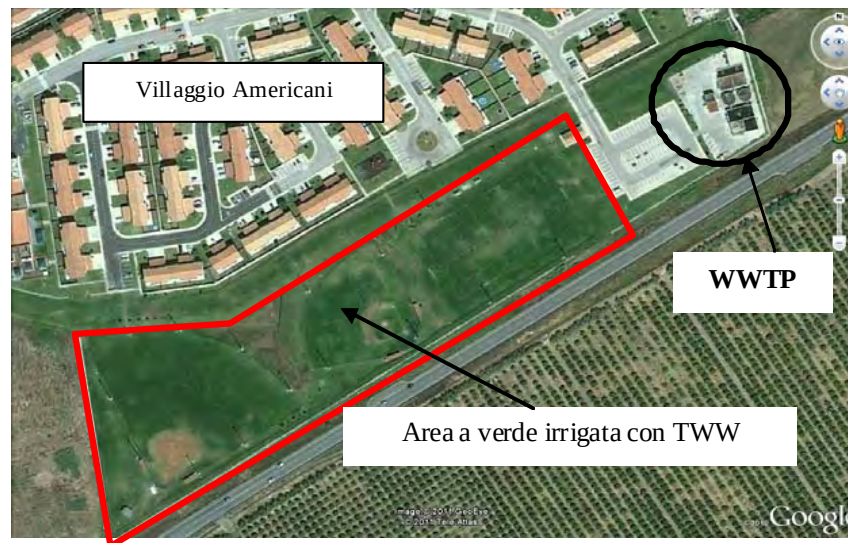
■ Dal 2003, seguendo prima gli standard regionali (C.A. No. 76820, 18/12/1989) e dopo quelli nazionali (DM 185/2003), sia nel

■ “*Villaggio degli americani*” (Belpasso) con 2120 A.E

■ “*Residence degli Aranci* ” (Mineo) con 1800 A.E

• **Le aree destinate a verde pubblico sono irrigate con acque reflue trattate**

■ Trattamento acque reflue: impianto a fanghi attivi, sedimentazione secondaria, clorazione, accumulo in serbatoi.



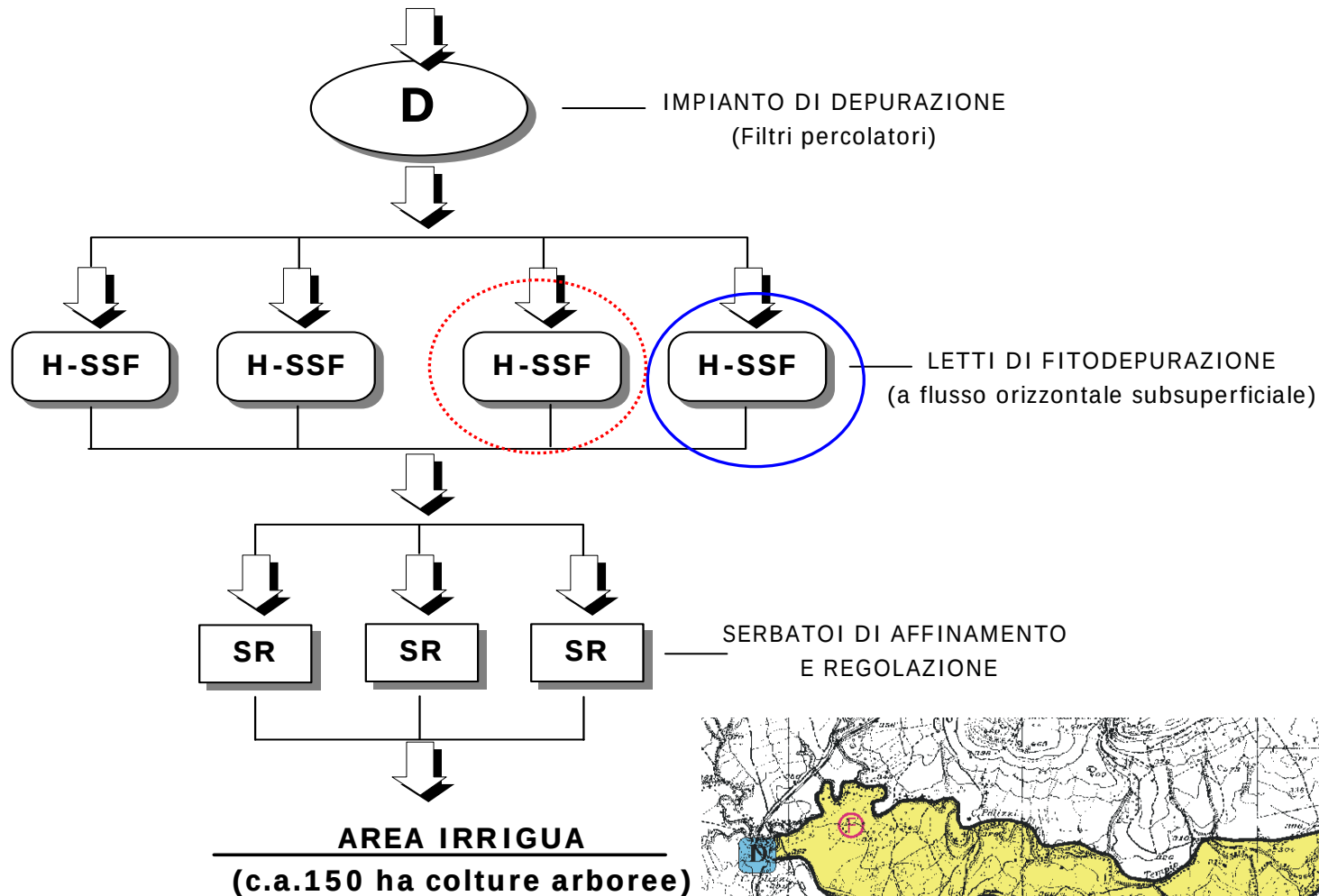
CASO STUDIO: SAN MICHELE DI GANZARIA



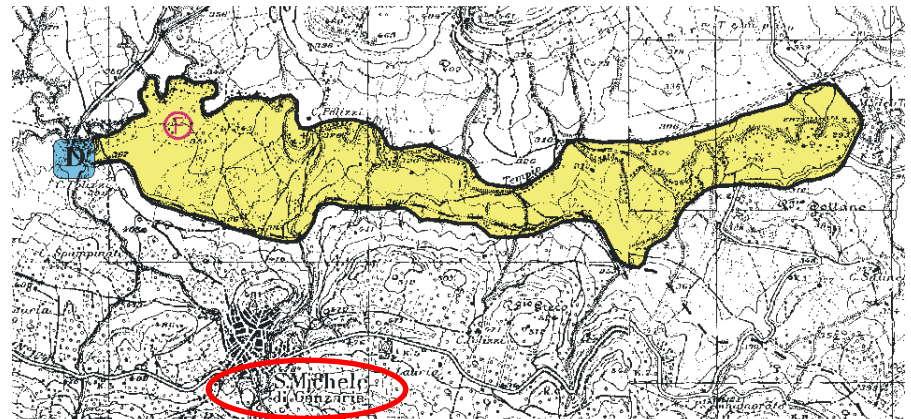
Area dell'impianto
sperimentale

Impianto di
depurazione

Schema del sistema di riuso di San Michele di Ganzaria

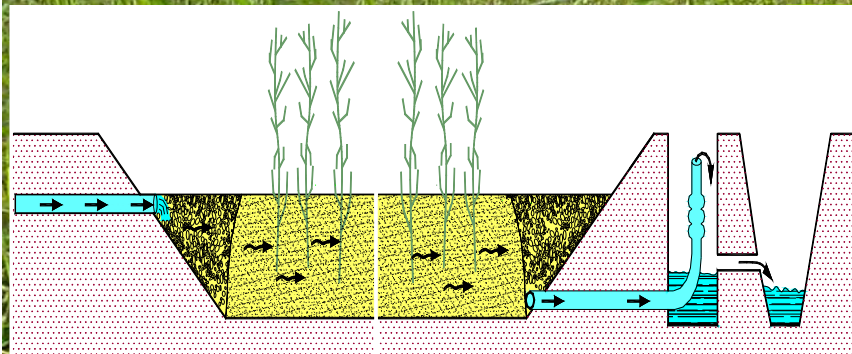


Volume annuo di acque reflue disponibili: circa 300.000 m³



Impianto di depurazione municipale

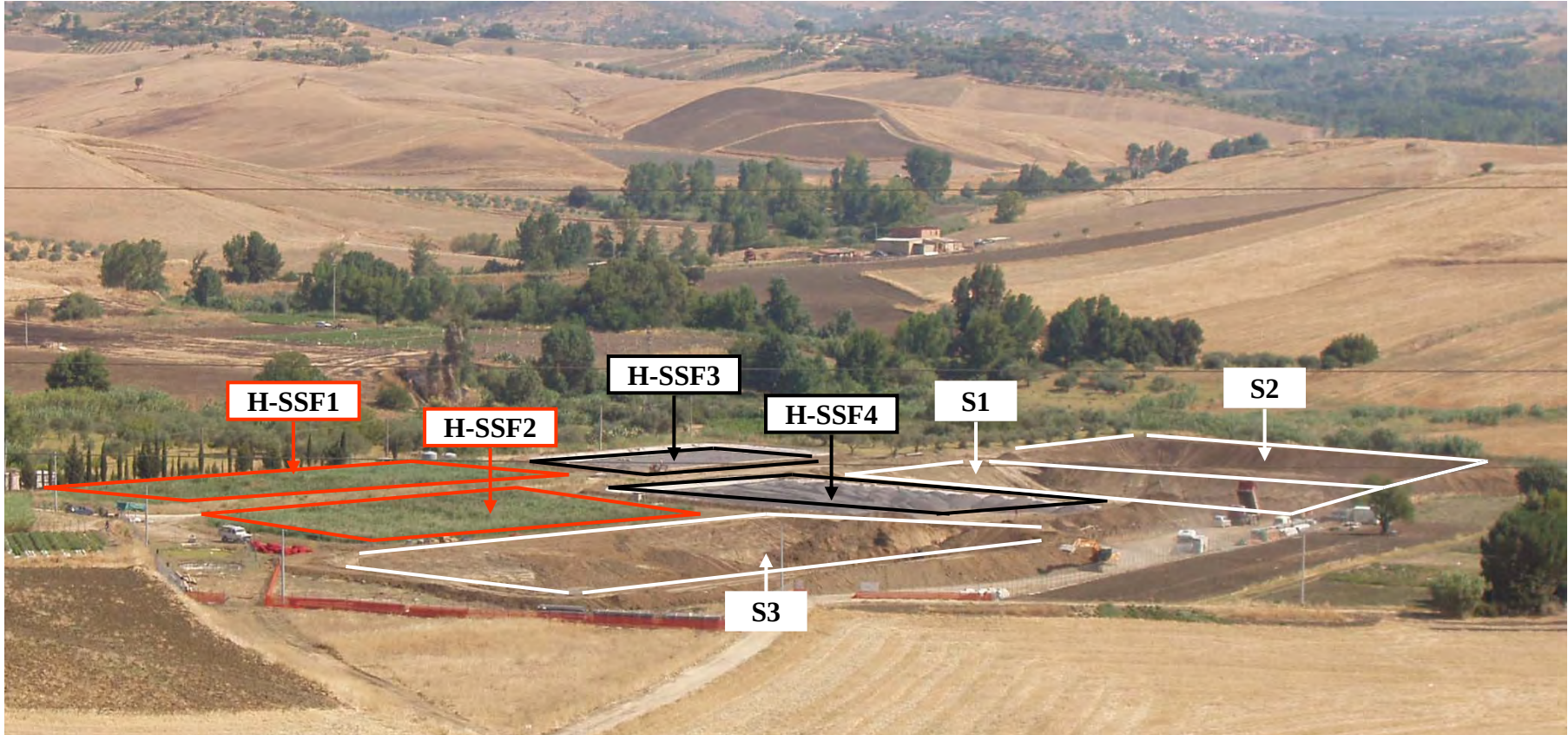
H-SSF CW



- Impianto con macrofite radicate emergenti
- Sistema a flusso subsuperficiale orizzontale (H-SSF)
- Trattamento terziario a valle di un depuratore a filtri percolatori

- ❑ Abitanti serviti $\cong 1.100$ AE
- ❑ Portata di progetto $\cong 1,75$ L/s
- ❑ Dimensioni letto filtrante = 25×78 m = 1.950 m²
- ❑ Altezza letto filtrante = $0,6$ m
- ❑ Granulometria letto filtrante uniforme $\cong 10$ mm
- ❑ Porosità di progetto $\cong 0,38$ m³/m³
- ❑ Tempo di detenzione nominale (HRT) $\cong 2$ giorni
- ❑ Carico idraulico $\cong 0,078$ m/giorno
- ❑ Carico organico BOD₅ $\cong 30$ kg/ha · giorno
- ❑ Rapporto superficie/abitanti $\cong 1,7$ m²/ab.
- ❑ Tipologia di macrofite = *Phragmites* sp. (4 rizomi/m²)

d'accumulo, San Michele di Ganzaria (CT)



Riuso Acque reflue in Sicilia: Belpasso (CT) e Mineo (CT)

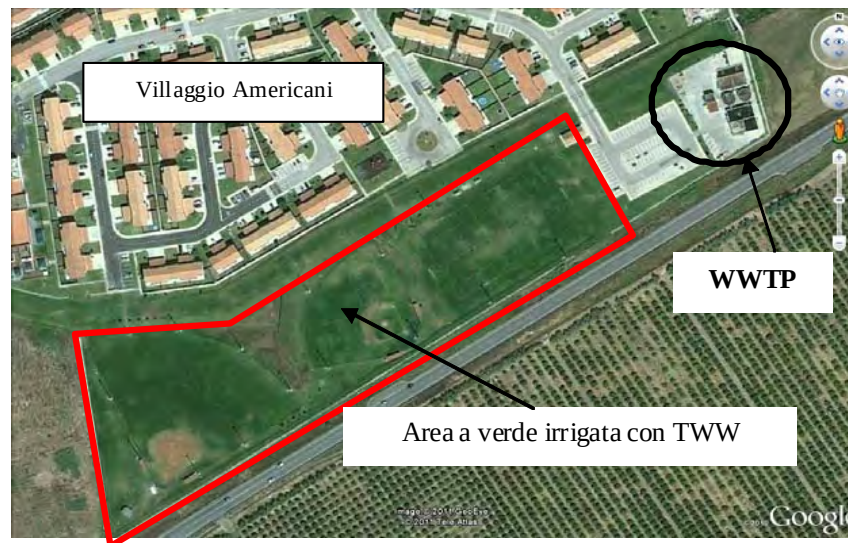
■ Dal 2003, seguendo prima gli standard regionali (C.A. No. 76820, 18/12/1989) e dopo quelli nazionali (DM 185/2003), sia nel

■ “*Villaggio degli americani*” (Belpasso) con 2120 A.E

■ “*Residence degli Aranci* ” (Mineo) con 1800 A.E

• **Le aree destinate a verde pubblico sono irrigate con acque reflue trattate**

■ Trattamento acque reflue: impianto a fanghi attivi, sedimentazione secondaria, clorazione, accumulo in serbatoi.



Vista dell'Azienda Agrituristica Valle dei Margi



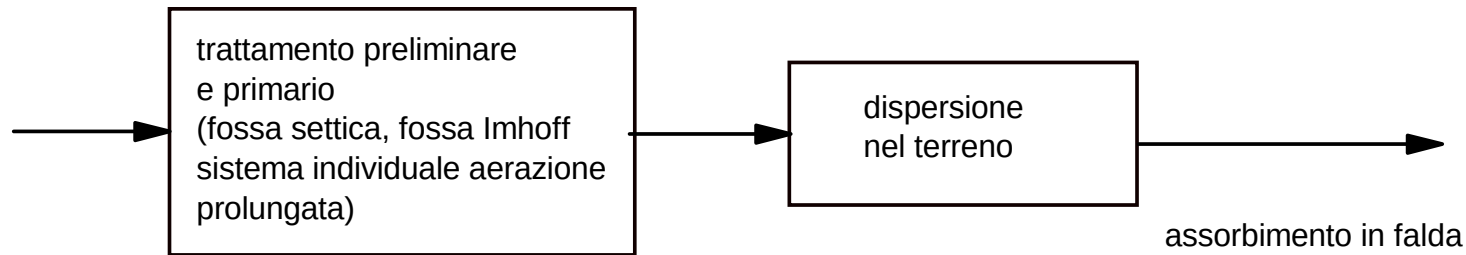
© 2012 Google

Image © 2012 GeoEye

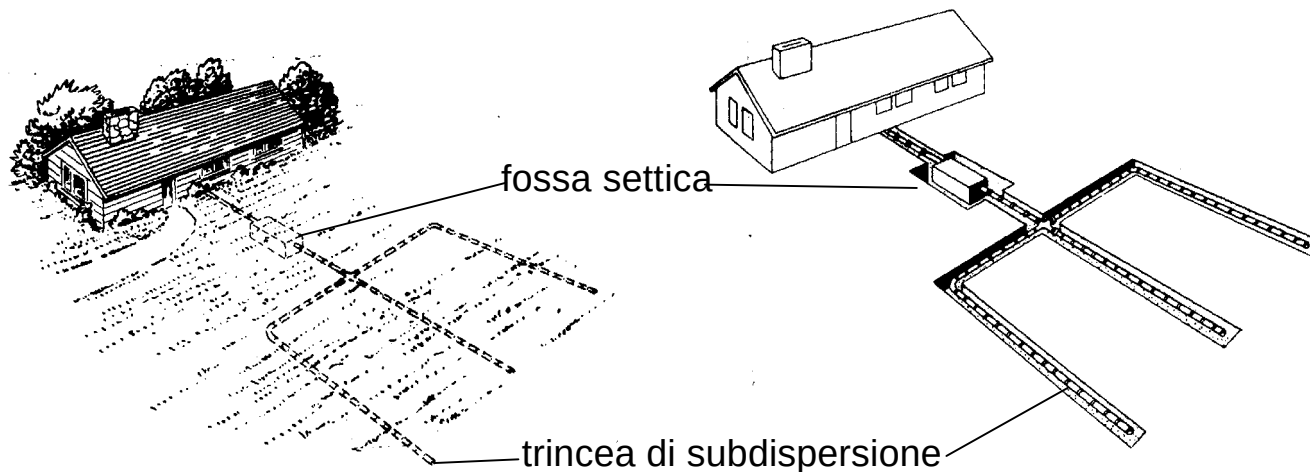
Google earth

Data di acquisizione delle immagini: 7/12/2011 37°14'55.30"N 14°35'52.65"E elev 214 m alt 880 m

Valle dei Margi - Schema sistema di trattamento e smaltimento (stato di fatto)



Dispersione nel terreno quale sistema di trattamento e nel contempo di **smaltimento finale**.



Sistema di subirrigazione nel terreno con trincee drenanti per insediamenti isolati.

Schema innovativo



IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE



Sistema di smaltimento particolarmente
idoneo per insediamenti isolati