

European Union Network for
the Implementation and Enforcement
of Environmental Law

Rapporto finale Riutilizzo delle Acque Urbane

Progetto “Integrated Water Approach and Urban Water Reuse”

2018/07





Titolo del Rapporto: Rapporto Riutilizzo delle acque urbane	Numero del Rapporto: 2018/07
Project manager: Anabela Rebelo (PT) Geneve Farabegoli (IT)	Rapporto approvato dall'Assemblea Generale di IMPEL:
Autori: Anabela Rebelo (PT) Geneve Farabegoli (IT) Francesco Andreotti (IT) Jennifer Balmer (UK) Matthew Vella (MT) Ronald Van Tunen (NL) Stuart Gunput (NL) Stella Perikenti (CY) Pinar Ece (TK)	Numero di pagine: Rapporto: 39 Allegati: 38
Anabela Rebelo and Geneve Farabegoli (project managers), Francesco Andreotti, Ana Paula Malo, Paula Grech Bonnici, Matthew Vella, Gabriella Grima, Paul Hickey, Jennifer Balmer, Erna Tomazevic, Pinar Topkaya, Pinar Ece, Ronald Van Tunen, Stuart Gunput, Stella Perikenti	
Executive summary: Il presente Rapporto è il risultato del lavoro del sottogruppo dedicato al tema riutilizzo delle acque urbane del team di progetto "Integrated Water Approach and Urban Water Reuse". Rappresenta un primo approccio in direzione dello sviluppo di un rapporto sul riutilizzo delle acque reflue trattate ai fini dell'irrigazione agricola come strumento per raggiungere gli obiettivi della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) in alcune aree e favorire le migliori pratiche di gestione delle risorse idriche.	
Disclaimer: Il presente Rapporto è il risultato di un progetto realizzato nell'ambito della rete IMPEL. I contenuti non rappresentano necessariamente il punto di vista delle amministrazioni nazionali.	



Indice

Nota alla traduzione italiana	4
Introduzione ad IMPEL	5
Introduzione/obiettivi	6
Attuali pratiche di riutilizzo dell'acqua in Europa	7
Tecnologie attuali/BAT	21
Pratiche previste di riutilizzo dell'acqua negli Stati membri / ostacoli al riutilizzo dell'acqua	24
Attuali requisiti di qualità per l'irrigazione e rapporti con le indicazioni del JRC (Requisiti Europei)	27
Valutazione del rischio (concetti chiave per l'ambiente).....	30
Monitoraggio	33
Benchmarking delle buone pratiche	35
Costi del riutilizzo dell'acqua	36
Conclusioni	37
Bibliografia	38
Allegato (esempi riferiti agli Stati Membri partecipanti).....	40
Pratiche attuali di riuso dell'acqua	40
Attuali tecnologie/BAT	51
Pratiche previste di riutilizzo dell'acqua	57
Attuali requisiti di qualità	63
Valutazione del rischio (esempi e metodologie applicate).....	70
Monitoraggio	73
Costi del riuso dell'acqua.....	77



Nota alla traduzione italiana

Il lavoro di traduzione, finalizzato a facilitare il trasferimento dell'importante bagaglio culturale maturato da IMPEL attorno alle direttive relative alla Protezione delle Acque, anche con il controllo delle attività umane che possono generare pressioni su tale comparto ambientale, ha affrontato vari elementi di complessità.

Alcuni di essi erano legati alla difficoltà di trovare, nel lessico italiano, forme sintetiche efficaci per tradurre parole che, in lingua inglese riassumono una pluralità di concetti.

Spesso, la terminologia presente nel testo è stata ricavata per confronto delle versioni inglese ed italiana delle direttive comunitarie, e dal confronto dei termini tecnici presenti in testi delle diverse lingue, relativi alla stessa materia.

Un caso è peculiare: *fresh water* è stato tradotto nella versione in lingua italiana delle direttive comunitarie considerate da questo lavoro come *acque fresche* e si è deciso conseguentemente, tra le varie alternative, di adottare spesso questa traduzione. In alcuni casi il termine impiegato è *acque dolci*, in funzione del contesto.

Altre situazioni nelle quali non sempre esiste una corrispondenza univoca in italiano rispetto alla terminologia inglese è relativo *recycled waters, reused waters*. In funzione del contesto sono stati utilizzati termini più generici, come *acque riciclate, rigenerate, di riuso o riusate*, oppure il più specifico *acque affinate* specie a tradurre il termine *reclaimed* ove il contesto lo permettesse senza dubbio di errare. Per altro, nessuno di questi termini è riferibile strettamente ad un standard univoco, fermo restando l'opportunità dell'uso del termine *acque affinate* da applicarsi al caso di standard qualitativi superiori, per un recupero idoneo agli usi più critici, da conseguirsi attraverso trattamenti di maggiore profondità tecnica.

Talvolta, nel testo originale sono state rinvenute espressioni gergali non sempre direttamente traducibili in lingua italiana e ciò ha comportato la costruzione di frasi per quanto possibile aderenti al significato originale.

Per questi motivi e per altri ancora si raccomanda l'uso del testo originale come *testo a fronte* di questa traduzione, per dare modo al lettore, consapevole di questi elementi di attenzione, la possibilità di interpretare talune frasi in base alla propria cultura tecnica ed eventualmente contribuire, se ritenuto utile, a migliorare ulteriormente questa traduzione.

Il supervisore della traduzione:
Giuseppe Sgorbati, ARPA Lombardia
g.sgorbati@arpalombardia.it

Milano, 20 maggio 2019



Introduzione ad IMPEL

La rete IMPEL - European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law - è un'associazione internazionale no - profit delle Autorità competenti in materia ambientale degli stati membri dell'Unione Europea, dei paesi candidati e potenziali candidati dell'UE, dei paesi dell'Area Economica Europea. L'associazione è registrata in Belgio, con sede legale a Bruxelles.

IMPEL è stata istituita nel 1992 come una rete informale tra le Autorità responsabili della predisposizione, dell'implementazione e dell'attuazione della normativa ambientale.

L'obiettivo del network è dare il necessario impulso, a livello della Comunità Europea, per progredire nell'assicurare l'applicazione del diritto ambientale in modo più efficace.

Il nucleo delle attività di IMPEL consiste nella crescita della consapevolezza, nel capacity building, nello scambio di informazioni ed esperienze sull'attuazione e imposizione della legislazione ambientale (esecuzione, enforcement) e nella collaborazione nelle attività di enforcement a livello internazionale, nonché nella promozione e il supporto per la praticabilità e percorribilità dell'esecuzione della legge.

In questi anni, IMPEL si è sviluppata sino a divenire un'importante organizzazione, molto conosciuta, menzionata in documenti legislativi e di policy europei quali il 7° Programma di Azione Ambientale e la Raccomandazione sui Criteri Minimi per le Ispezioni Ambientali, chiamata inoltre a partecipare attivamente alla iniziativa della Commissione Europea Environmental Compliance Assurance.

Le competenze e l'esperienza degli associati di IMPEL rendono il network un interlocutore qualificato a svolgere attività sia sugli aspetti tecnici che normativi della legislazione ambientale dell'UE.

Maggiori informazioni su IMPEL sono disponibili sul sito web www.impel.eu



Introduzione/obiettivi

A oltre 15 anni di distanza dall'emanazione delle principali direttive, tra cui la Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive - WFD), le direttive sui nitrati, la direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane, nonché la direttiva Prevenzione e Riduzione Integrate dell'Inquinamento (IPPC) ora sostituita con la Direttiva sulle Emissioni Industriali (IED), i loro obiettivi non sono ancora pienamente conseguiti in molti Stati membri.

Il riutilizzo delle acque reflue trattate può essere uno strumento importante per contribuire, come soluzione locale, al raggiungimento degli obiettivi della Direttiva Quadro sulle Acque e per contribuire a un'economia più efficiente nell'impiego delle risorse nonché all'adattamento ai cambiamenti climatici, in particolare nei casi in cui la scarsità d'acqua è identificata come una pressione significativa.

Il riutilizzo delle acque reflue trattate è stato evidenziato nella politica sulle acque dell'UE come una possibile fonte idrica alternativa in regioni con scarsità di acqua, fattore che potrebbe essere opportuno considerare nell'ambito della pianificazione della carenza idrica.

È stato inoltre identificato come priorità nel Water Blueprint del 2012 ed è anche una misura supplementare che gli Stati membri possono adottare come parte del programma delle misure richiesto ai sensi dell'articolo 11, paragrafo 4, della Direttiva Quadro sulle Acque.

Il riutilizzo delle acque reflue trattate è ulteriormente enfatizzato nella politica dell'UE in materia di efficienza delle risorse, in particolare nella comunicazione del 2015 sull'economia circolare che afferma "Oltre alle misure per un uso razionale delle risorse idriche, il riutilizzo delle acque reflue trattate in condizioni sicure ed efficienti rispetto ai costi è un mezzo valido ma sottoutilizzato per aumentare l'approvvigionamento idrico e alleviare la pressione su risorse troppo sfruttate".

La Commissione europea sta lavorando allo sviluppo di una proposta legislativa per il riutilizzo dell'acqua, all'irrigazione agricola e alla ricarica delle falde acquifere, in particolare considerando che nel quadro normativo a livello dell'UE vi è carenza di armonizzazione.

Una "Proposta di regolamento sui requisiti minimi per il riutilizzo dell'acqua" è stata adottata dal Parlamento europeo e dal Consiglio dell'Unione europea il 28 maggio 2018.

Lo scambio di informazioni sulle best practice, gli usi sicuri e sul processo di autorizzazione contribuisce a una migliore conformità alle normative relative alle acque e all'incremento e di aumentare il senso di snel riutilizzo dell'acqua, in particolare per le pratiche di irrigazione agricola.

Questo progetto è il follow-up del precedente progetto "Integrated Water Approach" del 2017, esteso al settore del riutilizzo delle acque reflue urbane, segnatamente dell'uso di acque reflue urbane trattate per l'irrigazione agricola.

Il progetto è stato realizzato da due gruppi di lavoro, rispettivamente relativi al riutilizzo delle acque reflue urbane trattate e alla gestione delle acque industriali.

In particolare, l'obiettivo del primo gruppo di lavoro è lo scambio best practice in uso in materia di riutilizzo delle acque reflue urbane trattate nell'irrigazione agricola.



Attuali pratiche di riutilizzo dell'acqua in Europa

Il riutilizzo e il riciclo dell'acqua sono stati identificati come una delle cinque priorità principali del Partenariato Europeo per l'Innovazione (European Innovation Partnership - EIP) sull'acqua.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha riconosciuto quali principali fattori induttivi il riutilizzo dell'acqua su scala globale:

- aumento della scarsità di acqua e dello stress idrico,
- aumento della popolazione e relativi aspetti di sicurezza alimentare,
- aumento dell'inquinamento ambientale causato dallo smaltimento improprio delle acque reflue
- crescente riconoscimento del valore delle risorse di acque reflue, escreti e acque grigie (OMS, 2006).

La popolazione mondiale sta diventando sempre più urbanizzata e concentrata in prossimità delle coste, dove le risorse locali di acqua fresca sono limitate o sono disponibili solo a prezzo elevato. Oltre alla necessità di soddisfare le crescenti richieste di approvvigionamento di acqua potabile e per altre esigenze urbane (es. irrigazione paesaggistica, commerciale e industriale), aumenta anche la richiesta di acqua per la produzione agricola a causa della maggiore inclusione nell'alimentazione umana di cibi di origine animale e prodotti lattiero-caseari.

Un indicatore della scarsità d'acqua, l'Indice di sfruttamento idrico (Water Exploitation Index-WEI), fornisce la rappresentazione più completa dell'uso dell'acqua rispetto alla disponibilità generale e descrive il rischio rappresentato da un suo eccessivo sfruttamento (Figura 1).

Le pressioni sulle risorse idriche hanno comportato una maggiore attenzione verso l'utilizzo di fonti idriche alternative come opzione strategica per integrare le risorse idriche presenti e proteggere le risorse naturali.

Il riutilizzo dell'acqua, come fonte idrica alternativa, può fornire significativi benefici economici, sociali e ambientali, fattori chiave per l'attuazione di tali programmi di riutilizzo.

Questi benefici includono:

- Maggiore disponibilità di acqua
- Uso integrato e sostenibile delle risorse idriche
- Sostituzione dell'acqua potabile – mantenendo l'acqua potabile per gli usi alimentari e usando dell'acqua trattata per uso non potabile
- Riduzione dell'eccessivo prelievo di acque superficiali e sotterranee
- Consumo energetico ridotto rispetto all'utilizzo di risorse idriche sotterranee profonde, importazione di acqua o dissalazione
- Ridotti carichi di nutrienti verso le acque riceventi
- Riduzione dei costi di produzione dell'utilizzo di acqua trattata di alta qualità
- Aumento della produzione agricola
- Riduzione dell'applicazione di fertilizzanti
- Maggiore protezione ambientale mediante ripristino di corsi d'acqua, zone umide e stagni
- Aumento dell'occupazione e dell'economia locale (ad esempio turismo, agricoltura)

Il Rapporto sul riutilizzo delle risorse idriche della Piattaforma Tecnologica di Approvvigionamento Idrico e Servizi Igienico-Sanitari (WssTP, 2013) rileva che "Sebbene gli investitori e i servizi idrici stiano diventando sempre più entusiasti rispetto al riutilizzo dell'acqua ... la capacità del settore idrico europeo di fornire progetti di riutilizzo è compromessa dalla mancanza di adeguata regolamentazione, competenze e capacità pubbliche".

Questo rapporto rileva inoltre che "con adeguati investimenti in persone, conoscenze e tecnologia, l'Europa potrebbe essere un leader globale in questo mercato in rapido sviluppo" e sottolinea "l'enorme potenziale di eco-innovazione in termini di tecnologie e servizi per il riciclaggio dell'acqua nell'industria, agricoltura e sistemi idrici urbani". La transizione verso un'economia circolare potrebbe anche promuovere importanti sinergie per l'ampia adozione del riutilizzo dell'acqua come fonte idrica alternativa. Il riutilizzo e il riciclaggio dell'acqua attraverso un'adeguata gestione delle acque reflue sono fondamentali per un approccio all'economia circolare. Tuttavia, questa strategia deve garantire la sicurezza di tale pratica, tramite l'uso di acqua di qualità adeguata che soddisfi i requisiti per gli usi finali con un livello minimo di rischio per la salute umana e l'ambiente, che può essere raggiunto solo mediante l'uso di sistemi di trattamento delle acque e sistemi di distribuzione affidabili.

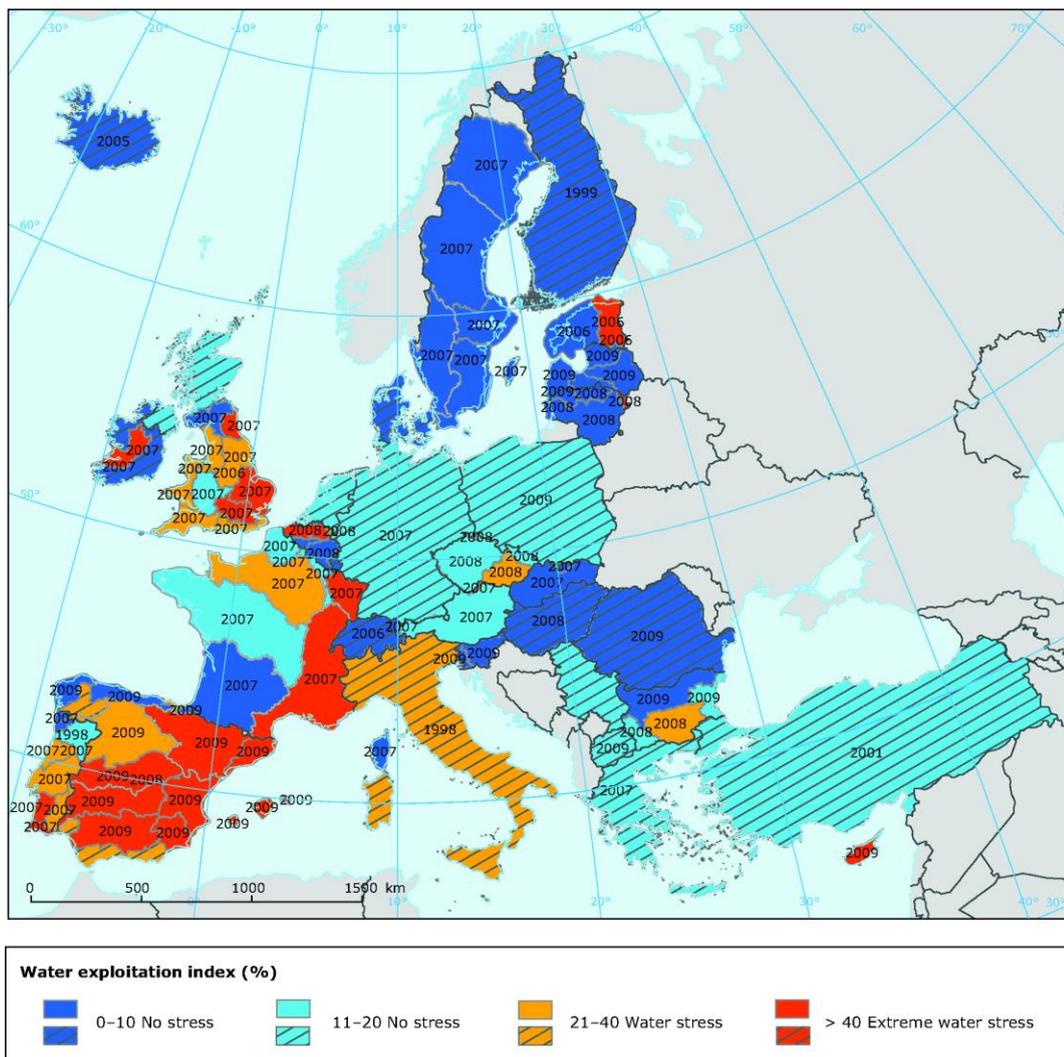


Figura 1 - Indice di sfruttamento idrico (WEI) in Europa nella disaggregazione dei dati di maggiore risoluzione disponibile (EEA, 2012).

Una vasta gamma di pratiche di riutilizzo dell'acqua è già applicata in tutto il mondo, di cui molte di queste in Europa (Bixio e Wintgens, 2006, GWI, 2010) e comportano significativi risparmi di acqua potabile. La maggior parte degli schemi di riciclaggio dell'acqua si trovano in Giappone (> 1800) e negli Stati Uniti (> 800), seguiti dall'Australia (> 450), dall'Europa (> 200), dal Mediterraneo e dal Medio Oriente (> 100), dall'America Latina (> 50) e Africa sub-sahariana (> 20). Oggi, questo numero è probabilmente più alto dato il rapido sviluppo del riutilizzo dell'acqua in Cina, India e Medio Oriente.

In Europa i sistemi di riciclaggio dell'acqua si trovano principalmente nelle aree costiere e nelle isole (nei paesi meridionali) e nelle aree altamente popolate (nei paesi del nord), come illustrato nella figura 2.

L'acqua trattata viene principalmente utilizzata per l'irrigazione agricola, urbana e industriale (Figura 3).

L'irrigazione agricola rappresenta di gran lunga l'ambito maggiore di riutilizzo dell'acqua a livello mondiale ed a livello europeo, ove rappresenta, nel complesso, circa un quarto del totale dell'acqua dolce prelevata. Il riutilizzo dell'acqua in agricoltura ha quindi il più alto potenziale per una maggiore adozione del riutilizzo dell'acqua, contribuendo così ad alleviare la scarsità d'acqua in Europa.

Facilities mainly on

1. Coastal areas and islands (south)
2. Highly populated areas (North)

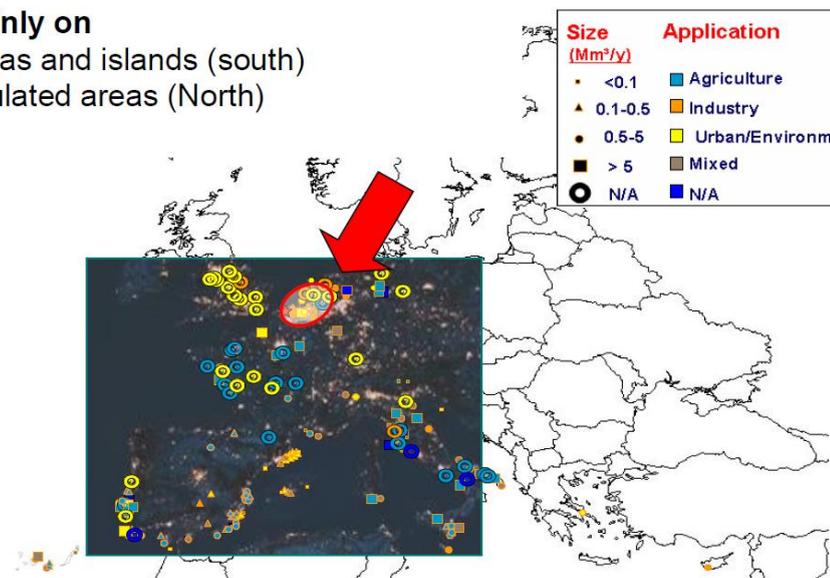


Figura 2 - Distribuzione geografica delle strutture di riutilizzo dell'acqua.

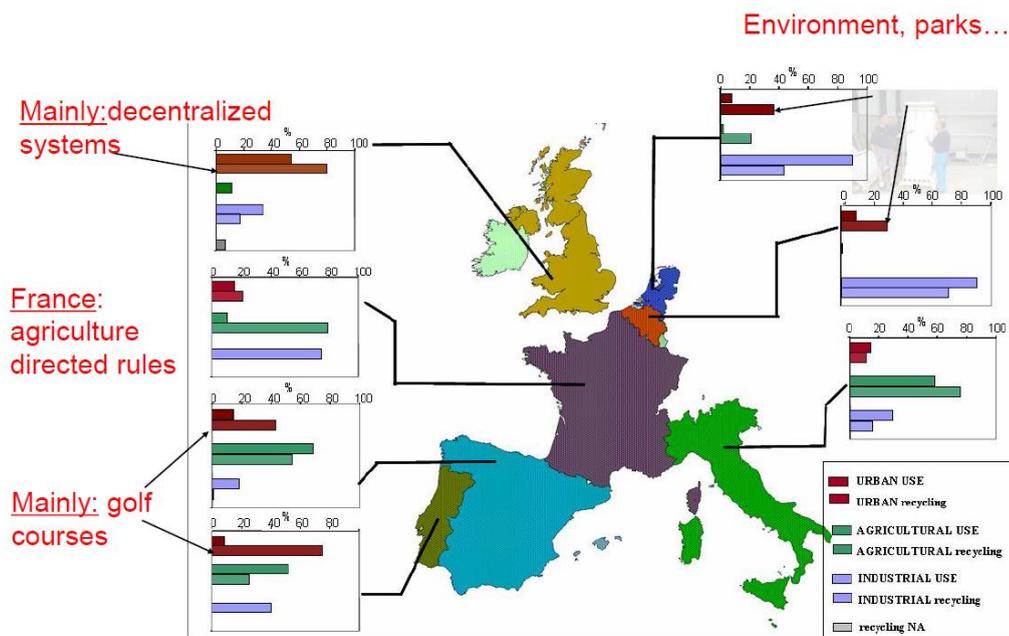


Figura 3 - Riutilizzo dell'acqua per settore

La figura 4 illustra i risultati di un modello relativo al potenziale di riutilizzo delle acque reflue dei paesi europei in una proiezione al 2025. La Spagna mostra il potenziale di riutilizzo di gran lunga più alto, i calcoli suggeriscono un valore di oltre 1 200 Mm³ / a. Sia l'Italia che la Bulgaria presentano un potenziale di riutilizzo stimato di circa 500 Mm³ / a. Le valutazioni di riutilizzo dell'acqua per la Turchia ammontano a 287 Mm³ / anno, mentre Germania e Francia potrebbero potenzialmente riutilizzare rispettivamente 144 e 112 Mm³ / anno.

Portogallo e Grecia rappresentano un potenziale di riutilizzo inferiore a 100 Mm³ / a (67 e 57 M³ / anno, rispettivamente). Complessivamente, le stime suggeriscono un potenziale di riutilizzo dell'acqua pari a 3 222 Mm³ / anno (Hochstrat et al., 2005; TYP SA, 2013).

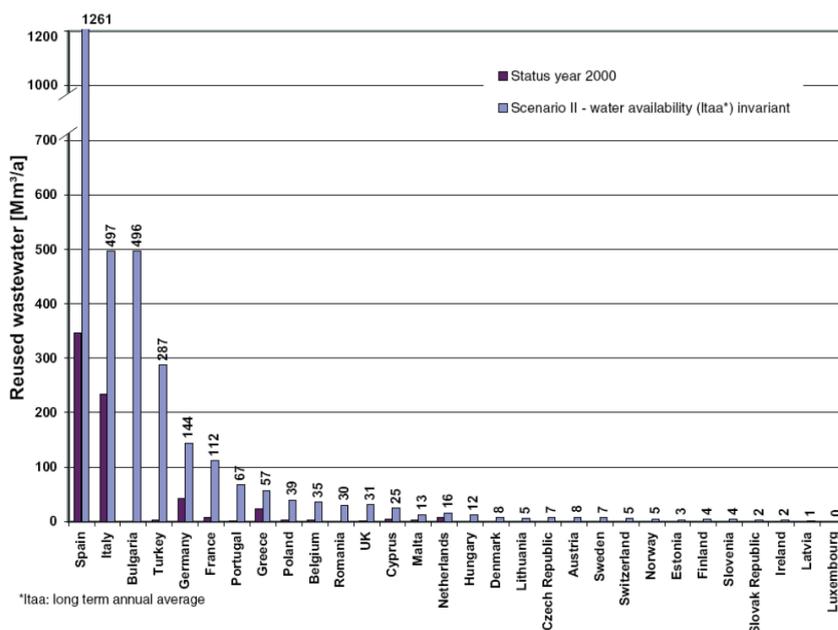


Figura 4 - Risultati del modello relativo al potenziale di riutilizzo delle acque reflue dei paesi europei nella proiezione al 2025 (TYP SA, 2013)

Tuttavia, l'uso di acqua rigenerata può presentare alcuni rischi per la salute pubblica, a causa del suo contenuto microbiologico, e per l'ambiente per l'introduzione di alcuni contaminanti. Per esempio, attualmente c'è un aumento di consapevolezza riguardo agli inquinanti emergenti, in particolare per quanto riguarda i propositi relativi alla ricarica dell'acquifero. Pertanto, per garantire pratiche sicure è auspicabile un piano di gestione del rischio, e ciò ha portato allo sviluppo di linee guida e regolamenti per l'uso sicuro delle acque reflue trattate in un numero crescente di paesi. Alcune organizzazioni internazionali e nazionali hanno sviluppato linee guida di riferimento per le applicazioni di riutilizzo dell'acqua (Tabella 1).



Tabella 1.

Linee guida per il riutilizzo dell'acqua sviluppate da organizzazioni internazionali

Organizzazione	Linee guida	Commenti
Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO – OMS)	“Linee Guida per l’uso sicuro delle acque di scarico, escrezioni e acque grigie” (2006)	Volume 1: Politiche e aspetti regolamentari Volume 2: Uso delle acque di scarico in agricoltura Volume 3: Uso di escrezioni e acque grigie in agricoltura
Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP)	“Linee Guida per il riutilizzo di acque di scarico urbane nella regione del Mediterraneo” (2005) “Sviluppo di indicatori di <i>performance</i> per le operazioni e la manutenzione di impianti i trattamento delle acque reflue e per il riutilizzo delle acque di scarico” (2011)	
Programma decennale sulle Acque delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Capacità (UNW-DPC)	Atti del progetto delle Nazioni Unite sulle acque “Uso sicuro delle acque di scarico in agricoltura” (2013)	
International Organization for Standardization (ISO)	ISO/TC82 Riuso delle Acque (in corso di sviluppo)	Standardizzazione del riuso delle acque di qualsiasi tipo e per qualsiasi impiego. Copre entrambi i casi di riuso delle acque centralizzato e decentralizzato, e il caso di riuso <i>on-site</i> , diretto ed indiretto, altrettanto come i casi di riuso intenzionale e involontario. Lo scopo della ISO/PC 253 (riuso delle acque trattate per l’irrigazione è integrato nel nuovo Comitato proposto. Escluso: il limite di qualità ammissibile nel riuso delle acque, che dovrebbe essere determinato dai governi, dall’OMS e da altre Organizzazioni competenti
Organizzazione per l’Alimentazione e l’Agricoltura (FAO)	“Qualità delle Acque in Agricoltura” (1994)	

Va notato che alcune di queste linee guida si applicano alle acque reflue urbane di impianti di trattamento delle acque reflue municipali, o di altro tipo, che hanno un apporto limitato di acque reflue industriali. La ISO / TC 282 sta sviluppando diversi standard incentrati sul riutilizzo industriale.



Sebbene queste linee guida non siano né obbligatorie né giuridicamente vincolanti, la loro adozione costituisce un obiettivo condiviso e consente flessibilità nel rispondere a diverse circostanze a livello regionale e locale.

In Europa, non esistono linee guida o regolamenti a livello di Unione Europea (UE).

Nonostante la mancanza di criteri di riutilizzo dell'acqua (Figura 2) a livello dell'UE, diversi Stati membri e regioni autonome hanno elaborato un proprio quadro legislativo, regolamento o linee guida per le applicazioni dello riutilizzo dell'acqua.

I seguenti paesi hanno prodotto gli standard più completi, sviluppati specificamente per le pratiche di riutilizzo dell'acqua ed emessi dagli Stati membri dell'UE: Cipro, Grecia, Spagna, Francia, Italia e Portogallo (Tabella 2).

Tabella 2.

Principali standard relative allo riutilizzo dell'acqua dagli Stati membri dell'UE

Paese	Riferimento regolamentare	Istituzione emittente
Cipro	Legge 106 (I) 2002 Controllo dell'inquinamento di Acque e suolo e Regolamenti associati KDP 772/2203, KDP 269/2005*	Ministero dell'Agricoltura, Risorse Naturali e Ambiente Dipartimento dell'Ambiente
Francia	JORF num. 0153, 4 luglio 2014 Ordinanza del 2014 relativa all'uso delle acque di scarico urbano trattate per irrigazione delle colture e delle aree verdi	Ministero della Salute Pubblica Ministero dell'Agricoltura, Alimentazione e Pesca Ministero dell'Ecologia, Energia e Sostenibilità
Grecia	CMD No 145116 Misure, Limiti e Procedure per il riuso di acque trattate	Ministero dell'Ambiente, Energia e Cambiamento Climatico
Italia	DM 185/2003 Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue	Ministero dell'Ambiente Ministero dell'Agricoltura Ministero della Sanità
Portogallo	NP 4434 2005 Uso delle acque urbane rigenerate per l'irrigazione	Istituto Portoghese per la Qualità
Spagna	RD 1620/2007 Quadro legale per il riuso delle acque di scarico trattate	Ministero dell'Ambiente Ministero dell'Agricoltura, Alimentazione e Pesca Ministero della Salute

* Il KDP 269/2005 è stato sostituito dal decreto ministeriale degli impianti di trattamento delle acque reflue di piccola scala ≤ 2000 p.e (n. 379/2015). Il Decreto codice di buone prassi in agricoltura (n. 263/2007). Il regolamento sul controllo dell'inquinamento idrico (Discharge of Urban Waste Water) del 2003 (n. 772/2003) include gli obblighi previsti dalla direttiva UWWTD 91/271 / CEE nella legislazione nazionale.

Gli standard di Cipro, Francia, Grecia, Italia e Spagna sono ricompresi nella legislazione nazionale come regolamenti / decreti ministeriali. In Portogallo, le norme sul riutilizzo dell'acqua consistono in linee guida, che sono generalmente prese in considerazione dal governo nazionale in fase di rilascio delle autorizzazioni di riutilizzo dell'acqua nel paese. Tuttavia, attualmente l'uso di questa linea guida



è stato sostituito dalle norme ISO già pubblicate, come la ISO 16075 - Linee guida per l'uso di acque reflue trattate per progetti di irrigazione.

Tutte le norme esaminate si riferiscono al riutilizzo delle acque reflue urbane e industriali, ad eccezione delle norme di Cipro e Portogallo che si riferiscono solo alle acque reflue urbane.

Per quanto riguarda Cipro, le norme si riferiscono ai requisiti di qualità per le acque trattate utilizzate per l'irrigazione prodotte da impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2.000 a.e.

Gli standard devono essere confrontati con attenzione poichè gli aspetti trattati dalla normativa di ciascuno Stato membro non risultano omogenei.

In generale, le norme comprendono i seguenti criteri:

- Usi previsti
- Parametri analitici
- Valore limite massimo consentito per ogni parametro
- Protocolli di monitoraggio
- Ulteriori misure preventive per la protezione della salute e dell'ambiente

Gli usi previsti dalle norme esaminate sono riassunti nella Tabella 3.

La maggior parte delle norme è destinata ad applicazioni agricole, urbane e industriali.



Tabella 3 - Utilizzi previsti per il riuso dell'acqua nell'ambito delle norme degli Stati membri dell'UE.

Uso Previsto per le acque rigenerate	Cipro	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Irrigazione di giardini privati						X
Alimentazione dei sanitari (WC)				X		X
Irrigazione aree verdi urbane (parchi, campi sportivi e simili)	X	X	X	X	X	X
Pulizia stradale			X	X		X
Compattazione del terreno			X			
Idranti anti-incendio			X	X*		X
Lavaggio veicoli industriali				X		X
Irrigazione prodotti ortofrutticoli per consumo a crudo	X	X	X	X	X	X
Irrigazione prodotti ortofrutticoli non per consumo a crudo	X	X	X	X	X	X
Irrigazione di pascoli per bestiame da carne o latte		X	X	X	X	X
Acquacoltura						X
Irrigazione di piante senza il contatto dell'acqua rigenerata con frutta destinata al consumo umano	X	X	X	X	X	X
Irrigazione di fiori ornamentali senza il contatto dell'acqua rigenerata con il prodotto		X	X	X		X
Irrigazioni di colture per uso industriale non alimentare, foraggio, cereali	X	X	X	X	X	X
Acqua di processo e per lavaggio in industrie diverse da quella alimentare			X	X**		X
Acqua di processo e per lavaggio in industrie alimentari			X	X**		X
Torri di raffreddamento e condensatori ad evaporazione			X	X		
Irrigazione di campi da golf	X	X	X	X	X	X
Laghetti ornamentali senza accesso del pubblico			X			
Ricarica degli acquiferi attraverso percolamento localizzato	X		X			X
Ricarica degli acquiferi per iniezione diretta	#		X			X
Irrigazione di boschi ed aree verdi non accessibili al pubblico	X	X	X	X	X	X
Silvicoltura						X
Usi ambientali (mantenimento di aree umide, flusso ecologico e simili)						X

* solo per usi industriali.

** L'acqua di recupero non può essere utilizzata a diretto contatto con alimenti, prodotti farmaceutici o cosmetici.

A Cipro, gli effluenti trattati vengono riutilizzati per la ricarica della falda utilizzando bacini di ricarica, ma non sono coperti dagli standard. In questo caso, nei permessi di scarico dei reflui sono stabiliti ulteriori obblighi di monitoraggio.



I parametri analitici per il riutilizzo dell'acqua inclusi nelle norme esaminate sono riassunti nella Tabella 4. Le norme comprendono parametri microbiologici e fisico-chimici.

Per quanto riguarda i parametri microbiologici, tutte le norme includono un indicatore batterico per monitorare la qualità dell'acqua recuperata, ma l'indicatore selezionato non è sempre lo stesso. I regolamenti di Spagna, Cipro, Francia, Grecia e Italia hanno individuato E. coli come indicativo di batteri patogeni. Negli ultimi anni questo indicatore è stato utilizzato per sostituire l'uso di coliformi totali e coliformi fecali perché riflette in modo più preciso il comportamento dei batteri patogeni nell'acqua (Ashbolt et al., 2001).

Per quanto riguarda i parametri fisico-chimici, tutti gli standard rispecchiano i requisiti di diverse direttive europee come la direttiva 91/271 / CEE sulla qualità dello smaltimento degli effluenti trattati, le direttive 2008/105 / CE e 2013/39 / UE sugli standard di qualità ambientale, e Direttiva 91/676 / CEE relativa all'inquinamento delle acque dovuto ai nitrati. Oltre a questo, alcuni standard includono parametri aggiuntivi o valori limite più rigidi.

Tabella 4 - Parametri analitici inclusi nelle norme esaminate per il riuso delle acque

Parametri analitici	Cipro	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Parametri Microbiologici						
Escherichia Coli	X	X	X	X		X
Coliformi fecali					X	
Coliformi totali			X			
Enterococchi fecali		X				
Legionella sp.						X*
Salmonella sp.				X		X*
Batteri solfato-riducenti		X				
Uova di elminti (nematodi intestinali)					X	X
Batteriofagi F-specifici		X				
Parametri chimico-fisici						
Solidi Sospesi Totali (TSS)	X	X	X	X	X**	X
Torbidità			X			X
Domanda Biochimica di Ossigeno (BOD)	X		X	X		X**
Domanda Chimica di Ossigeno (BOD)	X	X		X		X**
pH	X		X	X	X**	
Metalli pesanti e metalloidi	X		X	X	X**	X*
Conduttività elettrica (EC)	X		X	X	X**	X*
Solidi totali disciolti (TDS)			X		X**	
Rapporto di adsorbimento del Sodio (SAR)			X	X	X**	X*
Cloro (Cl, cloruro)	X		X	X	X**	X*
Forme di Azoto (Totale, N-NO ₃ , N-NH ₄)	X		X	X	X**	X*
Fosforo Totale	X		X	X	X**	X*
Bicarbonato			X			
Sostanze tossiche incluse le sostanze prioritarie			X**	X	X**	X**

* solo per determinati usi o metodi di irrigazione.

** in base alla legislazione relativa esistente.



A Cipro, i parametri fisico-chimici includono anche i FOG (Fats, Oils and Grease – Grassi Oli e Lubrificanti), il boro e il cloro residuo. Secondo il decreto ministeriale relative agli impianti di trattamento delle acque reflue di piccola scala ≤ 2000 pe (n. 379/2015), metalli pesanti, TN e TP e anche tutti gli altri parametri specificati nella direttiva 2006/118 / CE sulle acque sotterranee sono monitorati solo per immissioni in corpi idrici sotterranei. In questo caso la frequenza è prima dello scarico e ogni mese durante il periodo di immissione. I valori limite sono gli stessi di quelli specificati nella direttiva sulle acque sotterranee.

I valori limite massimi consentiti per la maggior parte dei parametri inclusi negli standard valutati sono riportati nella Tabella 5. L'intervallo di valori dipende dal tipo di utilizzo dell'acqua recuperata. L'Italia, la Spagna, la Grecia e Cipro utilizzano propri valori limite per alcuni parametri come metalli pesanti e parametri agronomici (ad esempio SAR, nutrienti).

Per quanto riguarda Cipro, i seguenti valori limite e parametri si riferiscono ai requisiti di qualità per le acque trattate utilizzate per l'irrigazione prodotte da impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2.000 a.e. che includono anche ulteriori obblighi di monitoraggio quando l'effluente terziario viene immesso nelle acque sotterranee (durante il periodo invernale) tenendo conto delle norme specificate nella direttiva 2006/118 / CE sulle acque sotterranee. Inoltre, nelle autorizzazioni allo scarico riguardanti le acque trattate dagli impianti di trattamento delle acque reflue ≥ 2.000 a.e sono stabiliti ulteriori obblighi di monitoraggio.

Tabella 5 - Valori limite massimi in base all'uso previsto per i parametri inclusi negli standard di riutilizzo dell'acqua valutati – Parametri Microbiologici

Parametri analitici	Cipro #	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Parametri Microbiologici						
Escherichia Coli (cfu/100ml)		250-10 ⁵	5-200	10		0-10 ⁴
Coliformi fecali (cfu/100ml)					100-10 ⁴	
Coliformi totali (cfu/100ml)			2			
Enterococchi fecali (riduzione di log)		2-4				
Legionella sp. (cfu/100ml)						0-10 ³
Salmonella sp.				Assenza		Assenza
Batteri solfato-riducenti (riduzione di log)		2-4				
Uova di elminti (nematodi intestinali) (uova/l)					1	0,1
Batteriofagi F-specifici ((riduzione di log)		2-4				



Tabella 5 (Segue) Valori limite massimi in base all'uso previsto per i parametri inclusi negli standard di riutilizzo dell'acqua valutati – Parametri Microbiologici

Parametri analitici	Cipro #	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Parametri Chimico-Fisici						
Solidi Sospesi Totali (TSS) (mg/l)		15	2-35	10	60	5-35
Torbidità (NTU)			2-no limit			1-15
Domanda Biochimica di Ossigeno (BOD) (mg/l)			10-25	20		
Domanda Chimica di Ossigeno (COD)		60		100		
pH			6,5-8,5	6,0-9,5	6,5-8,4	
Conduttività elettrica (EC) (dS/m)			3,0	3,0	1,0	3,0
Solidi totali disciolti (TDS) (mg/l)			2000		640	
Rapporto di adsorbimento del Sodio (SAR)			12*	10	8	6
Cloro (Cl, cloruro) (mg/l)			350	250	70	
Forme di Azoto (Totale, N-NO ₃ , N-NH ₄) (mg/l)			30	15		10**
Fosforo Totale (mg/l)			1-2	2		2**
Biocarbonato (HCO ₃)			500			

vedi tavola 5a

* in funzione del valore della conducibilità elettrica

** solo per la ricarica dell'acquifero e usi ricreativi

*** riduzione di log minima richiesta

Tabella 5 a – Cipro: Valori limite massimi secondo l'uso previsto per i parametri inclusi nelle norme di riuso dell'acqua esaminate

Parametri	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	FOG mg/l	E.Coli /100 ml	pH	Conduttività μS/cm	Cl mg/l	B mg/l	Cloro residuo mg/l
Frequenza	mensile	mensile	mensile	mensile	mensile	mensile	mensile	annuale	annuale	mensile
Tutte le colture ed aree verdi (a)	10	70	10	5	5	6,5 - 8,5	2,500	300	1	2
Vegetali da mangiare cotti (b)	10	70	10	5	50	6,5 - 8,5	2,500	300	1	2
Prodotti per consumo umano ed aree verdi con limitato accesso del pubblico	25	125	35	5	200	6,5 - 8,5	2,500	300	1	2
Coltivazioni per alimentaz. animale	25	125	35	5	200	6,5 - 8,5	2,500	300	1	2
Piante industriali	25	125	35	5	200		2,500	300	1	2

Per quanto riguarda la frequenza delle analisi, anche se ci sono variazioni relative ai parametri e ai tipi di utilizzo (Tabella 6), le normative spagnola e greca generalmente stabiliscono protocolli di monitoraggio più severi rispetto agli altri paesi considerati.



Tuttavia, le diverse norme esistenti nei paesi europei sopra citati consistono generalmente in soluzioni adatte ad ogni scopo, dove la singola variabile è l'uso previsto. Tuttavia, per promuovere la transizione verso una strategia di economia circolare, è necessario un approccio olistico che tenga in considerazione gli usi finali e condizioni di degrado ambientale. Di conseguenza, recentemente la Commissione europea ha adottato una proposta di regolamento per stabilire standard minimi di qualità per l'irrigazione agricola che promuova l'adozione di soluzioni adatte per la salute umana e l'ambiente. Questo approccio consente di selezionare il livello di trattamento adeguato e la migliore soluzione tecnologica, in quanto consente di fornire un maggiore volume di acque reflue trattate a un costo inferiore rispetto alle altre opzioni. Per l'irrigazione agricola, un regolamento UE con un approccio che consideri lo specifico impiego e la gestione del rischio comporterebbero i maggiori benefici ambientali, economici e sociali rispetto ad altre opzioni.

Questo regolamento proporrà requisiti minimi per il riutilizzo delle acque trattate dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, coprendo elementi microbiologici (ad esempio, livelli di batteri di E. coli) e requisiti di monitoraggio di routine e di validazione, per garantire che l'acqua rigenerata prodotta in secondo le nuove regole sia sicura per scopi irrigui. Comprenderà anche le basi per un piano di gestione del rischio ove tutti i rischi aggiuntivi devono essere considerati affinché il riutilizzo dell'acqua sia sicuro e, infine, si prevede un aumento della trasparenza, dal momento che il pubblico avrà accesso *online* alle informazioni sulle pratiche di riuso nei propri Stati Membri.

Tabella 6 - Frequenza delle analisi secondo i parametri e l'uso previsto dalle norme per il riuso dell'acqua esaminate - Parametri Microbiologici

Parametri analitici	Cipro	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Parametri Microbiologici						
Escherichia Coli		1/sett. 1/due sett. 1/mese	4/sett. 2/sett. 1/sett.	X		3/sett. 2/sett. 1/sett.
Coliformi fecali					X	
Coliformi totali			7/sett. 3/sett.			
Enterococchi fecali		1/sett. 1/due sett. 1/mese				
Legionella sp.						3/sett. 1/mese
Salmonella sp.				X		1/due sett. 1/mese
Batteri solfato-riducenti		1/sett. 1/due sett. 1/mese				
Uova di elminti (nematodi intestinali)					X	1/sett. 1/due sett.
Batteriofagi F-specifici (riduzione di log)		1/sett. 1/due sett. 1/mese				



Tabella 6 (Segue) - Frequenza delle analisi secondo i parametri e l'uso previsto dalle norme per il riuso dell'acqua esaminate - Parametri Chimico-Fisici

Parametri analitici	Cipro	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna
Parametri Chimico-Fisici						
Solidi Sospesi Totali (TSS)		1/sett. 1/due sett. 1/mese	24/anno 12/anno 4/anno	X	X	1/giorno 1/sett.
Torbidità			4/sett. 2/sett.			1/giorno 1/sett. 2/sett.
Domanda Biochimica di Ossigeno (BOD)			24/anno 12/anno 4/anno	X		
Domanda Chimica di Ossigeno (BOD)		1/sett. 1/due sett. 1/mese		X		
Metalli pesanti e metalloidi			12/anno 4/anno 2/anno 1/anno	X	X	1/due sett. 1/mese
pH			2/anno 1/anno	X	X	
Conducibilità elettrica (EC) (dS/m)			2/anno 1/anno	X	X	1/due sett. 1/mese
Solidi totali dissolti (TDS) (mg/l)			2/anno 1/anno		X	
Rapporto di adsorbimento del Sodio (SAR)			2/anno 1/anno	X	X	1/due sett. 1/mese
Cloruri			2/anno 1/anno	X	X	
Azoto totale, fosforo totale			24/anno 12/anno 4/anno	X	X	1/sett. 1/mese

Vedi Tabella 5a

X: frequenza stabilita dai responsabili del processo di recupero dell'acqua, in conformità con le autorità

Nella tabella che segue sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati membri partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.



Pratiche attuali di riutilizzo dell'acqua

Italia	<p>60% agricoltura; 25% energia e settori industriali; 15% settore civile.</p> <p>Riutilizzo non consentito: uso potabile; contatto diretto con cibi crudi; irrigazione di aree verdi aperte al pubblico.</p> <p>La legislazione non regola il riutilizzo delle acque reflue all'interno della stessa fabbrica o consorzio industriale che l'ha prodotta.</p> <p>Nessuna distinzione tra tipi di riutilizzo, che impiegano gli stessi limiti restrittivi chimici e microbiologici.</p>
Portogallo	<p>Irrigazione di campi da golf, agricoltura e supporto agli ecosistemi.</p> <p>Nuova legislazione per l'uso di acque reflue trattate in fase di sviluppo.</p> <p>I progetti di riutilizzo dell'acqua necessitano del permesso dell'Agenzia portoghese per l'ambiente. Gli standard di qualità sono selezionati in base agli standard ISO e viene applicato un approccio multi barriera per ridurre i rischi per la salute umana e l'ambiente circostante.</p>
Malta	<p>Irrigazione nel settore agricolo.</p> <p>Una rete di distribuzione è stata creata appositamente per distribuire acqua depurata ai campi in tutta l'isola. E' inoltre a disposizione degli agricoltori un numero di punti di distribuzione per prelevare acqua tramite autobotti.</p> <p>È predisposto un sistema di carte prepagate per regolare la distribuzione dell'acqua. Gli agricoltori beneficiano di un approvvigionamento idrico più sicuro, anche durante periodi di siccità quando altre fonti di irrigazione potrebbero non essere disponibili.</p>
Cipro	<p>51,4% irrigazione; 16,1% nelle falde acquifere per irrigazione; 27,6% in letto asciutto per infiltrazione; 1,5% in diga per irrigazione.</p> <p>Acqua riutilizzata in agricoltura; solo durante il periodo invernale, quando la domanda di irrigazione è limitata, una piccola quantità viene scaricata in mare; adatta per la maggior parte delle colture come quelle per mangimi per animali, ulivi, alberi di agrumi, aree verdi. Non consentita per verdure a foglia, fragole, bulbi e condimenti consumati crudi, patate e barbabietole.</p> <p>L'uso di fanghi da impianti di trattamento delle acque reflue per scopi agricoli è regolato dalla legge.</p>
Regno Unito	<p>Irrigazione di campi da golf, parchi e giardini, lavaggio auto, raffreddamento, piscicoltura e industria. Più del 40% della domanda totale di acqua è per scopi domestici. Di questa quantità, il 30% viene utilizzato per lo scarico dei servizi igienici.</p> <p>Il Regno Unito ha solo un contesto regolamentare emergente per il settore di riutilizzo diretto o pianificato e norme specifiche per i casi di non riuso. L'impianto di trattamento delle acque reflue di Langford nel sud-est dell'Inghilterra è uno delle poche forme organizzate di riutilizzo.</p>
Turchia	<p>I requisiti tecnologici per il recupero delle acque reflue sono correlati all'uso previsto dell'acqua da recuperare. Se le acque reflue urbane devono essere utilizzate nell'irrigazione agricola o in aree verdi, è necessaria la disinfezione. In caso di recupero diretto o indiretto, sono necessarie ulteriori alternative di trattamento come la tecnologia a membrana, il carbone attivo e l'ossidazione avanzata.</p>
Paesi Bassi	<p>Per stimolare il riutilizzo dell'acqua viene tassato l'uso di acqua dolce di falda, mentre l'uso di acque reflue trattate prevede l'applicazione di uno sconto.</p> <p>Nonostante queste misure, attualmente due grandi settori utilizzano solo acqua dolce di falda: agricoltura e stoccaggio di energia termica nelle città, dato che non vi è alcuna carenza di acqua dolce di falda ad incentivare queste attività allo riutilizzo possano riutilizzare acque sotterranee trattate.</p> <p>Esempi di riutilizzo dell'acqua: area di orticoltura Nieuw-Prinsenland, riciclaggio delle acque di serra, industria galvanica.</p>



Tecnologie attuali/BAT

Quando le acque reflue trattate devono essere riutilizzate, è necessario un ulteriore trattamento al fine di ridurre al minimo i rischi sanitari e ambientali e garantirne la qualità e l'idoneità all'uso previsto. Il trattamento aggiuntivo è chiamato *trattamento di affinamento (reclamation treatment)* e viene effettuato in impianti di risanamento (WRP) come processo aggiuntivo nell'impianto di trattamento delle acque reflue. L'obiettivo principale del trattamento di affinamento è rimuovere agenti patogeni e contaminanti chimici.

Le tecnologie di affinamento possono essere classificate come intensive (convenzionali) e tecnologie estensive (non convenzionali) (tabella 7):

- Le tecnologie intensive sono caratterizzate dalla necessità di grandi quantità di energia e di spazio minimo. Sono processi artificiali accelerati che possono essere modificati rapidamente se necessario. Inoltre, hanno bisogno di personale altamente specializzato per operazioni e manutenzione;
- Le tecnologie estensive, al contrario, richiedono una grande quantità di terreno perché utilizzano matrici ambientali e fanno affidamento su processi naturali per il trattamento delle acque, pertanto i processi si verificano a tassi quasi naturali e il fabbisogno energetico è molto basso. Queste tecnologie richiedono anche livelli bassi, ma molto importanti, di funzionamento e manutenzione.

Ogni tecnologia di affinamento ha le sue caratteristiche e di solito è necessario utilizzare una combinazione di due o più tecnologie per raggiungere i livelli di qualità dell'acqua richiesti. La scelta della tecnologia di affinamento deve tenere conto di diverse premesse, quali la qualità e la quantità di acqua da affinare, la qualità finale richiesta per l'uso specifico, il costo economico e l'impatto ambientale.

Tabella 7 – Tecnologie di affinamento intensive ed estensive

Tecnologie intensive	Tecnologie estensive
<i>Sistemi Fisico-Chimici (coagulazione-flocculazione-filtri a sabbia)</i>	<i>Bacini di stabilizzazione delle acque di scarico (bacini di maturazione, serbatoi di stabilizzazione)</i>
<i>Tecnologie a membrana (ultrafiltrazione, osmosi inversa, bioreattori a membrana)</i>	<i>Fitodepurazione (a flusso verticale, a flusso orizzontale)</i>
<i>Contattori biologici rotanti Tecnologie di disinfezione (radiazione ultravioletta, biossido di cloro, ozono, acido peracetico)</i>	<i>Sistemi di infiltrazione-percolazione</i>

Il concetto di Best Available Technique (BAT), definito nella direttiva sulle emissioni industriali (IED), può essere applicato alle tecnologie di affinamento. Il termine BAT implica la selezione della tecnica più adeguata esistente sul mercato per un obiettivo specifico, che sia tecnicamente ed economicamente sostenibile e abbia il minor impatto ambientale. I BAT reference documents (BREF) si concentrano in particolare sulla gestione delle risorse idriche nei settori pertinenti e coprono anche il riciclaggio delle acque industriali (ad esempio per il settore chimico).

È essenziale disporre di un'ampia conoscenza dell'efficienza delle diverse tecnologie di affinamento e delle loro combinazioni. Per quanto riguarda l'efficienza e l'affidabilità delle tecnologie di affinamento, sono necessarie ulteriori ricerche su:



- l'efficienza e l'affidabilità dell'impianto di trattamento delle acque reflue (trattamento secondario), al fine di consentire alle tecnologie di affinamento di essere più efficienti nel trattamento degli effluenti secondari;
- tecnologie estensive nei paesi in cui è più probabile che queste tecnologie siano appropriate (ad esempio, i paesi del Mediterraneo);
- generazione di capacità di rimozione e sottoprodotti mediante tecnologie di disinfezione;
- ricerca su scala industriale con reali condizioni operative dell'impianto di trattamento delle acque reflue e WRP (la maggior parte della ricerca sulle tecnologie di affinamento fino ad oggi è stata effettuata su scale di laboratorio e pilota).

Una volta che l'acqua è stata affinata, è generalmente necessario erogarla al punto di utilizzo. Ai fini della sua distribuzione, l'acqua affinata deve essere immagazzinata ed erogata utilizzando sistemi di stoccaggio ed erogazione che possono influire microbiologicamente e chimicamente sulla qualità dell'acqua. Questo è il motivo per cui i piani di riutilizzo dell'acqua devono coprire l'intero sistema, dalla WRP al punto di utilizzo.

È probabile che un sistema di riutilizzo dell'acqua abbia molte possibili opzioni di progettazione: tipo e grado di trattamento, numero e posizione delle stazioni di pompaggio, numero, dimensioni e ubicazione dei serbatoi di stoccaggio, nonché disposizione e dimensioni delle reti di condotte di distribuzione. Questi elementi possono essere combinati in un numero molto grande di opzioni di progettazione, anche per sistemi apparentemente piccoli. La pianificazione degli schemi di riutilizzo dell'acqua è pertanto estremamente complessa e richiede un sistema di supporto alle decisioni (Decision Support System - DSS) che aiuti nel processo di pianificazione.

Si è riscontrato un fattore limitante per i sistemi di riciclaggio delle acque di fascia alta, in quanto usualmente impiegano tecnologie a membrana e consumano notevoli quantità di energia. Nel prossimo futuro, probabilmente la principale sfida che il settore dello riutilizzo dell'acqua potrebbe dover affrontare è lo sviluppo di nuovi processi che consumino meno energia e / o ne migliorino il recupero.

Tuttavia, l'impegno per un progetto di riutilizzo dell'acqua non dovrebbero concentrarsi solo sulla migliore tecnologia disponibile, che potrebbe portare alla promozione di soluzioni "su misura" che potrebbero non essere economicamente fattibili. Quindi, un nuovo concetto importante è l'approccio *fit-for-purpose* (adattato allo specifico impiego) che comporta la produzione di acqua affinata di qualità tale da soddisfare le esigenze degli utenti finali senza compromettere la salute umana e l'ambiente circostante. L'uso di strumenti di gestione del rischio è fondamentale per favorire la definizione della soluzione tecnica più adatta per ogni progetto di riutilizzo dell'acqua. L'uso combinato di soluzioni tecnologiche adeguate con ulteriori misure di minimizzazione del rischio consentirà lo sviluppo di progetti di riutilizzo dell'acqua fattibile e affidabile, con la produzione di acqua sicura a un prezzo inferiore, rispettando i principi dell'economia circolare.

Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati membri partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.



Tecnologie attuali/BAT

Italia	<p>Il trattamento di affinamento o terziario prevede un'ulteriore fase del trattamento di purificazione da effettuare dopo il trattamento primario e il trattamento secondario di un impianto di depurazione, con l'obiettivo di migliorare le caratteristiche dell'effluente con gli obiettivi di riutilizzo sopra descritti.</p> <p>Le tecniche di affinamento che possono essere utilizzate sono abbastanza ben definite e sono principalmente orientate alla rimozione degli SS e all'abbattimento del BOD₅. Principalmente si usano: microfiltri; filtri lenti a sabbia; filtri rapidi a sabbia; filtri a ghiaia su vasche di sedimentazione secondaria; trattamento a contatto su carbone attivo.</p>
Portogallo	<p>La maggior parte degli attuali progetti prevede la fase di disinfezione per produrre acqua di qualità corrispondente all'uso previsto. I più comuni metodi di disinfezione presenti sono la radiazione UV e prima di ciò una fase di filtrazione quale filtrazione a sabbia o microfiltrazione. Ove giustificato, viene applicata una fase di post-clorurazione per prevenire la ricontaminazione e / o nuovo sviluppo microbico nei sistemi di distribuzione. Per i progetti in fase di sviluppo, nuove tecnologie come le membrane di ultrafiltrazione sono in fase di test. Per alcuni effluenti industriali, alcuni piccoli progetti per la produzione di acqua per usi interni prevedono l'osmosi inversa.</p>
Malta	<p>Nuova acqua viene prodotta dall'affinamento delle acque reflue trattate che sono state finora portate sino alla qualità di balneazione e smaltite in mare. È un processo a tre fasi che comprende ultrafiltrazione, osmosi inversa, ossidazione avanzata e trattamento UV. Prima di essere erogata viene aggiunta anche calce al fine di aumentare il livello di minerali.</p>
Cipro	<p>Gli impianti di trattamento delle acque sono dotati di trattamento terziario, costituito da filtrazione a sabbia e clorazione, al fine di ottenere caratteristiche di qualità superiore per riutilizzare le acque reflue trattate in agricoltura. Alcuni dei recenti impianti sono dotati di tecnologie avanzate come i bioreattori a membrane e la disinfezione UV. Per il trattamento dei fanghi vengono utilizzate tecnologie di trattamento convenzionali. Il fango viene quindi utilizzato come fertilizzante in agricoltura.</p>
Regno Unito	<p>Il trattamento iniziale consiste in trattamento primario e trattamento biologico secondario mediante i filtri percolatori e fango attivo.</p> <p>Processo di trattamento avanzato nell'impianto di trattamento delle acque reflue di Langford: rimozione chimica del fosforo; denitrificazione biologica; nitrificazione biologica; Disinfezione UV.</p> <p>Applica il trattamento di osmosi inversa.</p>
Turchia	<p>Gli effluenti degli impianti di trattamento sono utilizzati per l'irrigazione in parchi e giardini e utilizzati in bacini di stabilizzazione per scopi agricoli. Un esempio di applicazione MBR è l'impianto di trattamento delle acque reflue del comune di Konacik (città di Muğla).</p>
Paesi Bassi	<p>La depurazione delle acque reflue urbane e industriali in un impianto di trattamento delle acque reflue comunale consiste nei seguenti passaggi.</p> <p>1a fase: rimozione di materiale grossolano prime come carta igienica, legno, ecc; Rimozione di sabbia; Prima sedimentazione di materia organica.</p> <p>2 ° fase: trattamento anaerobico con fango attivo; Trattamento aerobico con aria dissolta.</p> <p>3a fase: rimozione di fosfato e azoto.</p> <p>La 4 ° fase non è ancora generalmente praticata. In questa fase i trattamenti delle acque reflue potrebbero essere svolti utilizzando: filtri per sabbia, ozono, ultrafiltrazione.</p> <p>Non è permesso usare il fango degli impianti di trattamento delle acque reflue su terreni agricoli senza trattamento.</p>



Pratiche previste di riutilizzo dell'acqua negli Stati membri / ostacoli al riutilizzo dell'acqua

Nonostante le applicazioni di riuso delle acque già sviluppate in molti paesi, un certo numero di ostacoli impediscono ancora, in Europa, una diffusa applicazione del riutilizzo idrico su scala globale. Il superamento di tali ostacoli potrà verificarsi se le strategie di riutilizzo delle acque reflue saranno adottate su di una scala più ampia e più efficace rispetto allo stato attuale, sviluppando l'enorme eco-potenziale di innovazione in termini di tecnologie e servizi legati al riciclaggio dell'acqua nell'industria, nell'agricoltura e in ambito urbano. I principali impedimenti individuati sono:

- Regolamenti/linee guida sul riutilizzo dell'acqua incoerenti o inadeguati, con conseguenti ritardi ed errori di valutazione;
- Alcuni ostacoli commerciali nell'Unione Europea per prodotti agricoli prodotti con acqua rigenerata, dal momento che una volta sul mercato comune il livello di sicurezza adottato nei paesi produttori può non essere considerato sufficiente nei paesi importatori
- Metodi incoerenti e inaffidabili per identificare e ottimizzare le tecnologie di trattamento appropriate delle acque reflue per applicazioni di riuso, che siano in grado di bilanciare le contemporanee esigenze di uso di processi sostenibili;
- Basso prezzo dell'acqua fresca se comparato a quello dell'acqua rigenerata in particolare e, secondariamente, alto costo del trattamento per la produzione di acqua adatta al riuso. (barriera economica).
- Distanza tra gli impianti di trattamento delle acque e i siti nei quali l'acqua viene utilizzata
- Difficoltà di definizione e selezione di tecniche efficaci di monitoraggio e di tecnologie per l'intero sistema;
- Importanti problemi per una valutazione attendibile dei rischi/benefici per la salute pubblica e l'ambientale del riutilizzo idrico, su diverse scale geografiche;
- *Business model* per sistemi di riutilizzo dell'acqua e mercati per l'acqua rigenerata poco sviluppati
- Scarsa propensione a livello pubblico e di governo verso il riutilizzo dell'acqua;
- Limitata capacità delle istituzioni di formulare e riconoscere giuridicamente misure per il riciclaggio e il riutilizzo;
- Mancanza di incentivi finanziari per i sistemi di riutilizzo.

Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati membri partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.



Prassi previste di riutilizzo dell'acqua

Italia	L'uso di acque reflue per scopi irrigui o industriali si è verificato quasi esclusivamente in situazioni di "emergenza idrica" come mancanza di disponibilità idrica e alta domanda di acqua in porzioni limitate del territorio destinate all'agricoltura intensiva. Solo negli ultimi anni si è iniziato a pianificare il riutilizzo delle acque reflue con una visione più ampia, tenendo conto dei vantaggi indiretti di questa pratica come beneficio ambientale nell'evitare gli scarichi e nella possibilità di non utilizzare acque qualitativamente migliori, come in particolare le acque sotterranee.
Portogallo	Il Portogallo sta sviluppando un nuovo regolamento per l'uso dell'acqua rigenerata, una nuova strategia di governance per promuovere il riutilizzo dell'acqua e anche una linea guida per chiarire i processi amministrativi e le questioni tecniche come le metodologie di valutazione del rischio, la scelta di livelli di trattamento adeguati o i piani di monitoraggio per acque rigenerate e ambiente. Si prevede che una nuova strategia di governance promuova un approccio olistico, dal recettore all'acqua riutilizzata, e conseguentemente aumenti l'uso di acque reflue trattate.
Malta	Acqua rigenerata da utilizzare per tutte le colture destinate al consumo umano / zootecnico, alle colture non alimentari e alle aree verdi pubbliche. Questa acqua sarà utilizzata anche nell'industria, a condizione che non venga effettuato alcun contatto diretto con prodotti alimentari, farmaceutici o cosmetici, come nelle stazioni di lavaggio auto, torri di raffreddamento, caldaie e probabilmente lavanderie.
Cipro	Cipro applica uno schema di ricarica dell'acquifero ove l'acqua riutilizzata ricarica la falda attraverso bacini superficiali appositamente costruiti. L'acqua, dopo la depurazione naturale, viene utilizzata per l'irrigazione. Il pompaggio viene eseguito in modo controllato in modo da massimizzare il tempo di ritenzione nella falda acquifera.
Regno Unito	Gli enti normativi inglesi sostengono e incoraggiano i servizi idrici a considerare il riutilizzo indiretto degli effluenti come un'opzione per aumentare l'approvvigionamento idrico pubblico laddove si prevedano deficit. Esistono numerosi metodi di riutilizzo degli effluenti proposti nell'attuale serie di piani di gestione delle risorse idriche.
Paesi Bassi	Gli sviluppi sul riutilizzo delle acque reflue si concentrano sull'utilizzo di diversi componenti delle acque reflue urbane quali: carta da cellulosa, fosfato per uso in fertilizzanti, proteine per uso alimentare di animali domestici (attualmente non è permesso), produzione di energia dai fanghi, uso di materiali grezzi in nuovi prodotti.



Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

Italia	I principali ostacoli sono di carattere: infrastrutturale; economico; agronomico; sanitario (batteri, virus e parassiti).
Portogallo	Percezione negativa sull'uso delle acque reflue, che deve essere contrastata da solide campagne educative e da risultati positivi di progetti reali. Distanza tra gli impianti di trattamento e il sito di utilizzo dell'acqua. Barriere economiche legate al basso prezzo dell'acqua fresca rispetto alle acque reflue trattate.
Malta	Le percezioni del pubblico che possono generare timore di pericoli nel consumo di cibo irrigato con acqua rigenerata. Fattibilità economica generale per il gestore dell'impianto di rigenerazione per recuperare i costi prima e operare con profitto poi.
Cipro	Uno dei principali ostacoli inizialmente era il costo. Questo è stato il motivo che ha portato all'imposizione di sussidi sostanziali per le risorse idriche rigenerate, per incoraggiarne una più ampia diffusione. La decisione sulla posizione geografica di un impianto di trattamento delle acque reflue, tra gli altri parametri, prende in considerazione la presenza di agricoltura nell'area per minimizzare la lunghezza delle reti e il consumo energetico necessario per pompare l'acqua rigenerata.
Regno Unito	I principali ostacoli sono: salute umana, ambiente, percezione, regolamentazione, proprietà, carbonio e costi di sistema.
Paesi Bassi	La legislazione sulla sicurezza alimentare attualmente non consente il riutilizzo dei prodotti di recupero delle acque reflue urbane. La legislazione europea e locale sul riutilizzo delle acque reflue urbane trattate ha considerato le acque reflue industriali e urbane come rifiuti e non come materia prima. Pertanto, il riutilizzo è possibile solo dopo una procedura di "End of Waste". Residui di medicinali e ormoni nelle acque reflue trattate. Tecniche economicamente fattibili per pulire l'acqua ad uno standard sicuro.



Attuali requisiti di qualità per l'irrigazione e rapporti con le indicazioni del JRC (Requisiti Europei)

Come già noto, tra gli Stati membri nei quali viene praticato il riutilizzo dell'acqua, sono stati elaborati degli standard da Cipro, Francia, Grecia, Italia, Portogallo e Spagna. In tutti i paesi, ad eccezione del Portogallo, questi standard sono giuridicamente vincolanti. Tutti gli standard riguardano le pratiche di riutilizzo dell'acqua per l'irrigazione agricola di colture e frutteti e tutti, tranne Cipro, riguardano il riutilizzo delle acque per l'irrigazione dei pascoli.

La ricarica della falda acquifera (mediante dispersione superficiale o iniezione diretta) è considerata un uso consentito solo a Cipro, in Grecia e in Spagna.

Molti degli standard elaborati a livello di Stati membri sono stati informati dalle linee guida 2006 dell'OMS sul riutilizzo delle acque, dalle linee guida ISO sull'uso sicuro delle acque reflue per l'irrigazione e dagli approcci normativi in altri paesi (ad esempio Australia, Israele, USA), ma anche da specifiche considerazioni. In generale, c'è poca omogeneità tra le norme sul riutilizzo dell'acqua proposte dai singoli Stati membri dell'UE. Pertanto, vi è preoccupazione che questa mancanza di requisiti omogenei possa creare ostacoli commerciali per i prodotti agricoli irrigati con acqua rigenerata e una percezione che vi siano diversi livelli di sicurezza per pratiche di irrigazione simili (JRC, 2014).

Per superare questo problema e promuovere il riutilizzo dell'acqua come elemento centrale del piano d'azione dell'UE per l'economia circolare, il Joint Research Centre (JRC) ha chiesto alla Commissione Europea di elaborare una proposta tecnica per i requisiti minimi di qualità per il riutilizzo dell'acqua nell'irrigazione agricola e per la ricarica delle falde sotterranee. Le conclusioni del JRC sono state pubblicate in una bozza preliminare nell'ottobre 2016; dopo diverse approssimazioni e consulenze fornite dal Comitato Scientifico su Salute, Ambiente e Rischi Emergenti (SCHEER) e dall'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA), i risultati e i requisiti proposti sono stati rivisti a giugno 2017 (JRC, 2017). I principali requisiti di qualità delle acque per il riutilizzo dell'irrigazione agricola proposti nella relazione del JRC sono riassunti nelle tabelle A e B.

Tabella A - standard minimi di qualità per il riutilizzo delle acque nell'irrigazione (JRC, 2017)

Qualità dell'acqua rigenerata	Tecnologia target indicativa	Criteri di qualità				
		E. Coli (cfu/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	Solidi Sospesi Totali (mg/l)	Torbidità (NTU)	Criteri aggiuntivi
Classe A	Trattamento secondario, filtrazione e disinfezione (trattamenti dell'acqua avanzati)	≤ 10 o inferiore al limite di quantificazione	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella spp.</i> : <1000 cfu/l ove non vi sia rischio di nebulizzazione nelle serre
Classe B	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 100	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	-	Nematodi intestinali (uova di elminti)
Classe C	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 1000	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	-	≤ 1 uovo/l Per l'irrigazione di pascoli o foraggiere per bestiame
Classe D	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 10000	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	In accordo con la Direttiva 91/271/EEC	-	



Tabella B - Classi di qualità delle acque reflue depurate e usi agricoli associati (JRC, 2017)

Categoria di coltura	Classe dell'acqua rigenerata	Metodo di irrigazione
Ortaggi per consumo a crudo ove la porzione edibile è in contatto diretto con l'acqua rigenerata Radici commestibili	Classe A	Ammessi tutti i metodi di irrigazione
Ortaggi per consumo a crudo ove la porzione edibile è fuori terra Ortaggi per consumo a crudo con buccia (buccia rimossa prima del consumo)	Classe A Classe B	Ammessi tutti i metodi di irrigazione
	Classe C	Irrigazione a goccia solamente
Colture non alimentari incluse vegetali per alimentazione di animali per la produzione di latte o carne	Classe A Classe B	Ammessi tutti i metodi di irrigazione
	Classe C	Irrigazione a goccia solamente
Industriale, energia, colture a semina	Classe A Classe B Classe C Classe D	Ammesse tutte le tecniche di irrigazione

Nella tabella C è rappresentato un confronto tra gli standard di riutilizzo dell'acqua dei singoli Stati membri (JRC, 2014) con le norme proposte nella relazione del JRC (2017) e i requisiti di qualità per l'acqua di irrigazione per far fronte al rischio microbico nei prodotti freschi proposti dalla Commissione UE (2017).

Tabella C - Confronto dei valori limite massimi adottati dal JRC (2014), dalla Commissione UE (2017) e dal JRC (2017)

Parametri analitici	Cipro #	Francia	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna	Comm. Europea (2017) ^o	Rapporto JRC (2017)
E. Coli (cfu/100 ml)	5-10 ³	250-10 ⁵	5-200	10	-	0-10 ⁴	100-10 ⁴	10 - 10 ⁴
E.coli (log)	-	-	-	-	-	-	-	>5
Coliformi fecali (cfu/100 ml)	-	-	-	-	100-10 ⁴	-	-	-
Enterococchi (log)	-	≥2 - ≥4	-	-	-	-	-	-
Spore anaerobiche solfato riducenti(log)	-	≥2 - ≥4	-	-	-	-	-	-
Spore clostridium perf. (log)	-	-	-	-	-	-	-	>5
Batteriofagi (log)	-	≥2 - ≥4	-	-	-	-	-	-
Colifagi F-specifici (log)	-	-	-	-	-	-	-	>6
TSS (mg/l)	10-30	15	2-35	10	60	5-35	-	10-35
Torbidità (NTU)	-	-	2 - no limit	-	-	1-15	-	5
BOD ₅ (mg/l)	10-70	-	10-25	20	-	-	-	10-25
COD (mg/l)	70	60	-	100	-	-	-	-
Azoto totale (mg/l)	15	-	30	15	-	10	-	-

Nota: *Comunicazione della Commissione relativa agli orientamenti per la gestione dei rischi microbiologici nei prodotti ortofrutticoli freschi a livello di produzione primaria mediante una corretta igiene (Commissione Europea 2017)

Per quanto riguarda Cipro, questa tabella fa riferimento al vecchio decreto ministeriale (n. 269/2005) che è stato sostituito dal decreto ministeriale degli impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2000 p.e (n. 379/2015).



Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati membri partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.

Attuali requisiti di qualità

Italia	Gli standard italiani di cui al D.M. 185/2003 includono i valori limite massimi per i parametri fisico-chimici che devono essere soddisfatti per tutti gli usi previsti di acque depurate. Alcuni parametri hanno valori limite simili a quelli designati per l'acqua potabile, anche se l'acqua recuperata viene utilizzata per usi come l'irrigazione di aree verdi. Per quanto riguarda gli usi industriali, i valori limite dovrebbero, come minimo, rispettare i valori limite stabiliti per gli scarichi idrici nelle acque superficiali (D.Lgs. 152/2006).
Portogallo	Ai fini dell'irrigazione, il Portogallo sta già utilizzando i requisiti di qualità proposti nella ISO 16075. Ad ogni progetto di irrigazione, secondo gli usi finali, viene proposta una classe A, B, C o D combinata con diverse misure di minimizzazione, secondo il principio <i>multi-barriera</i> . Le barriere sono scelte in base al principio della barriera equivalente come descritto negli standard ISO 16075, EPA e WHO.
Malta	Malta produce acqua di riciclo di classe A che può essere utilizzata per tutte le colture alimentari, comprese le radici commestibili consumate a crudo e colture alimentari in cui la parte commestibile è a diretto contatto con l'acqua rigenerata. Tutti i metodi di irrigazione sono consentiti.
Cipro	I requisiti di qualità per l'acqua trattata utilizzata per l'irrigazione dipendono solitamente dal tipo di scarico, dalla qualità del relativo corpo idrico, dalle colture irrigate, dalla sensibilità dell'area e dalle dimensioni degli impianti di trattamento delle acque reflue. Decreto ministeriale impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2.000 p.e (n. 379/2015).
Regno Unito	Nel Regno Unito non esistono regolamenti specifici per il riutilizzo degli effluenti. Le più importanti normative che riguardano direttamente il riutilizzo degli effluenti sono la direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane, la direttiva quadro sulle acque e le norme DWI (Drinking Water Inspectorate) per l'acqua potabile. Attualmente non esistono linee guida ufficiali del Regno Unito sulla qualità dell'acqua che può essere utilizzata nell'irrigazione agricola.
Turchia	Il Comunicato circa metodi tecnici per impianti di trattamento delle acque reflue definisce i criteri per l'uso irriguo delle acque reflue depurate e le classifica in classe A e classe B. può essere consentita, in funzione della categoria, l'irrigazione di determinati tipi di piante e aree. Le prescrizioni definiscono la qualità chimica dell'acqua di irrigazione, fornendo anche informazioni sulla sensibilità delle piante che verranno irrigate con acque reflue trattate.
Paesi Bassi	Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per il riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è consentito dalla legge.



Valutazione del rischio (concetti chiave per l'ambiente)

Una delle maggiori preoccupazioni sul riutilizzo dell'acqua è la sua sicurezza per la salute umana e dell'ambiente. Il contatto diretto o indiretto con l'acqua depurata può avere implicazioni sanitarie per gli individui, indipendentemente dal fatto che siano o meno gli utilizzatori dell'acqua recuperata, in riferimento all'intera catena dall'impianto di trattamento ai consumatori (in caso di irrigazione agricola) o pubblica. Tali conseguenze sulla salute possono essere moderate in alcuni casi e gravi in altre e proseguire per un breve, moderato o lungo periodo. Anche l'ambiente deve essere protetto, poiché l'acqua rigenerata può contenere inquinanti emergenti o altri contaminanti che possono presentare un rischio per altre matrici ambientali, ad esempio la salinizzazione dei terreni.

Quindi, quando si riutilizza l'acqua, è essenziale proteggere la salute umana ed ambientale. Un approccio basato sulla gestione del rischio è il modo migliore per raggiungere questo obiettivo. Tale approccio è stato adottato nell'industria idrica nelle ultime edizioni delle linee guida australiane sull'acqua potabile e delle Linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la qualità dell'acqua potabile (WHO, 2004), che incorpora questo approccio nei suoi piani di gestione del rischio, denominati Water Safety Plan (WSP).

Le linee guida internazionali sul riutilizzo dell'acqua emesse da parte dell'OMS e dell'Australia (WHO, 2006; NRMCC-EPHC-AHMC, 2006) raccomandano lo sviluppo di un piano di gestione del rischio simile al WSP per i sistemi di riutilizzo dell'acqua: i Water Reuse Safety Plans (WRSP), che sono specifici quando vi è una chiara evidenza di un percorso, ad esempio, un contatto diretto, ma meno efficaci quando non esistono dati per altri tipi di scenari, come la maggior parte degli usi non potabili. Per far fronte a questi, recentemente è stato pubblicato lo standard ISO 20426:2018, Linee guida per la valutazione e la gestione del rischio per la salute per il riutilizzo dell'acqua non potabile.

Un strumento di gestione del rischio è un procedimento mezzo sistematico che consente di garantire la sicurezza e l'accettabilità delle pratiche di riutilizzo dell'acqua. Questo strumento deve anche essere sufficientemente flessibile da essere applicato a tutti i tipi di sistemi di riutilizzo dell'acqua, indipendentemente dalle dimensioni e dalla complessità e incorpora diversi elementi interconnessi, ciascuno dei quali supporta l'efficacia degli altri. Poiché la maggior parte delle difficoltà associate ai progetti di riutilizzo dell'acqua deriva da una combinazione di fattori, questi devono essere affrontati insieme per garantire una fornitura sicura e sostenibile di acqua rigenerata.

Questo piano include in genere quattro requisiti:

1. Uso responsabile delle acque di recupero: coinvolgimento delle autorità con competenze in materia di approvvigionamento idrico, gestione delle acque reflue e protezione della salute pubblica;
2. Requisiti normativi e formali: identificazione di tutte le normative, linee guida e requisiti locali pertinenti;
3. Partnership e coinvolgimento degli stakeholder: identificazione di tutte le autorità con responsabilità e di tutte le parti interessate che influenzano le attività di riutilizzo dell'acqua;
4. Politica delle acque depurate: sviluppo di una politica sulle acque depurate, permessi e contratti specifici con gli utenti finali.

Il piano di gestione del rischio viene utilizzato per sviluppare un piano di gestione o di sicurezza che descrive come il sistema di depurazione dell'acqua deve essere fatto funzionare, monitorato e gestito. Per lo sviluppo di un piano di gestione del rischio dovrebbe essere costituito un gruppo multidisciplinare di individui con esperienza e competenza adeguate nella protezione della salute pubblica e ambientale che sia in grado di comprendere le componenti del sistema di riutilizzo dell'acqua e si trova in condizione favorevole per valutare i rischi associati.

Un approccio di gestione del rischio comporta l'identificazione e la gestione dei rischi in modo proattivo, piuttosto che la semplice reazione quando sorgono problemi.

Nell'applicare questo approccio alla depurazione dell'acqua, un passaggio cruciale consiste nell'eseguire una valutazione del rischio in cui il primo passo consiste nel considerare sistematicamente tutti i pericoli che l'acqua di recupero potrebbe potenzialmente porre alla salute umana o ambientale, individuare i molti percorsi di contaminazione e tutti i possibili scenari.



Una volta identificati i pericoli e i percorsi, il rischio associato a ciascun pericolo viene valutato stimando la probabilità e le conseguenze del suo verificarsi. Il passo successivo è quello di identificare le misure per controllare o ridurre al minimo il rischio che possono essere applicate direttamente alla fonte del pericolo, al suo percorso, al recettore del rischio.

Per caratterizzare il livello di rischio possono essere applicati approcci quantitativi, semi-quantitativi e qualitativi, a seconda della disponibilità dei dati relativi ai pericoli, ai percorsi e ai recettori.

L'approccio proposto dall'OMS, ovvero il *Quantitative Microbiological Risk Assessment (QMRA)*, è molto utile quando possono essere presenti usi potabili e assunzione diretta dell'acqua. D'altronde, è stata prestata minore attenzione agli usi non potabili e per i quali gli effetti dose-risposta non sono ben noti o non determinati. Ad esempio, di solito l'irrigazione a goccia viene utilizzata nella produzione di frutta, dove l'acqua non entra in contatto con i frutti e alcuni di questi non vengono consumati con la buccia. Quindi, il percorso microbiologico dall'acqua al frutto non è facilmente valutabile. In questa situazione sono disponibili solo approcci semi-quantitativi o qualitativi.

L'istituzione di programmi di monitoraggio per garantire che le misure preventive funzionino efficacemente sono necessarie nel corso della vita del progetto per garantire che il rischio sia mantenuto il più basso possibile. I programmi di monitoraggio possono essere distinti in tre categorie: validazione, eseguito una volta (inizialmente) per garantire che il progetto soddisfi i requisiti di progettazione, monitoraggio operativo per considerare la complessità dei sistemi operativi e la funzionalità infrastrutturale, e un monitoraggio di verifica, per convalidare la qualità dell'acqua del punto di vista dei requisiti legali.

Dal piano di gestione del rischio dovrebbe derivare un impianto basato sui principi di gestione del rischio che consenta di garantire che il sistema fornisca costantemente acqua rigenerata di qualità adeguata all'uso previsto, con un rischio minimo ragionevolmente praticabile per la salute umana e l'ambiente.

Va sottolineato che l'implementazione del piano di gestione del rischio porterà alla soluzione più idonea in base agli usi previsti e all'ambiente circostante, e quindi al progetto più economicamente praticabile e promuoverà anche migliori obiettivi in termini di risorse a più lungo termine.

Il piano di gestione del rischio non è citato nella regolamentazione degli Stati membri come strumento che gli stessi devono applicare. Ma talvolta alcuni suoi elementi sono previsti. Nella normativa di alcuni Stati Membri compaiono parametri fisico-chimici supplementari, principalmente in relazione a parametri agronomici, mentre i requisiti minimi di qualità proposti raccomandano l'applicazione di una valutazione del rischio per derivarne indicazioni aggiuntive per il monitoraggio in base alle condizioni locali

	JRC	Cipro	Francia	Grecia	Italy	Portogallo	Spagna
Tutte le categorie							
Applicazione di elementi da un contesto di gestione del rischio	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
Elementi applicati	Tutti gli elementi	Barriere multiple	Barriere multiple, monitoraggio di validazione	Barriere multiple		Barriere multiple	Barriere multiple
Parametri chimico-fisici addizionali e valori limite	Sulla base dei risultati dell'analisi di rischio	Si	No	Si	Si	Si	Si
Parametri		Metalli pesanti, nutrienti		Metalli pesanti, nutrienti, sostanze organiche	Metalli pesanti, nutrienti, sostanze organiche	Metalli pesanti, nutrienti, sostanze organiche	Metalli pesanti, nutrienti



Requisiti aggiuntivi inclusi negli standard degli Stati Membri e nei requisiti minimi proposti per il riutilizzo dell'acqua nell'irrigazione agricola.

Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.

Valutazione del rischio (esempi e metodologie applicate)

Italia	Il piano di gestione del rischio non è menzionato nella normativa italiana come uno strumento che deve essere applicato dal Paese, ma sono considerati parametri fisico-chimici aggiuntivi come metalli pesanti, sostanze nutrienti e sostanze organiche.
Portogallo	Il Portogallo sta preparando un nuovo regolamento per il riutilizzo dell'acqua per diversi scopi oltre all'irrigazione agricola nel quale sarà compreso un approccio di gestione del rischio. Tuttavia, l'attuale processo di autorizzazione prevede già parte di questo concetto e alcuni lavori di ricerca sono condotti con approcci semiquantitativi per usi non potabili.
Malta	La Water Services Corporation, in qualità di gestore dell'impianto di depurazione di Malta, redigerà un piano di gestione del rischio di riutilizzo dell'acqua basato su azioni chiave di gestione del rischio. I piani di sicurezza per il riutilizzo dell'acqua devono coprire l'intero sistema, dall'impianto di depurazione fino al punto di utilizzo.
Cipro	Il Comitato Tecnico valuta i potenziali effetti ambientali delle attività di sviluppo pianificate relative alla progettazione, costruzione e gestione di sistemi fognari e di impianti di trattamento delle acque reflue urbane, nonché la gestione delle acque reflue trattate, per identificare e valutare gli impatti positivi e negativi per l'ambiente e la salute pubblica.
Regno Unito	La valutazione dell'impatto ambientale e la valutazione delle opzioni di qualsiasi sistema di riutilizzo degli effluenti proposto è importante per proteggere l'ambiente, e altri interessi, da eventuali impatti negativi delle modifiche alle portate e alla qualità dell'acqua che il riutilizzo degli effluenti può causare. Esaminare i costi e i benefici per fornire raccomandazioni per ridurre al minimo gli impatti negativi. Sarà necessario un approccio appropriato basato sul rischio per il monitoraggio della qualità dell'acqua e la caratterizzazione del bacino di raccolta delle acque reflue per informare le decisioni sui test di qualità dell'acqua potabile.
Turchia	Il piano di valutazione del rischio non è menzionato nella normativa turca quale strumento che deve essere applicato dal paese.
Paesi Bassi	Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per la valutazione del rischio per il riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito.



Monitoraggio

Lo sviluppo e l'attuazione di un'adeguata strategia di monitoraggio è un passo cruciale per la salute e la sicurezza ambientale di qualsiasi sistema di riutilizzo dell'acqua. Il monitoraggio può essere effettuato per una serie di scopi e per ciascun obiettivo specifico devono essere selezionati parametri diversi. Gli obiettivi principali dei programmi di monitoraggio sono:

1. Protezione della salute umana;
2. Protezione dell'ambiente contro gli effetti avversi (fonti naturali di acqua e suolo);
3. Prevenzione degli effetti negativi sulle colture (colture alimentari e non);
4. Prevenzione dell'integrità dei sistemi di distribuzione (ad es.: prevenzione dell'intasamento del sistema di irrigazione).

Per un sistema di riutilizzo dell'acqua, in funzione dell'uso previsto, dovrebbero essere implementati almeno due tipi di programmi di monitoraggio, ovvero il monitoraggio operativo e il monitoraggio della conformità o di verifica. Quando sono presenti usi sottoposti a regolamentazione più stringente, come nel caso di usi che richiedono un'acqua con un alto livello di qualità, dovrebbe essere eseguito anche un monitoraggio di validazione.

Per assicurare prestazioni adeguate del sistema per lo riutilizzo dell'acqua, al fine di fornire il livello richiesto di qualità dell'acqua rigenerata, è necessario definire un protocollo di monitoraggio operativo che definisce le procedure operative per tutte le attività e i processi applicati all'interno dell'intero sistema di riutilizzo dell'acqua, in modo da assicurare che tutte le misure preventive implementate per controllare i pericoli operino in modo efficace. Un programma di monitoraggio operativo di solito include parametri che possono essere facilmente misurati e fornisce un'indicazione immediata delle prestazioni delle misure preventive, per consentire una risposta rapida (ad esempio residui di disinfettanti e altri parametri relativi alla disinfezione o parametri in linea, come torbidità). I parametri operativi devono essere misurati in punti critici specifici e associati a limiti *target* corrispondenti per attestare l'efficacia del sistema e rilevare variazioni nelle prestazioni.

Il monitoraggio della conformità o di verifica è specificamente collegato alla necessità di proteggere la salute umana e l'ambiente. Questi programmi sono solitamente definiti dalle autorità nazionali e, idealmente, inclusi nelle autorizzazioni previste per i progetti di riutilizzo dell'acqua. I vari parametri dovrebbero essere definiti per garantire che i progetti funzionino con un livello adeguato di protezione e, pertanto, dovrebbero essere scelti per controllare i rischi derivanti da percorsi di contaminazione diretti e indiretti per l'uomo e l'ambiente, ovvero acqua (superficiale e sotterranea), suolo e / o colture. Parametri tipici nei programmi di monitoraggio di validazione sono i parametri microbiologici (ad es. E. coli, uova di elminto o legionella), materia organica (BOD5 e COD), Solidi (TSS) e sostanze nutrienti (N e P). A seconda della necessità di protezione dell'ambiente e dei risultati della valutazione del rischio, possono essere inclusi altri parametri in programmi come la salinità, la SAR o i metalli pesanti relativamente al suolo e alla protezione delle colture o, in base all'origine delle acque reflue, alcuni inquinanti emergenti.

Nella nuova proposta di regolamento europeo è previsto un programma di monitoraggio di validazione per progetti che richiedono un alto livello di qualità. Questo programma mira a garantire che le prestazioni del trattamento soddisfino tutti i requisiti di progetto. Questo tipo di programmi propone limiti *target* espressi in termini di prestazioni per specifici indicatori di microrganismi (batteri, virus e protozoi).

Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.



Monitoraggio

Italia	<p>Gli standard italiani non considerano una frequenza di analisi. Questa frequenza dovrebbe essere stabilita dai responsabili dell'impianto, in accordo con le autorità e tenendo sempre conto della variabilità delle caratteristiche dell'acqua.</p> <p>Un programma di monitoraggio potrebbe prevedere un controllo qualitativo delle acque rigenerate prima della distribuzione e nelle parcelle irrigate, con analisi del suolo e della frutta irrigati.</p>
Portogallo	<p>Ogni autorizzazione è rilasciata dall'autorità per l'acqua e definisce un programma di monitoraggio della conformità o di verifica specifico per ciascun sistema in base ai requisiti per gli usi finali e alle caratteristiche dei corpi idrici circostanti, ovvero il loro lo stato ed usi.</p> <p>Se necessario, le autorità agricole possono indicare la necessità di monitoraggio delle colture e / o del suolo.</p>
Malta	<p>Attualmente viene analizzata l'acqua di recupero per E.coli, BOD5, TSS, Torbidità e Legionella spp. due volte a settimana. Inoltre, viene anche regolarmente monitorata l'acqua prodotta dopo ogni processo, cioè l'ultrafiltrazione, l'osmosi inversa e l'ossidazione avanzata .</p> <p>Ulteriori parametri, tra cui un certo numero di sostanze organiche, inquinanti emergenti, pesticidi e metalli sono anche regolarmente analizzati nell'acqua affinata.</p>
Cipro	<p>Il monitoraggio comprende il campionamento e l'analisi dei parametri chimici, fisici e microbiologici delle acque reflue trattate quali: BOD5, COD, SS, metalli pesanti, fosforo e azoto, cloro residuo, sostanze prioritarie e patogeni.</p> <p>Ulteriori obblighi di monitoraggio sono stabiliti nell'autorizzazione per il monitoraggio delle acque sotterranee e del suolo nella zona irrigata, nonché delle acque superficiali e della falda, se pertinenti.</p>
Regno Unito	<p>La valutazione e la mitigazione del rischio di Langford, hanno richiesto anni di dati di riferimento per determinare il successo del sistema di riutilizzo. Dieci anni di monitoraggio ambientale hanno preceduto l'avvio del sistema, dimostrando che esso rispetterà l'obiettivo della Direttiva Quadro sulle Acque di "nessun deterioramento".</p>
Turchia	<p>Il Comunicato "<i>Metodi Tecnici per gli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue</i>" definisce le frequenze di monitoraggio in base a classi, da continuo, a giornaliero o settimanale.</p>
Paesi Bassi	<p>Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per il monitoraggio del riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito.</p>



Benchmarking delle buone pratiche

La valutazione delle pratiche correnti negli stati membri non consente di promuovere un benchmarking. In effetti, alcuni paesi hanno promosso una soluzione *fit-for-all* (universale, adatta per tutti i casi), ossia un'applicazione di tecnologie avanzate per fornire acque con una classe di qualità alta per uno scopo specifico, tipicamente l'irrigazione agricola (ad esempio, Malta e Cipro) e hanno promosso altre soluzioni diverse secondo gli usi previsti, come il Portogallo o la Turchia.

La soluzione *fit-for-all* può essere applicabile a bacini simili, con caratteristiche parallele e quando è presente un singolo uso finale principale. Tuttavia, quando coesistono diversi usi finali con requisiti di qualità diversi, una soluzione adattata alle specifiche esigenze presenti rappresenta un'opzione migliore poiché consente di mirare gli sforzi laddove necessario.

Un altro aspetto importante è l'esigenza di promuovere una valutazione dei rischi e un'analisi costi-benefici prima dello sviluppo del sistema, per garantire che tale sistema di trattamento sia quello che meglio si adatta ai requisiti e che sia adottato un adeguato sistema multi-barriera per mantenere i rischi per la salute umana e per l'ambiente al livello ragionevolmente più basso possibile. Tuttavia, nessun sistema attuale sembra essere stato sviluppato nell'ambito di questa strategia.

Un aspetto che necessita di ulteriori studi è anche quello della valutazione del costo del riutilizzo dell'acqua e del modo in cui gli utenti finali sono coinvolti, segnatamente per garantire pratiche percorribili secondo i principi dell'economia circolare.

Un altro aspetto critico che richiede un'analisi più approfondita è la responsabilità della qualità dell'acqua dall'uscita del sistema di trattamento fino al punto di utilizzo. Un adeguato processo di autorizzazione può aiutare le autorità a risolvere questo tema.

Pertanto, oltre all'esistenza di buone pratiche già in vigore in diversi paesi, la semplice loro adozione da parte di altri paesi potrebbe non rappresentare l'opzione migliore. Sembrano essere necessarie ulteriori ricerche sui modelli di impiego, al fine di promuovere una migliore comprensione di come, quando e dove sono applicabili le buone pratiche.

I risultati di tali approfondimenti rappresenterebbero un grande vantaggio per i futuri sviluppi dei sistemi di riutilizzo dell'acqua, come nel caso dei progetti per l'irrigazione agricola affinché tengano conto della futura regolamentazione europea. Inoltre, la conoscenza dell'uso di buone pratiche legate all'analisi costi-benefici può promuovere una reale transizione verso l'economia circolare.



Costi del riutilizzo dell'acqua

Nella maggior parte dei paesi i dati disponibili sono al momento insufficienti per generare fasce di costo, sulla base di scenari, che forniscano un'indicazione ragionevole relativa all'investimento o ai costi operativi.

Nella tabella seguente sono riepilogati alcuni esempi riferiti a tutti gli Stati membri partecipanti al presente progetto. Per dettagli vedi l'Allegato.

Costi del riutilizzo dell'acqua

Italia	I costi medi per il riutilizzo, come calcolato da ISPRA in un sondaggio su diversi impianti di trattamento italiani (impianti diversi per usi diversi: urbano, industriale, agricolo), variano tra 0,0083 e 0,48 € / m ³ . A titolo di confronto, i costi di estrazione di acqua da fiumi e corpi idrici sotterranei sono stimati in 0,015-0,2 € / m ³ . L'alto costo dell'acqua riciclata è generalmente indicato come uno dei principali ostacoli al riutilizzo dell'acqua.
Portogallo	I dati attualmente disponibili non sono sufficienti per generare fasce di costo basate su scenari che forniscano un'indicazione ragionevole dell'investimento o dei costi operativi.
Malta	La tariffa relativa al primo blocco di 2.500 m ³ per tutti i consumatori di acqua depurata altamente affinata a fini agricoli è gratuita fino al momento in cui il ministro competente per la Water Services Corporation disporrà che la tariffa indicata al sub-paragrafo (i) entri in vigore. Le fasce tariffarie per l'acqua depurata altamente affinata fornita a fini agricoli saranno applicabili su base aziendale.
Cipro	A Cipro, sin dall'inizio, l'acqua rigenerata a fini irrigui è stata fornita a un prezzo compreso tra il 33% e il 40% di quello pagato per l'acqua dolce convenzionale. Questo è stato un forte incentivo per gli utenti ad accettare l'acqua riutilizzata come nuova risorsa idrica affidabile. Il costo dell'acqua riutilizzata è sovvenzionato dal governo poiché il costo della sua produzione è molto più alto rispetto all'acqua di origine convenzionale. Questo a causa degli elevati standard di qualità richiesti.
Regno Unito	I dati attualmente disponibili non sono sufficienti per generare fasce di costo basate su scenari che forniscano un'indicazione ragionevole dell'investimento o dei costi operativi.
Paesi Bassi	Nei Paesi Bassi il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito.



Conclusioni

La crescente domanda d'acqua sta mettendo in crisi le risorse idriche a livello globale, in uno scenario di cambiamenti climatici. Queste pressioni sui corpi idrici oltre ad essere maggiormente percepite nelle aree aride o semi-aride, stanno iniziando a comparire anche ad altre latitudini, poichè lo schema geografico relativo alla scarsità delle risorse idriche sta cambiando ed è aggravato dallo scenario del cambiamento climatico. Anche le variazioni stagionali possono intensificare il consumo di acqua nei periodi in cui vi è minore disponibilità di acqua dolce e ciò influisce negativamente sul bilancio idrico. Questi aspetti critici, combinati con gli sforzi di contenimento dell'inquinamento della risorse idrica, hanno fatto delle acque trattate una fonte idonea e alternativa, soprattutto se confrontato con alternative costose come la desalinizzazione, per incrementare le risorse idriche esistenti.

Va inoltre notato che la pressione complessiva sui corpi idrici ha un impatto diretto sulla sua quantità e qualità e il riutilizzo delle acque reflue trattate potrebbe essere anche una soluzione positiva per migliorare la qualità dei corpi idrici, come ad esempio evitare lo scarico da impianti di trattamento delle acque reflue a monte di aree sensibili.

Sebbene l'uso di acqua depurata sia una pratica accettata in diversi paesi, l'adozione di soluzioni di riutilizzo dell'acqua rimane limitata rispetto al suo potenziale. Come già affermato, uno dei principali ostacoli individuati è la mancanza di armonizzazione nel quadro normativo per gestire i rischi sanitari e ambientali legati al riutilizzo dell'acqua. Per superare questo problema, l'Unione europea propone un nuovo regolamento per l'irrigazione agricola, ma altri usi non saranno regolati. Altro aspetto importante e critico è il processo di autorizzazione e l'attribuzione delle responsabilità nei diversi passaggi e fasi di un progetto di riutilizzo dell'acqua.

Il confronto tra le pratiche correnti può aiutare a identificare le migliori opzioni di gestione e autorizzazione e anche a identificare i problemi relativi alla futura regolamentazione già in una fase iniziale.

I risultati del 2018 hanno dimostrato che l'uso di acqua depurata sta aumentando la sua importanza in Europa e quindi è necessaria una migliore comprensione della pratica per evitare rischi diretti e indiretti per la salute umana e l'ambiente.

Tuttavia, dalla raccolta di risultati su casi pratici, visite in loco e confronti, è chiaro che alcuni dati sono ancora mancanti e devono essere sviluppate ulteriori ricerche. Una più profonda comprensione delle soluzioni pratiche esistenti, in particolare in termini di valutazione del rischio, sarebbero utili per chiarire il livello di rischio reale attualmente in atto.

Gli aspetti critici identificati sono relativi all'uso corrente di approcci *fit-for all* (universali, adatti per tutti i casi) in cui i progetti sono definiti dal livello della struttura di trattamento, ove tale approccio può compromettere l'attuale tendenza all'uso di approcci adattati a specifiche esigenze, in cui i requisiti di trattamento combinati con misure preventive o *barriere* (cioè l'applicazione di un concetto multibarriera) sono definiti per soddisfare le esigenze degli utenti finali e i requisiti ambientali in atto.

È necessario comprendere meglio le *best practice* per chiudere il ciclo di utilizzo dell'acqua, poiché le misure abituali come la riduzione del consumo di acqua dolce e il riutilizzo diretto possono influire su altri aspetti del ciclo, come l'aumento dei carichi nelle acque reflue prima del trattamento che possono portare a un maggiore fabbisogno di energia, maggiori emissioni di CO₂, aumento del rischio di fallimento degli impianti di trattamento e riduzione dei valori naturali. Pertanto, è necessario un approccio integrato dell'uso dell'acqua per garantirne un corretto utilizzo che contribuisca al buono stato dell'acqua e garantisca il passaggio all'economia circolare. Secondo gli attuali sviluppi del riutilizzo dell'acqua in Europa, questo progetto e i suoi risultati potrebbero essere utili per alcuni lavori della Commissione Europea in questo campo attualmente in corso.



Bibliografia

ARTA Abruzzo, ARPA Lazio, ARPA Toscana (2006), *Analisi di casi studio diversificati di riutilizzo delle acque reflue*. Italy

Ashbolt N.J., Grabow W.O.K., Snozzi M. (2001). *Indicators of microbial water quality*. In: Fewtrell, L., Bartram, J. (eds.) *Water quality: guidelines, standards and health; risk assessment and management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, London, UK.

Αναθεώρηση της Μελέτης Επιμέτρησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από τον Εμπλουτισμό του Υδροφορέα Ακρωτηρίου με Ανακυκλωμένο νερό του Αποχετευτικού συστήματος Λεμεσού – Αμαθούντας (ΤΑΥ 74/2009) – Νοέμβριος 2010, ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ.

Bixio D., Thøye C., de Koning J., Joksimovic D., Savic D., Wintgens T., Melin T. (2006). *Wastewater reuse in Europe*. *Desalination* 187, 89-101.

Cirelli (2014). *L'irrigazione con acque reflue*. Catania University. Italy

European Commission (2018). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for water reuse*. Brussels, BE.

EEA (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe*. EEA report No 1/2012. European Environment Agency, Copenhagen, DK.

EU Commission (2017). *Guidance document on addressing microbiological risks in fresh fruits and vegetables at primary production through good hygiene*. European Commission, Brussels.

FAO (2017). AQUASTAT website. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

GWl (2010). *Municipal Water Reuse Markets 2010*. Global Water Intelligence. Media Analytics Ltd. Oxford, UK.

Hochstrat R., Wintgens T., Melin T., Jeffrey P. (2005). *Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation*. *Water Supply*, 5(1), 67-75.

ISPRA (ex APAT) (2008). *Il riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale ed aspetti specifici*. Report 08-2008. Italy

ISPRA (2009). *L'ottimizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane: massimizzazione dei recuperi di risorsa (acque e fanghi) e riduzione dei consumi energetici*. Rapporto 93/2009

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-1:2015 – *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 1: The basis of a reuse project for irrigation*, International Organization for Standardization, Geneva.

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-2:2015 – *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 2: Development of the project*, International Organization for Standardization, Geneva.



International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-3:2015 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 3: Components of a reuse project for irrigation, International Organization for Standardization, Geneva.

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-4:2016 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 4: Monitoring, International Organization for Standardization, Geneva.

Italia Nostra (2014). Impianto Depurazione di Savona Riutilizzo acque reflue depurate. Italy

JRC (2014) Alcalde-Sanz L., Gawlik B. M. *Water Reuse in Europe. Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation – A synoptic overview*, EUR 26947 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, ISSN 1831-9424 (online), doi:10.2788/29234, JRC 92582.

JRC (2017) Alcalde-Sanz L., Gawlik B. M. *Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge - Towards a legal instrument on water reuse at EU level*, EUR 28962 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-77175-0, doi:10.2760/804116, JRC109291.

L.N. 210 of 2017 REGULATOR FOR ENERGY AND WATER SERVICES ACT (CAP. 545) Water Supply (Amendment) Regulations, 2017

Lamberto L. (2008), Tecniche per il riutilizzo delle acque depurate per l'approvvigionamento idrico di emergenza, Italy

NRMMC-EPMC-AHMC (2006). *Australian guidelines for water recycling: managing health and environmental risks: Phase 1*. National Water Quality Management Strategy. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council, Australian Health Ministers' Conference. Canberra, Australia.

Rebelo, A. (2018) *Modelo semi-quantitativo para avaliação de risco*. Atas do 14º Congresso da Água. Évora, Portugal.

Toscano A. (2014). Il riuso delle acque reflue in agricoltura. Workshop: Acqua e produzioni alimentari: scenari, tecnologie, politiche. Italy

TYPSA (2013). *Updated report on wastewater reuse in the European Union*. Report for DG ENV, European Commission, Brussels, BE.

WHO (2004). *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization, Geneva, CH.

WHO (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. World Health Organization, Geneva, CH.

WssTP (2013). *Water Reuse: Research and Technology Development Needs*. Water Supply and Sanitation Technology Platform Brussels, BE.



Allegato (esempi riferiti agli Stati Membri partecipanti)

Pratiche attuali di riuso dell'acqua

Italia

In Italia, al momento, la situazione del riutilizzo dell'acqua è la seguente:

- circa il 60% viene riutilizzato in agricoltura;
- circa il 25% viene riutilizzato nei settori energetico e industriale;
- circa il 15% viene riutilizzato nel settore civile.

In Italia, i regolamenti non consentono il riutilizzo per:

- uso potabile;
- contatto diretto con alimenti crudi;
- irrigazione di aree verdi aperte al pubblico.

Il Decreto Ministeriale n. 185 del 12 giugno 2003 stabilisce le regole tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali nel Paese, ai fini della protezione qualitativa e quantitativa delle risorse idriche, limitando il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sui corsi d'acqua e promuovendo il risparmio idrico attraverso l'uso multiplo di acque reflue. Secondo il Decreto, il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza per l'ambiente, evitando alterazioni degli ecosistemi, del suolo e delle colture, nonché rischi per la salute e l'igiene della popolazione. Inoltre, il riutilizzo nell'irrigazione deve essere implementato in modo da garantire il risparmio idrico.

I seguenti usi sono considerati idonei per il riutilizzo:

- uso nell'irrigazione: per l'irrigazione di colture destinate alla produzione di alimenti per il consumo umano e animale e per scopi non alimentari, nonché per l'irrigazione di aree destinate ad attività verdi o ricreative o sportive;
- uso civile: per lavare strade nei centri urbani; per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento; per l'alimentazione di reti a doppia alimentazione, separate da quelle di acqua potabile, con l'esclusione dell'uso diretto di questa acqua negli edifici per uso civile, ad eccezione dei sistemi di drenaggio dei servizi igienici;
- uso industriale: come l'uso antincendio, l'acqua di processo e di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, ad esclusione degli usi che comportano il contatto tra acque reflue recuperate e prodotti alimentari o farmaceutici e cosmetici.

Pertanto, il riutilizzo non è consentito per scopi potabili. Inoltre, il decreto non disciplina il riutilizzo delle acque reflue all'interno della stessa fabbrica o consorzio industriale che lo ha prodotto.

Il riutilizzo delle acque reflue recuperate deve essere effettuato secondo le modalità di cui all'art. 10, schematicamente sintetizzato di seguito:

- Il riutilizzo irriguo di acque reflue recuperate deve essere realizzato con modalità che assicurino il risparmio idrico e non può comunque superare il fabbisogno delle colture e delle aree verdi, anche in relazione al metodo di distribuzione impiegato; è subordinato al rispetto del codice di buona pratica agricola; gli apporti di azoto derivanti dal riutilizzo di acque reflue concorrono al raggiungimento dei carichi massimi ammissibili e alla determinazione



dell'equilibrio tra il fabbisogno di azoto delle colture e l'apporto di azoto proveniente dal terreno e dalla fertilizzazione.

- Nel caso di riutilizzi multipli (ossia per usi diversi quali quelli irrigui, civili e industriali) il titolare della distribuzione delle acque reflue recuperate deve curare la corretta informazione degli utenti sulle modalità di impiego, sui vincoli da rispettare e sui rischi connessi a riutilizzi impropri.

Il Decreto contiene i valori limite per le acque reflue recuperate all'uscita dell'impianto di trattamento.

Confrontando l'allegato al D.M. 185/2003 con il D.M. Il 2 maggio 2006, quest'ultimo aggiunge alcune novità ai paragrafi 1 e 3 riguardanti i compiti delle Regioni italiane per il monitoraggio e la definizione di alcuni valori limite di emissione. Le Regioni, infatti, stabiliscono, per ciascuna zona omogenea del proprio territorio, i parametri per i quali è obbligatorio effettuare il controllo e il monitoraggio, fissando i limiti in conformità al Decreto. Inoltre, per i parametri chimico-fisici (pH, ammoniaca, azoto, conduttività, alluminio, ferro, manganese, cloruri e solfati), le Regioni possono prevedere, sulla base delle conoscenze consolidate acquisite per i diversi usi e riutilizzo a cui le acque reflue sono destinate, limiti diversi da quelli previsti nella tabella dell'allegato, a condizione che non eccedano i limiti per lo scarico nelle acque superficiali della Tabella 3 dell'Allegato 5 della parte terza del Decreto Legislativo n. 152/2006, secondo il parere del Ministero dell'Ambiente e della protezione del territorio.

Rispetto alle normative di altri Paesi, la legislazione italiana in materia di riutilizzo agricolo o civile non prevede alcuna distinzione tra i due tipi di riutilizzo, fornendo gli stessi limiti chimici e microbiologici per entrambi i casi. Per quanto riguarda i parametri microbiologici, ad esempio, nelle normative di altri Paesi esistono anche variazioni significative dei valori limite accettati che passano dall'irrigazione di colture non alimentari all'irrigazione di colture alimentari.

Lo standard italiano presta grande attenzione al parametro microbiologico per il quale la necessità di proteggere la salute umana non è valutata in base al reale rischio di diffusione di eventi epidemiologici attraverso le acque reflue riutilizzate, ma definendo limiti particolarmente severi e considerando un numero di parametri elevati.

Un altro aspetto non coperto dalle normative di altri Paesi è la definizione dei requisiti sui trattamenti minimi richiesti in base ai tipi di riutilizzo. I limiti particolarmente restrittivi previsti dal Decreto Ministeriale 185/2003 e confermati dal Decreto del 2 maggio 2006, richiedono la necessità di effettuare trattamenti molto raffinati per raggiungere i valori richiesti. La severità dei limiti è stata messa in discussione da numerosi tecnici che ritengono che tali valori restrittivi limitino l'effettiva possibilità di riutilizzo delle acque reflue trattate.

Altri, tuttavia, giudicano positivamente l'approccio che prevede di riferirsi a una classe di qualità microbiologica delle acque reflue in modo indifferenziato per tutti gli usi, poiché i controlli sono facilitati in quanto non vi è necessità di controlli differenziati a seconda della destinazione dell'acqua riutilizzata. Ciò dovrebbe incoraggiare la diffusione della pratica del riutilizzo, oltre a garantire la sicurezza igienica in ogni caso.

In Italia, il riutilizzo delle acque reflue per uso industriale, irriguo e civile è identificato per ciascuna Regione come parte della strategia nazionale di risparmio del consumo di acqua. Il piano di protezione delle acque di ciascuna regione contiene fatti, cifre, strategie e piani futuri sul riutilizzo dell'acqua.

Come si può vedere dalla figura 5, lo riutilizzo dell'acqua varia nelle diverse regioni d'Italia. Nel Nord e nel Centro Italia il principale riutilizzo delle acque è il riutilizzo industriale e il riuso agricolo, anche in settori specializzati, mentre nel Mezzogiorno italiano consiste principalmente nel riuso agricolo.

Negli ultimi anni si assiste ad un crescente interesse per "irrigazione del paesaggio", campi da golf, ecc.

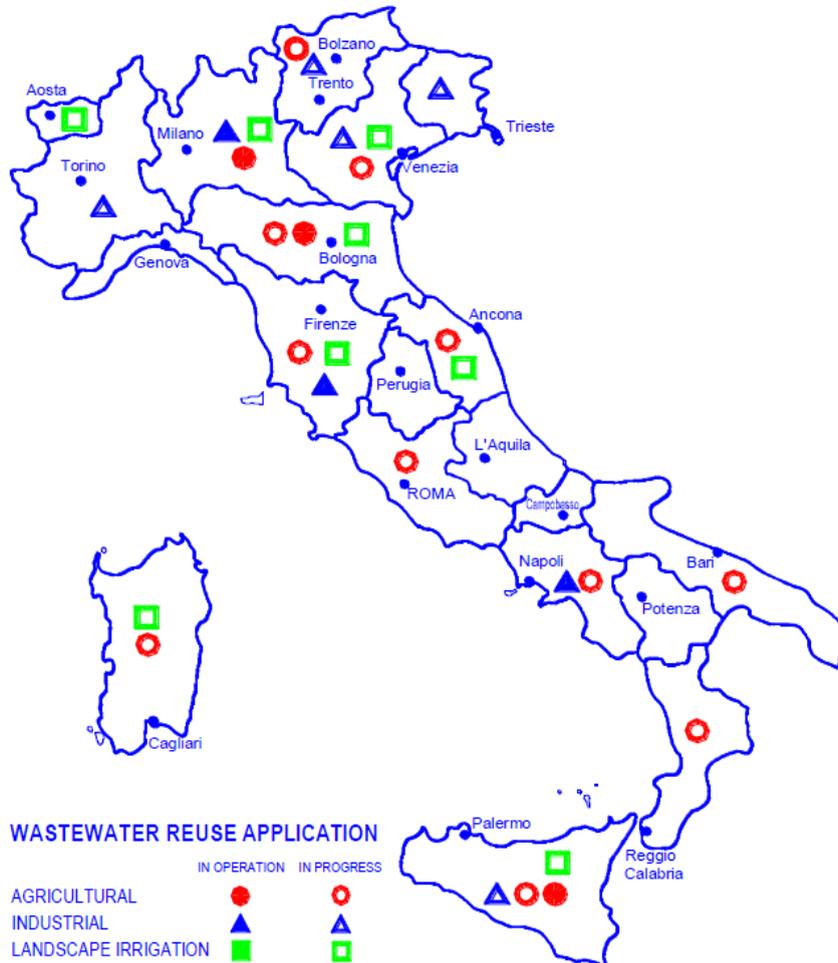


Figura 5 - Applicazione dello riutilizzo dell'acqua in Italia nel 2014 (Fonte: Catania University, prof. CIRELLI)

Come si può vedere dalla tabella 8, l'Italia utilizza principalmente le acque superficiali per l'irrigazione (70%) rispetto alle acque sotterranee (30%).

In Italia, l'area irrigabile ammonta a 3.882.202 ha, mentre l'area effettivamente utilizzata per l'irrigazione è pari a 2.471.379 ha. Come risorsa idrica alternativa, l'acqua depurata può essere utilizzata per l'irrigazione agricola per un ammontare pari al 32% quale maggiore frazione della domanda totale di riutilizzo dell'acqua a livello globale (Global Water Intelligence 2015).

Il volume di acqua depurata utilizzata in Italia, nell'anno 2006, era di 233 milioni di m³ / a (TYPISA, 2013).



Tabella 8 - Aree attrezzate per l'irrigazione con acque sotterranee o superficiali in Italia (Fonte: FAO, 2017)

Province	Area equipped for irrigation (ha)		
	total	with groundwater	with surface water
ABRUZZO	59 358	8 077	51 281
BASILICATA	80 640	17 529	63 111
CALABRIA	117 247	64 148	53 099
CAMPANIA	125 305	72 499	52 806
EMILIA-ROMAGNA	565 573	159 981	405 592
FRIULI-VENEZIA GIULIA	91 876	30 886	60 991
LAZIO	150 088	92 602	57 486
LIGURIA	11 391	2 707	8 684
LOMBARDIA	704 517	105 037	599 480
MARCHE	49 559	23 967	25 591
MOLISE	20 881	687	20 194
PIEMONTE	449 047	101 878	347 169
PUGLIA	389 617	308 116	81 501
SARDEGNA	165 707	49 937	115 770
SICILIA	209 035	101 725	107 310
TOSCANA	111 603	41 133	70 469
TRENTINO-ALTO ADIGE	61 774	15 610	46 164
UMBRIA	66 927	17 825	49 103
VALLE D'AOSTA	26 212	506	25 707
VENETO	435 845	70 931	364 914
Italy total	3 892 202	1 285 783	2 606 419

Portogallo

In Portogallo, l'interesse per il riutilizzo dell'acqua come fonte idrica alternativa sta aumentando negli ultimi anni, principalmente a causa del verificarsi di siccità, tra cui alcuni periodi di grave siccità. Tuttavia, la mancanza di una regolamentazione specifica e un accesso semplice alle acque sotterranee hanno compromesso la pratica. Pertanto, per contrastare questa situazione, è attualmente in fase di sviluppo una nuova legislazione per l'uso di acque reflue trattate per diversi scopi che dovrebbe entrare in vigore nel prossimo anno.

Tuttavia, sono stati sviluppati alcuni progetti di riutilizzo dell'acqua, in particolare nel sud del Portogallo, in Algarve, per l'irrigazione di campi da golf, alcune attività agricole, come il supporto degli agrumi e degli ecosistemi con acque reflue urbane trattate. Altro esempio di riutilizzo dell'acqua coinvolge un sistema integrato agricolo / orticolo. Anche in Algarve si stanno sviluppando diverse produzioni idroponiche di piccoli frutti rossi, in genere serre da 1 a 2 ha. Dal processo di irrigazione si producono circa 300-400 m³ all'anno di acqua drenata (dalla quale nella stagione secca si producono da 100 a 200 m³). Queste acque sono ricche di sostanze nutritive e, pertanto, sono combinate con altre fonti d'acqua (acque superficiali o sotterranee) per irrigare altre colture nelle aree circostanti, come alberi di agrumi, alberi di melograno o siepi. Con questa simbiosi, circa il 15% del fabbisogno totale di irrigazione, a luglio, viene soddisfatto dal riutilizzo dell'acqua. Anche il consumo di fertilizzanti chimici è ridotto (≈10-12% in P e N).

Secondo la legge portoghese, un progetto di riutilizzo dell'acqua necessita di un'autorizzazione rilasciata dall'autorità per l'acqua, l'Agenzia per l'ambiente portoghese, che in precedenza comportava un parere formale delle autorità sanitarie e agricole per l'irrigazione delle colture e solo dall'autorità sanitaria pubblica per irrigazione di aree verdi pubbliche, come parchi verdi o campi sportivi e ricreativi. Gli standard di qualità consegnati in ogni permesso sono attualmente selezionati secondo gli standard ISO e un approccio multi-barriera è applicato per ridurre i rischi per la salute umana e l'ambiente circostante. Alcuni esempi di barriere applicate sono il tipo di sistema di



irrigazione, il programma di irrigazione, la post-disinfezione o la distanza dalle aree residenziali. Ove giustificato, è richiesto il monitoraggio dei corpi idrici riceventi, acque sotterranee o superficiali.

Uno dei migliori esempi di progetto di riutilizzo dell'acqua in Portogallo è l'irrigazione di un campo da golf e il mantenimento di un ecosistema a partire da un unico impianto di trattamento, denominato Albufeira Poente, con una capacità di 140000 a.e. Ogni giorno, una media di 14500 m³ di scarico terziario viene utilizzata per irrigare il percorso di golf e la portata rimanente è utilizzata per mantenere un laghetto, classificato come paesaggio protetto ai sensi della direttiva sugli habitat, che rappresenta un'importante area di nidificazione al fine di proteggere specie di uccelli. Un'altra buona pratica è stata la preparazione di un'area verde pubblica per un festival musicale, "Rock in Rio 2018", a Lisbona. Per garantire la sicurezza per il pubblico e per i lavoratori, l'irrigazione dell'erba è stata effettuata poche settimane prima dell'evento e solo durante i periodi notturni per evitare il contatto diretto tra l'acqua e gli esseri umani. L'origine delle acque reflue trattate era un impianto di trattamento urbano, denominato Beirolas, con un livello di trattamento più avanzato rispetto al trattamento secondario, ossia la disinfezione UV.

Malta

Poiché Malta è uno dei paesi dell'UE che soffrono di stress idrico durante tutto l'anno, molte risorse sono state investite nella tecnologia di depurazione dell'acqua generata nei tre impianti di trattamento delle acque reflue attualmente operati nelle isole maltesi. Al momento è stato commissionato un solo impianto di affinamento, con gli altri due da commissionare entro i prossimi due mesi. L'acqua depurata viene utilizzata nell'irrigazione nel settore agricolo. Una rete di distribuzione è stata creata appositamente per distribuire acqua affinata ai campi in tutta l'isola. Un numero di punti di distribuzione è anche disponibile per gli agricoltori per prelevare acqua tramite autocisterne. È predisposto un sistema di carte prepagate per regolare la distribuzione dell'acqua. Dal momento che vi è meno estrazione di acqua delle falde acquifere, tutto ciò si traduce alla fine in un miglioramento generale di questa risorsa naturale. Inoltre, gli agricoltori trarrebbero beneficio da un approvvigionamento idrico più sicuro, anche durante i periodi di siccità quando altre fonti di irrigazione potrebbero non essere disponibili.

Cipro

A Cipro, le acque reflue trattate rappresentano un'importante risorsa idrica. È una politica del governo che viene attuata attraverso l'obbligo del trattamento terziario; gli effluenti degli impianti di trattamento delle acque reflue devono essere riutilizzati in agricoltura e solo durante il periodo invernale, in cui la domanda di irrigazione è limitata, una piccola quantità dell'effluente terziario viene scaricata in mare.

Per quanto riguarda le acque prodotte dagli impianti di trattamento delle acque reflue che servono agglomerati con ≥ 2.000 ae, secondo i dati del 2016 (figura 6), il 51,4% delle acque reflue trattate viene riutilizzato direttamente per l'irrigazione, il 16,1% nelle falde di Ezousa e Akrotiri per l'irrigazione, il 27,6% nel letto asciutto di Pediaios e Serrachis River per infiltrazione e il 1,5% nella Diga di Polemidia (per irrigazione). Solo una piccola quantità durante il periodo invernale, quando la domanda di irrigazione è limitata, viene scaricata nel mare e nel bacino di Athalassa.

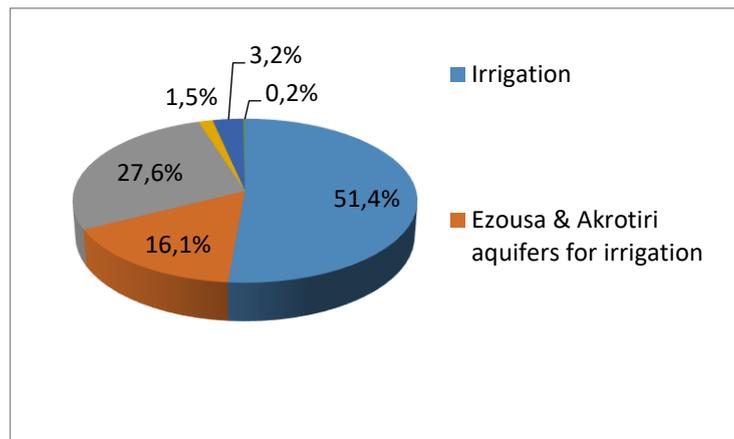


Figura 6 – Rutilizzo dell'acqua recuperata 2016

Gli effluenti degli impianti di trattamento delle acque vengono principalmente riutilizzati per l'irrigazione ed sono adatti per la maggior parte delle colture come mangimi, ulivi, alberi di agrumi, aree verdi ecc. Non è consentito per verdure a foglia, fragole, bulbi consumati crudi, patate e barbabietole.

La gestione delle acque reflue trattate è attuata attraverso un sistema di autorizzazione e ispezione ai sensi della legge sul controllo dell'inquinamento idrico nonché di regolamenti e decreti ministeriali. Le autorizzazioni allo scarico dei rifiuti liquidi, in relazione al funzionamento degli impianti di trattamento delle acque reflue e alla gestione degli effluenti sono rilasciati dal Ministro dell'Agricoltura, dello Sviluppo rurale e dell'Ambiente.

Ogni autorizzazione include condizioni specifiche relative alle misure che devono essere adottate dall'operatore. Più comunemente, le misure si riferiscono a quanto segue:

- Metodo di scarico, quantità, aree, colture irrigate ecc.
- Gestione dei fanghi
- Monitoraggio della qualità e quantità degli effluenti e tenuta di registri
- Conformità con i pertinenti requisiti di qualità
- Invio di relazioni annuali
- Tenuta di registri

L'autorità responsabile per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico dei rifiuti è il Dipartimento dell'Ambiente del Ministero dell'Agricoltura, dello Sviluppo Rurale e dell'Ambiente. Il Dipartimento dell'Ambiente, attraverso ispezioni e relazioni annuali assicura che le condizioni di autorizzazione siano soddisfatte, al fine di conseguire la protezione dall'acqua e dal suolo.

La legge sul controllo dell'inquinamento idrico nonché i relativi regolamenti e decreti ministeriali sono pubblicati (in lingua greca) sul sito web del Dipartimento dell'Ambiente <http://www.moa.gov.cy/environment>.

Fanghi

A Cipro, l'uso di fanghi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue a fini agricoli è regolato dalle leggi sul controllo dell'inquinamento idrico 2002-2013, dal regolamento sull'inquinamento idrico (uso dei fanghi in agricoltura) del 2002 (n. 517/2002) e dal codice del decreto sulle buone pratiche agricole (n. 263/2007). Oltre ai requisiti stabiliti dalla direttiva 86/278 / CEE, la legge sul controllo dell'inquinamento richiede l'autorizzazione impianti di trattamento delle acque



reflue. L'autorizzazione include termini relativi alla gestione dei fanghi, compreso il suo utilizzo in agricoltura. Inoltre, il codice sulle buone pratiche agricole include requisiti aggiuntivi: (1) Divieto di utilizzare i fanghi in aree nelle quali la qualità delle acque superficiali o sotterranee potrebbe alterarsi e sui terreni a prato per un periodo di 12 mesi prima dell'uso di tali terreni, (2) linee guida sullo stoccaggio dei fanghi e (3) fattori da prendere in considerazione per determinare la quantità di fanghi da applicare.

Regno Unito

Nel Regno Unito si verifica un uso indiretto non intenzionale di effluenti trattati, in significative quantità. Gli effluenti dei sistemi fognanti sono utilizzati per mantenere i flussi fluviali e i prelievi da tali fiumi contribuiscono alla fornitura d'acqua sia potabile che non potabile. Ciò è comune nei principali fiumi e fornisce notevoli volumi di acqua per l'approvvigionamento idrico pubblico.

Ci sono molti esempi di utilizzo diretto di acque reflue trattate non potabili nel Regno Unito. Le acque sono principalmente utilizzate per l'irrigazione di campi da golf, parchi e giardini, lavaggio auto, raffreddamento, piscicoltura e industria. Oltre il 40% della domanda totale di acqua nel Regno Unito è destinata a scopi domestici. Di questa quantità, il 30% viene utilizzato per gli scarichi dei servizi igienici.

In questo momento il Regno Unito il contesto normativo relativo agli usi diretti o pianificati è solamente in via di sviluppo, ed esiste un contesto normativo specifico per il non riuso. Tuttavia, la dimostrazione degli effetti delle pratiche di riuso è sostanziale per motivare gli utilizzatori d'acqua nel Regno Unito (aziende idriche, agricoltura e industria) ad abbracciare la pratica dello riutilizzo come un'opzione praticabile per soddisfare la domanda.

Langford, nel sud-est dell'Inghilterra, è uno dei pochi esempi di pratiche di riutilizzo e le informazioni che seguono derivano principalmente da questo caso.

Esempio nel Regno Unito: Langford - Chelmsford acque reflue trattate come una risorsa

Nell'aprile 2000, l'Essex and Suffolk Water (ESW) ha ottenuto, dall'Agenzia per l'Ambiente, l'autorizzazione a scaricare le acque reflue trattate nel fiume Chelmer a Scotch Marsh, nell'Essex, e a variare il suo prelievo per trarre beneficio da questo apporto ulteriore di acqua. Si ritiene che questo sistema sia il primo esempio nel Regno Unito di riutilizzo indiretto pianificato su larga scala, in cui le acque reflue vengono deliberatamente riciclate come risorse di acqua potabile.

La Chelmsford Sewage Treatment Works è di proprietà ed è gestita dalla Anglian Water Services. Tratta i liquami di circa 120.000 persone e ha una portata, in periodo di clima asciutto di circa 30 MI/giorno. Il trattamento consiste in una sedimentazione primaria e biologico secondario mediante filtri percolatori e fango attivo. I limiti consentiti di Anglian Water sono 10 mgN/l ammoniacale, 20 mg/l BOD e 40 mg/l solidi sospesi.

Le acque reflue trattate da CSTW attualmente fluiscono lungo una condotta sotterranea di 15 km parallela al fiume Chelmer e vengono scaricate nell'estuario del fiume Chelmer vicino a Beeleigh Weir (il limite di marea). Ciò a circa un chilometro a valle della presa della Langford Water Treatment Works e della stazione di pompaggio dell'acqua grezza verso il bacino idrico di Hanningfield.

Nell'ambito del sistema di recupero, le acque reflue vengono prelevate dalla condotta per essere indirizzate ad un apposito impianto di Langford per ulteriori trattamenti. L'acqua trattata viene



quindi scaricata nel Chelmer, a monte delle prese del sistema della ESW, per aumentare la portata del fiume e alimentare il serbatoio di Hanningfield per l'approvvigionamento idrico pubblico.

L'impianto di trattamento riciclaggio è stato installato da Degremont al costo di 13 milioni di sterline, per utilizzare le acque reflue trattate per uso potabile indiretto acque ricevute da Chelmsford Sewage Treatment Works. Durante i periodi di siccità, i volumi rappresentano fino al 70% dell'acqua grezza disponibile nel fiume Chelmer alle prese di acqua potabile e l'8% della risorsa idrica dell'Essex.

Ulteriori dettagli del sistema sono riportati più avanti.

Turchia

Il Ministero dell'Ambiente e dell'Urbanizzazione è responsabile per la protezione delle risorse idriche e per l'approvazione e guida dei progetti di protezione ambientale. Il Ministero ha la responsabilità principale sulla determinazione delle tecnologie degli impianti di trattamento delle acque reflue e sulla loro implementazione.

Ai sensi della "Regolamento per il controllo dell'inquinamento idrico – art. 28 utilizzo delle acque reflue trattate nell'irrigazione": "Nelle aree che hanno carenza di irrigazione e in cui l'irrigazione ha un valore economico, è incoraggiato l'uso di acque reflue trattate per l'irrigazione, prevedendo che la qualità delle acque sia quella prevista nel Comunicato sui Metodi Tecnici del Regolamento sul controllo dell'inquinamento idrico. I processi finalizzati a questo risultato e le indagini richieste sono realizzati sulla base del Comunicato sui Metodi Tecnici. L'adeguatezza di un refluo per questo tipo di utilizzo è determinata da una commissione della Direzione provinciale dell'Ambiente, della Direzione provinciale dell'Agricoltura e dell'Urbanizzazione e della Direzione regionale delle opere idriche statali".

Secondo questo indirizzo, è stato pubblicato il Regolamento sul trattamento delle acque reflue urbane", pertinente la raccolta delle acque reflue urbane industriali scaricate nelle fogne, il loro trattamento e scarico, nonché il monitoraggio, il *reporting* e il controllo. Inoltre, nell'ambito dell'utilizzo di acque reflue urbane a scopo di irrigazione si fa riferimento al "Comunicato Metodi Tecnici degli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue . Vista la proposta del comitato consultivo istituito dalla direzione regionale dei servizi idrici statali, dalla direzione provinciale dell'agricoltura e dalla direzione provinciale dell'ambiente e dell'urbanizzazione, il permesso di scarico delle acque reflue per l'utilizzo delle acque reflue trattate nell'irrigazione è rilasciato dal ministero dell'Ambiente e dell'urbanizzazione o Direzione provinciale dell'ambiente e urbanizzazione nell'ambito delle previsioni del Comunicato.

Il Comunicato sui Metodi Tecnici degli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue, entrato in vigore nel 2010, regola il riutilizzo delle acque reflue trattate nel Paese.

Tale Comunicato disciplina quanto segue:

- Selezione della tecnologia degli impianti di trattamento delle acque reflue,
- Criteri di progettazione,
- Disinfezione delle acque reflue trattate,
- Riutilizzo,
- Scarico in alto mare,
- Smaltimento dei fanghi.

Articolo 18 del Comunicato: "Per l'uso di acque reflue trattate esistono alternative per l'agricoltura, l'industria, l'alimentazione delle falde acquifere, l'alimentazione per le aree ricreative, usi indiretti



per l'acqua per spegnimento incendi, il riciclo nei servizi igienici e il recupero come acqua potabile diretta. I requisiti tecnologici per il recupero delle acque reflue è legato all'uso previsto dell'acqua. Se le acque reflue urbane devono essere utilizzate nell'irrigazione agricola o nelle aree verdi, è necessaria la disinfezione. In caso di recupero diretto o indiretto, sono necessarie ulteriori alternative di trattamento come la tecnologia a membrana, il carbone attivo e l'ossidazione avanzata. I criteri per l'acqua di irrigazione sono indicati nell'Allegato 7. »

La Tabella 7.1 "Classificazione delle acque reflue trattate da riutilizzare nell'irrigazione" dell'Allegato 7 al "Comunicato Metodi Tecnici degli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue" è stata adottata dalla legislazione turca a partire dalle "Linee guida per il riutilizzo dell'acqua, 2004" predisposta da U.S.EPA.

Paesi Bassi

Il tema del riutilizzo dell'acqua fa parte della legislazione generale ed è pertanto compreso anche nelle autorizzazioni ambientali. Le aziende sono obbligate a utilizzare le Best Available Techniques (BAT) garantendo una riduzione / minimizzazione dell'impatto ambientale delle aziende. Le singole società studiano (e investono) le possibilità di riutilizzo delle acque reflue.

Un esempio è l'industria della carta e della pasta di cellulosa: attualmente il 95% dell'acqua utilizzata nel processo di produzione viene trattata prima di essere scaricata nell'ambiente, cioè nelle acque superficiali. Inoltre, l'industria della carta e della cellulosa sta anche studiando come ridurre o addirittura eliminare interamente l'acqua dal processo di produzione.

Per stimolare il riutilizzo della dell'acqua viene tassato l'uso di acqua dolce di falda, mentre l'uso di acque reflue trattate riutilizzate prevede l'applicazione di sconto. Nonostante queste misure, attualmente due grandi settori utilizzano solo acqua dolce di falda: agricoltura e stoccaggio di energia termica nelle città; non vi è alcuna carenza di acqua dolce di falda a motivare queste industrie a riutilizzare anche le acque sotterranee trattate.

Le acque reflue trattate possono essere utilizzate come acqua di processo o per irrigazione di piante. Per quanto riguarda l'ordine di scarico secondo l'articolo 10.29 della legge ambientale, lo scarico nel suolo o nelle acque superficiali dopo la depurazione è la via preferibile.

Attualmente nei Paesi Bassi viene effettuata una raccolta di informazioni relative al rischio di contaminazione umana da legionella negli impianti di trattamento delle acque reflue. Sulla base dei risultati di questa raccolta, possono essere incluse ulteriori norme nelle autorizzazioni ambientali delle rispettive società.

Esempio di riutilizzo dell'acqua in un sito della zona orticoltiva Nieuw-Prinsenland.

Durante la lavorazione delle barbabietole da zucchero, gli effluenti purificati dello zuccherificio adiacente vengono convertiti in grandi quantità di acqua pulita (figura 7). *L'Acquifer Storage and Recovery (ASR)* nello strato salmastro del suolo rende sempre possibile disporre di acqua dolce a sufficienza, senza uso di aree, di scarsa disponibilità, al livello del suolo. Le aree a livello del suolo potrebbero essere utilizzate per l'orticoltura al posto di bacini o serbatoi di stoccaggio.

La composizione degli strati del suolo (composizione geoidrologica) sono importanti per scegliere la posizione migliore per lo stoccaggio. E' necessario:

- Uno strato superiore spesso poco permeabile per proteggere l'acqua immagazzinata dalle attività a livello del suolo.

- Uno strato (sabbioso) ben drenato di uno spessore superiore a 10 metri in cui saranno posizionati i filtri di immissione
- Concentrazioni di sale relativamente basse nelle acque sotterranee originali al fine di prevenire perdite estreme da risalita e miscelazione.

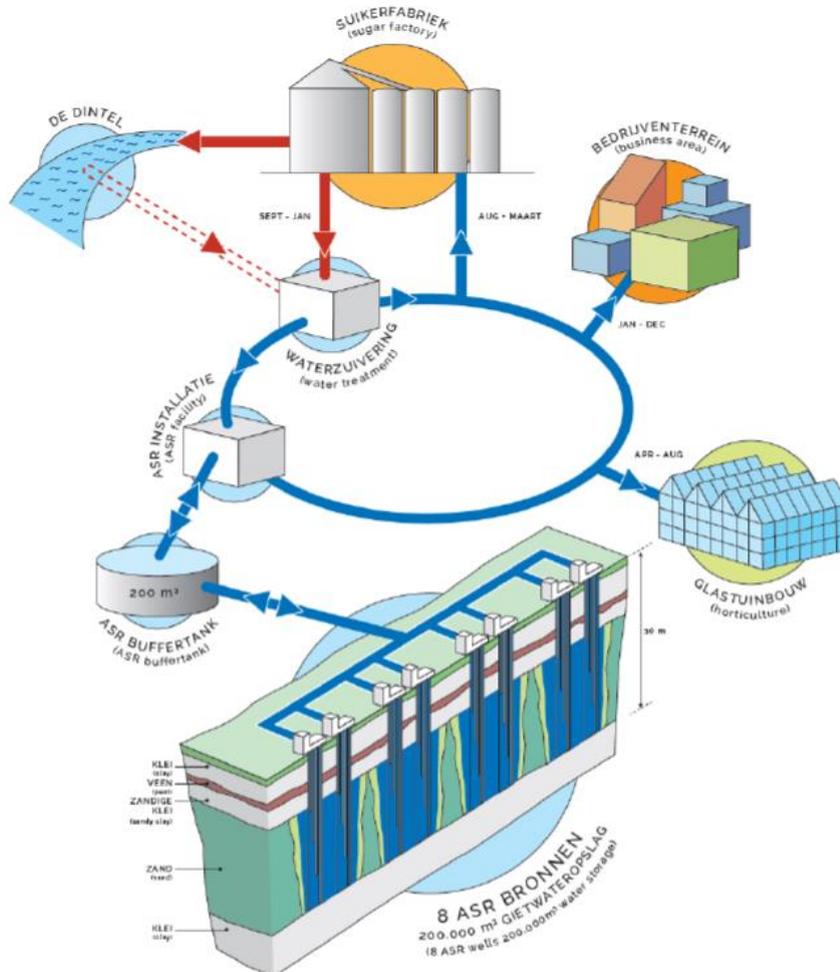


Figura 7 - Panoramica del sistema idrico di Nieuw-Prinsenland per la fornitura di effluenti purificati all'orticoltura e all'industria dopo stoccaggio sotterraneo

Riciclo delle acque in serra, un esempio di implementazione della legislazione ambientale in orticoltura

Secondo le regole ambientali generali del settore, le società di orticoltura in serra dovrebbero raccogliere e riciclare l'acqua di condensa delle serre, a causa dell'inquinamento da pesticidi di questa acqua (figura 8). In questo modo si possono usare meno pesticidi e l'acqua può essere riutilizzata senza trattamento o pulizia. Anche l'acqua piovana viene raccolta in un bacino per le colture nelle serre.

Figura 8 – Bacino di ricezione di acqua di condensa e acqua di drenaggio per il riutilizzo come acqua di irrigazione



Esempio di riutilizzo dell'acqua nell'industria galvanica

Nell'industria galvanica vengono utilizzati diversi bagni d'acqua dopo la placcatura elettrolitica per pulire il prodotto (figura 9). Si può risparmiare acqua utilizzando passaggi in più bagni in cui l'ultimo bagno contiene l'acqua più pulita.



Figura 9 - Bagni di risciacquo nell'industria galvanica

Reinviando l'acqua di risciacquo al bacino precedente è possibile ridurre la quantità di acqua pulita (figura 10). Un ulteriore vantaggio è la limitazione delle materie prime (prodotti chimici) da aggiungere durante il processo.

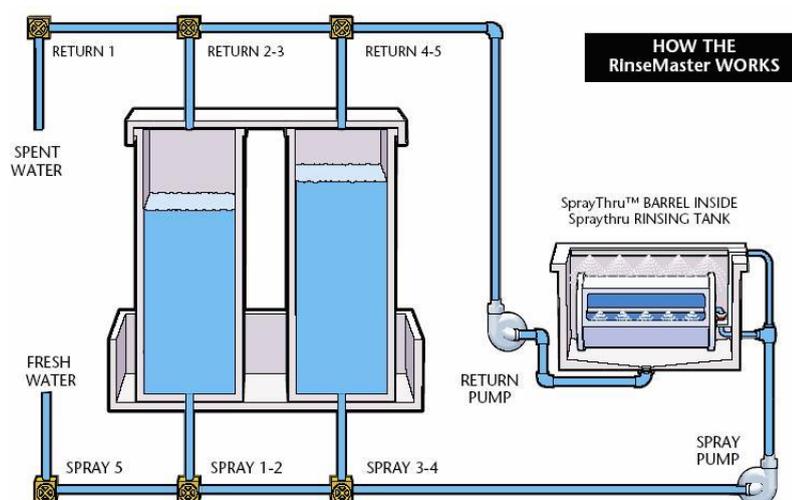


Figura 10 – Ciclo di riuso dell'acqua



Attuali tecnologie/BAT

Italia

Il termine "affinamento" o "trattamento terziario" indica un'ulteriore fase di trattamento di purificazione da effettuare dopo il trattamento primario (sedimentazione primaria) e il trattamento secondario (cioè aerazione e sedimentazione secondaria) in un impianto di depurazione, con l'obiettivo di migliorare le caratteristiche dell'effluente con gli obiettivi di riutilizzo descritti sopra.

Le tecniche di affinamento che possono essere utilizzate sono abbastanza ben definite e principalmente orientate alla rimozione delle SS e all'abbattimento del BOD5. I principali usano:

- microfiltri;
- filtri lenti a sabbia;
- filtri rapidi sabbia veloci;
- filtri a ghiaia su serbatoi di sedimentazione secondaria;
- trattamento a contatto su carbone attivo.

Microfiltro

In casi particolari, specialmente dove ci sono grandi difficoltà nella disponibilità di aree, è possibile utilizzare microfiltri, costituiti da un cilindro rotante attorno al proprio asse con una velocità periferica di 0,5 m / s, sulla cui superficie è posta una rete molto fine di acciaio inossidabile (la tessitura della rete può variare fino a 170 fori / mm²); il carico idraulico di superficie applicabile è compreso tra 3 e 10 m³/h per m² di superficie del telo. Le particelle del fango, bloccate dalla rete del microfiltro, vengono quindi rimosse da getti di acqua purificata e riciclata. Il consumo di acqua di lavaggio ammonta a circa il 5% dell'acqua trattata. Con i microfiltri si possono ottenere rese nella rimozione di solidi sospesi nell'ordine del 50-60% e BOD nell'ordine del 20-30%; la carica batterica non è inferiore al 20-30%.

Filtri lenti a sabbia

Sono costituiti da serbatoi posti in successione alla sedimentazione secondaria; al loro interno la massa filtrante è costituita da uno strato di sabbia con uno spessore da 50 cm fino a 1 m con una granulometria di 0,25-0,60 mm, disposto su uno strato inferiore di ghiaia con una dimensione di circa 10 mm, all'interno del quale è collocato un tubo di drenaggio.

I due principali meccanismi depurativi sono:

- filtrazione superficiale: i solidi sospesi vengono trattenuti sulla superficie della massa filtrante e quindi anche una parte delle sostanze organiche inquinanti viene trattenuta;
- ossidazione: il materiale granulare costituisce un reattore biologico, uno specifico supporto con superficie estesa, su cui sono fissati e sviluppati i batteri aerobici.

L'aerazione avviene per mezzo di una convezione dovuta allo spostamento degli strati d'acqua; l'ossigeno può anche essere introdotto nella zona porosa attraverso condotti di aerazione. Il carico idraulico di superficie applicabile è dell'ordine di 3-3,5 m³/m² al giorno. La pulizia della superficie è necessaria ogni 15-30 giorni. Tuttavia, i filtri lenti non sono privi di inconvenienti: a volte tendono ad intasarsi e congelarsi durante l'inverno; inoltre per le aree con un certo potenziale la superficie occupata diviene eccessiva.

Filtri a sabbia rapidi

I filtri rapidi sono caratterizzati da velocità di filtrazione molto più elevate: 100-500 m³/m²*d, pari a 4-20 m³/m²*h che consentono di ridurre considerevolmente le superfici richieste. Questo sistema ha il vantaggio di un'elevata elasticità di funzionamento e di ingombri ridotti.

Secondo l'approccio tradizionale, un filtro rapido è costituito da uno o più strati di materiale granulare, supportato da un fondo drenante, attraversato dall'alto verso il basso dalla corrente



d'acqua da filtrare. Il fondo drenante svolge tre funzioni: impedisce il passaggio della sabbia con l'acqua filtrata, distribuisce uniformemente il flusso durante la filtrazione e distribuisce l'acqua durante il lavaggio.

La filtrazione viene eseguita con un processo ciclico discontinuo; il filtro viene mantenuto in funzione fino a quando le perdite di pressione dovute all'accumulo di impurità diventano eccessivamente elevate, quindi il materiale filtrante viene "lavato", in controcorrente, da un flusso energetico di acqua (o acqua e aria) per periodi di circa 15-20 minuti. Il materiale filtrante deve essere di natura silicea, per resistere agli attriti creati nel lavaggio.

Talvolta si utilizza la flocculazione con reagenti chimici coagulanti come sali minerali metallici o polielettroliti come solfato di alluminio, solfato ferroso e ferrico, cloruro ferrico e policloruro di alluminio. Questi prodotti svolgono un'azione destabilizzante grazie alla carica elettropositiva del catione metallico in grado di annullare la carica elettronegativa delle particelle colloidali sospese.

Per cui, avviene un trattamento di coagulazione chimica - filtrazione. Con questo sistema, rispetto alla semplice filtrazione, si ottengono rese di purificazione più elevate, inoltre la rimozione della carica batterica arriva fino al 90%.

Filtri a ghiaia su serbatoi di sedimentazione secondaria

Questi impianti sono utilizzati per migliorare la resa della fase di sedimentazione secondaria nella rimozione dei solidi sospesi. L'acqua, prima di lasciare la vasca di sedimentazione, è costretta a passare con flusso ascendente attraverso uno strato di ghiaia sostenuto da una griglia metallica costituita da una rete con un'apertura di circa 4 mm. I rendimenti nella rimozione degli SS sono dell'ordine del 50%.

Periodicamente la pulizia viene effettuata abbassando il livello del liquido del serbatoio e fornendo un lavaggio energetico con un getto d'acqua controcorrente.

Trattamento a contatto su carbone attivo

Con i normali filtri non è possibile ottenere l'eliminazione di microinquinanti come insetticidi, pesticidi, metalli pesanti, sostanze tossiche. Di conseguenza, viene utilizzato un processo fisico utilizzando carboni attivi, che generano fenomeni di attrazione superficiale determinati dall'enorme superficie "attiva" della massa del carbonio, che è in grado di catturare le particelle dei suddetti inquinanti mediante adsorbimento.

Sul mercato ci sono due tipi di carbone attivo: in polvere e in granuli.

Il carbone attivo in polvere può essere aggiunto a monte della filtrazione finale, oppure a monte o a valle del serbatoio di ossidazione, ove vengono adsorbite le sostanze inibitrici dei processi biologici. Nel primo caso, il carbone attivato rimane bloccato sulla superficie del filtro e, durante il lavaggio controcorrente, viene restituito a monte del trattamento chimico, in modo da esaurire la sua capacità depurativa prima di essere eliminato.

Nel secondo caso, il carbone attivo viene eliminato durante la fase di sedimentazione.

Il carbone attivo in polvere è difficile a trovarsi e non può essere recuperato e rigenerato.

Il carbone attivo in granuli è adatto per impianti sopra i 100.000 AE, è normalmente posizionato in strutture metalliche "a pressione", simili a quelle viste per i filtri a sabbia, con un'altezza di circa 5 m, considerando un franco libero del 10% per consentire un'espansione della massa filtrante durante il lavaggio. I tempi di contatto necessari per l'adsorbimento degli inquinanti sono intorno ai 15-30 minuti con una velocità di attraversamento di 4-10 m/h. È sempre consigliabile che la filtrazione sul carbone attivo sia preceduta da una rapida filtrazione sulla sabbia, per trattenere i solidi sospesi che, se bloccati nel filtro a carbone, ne causerebbero un rapido decadimento delle proprietà adsorbenti. Inoltre, nei casi in cui viene adottato l'uso della calce nei processi di depurazione, la filtrazione a sabbia posta a monte del carbone attivo consente la precipitazione sui granuli di sabbia del carbonato di calcio, che in tal modo non influisce sulla capacità depurativa del carbone attivo in granuli.

A differenza del carbone attivo in polvere, quello granulato può essere facilmente rigenerato con trattamenti termici, che avvengono con il riscaldamento dei granuli stessi ad alta temperatura, in

forni speciali che provocano "desorbimento", cioè la separazione dal carbone delle sostanze organiche precedentemente trattenute.

Portogallo

Normalmente, la maggior parte dei progetti attuali prevede la fase di disinfezione per produrre acqua di qualità per usi prefissati. I più comuni metodi di disinfezione presenti sono le radiazioni UV e prima di questa, solitamente, un passaggio di filtrazione, generalmente a sabbia o microfiltrazione. Ove necessario, si procede a una fase di post-clorazione per prevenire la ricontaminazione e/o nuovo sviluppo microbico nei sistemi di distribuzione.

L'uso del cloro per la disinfezione primaria non è raccomandato in Portogallo a causa del rischio di formazione di sottoprodotti della disinfezione, come i trialometani.

Per i nuovi progetti in fase di sviluppo, stanno iniziando a essere collaudate nuove tecnologie, come le membrane di ultrafiltrazione. Per alcuni effluenti industriali, alcuni piccoli progetti per la produzione di acqua per usi interni prevedono anche l'osmosi inversa.

Malta

Viene prodotta acqua rinnovata dall'affinamento di acque reflue trattate che finora sono state trattate con qualità di balneazione e smaltite in mare. Si tratta di un processo a tre fasi comprendente (i) Ultra-Filtrazione (ii) Osmosi Inversa (iii) Ossidazione Avanzata e trattamento UV. Allo stato attuale, viene aggiunta anche calce prima di essere erogata per aumentare il livello di mineralizzazione.



Cipro

Quasi tutti gli impianti di trattamento delle acque reflue sono dotati di trattamento terziario, costituito da filtrazione a sabbia e clorazione, al fine di ottenere caratteristiche di qualità superiori per il riutilizzo delle acque reflue trattate in agricoltura. Alcuni dei più recenti impianti sono dotati di tecnologie avanzate come i bioreattori a membrane e la disinfezione UV.

La seguente tabella presenta le tecnologie di trattamento e il tipo di disinfezione applicati negli impianti di trattamento delle acque reflue che servono le grandi città urbane:



Tabella 9 - Tecnologie di trattamento applicate nei grandi impianti di trattamento delle acque reflue

a/a	Impianto di trattamento delle acque reflue	Tecnologia di trattamento	Tipo di disinfezione
1	Anthoupoli	Trattamento terziario (Bioreattore a Membrana)	Disinfezione UV
2	Vathia Gonia (WDD)	Trattamento terziario (Fanghi attivi - Filtri a sabbia)	Clorazione (ipoclorito di sodio liquido)
3	Vathia Gonia (SBN)	Trattamento terziario (Bioreattore a Membrana)	Disinfezione UV
4	Paralimni – Ayia Napa	Trattamento terziario (Fanghi attivi - Filtri a sabbia)	Clorazione (ipoclorito di sodio liquido)
5	Paphos	Trattamento terziario (Fanghi attivi - Filtri a sabbia)	Clorazione (ipoclorito di sodio liquido)
6	Limassol	Trattamento terziario (Fanghi attivi - Filtri a sabbia)	Clorazione (ipoclorito di sodio / generazione in situ)
7	Larnaca	Trattamento terziario (Fanghi attivi - Filtri a sabbia)	Clorazione (ipoclorito di sodio / generazione in situ)
8	Mia Milia	Trattamento terziario (Bioreattore a Membrana)	Disinfezione UV

Gli impianti di trattamento delle acque reflue rurali applicano principalmente il trattamento terziario (fanghi attivi - filtrazione a sabbia e clorazione).

Fanghi

In sostanza, per il trattamento dei fanghi vengono utilizzate tecnologie di trattamento convenzionali. In particolare, il fango utilizzato come fertilizzante in agricoltura è prodotto principalmente da quattro principali impianti di trattamento delle acque reflue che utilizzano le seguenti tecnologie di trattamento dei fanghi:

- Ispessimento, digestione anaerobica in condizioni mesofile a una temperatura di 35 °C e tempo di ritenzione non inferiore a 18 giorni che portano a fanghi stabilizzati, seguito da disidratazione meccanica mediante centrifuga. Quindi, il fango disidratato viene trasferito nei letti di essiccazione per l'essiccazione al sole.
- Ispessimento, digestione aerobica o mesofila anaerobica seguita da disidratazione meccanica mediante filtropressa o centrifuga. Quindi, il fango disidratato viene trasferito nell'impianto di essiccazione solare dei fanghi di depurazione.
- Ispessimento, seguito da disidratazione meccanica mediante centrifuga. Quindi, il fango disidratato viene trasferito nell'impianto solare di essiccazione dei fanghi di depurazione.
- Ispessimento, digestione aerobica per un tempo di ritenzione di 20 giorni, garantendo così che il fango si stabilizzi. Il fango stabilizzato con aggiunta di polielettrolita in linea viene quindi disidratato in due centrifughe. Il fango disidratato viene stoccato su letti di essiccazione drenati, prima di essere spalmato sulla terra come concime / fertilizzante.

Regno Unito

Langford

Il trattamento iniziale consiste in trattamento primario e trattamento biologico secondario mediante filtri percolatori e fango attivo.

- Rimozione del fosfato in un chiarificatore a lamelle ad alta velocità Densadeg, utilizzando solfato ferrico e polielettrolita, con un flusso ascendente di 25 m/h. Il fango è disidratato e smaltito in discarica.
- Rimozione del nitrato con filtri denitrificanti Biofor (filtri DN) dove i batteri anaerobici convertono il nitrato in azoto, utilizzando il metanolo come fonte di carbonio.
- Rimozione dell'ammoniaca con un filtro nitrificante Biofor (N filtri) sotto aerazione. Anche l'alto BOD dalla fase precedente viene ridotto. I fanghi biologici vengono trasportati con cisterne alla azienda AWS per il trattamento.
- I livelli di EDC (Endocrine Disrupting Compounds) sono ridotti dal carbone attivo in polvere nella fase di stripping del fosfato.
- Rimozione degli agenti patogeni mediante disinfezione con luce UV. Questo processo è stato sperimentato con successo tra il luglio 1997 e il dicembre 1998, quando Chelmsford ha pompato le acque reflue trattate disinfettate nello Hanningfield Reservoir durante una grave siccità.

Processo di trattamento avanzato a Langford:

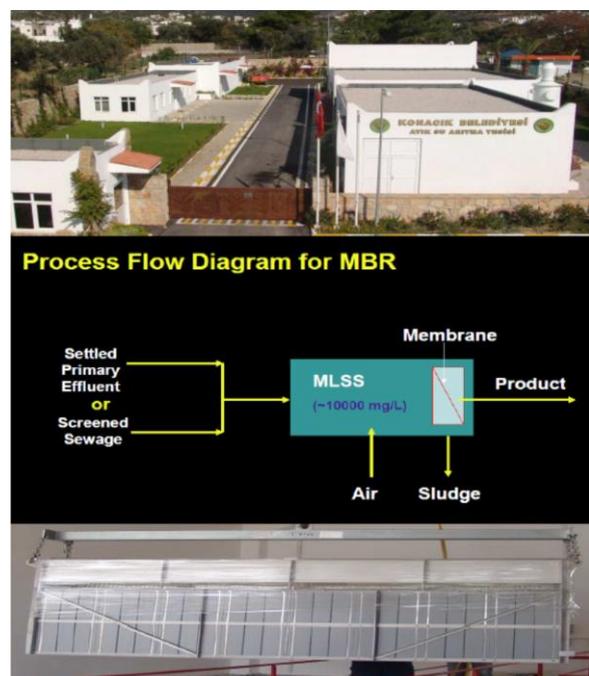
- Rimozione chimica del fosforo;
- denitrificazione biologica;
- nitrificazione biologica;
- disinfezione UV;
- Applica un trattamento di osmosi inversa.

Il processo biologico non può essere attivato all'istante. In genere, il sistema viene attivato usando curve di controllo in aprile (è necessaria acqua calda). Una volta formata la biomassa biologica, essa può funzionare con continuità (ad esempio da aprile a novembre).

Turchia

In Turchia, nella regione del Mar Egeo-Mediterraneo, dove le costruzioni turistiche sono numerose e gli investimenti sono elevati, gli effluenti da impianti di trattamento sono utilizzati per l'irrigazione in parchi e giardini e utilizzati in bacini di stabilizzazione per scopi agricoli. Di seguito è riportato un esempio di applicazione MBR in un impianto di trattamento delle acque reflue nel Comune di Konacik (città di Muğla).

- ✓ L'impianto di trattamento delle acque reflue domestiche situato a Konacik di Bodrum è una delle prime applicazioni che utilizzano la tecnologia a membrana per il trattamento delle acque reflue nel Paese
- ✓ Le acque riciclate sono utilizzate nell'irrigazione di parchi e giardini e negli impianti di autolavaggio.
- ✓ $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{giorno}$





Paesi Bassi

Le BAT consistono sia in misure finalizzate a ridurre la quantità di acque reflue prodotte sia in misure per trattare le acque reflue.

Esempi di riduzione delle acque reflue:

- Riutilizzare l'acqua da un passaggio precedente per un altro processo in cui non è necessario utilizzare acqua fresca, ad esempio per pulire i camion dell'immondizia.
- Ridurre le fasi cui l'acqua viene aggiunta al processo di produzione, come attualmente allo studio dell'industria della carta e della cellulosa.

Esempi di trattamento delle acque reflue per il riutilizzo dell'acqua:

- DAF-Unit
- Precipitazione
- Detossicazione-neutralizzazione-disidratazione
- Microfiltrazione
- Nanofiltrazione

Fasi del trattamento delle acque reflue urbane e industriali

I passaggi standard nella rigenerazione delle acque reflue urbane e industriali in un impianto comune di trattamento delle acque di scarico consistono nelle seguenti fasi:

Prima fase:

- Rimozione di materie prime come carta igienica, legno, ecc
- Rimozione della sabbia
- Prima sedimentazione di materia organica

Seconda fase:

- Trattamento anaerobico con fango attivo
- Trattamento aerobico con aria disciolta

Terza fase:

- Rimozione di fosfato e azoto

La quarta fase non è ancora generalmente praticata. In questa fase i trattamenti delle acque reflue potrebbero essere effettuati con:

- Utilizzo di filtri a sabbia
- Uso di ozono
- Ultrafiltrazione

Questa fase viene attuata per rimuovere residui di medicinali, ormoni e germi. E' riconosciuto che queste sostanze stanno diventando un problema significativo nelle acque reflue trattate scaricate.

Al momento la quarta fase della depurazione non è generalmente praticata. L'obbligo di attuare questa quarta fase utilizzando carboni attivi è tutt'ora in discussione.

Altri aspetti nel trattamento delle acque reflue

Ulteriormente, vengono raccolti i fanghi rimossi dai vari impianti di trattamento delle acque reflue. Il biogas prodotto dal fango con la fermentazione viene utilizzato per generare energia. Il biogas viene comunemente convertito in elettricità utilizzando un motore a biogas. Nell'impianto di trattamento delle acque reflue di Amersfoort anche i fertilizzanti vengono estratti dai fanghi di depurazione.

Non è permesso usare il fango degli impianti di trattamento delle acque reflue su terreni agricoli, senza trattamento.



Pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

Italia

Le principali sfide del servizio idrico italiano sono essenzialmente tre: aumentare il trattamento (4 persone su 10 in Italia non sono collegate a un impianto di trattamento) e il riutilizzo delle acque reflue; sviluppare sistemi di desalinizzazione che oggi forniscono solo lo 0,1% di acqua potabile nel Paese; aumentare l'investimento sulla rete idrica a 80 € pro-capite all'anno, oggi invece pari a 32 € pro capite all'anno.

Un sistema per il riutilizzo dell'acqua ha certamente ripercussioni economiche positive, e l'Italia è uno dei paesi europei con il più alto potenziale di sviluppo. Potenziale non sfruttato, tuttavia, poiché mancano ancora principalmente gli impianti industriali nel settore: sia per la fase di purificazione che per la gestione dell'"acqua nuova" che la depurazione genera.

Esistono in Italia esempi di riutilizzo delle acque reflue sia per l'irrigazione che per scopi industriali. Il quadro generale mostra chiare differenze tra le diverse Regioni. E' possibile tuttavia osservare, a livello generale, quanto segue: l'uso di acque reflue per scopi irrigui o industriali si è verificato quasi esclusivamente in situazioni di "emergenza idrica", che possono essere classificate in due gruppi:

- mancanza di disponibilità di acqua (principalmente nelle regioni meridionali);
- elevata domanda di acqua in porzioni limitate del territorio, come la presenza di vaste aree destinate all'agricoltura intensiva.

Solo negli ultimi anni si è iniziato a pianificare il riutilizzo delle acque reflue con una visione più ampia, tenendo conto dei vantaggi indiretti di questa pratica, quali:

- il beneficio ambientale del "mancato scarico";
- la possibilità di non utilizzare acque qualitativamente migliori, in particolare le acque sotterranee.

Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

I problemi relativi al riutilizzo delle acque reflue depurate sono di carattere:

- infrastrutturale: le difficoltà tecniche nel trasferimento delle risorse idriche sembrano essere uno dei motivi principali del mancato riutilizzo;
- economico: i costi significativi necessari per produrre acque di riutilizzo e i bassi costi delle risorse idriche convenzionali utilizzabili per l'irrigazione sono una delle cause dell'uso limitato della pratica del riutilizzo in Italia;
- agronomico: gli effetti sulle caratteristiche fisiche, idrauliche e chimiche del suolo devono essere valutati in relazione agli effetti sulle colture. Spesso le acque reflue purificate hanno una composizione ionica che non è molto adatta alle caratteristiche dei terreni agricoli (sodio, calcio, magnesio, solfati, cloruri ...);
- sanitario: il limite non è tanto nei parametri chimici da raggiungere con il processo di purificazione, ma nei parametri batteriologici. Il rischio, dal punto di vista tossicologico, è legato alla presenza di batteri, virus e parassiti.

Tra i principali problemi legati al riutilizzo dei reflui urbani in agricoltura vi sono:

- Mancanza di reti di distribuzione e consorzi di irrigazione con l'impossibilità di utilizzare le acque reflue sebbene con qualità verificabile;
- I valori di salinità (ad eccezione del valore dei coliformi in particolare) non sono sempre appropriati per alcuni tipi di suolo e prima dell'irrigazione con tali acque deve essere dunque effettuato prima uno studio pedologico e agronomico.



Soprattutto, a porre seri limiti all'uso di queste acque sono gli aspetti qualitativi legati alla quantità e alla qualità dei Sali presenti (fatte salve le altre condizioni).

Le acque reflue urbane hanno valori medi di conducibilità elettrica (con fluttuazioni stagionali) intorno a 2.550 – 3.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valori SAR tra 3 e 12, pH tra 5,5 e 9,5 e la possibilità concreta della presenza di metalli pesanti (come Cr, Pb, eccetera.). In queste condizioni, l'uso di acque reflue è impensabile senza due condizioni essenziali:

- La prima condizione è un certificato di idoneità all'uso irriguo che può essere rilasciato solo in presenza di un monitoraggio serio e costante delle acque reflue;
- La seconda condizione è, come già accennato, uno studio serio sull'uso delle acque reflue tenuto conto di alcuni fattori essenziali: natura dei suoli e caratteristiche termopluiometriche, piante a foglia larga, arbustive, ad albero, ecc.

In Italia, a differenza di altri paesi dell'UE, la legge che consente il riutilizzo dei reflui urbani e dei liquami fognari varia da regione a regione, con gravi complicazioni dal punto di vista della logistica e del processo industriale.

Le tecnologie oggi disponibili sono in grado di produrre acqua di alta qualità, che può essere utilizzata per qualsiasi uso, ma si dovranno affrontare i vincoli economici. Deve essere valutato il sistema infrastrutturale esistente necessario per pianificare interventi nel settore, al fine di avere un quadro completo del sistema di depurazione esistente (tipo di trattamenti utilizzati), delle infrastrutture di adduzione e distribuzione da implementare in relazione alla "domanda" di una risorsa alternativa espressa dagli utenti, dagli organi decisionali e, più in generale, dall'opinione pubblica.

Portogallo

Attualmente il Portogallo sta sviluppando un nuovo regolamento per l'utilizzo di acqua depurata, prodotta da acque reflue domestiche, urbane o industriali, per diversi scopi. Allo stesso tempo, è in preparazione una nuova strategia di governance per promuovere il riutilizzo dell'acqua. E' inoltre in fase di definizione una linea guida finalizzata a chiarire il processo amministrativo (processo autorizzativo) e le questioni tecniche relative al concepimento dei progetti, come le metodologie di valutazione del rischio, la scelta di adeguati livelli di trattamento o i piani di monitoraggio per acque di recupero e ambiente (ad es. acque sotterranee o superficiali).

Per cui è attesa la nuova strategia di governance che promuova un approccio olistico dal recettore (pubblico e ambiente) all'acqua riutilizzata che aumenterà la percezione positiva sul riutilizzo dell'acqua e, di conseguenza, aumenterà l'uso di acque reflue trattate per molti scopi non potabili.

Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

La principale barriera da superare è la percezione negativa sull'uso delle acque reflue, che deve essere contrastata da solide campagne educative e dalla promozione dei risultati positivi di progetti reali; ciò per dimostrare che è possibile trattare le acque reflue a un livello elevato di sicurezza e che le stesse potrebbero essere "un rifiuto da usare". Altri ostacoli consistono nelle questioni relative alla pianificazione territoriale, come la distanza tra gli impianti di trattamento e i siti di utilizzo dell'acqua, problematica superabile mediante l'uso di strategie di pianificazione in grado di individuare i progetti più affidabili attraverso l'incrocio dei sistemi di trattamento maggiormente praticabili con i siti adatti all'uso dell'acqua. Infine, si presentano ostacoli di natura economica, legati al basso costo dell'acqua fresca rispetto alle acque reflue trattate, che saranno affrontate nella nuova strategia di governance.



Malta

Acqua depurata da utilizzare per tutte le colture destinate al consumo umano/zootecnico, per le colture non alimentari e per le aree verdi pubbliche. Questa acqua verrà utilizzata anche nell'industria, a condizione che non avvenga alcun contatto diretto con prodotti alimentari, farmaceutici o cosmetici, come nelle stazioni di lavaggio auto, torri di raffreddamento, caldaie e possibilmente lavanderie.

Ostacoli all'attuazione della prevista pratica di riutilizzo dell'acqua

- Percezioni della collettività che possono portare a timore di possibili pericoli nel consumo di cibo irrigato con acqua depurata.
- Fattibilità economica generale per il gestore dell'impianto di depurazione, per il recupero dei costi e successivamente lavorare con profitto.

Cipro

Il governo di Cipro ha deciso di riutilizzare le acque reflue trattate generate negli impianti di Limassol per ricaricare la falda di Akrotiri attraverso l'utilizzo di bacini di ricarica. L'acqua verrà successivamente recuperata attraverso i pozzi di pompaggio e utilizzata per scopi agricoli. In futuro, secondo il programma di costruzione del sistema di raccolta delle acque reflue, si prevede che la quantità teorica di acque reflue trattate da Limassol sarà di circa 19 milioni di metri cubi all'anno.

A tale scopo, è stato preparato un modello matematico idraulico che simula l'acqua nella falda acquifera e la dispersione di inquinanti nella falda stessa, sulla base di sostanze preservanti come il Cl, al fine di valutare il movimento dell'acqua di ricarica e degli inquinanti nella falda acquifera locale in seguito all'azione dei bacini di stagni di ricarica. Per la generazione del modello idraulico sono stati utilizzati una vasta gamma di parametri e dati, quali i livelli delle acque sotterranee, i test di pompaggio, i test di qualità delle acque sotterranee, l'ubicazione dei pozzi, i volumi di estrazione dell'acqua, la profondità della falda, i dati geologici e i volumi di acqua da ricaricare. Sono stati esaminati vari scenari idraulici.

I risultati del modello idraulico e i calcoli prodotti durante la preparazione dello "Studio di valutazione dell'impatto ambientale per la ricarica della falda di Akrotiri con acqua riciclata generata presso il sistema di trattamento di Limassol-Amathus, utilizzando bacini di ricarica, hanno indicato che:

- La quantità di acqua che verrà estratta può essere quasi uguale alla quantità di acqua ricaricata, senza creare alcun impatto negativo per l'intrusione di acqua di mare nella falda acquifera o per eventuali effetti negativi sugli ecosistemi di Akrotiri.
- L'ambiente marino non sarà interessato dallo scarico di acque reflue trattate nella regione.
- Il quadro generale dell'acquifero mostra un miglioramento di alcuni parametri chimici.

Le acque reflue trattate prodotte presso l'impianto di Lemesos - Amathounta a Moni - sono già state riutilizzate per la ricarica della falda di Akrotiri.

Cipro applica anche un sistema di ricarica delle falde acquifere, dove l'acqua riutilizzata ricarica la falda acquifera dell'Ezousa attraverso bacini superficiali appositamente costruiti. L'acqua, dopo la



depurazione naturale, viene utilizzata per l'irrigazione. Il pompaggio viene eseguito in modo controllato in modo da massimizzare il tempo di ritenzione nella falda acquifera.

Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

Il riutilizzo delle acque reflue trattate è una pratica accettata a Cipro.

Al fine di aumentare il riutilizzo, Cipro ha sviluppato standard legalmente vincolanti. La qualità dell'acqua da riutilizzare è stata definita in funzione dei prodotti da irrigare. Per questo motivo, sono state fatte le seguenti considerazioni:

Le verdure per il consumo a crudo non possono essere irrigate con gli effluenti trattati. Non tutti i tipi di sistemi di irrigazione sono ammessi, per evitare il contatto diretto dell'acqua riutilizzata con i prodotti.

Uno delle principali ostacoli iniziali era costituito dal costo. Questo è stato il motivo che ha generato l'applicazione di sussidi sostanziali all'erogazione di risorse idriche depurate al fine di favorirne una più ampia diffusione.

L'infrastruttura per il riutilizzo dell'acqua è progettata e costruita dal governo. La decisione sul posizionamento di un impianto di trattamento delle acque reflue prende in considerazione, tra gli altri parametri, l'eventuale presenza di attività agricola nell'area al fine di minimizzare la lunghezza delle reti e il consumo energetico necessario per pompare l'acqua riutilizzata.

Regno Unito

Gli organismi di regolamentazione sostengono e incoraggiano le società di servizio idrico a considerare il riutilizzo degli effluenti indiretti come un'opzione per aumentare l'approvvigionamento idrico pubblico laddove si prevede un deficit nello stesso.

Esistono diversi schemi di riutilizzo degli effluenti proposti nell'attuale serie di piani di gestione delle risorse idriche – vedi tabella seguente. È più probabile che siano relativi a usi indiretti.

Table: Key effluent reuse information (2020-2045)

Map ref.	Company	Effluent reuse plant	Benefit to supply (MI/d)	Build cost (£million)	Delivery time (years)	Planned delivery date
1	ANH	Pyewipe	20	294	3	2025
2	SRN	Slowhill Copse	9	37	3	2027
3	SRN	Sandown	9	17	4	2027
4	SRN	Ford	20	42	7	2027
5	SRN*	Peacehaven	20	63	6	2027
6	SEW*	Peacehaven	25	121	8	2028
7	TMS	Teddington	268	1,566	8	2030
8	ANH	Colchester	15	301	3	2030
9	SRN	Eccles Lakes	18	19	2	2035
10	SEW	Aylesford	9	36	8	2038
11	SEW	Weatherlees	15	78	8	2045

* The proposed Peacehaven plant is a joint scheme between SRN and SEW

 Schemes starting in 2020-25



Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

Salute umana: vi sono preoccupazioni a proposito del possibile rischio indiretto per la salute pubblica nel caso di riutilizzo dell'acqua nell'irrigazione delle colture destinate al consumo umano, con il rischio di agenti patogeni, o altri agenti biologici e chimici, che passano nel sistema potabile / sistema agricolo e assunti dagli utilizzatori.

Ambiente: il riutilizzo degli effluenti ha il potenziale di avere un impatto negativo sull'ambiente se il sistema non viene valutato correttamente e il funzionamento dello stesso non è ben gestito una volta implementato. Le modifiche alla qualità dell'acqua e ai flussi fluviali potrebbero comportare impatti sull'ecologia, sulla pesca, sulla navigazione e sull'acqua disponibili per altri usi se il sistema non è ben valutato e gli impatti attenuati. In alcuni casi, gli effluenti degli impianti delle acque reflue costituiscono una grande percentuale della portate fluviali e in tali luoghi il riutilizzo degli effluenti potrebbe avere impatti particolarmente significativi.

Percezione: esiste un'associazione negativa tra utilizzo degli effluenti e preoccupazioni per la salute pubblica. Esiste la percezione collettiva che l'acqua riciclata sia meno pulita dell'acqua proveniente da altre fonti. Questa percezione può anche influenzare il successo delle proposte e delle sperimentazioni sul riutilizzo degli effluenti. L'esperienza nel Regno Unito di regimi di riutilizzo temporaneo in risposta alle significative carenze idriche esistenti è stata caratterizzata da controversie nell'opinione pubblica anche per la mancanza di precedenti e questo ha portato al cambiamento dei regimi di riuso verso forme più indirette.

Regolamento: attualmente nel Regno Unito non vi sono regolamenti sul tema dei sistemi di riutilizzo. Le attuali normative potrebbero limitare i progetti di riutilizzo, ma nuovi regolamenti potrebbero anche sembrare piuttosto onerosi in relazione all'estensione dell'attività nel Regno Unito.

Proprietà: il riutilizzo delle acque reflue per l'incremento delle forniture di acqua potabile implicano inevitabilmente una fase in cui l'acqua da riutilizzare viene scaricata nell'ambiente prima di essere "depurata", ma una volta che l'acqua viene rilasciata all'ambiente, qualcun altro ha diritto a rivendicarla e ciò potrebbe causare problemi di proprietà.

Costi del carbonio e di sistema: Carbonio e gas a effetto serra tendono ad essere più elevati nel riutilizzo degli effluenti rispetto ad altre opzioni di approvvigionamento idrico comparabili, ciò a causa del processo di osmosi inversa che viene spesso utilizzato per trattare le acque reflue. L'osmosi inversa tratta l'acqua ad un livello molto alto, ma è ad alta intensità energetica e potrebbe dunque essere costosa e produrre emissioni di carbonio elevate. I costi elevati delle emissioni di anidride carbonica influenzano la stima dei costi attraverso la valutazione delle opzioni laddove vengono considerati i costi finanziari, ambientali e sociali. Per questo motivo, il riutilizzo degli effluenti può essere più adatto a soddisfare le esigenze di picco a breve termine favorendo altre azioni di approvvigionamento idrico, soprattutto se è richiesta l'osmosi inversa.

Paesi Bassi

Nei Paesi Bassi lo sviluppo del riutilizzo di acque reflue, in particolare di acque urbane, sta sviluppandosi rapidamente, grazie all'economia circolare. Tutti i consigli di amministrazione di organismi governativi coinvolti sul tema dell'acqua nei Paesi Bassi lavorano insieme allo studio di metodi per il recupero di componenti utili presenti nelle acque reflue urbane.



Gli sviluppi relativi al riuso delle acque di scarico sono mirati all'uso di componenti presenti nelle acque reflue urbane quali:

- Cellulosa per Carta
- Fosfato per fertilizzante
- Proteine da utilizzare nel cibo per animali domestici (non consentito in questo momento)
- Produzione di l'energia dai fanghi
- Uso di materiali grezzi in prodotti nuovi

Tutti i Tavoli sul tema delle acque nei Paesi Bassi stanno studiando le modalità per recuperare componenti utili dalle acque reflue urbane.

Tuttavia, la maggior parte di queste non sono consentite a causa dell'attuale legislazione europea.

Ostacoli all'attuazione delle pratiche previste di riutilizzo dell'acqua

Gli ostacoli per l'attuazione di alcune modalità di riutilizzo di (parte di) acque reflue sono:

- La legislazione sulla sicurezza alimentare attualmente non consente il riutilizzo di prodotti dal recupero delle acque reflue urbane. Il riutilizzo di prodotti come proteine nei prodotti alimentari per animali non è consentito a causa del possibile impatto sulla catena alimentare.
- La legislazione europea e locale sul riutilizzo delle acque reflue urbane trattate ha considerato le acque reflue industriali e urbane come rifiuti e non come materia prima. Pertanto, il riutilizzo è possibile solo dopo una procedura di "End of Waste".
- Residui di medicinali e ormoni nelle acque reflue trattate.
- Tecniche economicamente sostenibili per trattare l'acqua secondo standard sicuri.

Attuali requisiti di qualità

Italia

Le norme italiane descrivono diversi usi di tipo urbano, agricolo e industriale. L'acqua affinata potrebbe essere utilizzata per tutte le colture destinate al consumo umano / animale, per colture non alimentari e per aree verdi pubbliche (anche per impianti sportivi). L'uso industriale è consentito se non viene effettuato alcun contatto diretto con prodotti alimentari, farmaceutici o cosmetici. Le caratteristiche e i valori limite per il riutilizzo industriale sono stabiliti dalle parti interessate in base ai requisiti del processo industriale e devono, come minimo, rispettare i valori limite stabiliti per gli scarichi idrici nelle acque superficiali (tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del decreto legislativo 152/2006, articolo 4 del regolamento del 2003).

Il regolamento specifico per l'Italia è sintetizzato nella seguente tabella (D.M. 185/2003).

Tabella 10 - D.M. 185/2003

PARAMETERS	STANDARDS	PARAMETERS	STANDARDS
pH	6.0 ÷ 9.5	Sulphites [mg SO ₃ /L]	0.5
Sodium Adsorption Rate	10.0	Sulphates [mg SO ₄ /L]	500
Coarse solids	absent	Chlorine residual [mg/L]	0.2
TSS [mg/L]	10.0	Chlorides [mg Cl/L]	250
BOD ₅ [mg/L]	20.0	Fluorides [mg F/L]	1.5
COD [mg/L]	100.0	Animal/vegetal oils & fats [mg/L]	10.0
Phosphorus [mg P/L] (total)	2.0	Mineral oils [mg/L]	0.05
Total Nitrogen [mg N/L]	15.0	Phenols [mg/L] (total)	0.1
Ammonia [mg NH ₄ /L]	2.0	Pentachlorophenol [mg/L]	0.003
EC _w [dS/m]	3.0	Aldehydes [mg/L] (total)	0.5
Aluminium [mg Al/L]	1.0	Tetra/tricloro-ethylene [mg/L]	0.01
Arsenic [mg As/L]	0.02	Chlorinated solvents [mg/L] (total)	0.04
Barium [mg Ba/L]	10.0	TTHM [mg/L]	0.03
Boron [mg B/L]	1.0	Aromatic solvents [mg/L] (total)	0.001
Cadmium [mg Cd/L]	0.005	Benzene [mg/L]	0.01
Cobalt [mg Co/L]	0.05	Benzo(a)pyrene [mg/L]	0.00001
Chromium [mg Cr/L] (total)	0.1	Org. nitr. solvents [mg/L] (tot.)	0.01
Chromium VI [mg Cr _{VI} /L]	0.005	Surfactants [mg/L] (total)	0.5
Iron [mg Fe/L]	2.0	Chlorinated biocides [mg/L]	0.0001
Manganese [mg Mn/L]	0.2	Phosphorated pesticides [mg/L]	0.00001 [^]
Mercury [mg Hg/L]	0.001	Other pesticides [mg/L] (total)	0.05
Nickel [mg Ni/L]	0.2	Vanadium [mg V/L]	0.1
Lead [mg Pb/L]	0.1	Zinc [mg Zn/L]	0.5
Copper [mg Cu/L]	1.0	Cyanides [mg CN/L] (total)	0.05
Selenium [mg Se/L]	0.01	Sulphides [mg H ₂ S/L]	0.5
Tin [mg Sn/L]	3.0	<i>E. Coli</i> [UFC /100 mL]	10*
		(80% of samples)	
		CWs & Stabilisation ponds	50**
Thallium [mg Tl/L]	0.001	<i>Salmonellae</i> [UFC /100 mL]	absent

[^] for any single item;

* 100 CFU/100 mL will be allowed as a maximum for a single isolated sample and for the first three years of application of the new Act;

** 200 CFU/100 mL will be allowed as a maximum for a single isolated sample.

La normativa italiana include la determinazione della Salmonella come parametro obbligatorio per tutti gli usi previsti, ed è richiesta l'assenza totale di questo agente patogeno.

Le norme italiane includono valori limite massimi per i parametri fisico-chimici che devono essere soddisfatti per tutti gli usi di acqua depurata previsti. Alcuni parametri hanno valori limite simili a quelli definiti per l'acqua potabile, anche se l'acqua recuperata viene utilizzata per usi come l'irrigazione di aree verdi.

La regolamentazione italiana applica gli stessi limiti di qualità per tutti gli usi di acqua rigenerata a parte gli usi industriali. In caso di riutilizzo industriale, le parti interessate concordano limiti specifici



in relazione alle esigenze dei cicli produttivi e nei quali avviene il riutilizzo. Questo approccio non considera i diversi rischi associati a ciascun particolare uso e non è coerente con l'approccio successivo raccomandato dall'OMS (2006).

In base ai valori limite massimi stabiliti per i parametri microbiologici, gli standard italiani sono i più rigorosi riguardo il valore limite di E. Coli. Nel decreto italiano, il valore limite per E. Coli di 10 cfu / 100 ml (nell'80% del campione nell'anno) è vincolante per l'irrigazione e per usi civili, anche se, in taluni casi, può anche essere consentito un valore di 100 cfu / 100ml.

Per quanto riguarda gli usi industriali, i valori limite dovrebbero, come minimo, rispettare i valori limite stabiliti per gli scarichi idrici nelle acque superficiali (tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del decreto legislativo 152/2006, articolo 4 del regolamento 2003).

La tabella 3 non stabilisce norme vincolanti per E. Coli, sebbene sia suggerito un limite di 5 000 cfu / 100 ml (per gli scarichi in acque superficiali, l'autorità locale competente fissa i limiti di E. Coli per ciascuna autorizzazione allo scarico in base allo stato dell'ambiente del corpo idrico, alle condizioni igieniche e ai possibili usi a valle).

In Italia, le norme previste dalla legislazione nazionale sono più severe di quelle presentate nel rapporto del JRC sui requisiti minimi di qualità per il riutilizzo dell'acqua (ad eccezione del BOD) (JRC, 2017) e più rigorose rispetto al documento orientativo dell'UE su come affrontare i rischi microbiologici basato sul valore soglia dell'indicatore di contaminazione fecale E. coli (Commissione UE, 2017).

Le concentrazioni massime consentite per molti componenti chimici sono limitate più dalle esigenze delle colture agricole che dai rischi reali per la salute umana.

Le sostanze nutritive, l'azoto, il fosforo, il potassio, lo zinco, il boro e lo zolfo devono essere presenti nelle acque reflue trattate nelle concentrazioni corrette altrimenti possono danneggiare sia le colture che l'ambiente. Ad esempio, la quantità di nitrati necessaria varia in diversi stadi di sviluppo della pianta, mentre durante la crescita sono necessarie quantità elevate di nitrati, che vengono ridotti durante la fase di fioritura. Il controllo delle concentrazioni di nitrati è essenziale per ridurre la percolazione dei nitrati nelle falde acquifere che rappresenta un potenziale rischio di inquinamento idrico per il consumo umano.

Le concentrazioni di sodio, cloruro, boro e selenio devono essere attentamente controllate a causa della sensibilità di molte piante a queste sostanze.

Il selenio è anche tossico in funzione delle sue concentrazioni e il boro si trova in alte concentrazioni a causa della presenza nelle acque reflue di detersivi. La qualità dell'acqua è anche un aspetto da considerare quando si sceglie il sistema di irrigazione. In condizioni di alte temperature e bassa umidità, quando viene favorita l'evapotraspirazione, l'uso dell'irrigazione a pioggia non è raccomandato se le acque contengono alte concentrazioni di sodio e cloruri poiché possono causare danni alle foglie.

Vengono inoltre considerati gli oligoelementi con valori soglia per la produzione agricola al di sotto dei quali la tossicità per le piante è considerata accettabile.

Portogallo

Ai fini dell'irrigazione, attualmente il Portogallo utilizza già i requisiti di qualità proposti nella ISO 16075, che costituiscono la base dei nuovi requisiti del regolamento europeo per l'irrigazione agricola. Pertanto, viene già applicato un approccio adattato all'uso specifico e per i nuovi progetti è svolta la valutazione del rischio. Per ogni progetto di irrigazione, in base agli usi finali, viene proposta una classe A, B, C o D combinata con diverse misure di minimizzazione, cioè barriere multiple, per evitare o ridurre al minimo il rischio di contatto tra colture e acqua e tra persone e acqua. Le barriere



sono scelte secondo il principio della barriera equivalente come descritto negli standard ISO 16075, EPA e WHO. Di solito, le autorità sanitarie portoghesi non consentono l'uso di acqua riutilizzata per l'irrigazione delle colture con parti commestibili che sono in contatto con l'acqua di irrigazione e possono essere consumate crude.

Per ciascun progetto, viene proposto un piano di monitoraggio dedicato che include l'acqua riutilizzata e, se necessario, i corpi idrici implicati (acque sotterranee e / o superficiali). I parametri di monitoraggio sono scelti in base ai requisiti di qualità dell'acqua riutilizzata e allo stato e agli usi dei corpi idrici.

Ogni volta che è in corso una fase di post-clorurazione, è necessario il monitoraggio dei trialometani, ovvero il cloroformio.

Malta

Malta produce acqua di riciclo di classe A che può essere utilizzata per tutte le colture alimentari, comprese le colture a radice consumate a crudo e colture alimentari in cui la parte commestibile è a diretto contatto con l'acqua rigenerata. Tutti i metodi di irrigazione sono consentiti. I requisiti di qualità sono i seguenti (i) E. coli ≤ 10 cfu / 100ml, (ii) BOD5 ≤ 10 mg / L, (iii) TSS ≤ 10 mg / L, (iv) Torbidità ≤ 5 NTU, (v) Legionella spp. < 1000 cfu / l dove vi è il rischio di aerosol in serre e (vi) nematodi intestinali (uova di elminti) ≤ 1 uovo / l per l'irrigazione di pascoli o foraggi.

Cipro

I requisiti di qualità per l'acqua trattata utilizzata per l'irrigazione dipendono solitamente dal tipo di scarico, dalla qualità del corpo idrico implicato, dal corpo irrigato, dalla sensibilità dell'area e dalle dimensioni degli impianti di trattamento delle acque reflue.

Impianti di trattamento delle acque reflue ≥ 2.000 a.e.

Alcuni dei principali parametri che vengono monitorati per quanto riguarda gli impianti di trattamento delle acque reflue ≥ 2.000 a.e sono: BOD5, SS, TN, TP, conducibilità, pH, metalli pesanti, B, Cl, E. Coli e tossicità. Solitamente, i valori limite fissati per l'azoto totale e il fosforo totale sono rispettivamente di 15 mg / l e 10 mg / l.

Nelle autorizzazioni sono stabiliti ulteriori obblighi di monitoraggio quando l'effluente terziario viene ricaricato nella falda acquifera o scaricato in acque superficiali (diga o mare), tenendo conto delle norme specificate rispettivamente nella direttiva 2006/118/CE sulle acque sotterranee e della direttiva 2008/105 / CE in materia di standard di qualità ambientale. Inoltre, gli scarichi dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane in aree sensibili (corpi idrici eutrofici) devono soddisfare i requisiti più stringenti relativi a TN e TP. In questi casi i valori limite possono essere TN = 10mg/l e TP = 1mg / l.

Piccoli Impianti di trattamento delle acque reflue ≤ 2.000 p.e

I requisiti di trattamento degli impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala sono anche attuati attraverso la legge sul controllo dell'inquinamento idrico, nonché attraverso regolamenti e decreti ministeriali.

Secondo il decreto ministeriale degli impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2.000 p.e (n. 379/2015), i requisiti di qualità per l'acqua trattata utilizzata per l'irrigazione sono i seguenti:



Tabella 11 - Requisiti del trattamento per l'irrigazione

a/a	Irrigazione	BOD ₅ mg/l (al mese)	COD mg/l (al mese)	SS mg/l (al mese)	E. Coli / 100 ml (al mese)	pH (al mese)	Conducibilità μS/cm (al mese)	Cl mg/l (all'anno)	B mg/l (all'anno)	Cloro residuo mg/l (al mese)
1	Tutte le colture e aree verdi (a)	10	70	10	5	6,5-8,5	2.500	300	1	2
2	Verdure da mangiare cotte (b)	10	70	10	50	6,5-8,5	2.500	300	1	2
3	Prodotti per il consumo umano e aree verdi con accesso limitato al pubblico	25	125	35	200	6,5-8,5	2.500	300	1	2
4	Colture per l'alimentazione animale	25	125	35	200	6,5-8,5	2.500	300	1	2
5	Imianti industriali	25	125	35	200	6,5-8,5	2.500	300	1	2

(a) Non per fragole, verdure a foglia, bulbi e condimenti consumati crudi.

(b) Patate e barbabietole.

Ulteriori obblighi di monitoraggio sono stabiliti nel suddetto decreto quando l'effluente terziario viene scaricato nelle acque sotterranee (durante il periodo invernale) tenendo conto delle norme specificate nella direttiva 2006/118 / CE sulle acque sotterranee.

Regno Unito

Nel Regno Unito non esistono regolamenti specifici per il riutilizzo degli effluenti. Le più importanti normative che riguardano direttamente il riutilizzo degli effluenti sono la direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane, la direttiva quadro sulle acque e le norme DWI per l'acqua potabile.

Nel definire i permessi, l'Agenzia per l'Ambiente richiede che vengano rispettati tutti gli standard di qualità per i fiumi e che non vi sia deterioramento della qualità delle acque fluviali causato dallo scarico di acque reflue riciclate e che siano conservate le vigenti autorizzazioni e regolamentazione a garanzia degli standard di qualità dell'acqua, in particolare dove l'acqua viene recuperata per uso potabile.

Sistemi di riutilizzo degli effluenti che non scaricano in un corpo idrico sarebbero regolamentati nell'ambito delle procedure di gestione dei rifiuti; il Regno Unito non ha nessuno di questi regimi.

Attualmente non esistono linee guida ufficiali del Regno Unito sulla qualità dell'acqua al fine di riutilizzo nell'irrigazione agricola. Tuttavia, nel Regno Unito la maggior parte degli agricoltori che irrigano colture in campo (la maggior parte dell'irrigazione agricola) utilizza l'acqua prelevata direttamente da fonti di superficie o sotterranee, piuttosto che acqua potabile.



Langford

Presso la Chelmsford Sewage Treatment Works i limiti consentiti sono 10 mgN/l ammoniaca, 20 mg/l BOD e 40 mg/l solidi sospesi. La tabella seguente mostra la media di tre importanti parametri di qualità dell'acqua utilizzati.

Parameter	Unit	River	Recycled water
Phosphate	µg/l	467	76
Nitrate	mg/l	37.3	22.9
E. coli	/100ml	450	86

Table *: Water quality in the river and the recycled water from Langford Recycling Plant

L'acqua trattata scaricata rispetta gli standard di qualità per l'acqua (come stabilito dalla WFD). L'acqua trattata da Langford è costantemente di qualità molto più elevata dell'acqua fluviale ricevente in termini di contaminanti chimici e batteriologici. L'acqua trattata soddisfa tutti gli standard di qualità dell'acqua stabiliti dalla UWWD e, in quanto tale, Langford è considerata la fase terziaria delle opere di trattamento delle acque reflue di Chelmsford.

Turchia

La tabella E7.1 del Comunicato sui Metodi Tecnici degli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue definisce i criteri per l'uso delle acque reflue trattate a scopo irriguo e classifica le acque reflue trattate nelle classi A e B. In base alla categoria, può essere consentita l'irrigazione di determinati tipi di piante e aree. Oltre alla tabella E7.1, la tabella E7.2 definisce la qualità chimica dell'acqua di irrigazione.

Le Tabelle E7.1 ed E7.2 sono riportate di seguito:



Tabella E7.1. Classificazione delle acque reflue trattate da riutilizzare nell'irrigazione

Tipo di riutilizzo	Tipo di trattamento	Qualità delle acque rigenerate ^a	Periodo di monitoraggio	Distanza di rispetto ^b
Classe A				
<i>a-Irrigazione agricola: prodotti alimentari che non sono trattati commercialmente</i>				
<i>b-Irrigazione di aree urbane</i>				
a) Tutti i prodotti alimentari irrigati con irrigazione superficiale e a pioggia e consumati direttamente a crudo	-Trattamento secondario ^c -Filtrazione ^d -Disinfezione ^e	-pH=6-9 -BOD ₅ < 20 mg/L -Torbidità < 2 NTUf -Coliformi fecali: 0/100 mL ^{g,h} - In alcuni casi può essere necessaria l'analisi per virus specifici, protozoi ed elminti. -Cloro residuo > 1 mg/L ⁱ	-pH: Settimanale -BOD ₅ : Settimanale -Torbidità: Continuo -Coliformi: Giornaliero -Cloro residuo: Continuo	Deve essere ad almeno 50 m di distanza dai pozzi che forniscono acqua potabile
b) Tutti i tipi di spazi verdi (parchi, campi da golf, ecc.)				
Informazioni aggiuntive:				
-Per l'irrigazione agricola, si dovrebbe prestare attenzione all'analisi dei metalli pesanti.				
-Per raggiungere gli standard possono essere aggiunti coagulanti prima della filtrazione.				
- Le acque reflue trattate che verranno riutilizzate dovrebbero essere incolori e inodori.				
-Per distruggere virus e parassiti, possono essere applicati periodi di contatto di disinfezione più lunghi.				
-Il cloro residuo dovrebbe essere superiore a 0,5 mg / L nel sistema di distribuzione delle acque reflue trattate (all'applicazione finale).				
-Alti livelli di nutrienti possono influenzare i prodotti alimentari durante la crescita.				
Classe B				
<i>a - Irrigazione agricola: prodotti alimentari commerciabili</i>				
<i>b - Aree di irrigazione in cui l'ingresso è limitato</i>				
<i>c - Irrigazione agricola: piante che non sono prodotti alimentari</i>				
a) Orti e vigneti dove i prodotti vengono irrigati con irrigazione superficiale	-Trattamento secondario -Disinfezione ^e	-pH=6-9 -BOD ₅ < 30 mg/L -SS < 30 mg/L - Coliformi fecali < 200 ad/100 mL ^{g,i,k} - In alcuni casi può essere necessaria l'analisi per virus specifici, protozoi ed elminti. - Cloro residuo > 1 mg/L ⁱ	-pH: Settimanale -BOD ₅ : Settimanale -SS: Giornaliero -Coliformi: Giornaliero -Cloro residuo: Continuo	- Deve essere almeno a 90 m di distanza dai pozzi che forniscono acqua potabile. -Se si applica l'irrigazione a pioggia, dovrebbe essere distante almeno 30 m dalle persone
b) Produzione di aree verdi e di coltivazione in cui l'ingresso di persone è limitato				
c) colture foraggiere per gli animali al pascolo				
Informazioni aggiuntive:				
- Dovrebbero essere considerati anche i limiti per l'irrigazione agricola.				
- Se si applica l'irrigazione a pioggia, SS deve essere inferiore a 30 mg / L.				
- Livelli di nutrienti elevati possono influenzare i prodotti alimentari durante la crescita.				
- Le bovine da latte non dovrebbe essere ammessa al pascolo per un periodo di 15 giorni dopo l'irrigazione. Se questo tempo dovesse essere più breve, i coliformi fecali dovrebbero essere al massimo 14/100 ml.				



Tabella E7.2. Tabella per la valutazione della qualità chimica delle acque di irrigazione

Parametri	Unità	Grado di danno		
		Nessuno (Acque I classe)	Medio-Basso (Acque II classe)	Pericoloso (Acque III classe)
Salinità				
Conducibilità	μS/cm	< 700	700-3000	>3000
Solidi totali disciolti	mg/L	< 500	500-2000	>2000
Adsorbimento				
SAR _{Tad}	0-3	EC ≥ 0.7	0.7-0.2	< 0.2
	3-6	≥ 1.2	1.2-0.3	< 0.3
	6-12	≥ 1.9	1.9-0.5	< 0.5
	12-20	≥ 2.9	2.9-1.3	< 1.3
	20-40	≥ 5.0	5.0-2.9	< 2.9
Tossicità ionica specifica				
Sodio (Na)				
Irrigazione superficiale	mg/L	< 3	3-9	> 9
Microirrigazione	mg/L	< 70	> 70	
Cloruro(Cl)				
Irrigazione superficiale	mg/L	< 140	140 –350	> 350
Microirrigazione	mg/L	< 100	> 100	
Boro (B)	mg/L	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0

Le Tabelle E7.3, E7.4, E7.5 ed E7.6 del Comunicato forniscono inoltre informazioni sulla sensibilità delle piante che verranno irrigate con acque reflue trattate.

Paesi Bassi

Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per il riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è consentito dalla legge.



Valutazione del rischio (esempi e metodologie applicate)

Italia

Il piano di gestione del rischio non è menzionato nella normativa italiana come strumento che deve essere applicato dal Paese, ma sono considerati parametri fisico-chimici aggiuntivi come metalli pesanti, sostanze nutritive e sostanze organiche.

Portogallo

Il Portogallo sta preparando un nuovo regolamento per il riutilizzo dell'acqua a scopi diversi, oltre all'irrigazione agricola, in cui sarà inserito un approccio di gestione del rischio. Tuttavia, l'attuale processo di autorizzazione applica già parte di questo concetto, vale a dire la combinazione tra gli usi previsti e la corrispondente definizione di parametri specifici di qualità, il degrado dell'ambiente e l'applicazione di barriere multiple per ridurre al minimo il contatto dell'acqua con i recettori umani o minimizzare il tragitto dell'acqua di riuso e le risorse idriche. Inoltre, alcuni lavori di ricerca per usi non potabili sono condotti secondo approcci semiquantitativi, come quello descritto da Rebelo lo scorso marzo, nel 14 ° Congresso Nazionale sull'Acqua, basato su scale di rilevanza e sul contenuto microbiologico dell'acqua (Rebelo, 2018)¹.

Malta

La Water Services Corporation, in qualità di gestore dell'impianto di depurazione di Malta, redigerà un piano di gestione del rischio di riutilizzo dell'acqua basato su aspetti chiave di gestione del rischio. Questi includono: (1) Descrizione dell'attuale sistema di riutilizzo dell'acqua; (2) Identificazione del potenziale pericolo (come la presenza di inquinanti e patogeni) e il potenziale di eventi pericolosi; (3) identificazione di ambienti, popolazioni e individui a rischio di esposizione ai potenziali pericoli; (4) valutazione dei rischi ambientali e dei rischi per la salute umana; (5) monitoraggio addizionale della qualità dell'acqua rispetto ai livelli di metalli pesanti, pesticidi, sottoprodotti di disinfezione, prodotti farmaceutici, ect .; (6) Identificazione di tutte le misure preventive che devono essere implementate per gestire tutti i potenziali rischi; (7) garanzia che siano in atto sistemi e procedure adeguati di controllo della qualità; (8) garanzia che siano predisposti sistemi di monitoraggio ambientale in grado di rilevare eventuali effetti negativi e (9) garanzia che sia in atto un sistema appropriato per gestire gli incidenti e le emergenze.

I piani di sicurezza per il riutilizzo dell'acqua devono coprire l'intero sistema, dall'impianto di depurazione fino al punto di utilizzo.

L'attuale utilizzo di acqua rigenerata fornita dalla Water Services Corporation è regolato dalla Food Safety Commission.

¹ Disponibile solo in lingua portoghese



Cipro

In base alla legge sulla valutazione dell'impatto ambientale, il comitato tecnico valuta i potenziali effetti ambientali delle attività di sviluppo pianificate, in relazione alla progettazione, costruzione e gestione di sistemi di trattamento delle acque reflue urbane e di gestione delle acque reflue trattate al fine di identificare e valutare gli impatti positivi e negativi per l'ambiente e per la salute pubblica. Il Dipartimento dell'Ambiente rilascia un Permesso Ambientale che definisce termini specifici per la protezione dell'ambiente.

Regno Unito

Da una prospettiva ambientale le questioni chiave da considerare:

1. l'impatto sull'ecologia a valle del nuovo prelievo dell'effluente, il quale avrebbe altrimenti incrementato il deflusso del corpo idrico a valle (importante a basse portate); a. impatto su habitat e specie dipendenti dal deflusso; b. impatto sulla capacità di diluire i contaminanti nelle acque provenienti dal bacino idrografico.
2. L'impatto sui punti di estrazione posti a valle del nuovo prelievo di effluente che altrimenti avrebbe incrementato i deflussi a valle (importante a basse portate). Ciò fa riemergere l'importante questione della proprietà, che deve ancora essere affrontata e risolta dal governo e dal regolatore.
3. La qualità dell'acqua, derivante da effluenti trattati, che ha già attraversato il ciclo di riutilizzo almeno una volta. A seconda di quanto è chiuso il ciclo di riutilizzo e delle sostanze contenute nell'acqua di scarico, possono formarsi accumuli all'interno delle acque reflue. Si creeranno anche concentrati residui di trattamento che richiedono lo smaltimento;

Questi rischi dovrebbero essere considerati, ma dovrebbero essere trattati nelle licenze di prelievo esistenti e dalle disposizioni contenute nell'autorizzazione allo scarico preventivamente allo sviluppo ed al funzionamento del sistema.

L'Agenzia per l'ambiente dovrebbe avere la conferma che tutti gli standard pertinenti della DQA, incluso il deterioramento sia del punto di scarico che del punto in cui l'acqua viene rimossa, siano soddisfatti:

La valutazione dell'impatto ambientale e la valutazione delle opzioni di qualsiasi sistema di riutilizzo degli effluenti proposto è importante per proteggere l'ambiente e altri interessi da eventuali impatti negativi delle modifiche alla portata ed alla qualità dell'acqua che può essere causata dallo riutilizzo degli effluenti. Occorre esaminare i costi e i benefici per fornire raccomandazioni e per ridurre al minimo gli impatti negativi. Sarà necessario un approccio basato sul rischio per il monitoraggio della qualità dell'acqua e la caratterizzazione del bacino di raccolta delle acque reflue per informare le decisioni sui test di qualità dell'acqua potabile.

Langford

L'estuario del Blackwater, dove l'acqua viene derivata verso il sistema di Langford, è un *sito di interesse scientifico speciale*, un'*area speciale di conservazione* e un'*area di protezione speciale*.

Le valutazioni di impatto ambientale consistevano principalmente in studi sugli invertebrati marini e sugli uccelli selvatici. L'aumento del prelievo di acqua può aumentare i livelli di interrimento, che rappresenta un problema particolare per gli utilizzatori di barche e per il porto locale. Per mitigare



questo problema, ogni anno la ESW draga il Maldon Port, anche se il sistema opera solo durante le annate secche.

Le lezioni apprese dall'esperienza di Langford - gli esercizi di valutazione del rischio e di mitigazione - sono cruciali in quanto la protezione della salute umana e dei sistemi ambientali è fondamentale.

Turchia

Il piano di valutazione del rischio non è menzionato nella normativa turca come strumento che deve essere applicato nel paese.

Paesi Bassi

Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per la valutazione del rischio nel riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito.

Non vi sono grandi problemi di scarsità d'acqua. Esistono, tuttavia, problemi regionali di carenza idrica. Gli scenari del "Delta program fresh water" mostrano che, tra l'altro, tali problemi saranno incrementati in futuro dai cambiamenti climatici. Non esiste una politica specifica di qualità, richiesta dall'Olanda, per le acque reflue trattate a uso irriguo. Le acque reflue trattate soddisfano i requisiti della direttiva sulle acque reflue urbane.



Monitoraggio

Italia

Gli standard italiani non considerano una frequenza di analisi. Questa frequenza dovrebbe essere stabilita dai responsabili dell'impianto, in accordo con le autorità e tenendo sempre conto della variabilità delle caratteristiche delle acque.

Le norme italiane comprendono l'approvazione, per diversi usi, delle autorità sanitarie pubbliche che rilasciano autorizzazioni caso per caso.

Alcune delle caratteristiche chimico-fisiche più importanti da controllare per determinare l'idoneità all'uso agricolo delle acque reflue sono:

- pH
- salinità
- sodio (indice di assorbimento del sodio o SAR)
- carbonati e bicarbonati in relazione al contenuto di Ca e Mg
- altri elementi traccia
- anioni tossici
- nutrienti
- cloro libero

Un programma di monitoraggio potrebbe prevedere un controllo qualitativo delle acque rigenerate prima della distribuzione e delle parcelle irrigue, con analisi del suolo e della produzione agricola irrigata.

Nel seguito vengono indicati i controlli che possono essere effettuati:

- a) analisi delle acque allo scarico del trattamento terziario
- b) analisi delle parcelle irrigue (quella più vicina e quella più distante dal punto di consegna dell'affinato alla rete di distribuzione, ed in altri punti di campionamento da stabilirsi);
- c) analisi del suolo e dei prodotti agricoli.

L'analisi in uscita del trattamento terziario è già indicata nel DM 185/2003.

Le analisi delle parcelle irrigue possono essere di tipo:

- ✓ microbiologico (coli fecali, coli totali, streptococchi fecali)
- ✓ chimico (cloro/acido per acetico residuo, COD, SAR, solidi sospesi)).

Per quel che riguarda le analisi del suolo, si possono prevedere:

- ✓ analisi chimico-fisiche su campioni prelevati all'inizio ed alla fine della stagione irrigua, come ad esempio:
 - pH;
 - sostanza organica (%);
 - carbonio (%)
 - azoto totale (%)
 - fosforo assimilabile (ppm P2O5);
 - sodio assimilabile (mEq/100 gr Na);
 - potassio assimilabile (mEq/100 gr K2O);
 - sabbia (%);
 - limo (%);
 - argilla (%)
- ✓ analisi microbiologiche del terreno su campioni prelevati all'inizio ed alla fine della stagione irrigua:



- coliformi totali (UFC/100 ml);
- coliformi fecali (UFC/100 ml);
- streptococchi fecali (UFC/100 ml).

Le analisi sui suoli devono essere effettuate a inizio e fine stagione irrigua per valutare eventuali fenomeni di modifica della struttura chimica e fisica (possibile accumulo di metalli pesanti, accumulo di salinità, ecc.)

Per quel che concerne l'analisi dei prodotti agricoli, si possono prevedere:

- ✓ Analisi microbiologiche dei prodotti agricoli (es. frutti) al momento della raccolta avvenuta in tre momenti diversi del ciclo colturale) e dopo uno stoccaggio di 7- 13 giorni:
 - coliformi totali (UFC/100 cm²);
 - coliformi fecali (UFC/100 cm²);
 - streptococchi fecali (UFC/100 cm²);
 - presenza di Salmonella;
 - presenza di Vibrioni;
 - presenza di uova di elminti

Inoltre, se le acque reflue depurate sono destinate all'irrigazione di spazi verdi aperti al pubblico (campi da golf, giardini, aiuole), l'analisi microbiologica potrebbe essere eseguita sull'erba.

Portogallo

Ogni autorizzazione è rilasciata dall'autorità competente per le risorse idriche e definisce un programma di monitoraggio di conformità o di verifica specifico per ciascun progetto in base ai requisiti per gli usi finali e le caratteristiche dei corpi idrici implicati, ovvero il loro stato e i relativi usi. Per l'adozione di questi programmi è necessaria un'approvazione formale da parte delle autorità sanitarie e agricole, in particolare per l'irrigazione agricola, o solo dall'autorità sanitaria per l'irrigazione delle aree pubbliche. Questi programmi di monitoraggio possono includere le acque reflue trattate e le acque superficiali o sotterranee. I parametri tipici richiesti sono:

- Irrigazione di aree pubbliche: E. coli, uova di elminto, triometani (ad es. Cloroformio) se nei sistemi di distribuzione viene addizionato cloro residuo, BOD₅, COD, TSS, salinità e sostanze nutritive;
- Irrigazione agricola: come sopra, più SAR, salinità e alcuni metalli pesanti in funzione delle colture (alcuni metalli presentano una tossicità specifica per alcuni tipi di colture);
- Protezione dei corpi idrici: monitoraggio delle acque superficiali o sotterranee (ad es. E. coli, nitrati, fosforo, TOC).

Se necessario, le autorità agricole possono definire la necessità di monitoraggio delle colture e/o del suolo.

Gli Operatori definiscono parametri operativi per controllare i sistemi di trattamento e distribuzione e solitamente includono torbidità, ossigeno disciolto, cloro residuo, ecc.

Il monitoraggio di validazione non è ancora stato implementato in Portogallo poiché, attualmente, le autorità sanitarie portoghesi non consentono l'uso di acque di recupero per l'irrigazione di colture che possono essere consumate crude e hanno parti commestibili che possono entrare direttamente in contatto con l'acqua.

Attualmente l'acqua di recupero viene analizzata per E.coli, BOD₅, TSS, Torbidità e Legionella spp. due volte a settimana. Inoltre, anche l'acqua prodotta dopo ogni processo (cioè l'ultrafiltrazione, l'osmosi inversa e l'ossidazione avanzata) viene regolarmente monitorata.



Malta

Nell'acqua affinata sono anche regolarmente analizzati ulteriori parametri, tra cui un certo numero di sostanze organiche, inquinanti emergenti, pesticidi e metalli.

Cipro

- Il monitoraggio include il campionamento e l'analisi dei parametri chimici, fisici e microbiologici delle acque reflue trattate come:

- BOD5
- COD
- SS
- Metalli pesanti
- Fosforo e azoto
- Cloro residuo
- Sostanze prioritarie
- Patogeni

- a) Al fine di definire termini di monitoraggio, in funzione del tipo di scarico e del relativo corpo idrico: Si considerano le disposizioni della seguente legislazione:

UWWTD 91/271 / CE.

- «Documento di orientamento per l'attuazione del PRTR europeo». Sub-lista indicativa *settore-specifica* per gli inquinanti nelle acque.
 - Direttiva sulle acque sotterranee 2006/118 / CE.
 - Direttiva 2008/105 / CE in materia di standard di qualità ambientale.
 - «Decreto ministeriale per impianti di trattamento delle acque reflue su piccola scala ≤ 2.000 a./ (n. 379/2015).
 - Decreto sul codice di buona pratica agricola (n. 263/2007).
- b) Vengono considerati anche la qualità/quantità delle acque reflue trattate e la qualità del corpo idrico ricevente e/o del corpo irrigato.
- Ulteriori obblighi di monitoraggio sono stabiliti dall'autorizzazione per il monitoraggio delle acque sotterranee e del suolo nella zona irrigata, nonché delle acque superficiali e della falda, se pertinenti.
 - Un esempio è dato dall'impianto di trattamento delle acque reflue di Lemesos - Amathounta ("Case Study: UWWTP of Lemesos - Amathounta").

Regno Unito

Per la riuscita della valutazione e la mitigazione del rischio a Langford, erano richiesti anni di dati di riferimento del sistema di riutilizzo.

L'apertura del programma è stata preceduta da dieci anni di monitoraggio ambientale, dimostrando che il Piano rispetterà l'obiettivo della Direttiva Quadro sulle Acque di "nessun deterioramento".



Turchia

Il Comunicato relativo ai Metodi Tecnici degli Impianti di Trattamento delle Acque Reflue, alla tabella E7.1 definisce i criteri per l'uso di acque reflue trattate per l'irrigazione e le suddivide nelle classi A e B. Secondo la categoria, l'irrigazione di determinati tipi di piante e aree può essere consentita. Le tabelle E7.1 ed E7.2 del Comunicato definiscono le frequenze di monitoraggio come segue:

Classe A:

- pH: settimanale
- BOD5: settimanale
- Torbidità: continua
- Coliformi: tutti i giorni
- Cloro residuo: continuo
- Classe B:
- pH: settimanale
- BOD5: settimanale
- SS: giornaliero
- Coliformi: tutti i giorni
- Cloro residuo: continuo

Paesi Bassi

Nei Paesi Bassi non esistono requisiti standard per il monitoraggio del riutilizzo delle acque reflue trattate. Il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito.



Costi del riuso dell'acqua

Italia

Nel 2012 l'ISPRA ha pubblicato un Modello di indagine per la valutazione della fattibilità del riuso delle acque reflue depurate.

Il modello, diviso in 5 capitoli, riporta nei primi due i risultati dell'identificazione di criteri, indicatori e indici che hanno portato alla formulazione del modello di valutazione. La metodologia sviluppata è stata applicata e verificata su 10 casi studio, descritti nel terzo capitolo, mentre il quarto, "Fattibilità tecnico-economica del riutilizzo", riporta i risultati emersi dall'esame dei 10 impianti studiati, per evidenziare i punti di forza e le criticità.

Infine, nel capitolo 5 vengono definiti i criteri per la redazione di un piano di monitoraggio della qualità delle acque recuperate e degli effetti ambientali/vantaggi derivanti dal riutilizzo.

Gli impianti sono stati scelti con l'intento di esaminare casistiche diversificate tra loro in ordine a:

- forma di riutilizzo (agricolo diretto, agricolo indiretto, industriale);
- dimensione dell'impianto di depurazione (portate riutilizzate o riutilizzabili comprese tra 5.000 e 115.000 m³/d);
- localizzazione geografica;
- stato di fatto del riutilizzo (in previsione oppure in atto).
- L'applicazione del criterio di valutazione all'impianto di depurazione di Baciacavallo porta alle seguenti conclusioni:
 - dal punto di vista economico, un particolare meccanismo di tariffazione del servizio di approvvigionamento e depurazione rende sostenibile il riutilizzo delle acque depurate;
 - la depurazione, seguita da affinamento e miscelazione con acqua prelevata dal fiume Bisenzio, garantisce un livello di qualità compatibile con il riutilizzo nel settore tessile (VD = 0,82). Il sistema dei trattamenti terziari garantisce anche l'affidabilità di funzionamento e quindi la stabilità delle prestazioni;
 - la disponibilità dell'acqua riciclata viene valutata positivamente anche dal punto di vista dell'utilizzatore, in relazione agli aspetti della disponibilità e del livello qualitativo della risorsa. Nel complesso, quindi, il criterio di valutazione adottato, portando ad un giudizio positivo per tutti gli aspetti considerati, conferma la fattibilità del riutilizzo, che, del resto, viene già effettuato da alcuni anni. Va sottolineato, però, che è stato adottato un meccanismo di incentivazione/tariffazione, che distribuisce i costi del riuso anche sugli utenti che non ricorrono a questa opportunità. Ciò si è reso indispensabile per garantire la sostenibilità economica dell'operazione.

I costi medi per il riutilizzo, come calcolato da ISPRA in un sondaggio su diversi impianti di trattamento italiani (impianti diversi per usi diversi: urbano, industriale, agricolo) variano tra 0,0083 e 0,48 € / m³. A titolo di confronto, i costi di estrazione di acqua da fiumi e corpi idrici sotterranei sono stimati in 0,015-0,2 € / m³.

L'alto costo dell'acqua riciclata è generalmente indicato come uno dei principali ostacoli al riutilizzo dell'acqua.

Portogallo

I dati disponibili attualmente non sono sufficienti per generare intervalli di costi basati su scenari che forniscano un capitale indicativo ragionevole o costi operativi.



Malta

In ogni periodo dell'anno, il costo del servizio e le tariffe per il consumo di acqua depurata altamente affinata devono essere i seguenti:

- a) il costo del servizio per l'accesso al sistema di distribuzione dell'acqua depurata altamente affinata è fissato a 25 EUR;
- b) la tariffa per il consumo di acqua depurata altamente affinata deve essere la seguente:
 - (i) per qualsiasi quantità non superiore a 2.500 m³: € 0,20 per 1 m³;
 - (ii) per ogni quantità eccedente la suddetta quantità di 2.500 m³ ma non più di 5.000 m³: € 0,60 per 1 m³;
 - (iii) per qualsiasi quantità eccedente la suddetta quantità di 5.000 m³: 0,80 € per m³.

Visto che la tariffa relativa al primo blocco di 2.500 m³ per tutti i consumatori di acqua depurata altamente affinata a fini agricoli sarà gratuita fino al momento in cui il ministro competente per la Water Services Corporation disporrà che la tariffa di cui al paragrafo i) entri in vigore, si consideri ulteriormente che le fasce tariffarie applicabili per ogni azienda per l'acqua depurata altamente affinata fornita a fini agricoli sono le seguenti:

Holding Size (ha)	Holding Units	Volumetric quantity for which the lowest tariff rate shall be applicable (m ³)	Volumetric quantity for which the highest tariff rate shall be applicable (m ³)
≤ 0.50	1	2,500	5,000
0.51-1.00	2	5,000	10,000
1.01-1.50	3	7,500	15,000
1.51-2.00	4	10,000	20,000
2.01-2.50	5	12,500	25,000
2.51-3.00	6	15,000	30,000
3.01-3.50	7	17,500	35,000
3.51-4.00	8	20,000	40,000
4.01-4.50	9	22,500	45,000
4.51-5.00	10	25,000	50,000
5.01-5.50	11	27,500	55,000
5.51-6.00	12	30,000	60,000

For holding units in excess of 6 ha, the volumetric quantities for which the tariff rates shall be applicable shall be calculated on a *pro rata* based on the per-holding unit allocation."

1 holding (azienda) = 0,5Ha di terreno a fini agricoli

(*) L'incentivo statale, che può essere rivisto, consiste nel fatto che la prima aliquota per l'agricoltura è gratuita

L'uso non agricolo è considerato come tariffa per 1 azienda.



Cipro

A Cipro, sin dall'inizio, l'acqua rigenerata è stata fornita per scopi irrigui a un prezzo compreso tra il 33% e il 40% di quello pagato per l'acqua fresca convenzionale (il prezzo dell'acqua dolce era di 0,17 €/m³ per l'agricoltura e di 0,34 €/m³ per il paesaggio, mentre il prezzo dell'acqua riciclata era rispettivamente di € 0,07/m³ e € 0,15).

Ciò ha rappresentato un forte incentivo per gli utenti ad accettare l'acqua riutilizzata come nuova risorsa idrica affidabile.

Il costo dell'acqua rigenerata è sovvenzionato dal governo poiché il costo della sua produzione è molto più alto rispetto all'acqua di origine convenzionale. Questo a causa degli elevati standard di qualità richiesti. Tutti gli impianti di trattamento delle acque reflue sono dotati di trattamento terziario e alcuni di essi sono dotati di tecnologie avanzate come i bioreattori a membrana.

A Cipro, i *Sewerage Boards* (Consigli per gli scarichi idrici) sono responsabili della progettazione, costruzione e gestione degli impianti.

Il costo di costruzione e di gestione del trattamento secondario garantito dai *Sewerage Boards*, viene pagato dagli utenti attraverso la tassazione, laddove il costo di costruzione e di funzionamento degli impianti di trattamento terziario è coperto dal governo per le ragioni spiegate più sopra.

I tassi di vendita delle acque riutilizzate a Cipro sono i seguenti:

a/a	Tipo di utilizzo	Effluente trattato terziario, Centesimi di €/m ³	Acqua fresca non trattata dalle opere idriche governative, Centesimi di €/m ³
	Tariffa annuale	240,00 al giorno	240,00 al giorno
1	Per le persone fisiche, per l'irrigazione per la produzione agricoltura, produzione, per le divisioni di irrigazione per la produzione agricola	7,00	17,00
2	Per i fornitori di acqua di irrigazione	2,00	12,00
3	Per consumo industriale	17,00	25,00
4	Per l'irrigazione di aree verdi, giardini e campi (municipali e governativi)	12,00	23,00
5	Per l'irrigazione dei campi da golf	23,00	n.a.
6	Per l'irrigazione di aree verdi e giardini privati (hotel e case)	17,00	36,00
7	Per il consumo in eccesso per l'agricoltura e il bestiame		45,00
8	Per altri usi	Aumento del tasso del 50%	Aumento del tasso del 50%



Regno Unito

I dati disponibili attualmente non sono sufficienti per generare fasce di costo basate su scenari che forniscano ragionevole valori per il capitale di investimento o costi operativi indicativi.

La costruzione di Langford è costata 13 milioni di sterline.

Paesi Bassi

Nei Paesi Bassi il riutilizzo delle acque reflue trattate non è comunemente consentito