



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO



Università  
degli Studi  
di Palermo

dj  
dipartimento  
di ingegneria  
unipa

## Seminario tecnico

# “Il riuso irriguo delle acque reflue depurate: applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”

Palermo, 23 Settembre 2022

## ANALISI E GESTIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL RIUSO IRRIGUO ALLA LUCE DEL REGOLAMENTO EU N. 741/2020

*Prof. Gaspare Viviani*

Università di Palermo





## CRITERI DI QUALITA' AMBIENTALI

Utilizzati per determinare se un'azione di origine antropica determina inquinamento e/o se un comparto ambientale è inquinato; la loro applicazione preventiva comporta la scelta di limiti e procedure mirati a contenere l'inquinamento.

Differenti metodi possono essere applicati per la definizione dei criteri di qualità:

- a) metodo "**tabellare**": è il più adoperato e si basa sul non superamento di limiti fissati per un set di parametri (chimici, fisici, biologici), che sono indicatori dello stato di qualità dell'azione e/o del comparto ambientale;
- b) metodo della "**analisi di rischio**": meno adoperato, si basa sul non superamento di un rischio massimo; più complesso e soggettivo, ma sito-specifico, dipendendo dalle caratteristiche del sito e/o del bersaglio dell'eventuale inquinamento.

**Esempi di metodi tabellari:** acque destinate al consumo umano, acque di scarico

**Esempi di analisi di rischio:** suoli e acque sotterranee (→ siti contaminati).



## CRITERI DI QUALITA' AMBIENTALI

Già da tempo la normativa internazionale tende a introdurre l'analisi di rischio nella valutazione di attività che possono produrre impatti sulla salute umana e/o sull'ambiente.

Iniziative dell'**OMS** (Organizzazione Mondiale della Sanità):

### Drinking-water

Relevant guidelines:

Guidelines for drinking-water quality (GDWQ), fourth edition incorporating first addendum, in preparation

Practical framework for site-specific implementation:

Water safety plan (WSP):

- Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers, 2009 (WSP manual)
- Water safety planning for small community supplies: step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities, 2012
- Water safety plan: a field guide to improving drinking-water safety in small communities, 2014

### Wastewater and excreta reuse

Relevant guidelines:

Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater (GWEG) (Vols I-IV), 2006

Practical framework for site-specific implementation:

Sanitation safety plan (SSP):

- Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta, 2015 (SSP manual)

### Recreational waters

Relevant guidelines:

Guidelines for safe recreational water environments (GREC), 2003





## CRITERI DI QUALITA' AMBIENTALI

### Iniziative della UE:

- **HACCP** (Hazard Analysis and Critical Control Points), procedura mirata a garantire la salubrità degli alimenti
- **WSP** (Water Safety Plan) per i servizi idrici e l'acqua destinata al consumo umano (Direttive 98/83/CEE, 2020/2184/UE), da adottare entro 12/01/2023
- ➔ **WRSP** (Water Reused Safety Plan) per la gestione e il riutilizzo delle acque reflue (Regolamento UE 2020/741), da adottare entro 26/06/2023





## CRITERI DI QUALITA' AMBIENTALI

### Iniziative dell'Italia:

- **PSA** (Piano di Sicurezza dell'Acqua), per le acque destinate al consumo umano, (ISTISAN 14/21)
- **AdR** (Analisi dei Rischi) per i siti contaminati (parte IV, titolo V del D.lgs. 152/2006)
- ➔ **PGR** (Piano di Gestione dei Rischi) per la gestione e il riutilizzo delle acque reflue (Regolamento UE 2020/741), da adottare entro 26/06/2023





## IL REGOLAMENTO EU N. 741/2020

Nel Regolamento viene adottato il doppio criterio:

- **tabellare**, col rispetto di requisiti "minimi" di qualità per l'uso delle acque reflue affinate
- **analisi di rischio**, per la valutazione dei rischi connessi all'uso irriguo delle acque reflue e di eventuali vincoli aggiuntivi (limiti, controlli, suoli, colture, sistemi irrigui)





“Il riuso irriguo delle acque reflue depurate:  
applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”



## L'APPROCCIO TABELLARE NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

La **Tabella 1** del Regolamento riporta 4 classi di qualità delle acque affinate, con i possibili utilizzi e le tecniche di irrigazione consentiti per ciascuna classe.

Differenziazione in funzione del **tipo di coltura**, dell'**uso** e della modalità di **irrigazione**.

Tabella 1 — Classi di qualità delle acque affinate e tecniche di irrigazione e utilizzi agricoli consentiti

Classe minima di qualità delle acque affinate	Categoria di coltura (*)	Tecniche di irrigazione
A	Tutte le colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è a diretto contatto con le acque affinate e le piante da radice da consumare crude	Tutte
B	Colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è prodotta al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate, colture alimentari trasformate e colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Tutte
C	Colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è prodotta al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate, colture alimentari trasformate e colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Irrigazione a goccia (**) o altra tecnica di irrigazione che eviti il contatto diretto con la parte commestibile della coltura
D	Colture industriali, da energia e da sementi	Tutte le tecniche di irrigazione (***)

qualità



- (\*) Se lo stesso tipo di coltura irrigata rientra in più categorie della tabella 1, si applicano le prescrizioni della categoria più rigorosa.  
 (\*\*) L'irrigazione a goccia (o irrigazione localizzata) è un sistema di microirrigazione capace di somministrare acqua alle piante sotto forma di gocce o di sottili flussi d'acqua. L'acqua viene erogata a bassissima portata (2-20 litri/ora) sul terreno o direttamente al di sotto della sua superficie da un sistema di tubi di plastica di piccolo diametro dotati di ugelli denominati «emettitori» o «gocciolatori».  
 (\*\*\*) Nel caso di tecniche di irrigazione che imitano la pioggia, occorre prestare particolare attenzione alla protezione della salute dei lavoratori o degli abitanti. A tal fine si devono porre in essere le adeguate misure preventive.



“Il riuso irriguo delle acque reflue depurate:  
applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”



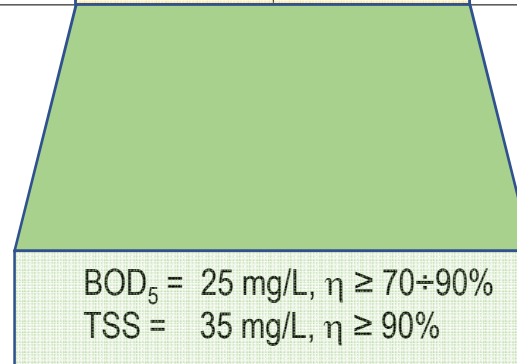
## L'APPROCCIO TABELLARE NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

La **Tabella 2** del Regolamento riporta le prescrizioni minime di qualità delle acque.

- limiti solo su **4 parametri** (E.coli, BOD, TSS, torbidità).
- trattamenti **aggiuntivi** (affinamento) solo per classe A

Tabella 2 — Prescrizioni di qualità delle acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Classe di qualità delle acque affinate	Obiettivo tecnologico indicativo	Prescrizioni di qualità				
		E. coli (numero/100 ml)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Torbidità (NTU)	Altro
A	Trattamento secondario, filtrazione e disinfezione	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 ufc/l se vi è rischio di diffusione per via aerea
B	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 100	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	–	Nematodi intestinali (uova di elminti): ≤ 1 uovo/l per irrigazione di pascoli o colture da foraggio
C	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 1 000			–	
D	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 10 000			–	



limiti tab.1  
all.5 D.lgs.  
152/2006







## L'APPROCCIO TABELLARE NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

Il confronto tra la **Tabella 2** del Regolamento e i vigenti limiti del **D.M. 185/2003** evidenzia limiti più restrittivi per la classe A (BOD), meno restrittivi per le altre classi (Tab.1 152/20006).

Tabella 2 — Prescrizioni di qualità delle acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Classe di qualità delle acque affinate	Obiettivo tecnologico indicativo	Prescrizioni di qualità				
		E. coli (numero/100 ml)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Torbidità (NTU)	Altro
A	Trattamento secondario, filtrazione e disinfezione	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 ufc/l se vi è rischio di diffusione per via aerea Nematodi intestinali (uova di elminti): ≤ 1 uovo/l per irrigazione di pascoli o colture da foraggio
B	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 100	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	–	
C	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 1 000			–	
D	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 10 000	–			

### D.M. 185/2003

Nessuna distinzione tra i vari usi

≤ 10  
(in 80% dei campioni)

≤ 100  
(in 100% dei campioni)

≤ 20 mg/l

≤ 10 mg/l

-

Salmonella: assenti





## L'APPROCCIO TABELLARE NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

La **Tabella 3** del Regolamento riporta le frequenze minime dei controlli sulle acque affinate.

Frequenza **elevata** per classe A (BOD); torbidità come riscontro in continuo dei TSS.

Tabella 3 — Frequenze minime delle attività ordinarie di monitoraggio delle acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Classe di qualità delle acque affinate	Frequenze minime di monitoraggio					
	<i>E. coli</i>	BOD <sub>5</sub>	TSS	Torbidità	<i>Legionella</i> spp. (ove applicabile)	Nematodi intestinali (ove applicabile)
A	Una volta alla settimana	Una volta alla settimana	Una volta alla settimana	Continuativo	Due volte al mese	Due volte al mese o come determinato dal gestore dell'impianto di affinamento secondo il numero di uova presenti nelle acque reflue che entrano nell'impianto di affinamento
B	Una volta alla settimana	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, sezione D)	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, sezione D)	–		
C	Due volte al mese			–		
D	Due volte al mese			–		





## L'APPROCCIO TABELLARE NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

La **Tabella 4** riporta le prescrizioni relative ai **controlli di validazione** a cui sottoporre gli impianti di affinamento prima della loro messa in esercizio.

Va garantita una **riduzione minima** (in log<sub>10</sub>) delle concentrazioni di 3 indicatori dall'impianto di depurazione e dall'impianto di affinamento.

Come **indicatori** di prestazione sono scelti soggetti rappresentativi di batteri patogeni (E.coli), virus patogeni (colifagi) e protozoi (Clostridium).

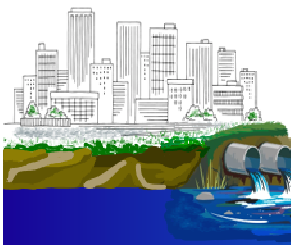
Tabella 4 — Monitoraggio a fini di validazione delle acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Classe di qualità delle acque affinate	Microrganismi indicatori (*)	Obiettivi prestazionali per la catena di trattamento (riduzione di log <sub>10</sub> )
A	<i>E. coli</i>	≥ 5,0
	Colifagi totali/colifagi F-specifici/colifagi somatici/colifagi (**)	≥ 6,0
	Spore di <i>Clostridium perfringens</i> /solfobatteri sporigeni (***)	≥ 4,0 (in caso di spore di <i>Clostridium perfringens</i> ) ≥ 5,0 (in caso di solfobatteri sporigeni)

(\*) Ai fini del controllo di validazione possono essere impiegati anche i patogeni di riferimento *Campylobacter*, Rotavirus e *Cryptosporidium* al posto dei microrganismi indicatori proposti. Gli obiettivi prestazionali da applicare per la riduzione di log<sub>10</sub> devono quindi essere i seguenti: *Campylobacter* (≥ 5,0), Rotavirus (≥ 6,0) e *Cryptosporidium* (≥ 5,0).

(\*\*) Quale indicatore più appropriato della presenza di virus è scelto il valore totale dei colifagi. Tuttavia, se l'analisi dei colifagi totali non è possibile, deve essere analizzato almeno uno di questi indicatori (colifagi F-specifici o colifagi somatici).

(\*\*\*) Quale indicatore più appropriato della presenza di protozoi è scelto il valore delle spore di *Clostridium perfringens*. Tuttavia, se la concentrazione di spore di *Clostridium perfringens* non rende possibile convalidare l'eliminazione richiesta di log<sub>10</sub>, si possono considerare in alternativa i solfobatteri sporigeni.





## L'ANALISI DI RISCHIO NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

In aggiunta dei limiti tabellari, il Regolamento 2020/741 prevede la redazione di un **Piano di Gestione dei Rischi (PGR)** connessi al riutilizzo delle acque affinate, al fine di assicurare che queste siano utilizzate e gestite in maniera sicura e che non ci sia rischio per l'**ambiente** o per la **salute umana o animale**.

Il **PGR** corrisponde al **WRSP (Water Reused Safety Plan)** dell'**OMS**, che costituisce un valido riferimento per il suo contenuto.

Il PGR deve tenere in conto l'**intero sistema idrico**, dalla fonte delle acque reflue sino al punto di utilizzo, tenendo conto dei reali soggetti coinvolti e individuando i pericoli per ambiente, salute e popolazioni a rischio.

**Riferimenti internazionali** per la redazione dei PGR:

- a) utilizzo delle acque reflue trattate per progetti di irrigazione **ISO 16075-1:2015** - Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 1: The basis of a reuse project for irrigation;
- b) riutilizzo dell'acqua non potabile **ISO 20426:2018** - Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse.





## L'ANALISI DI RISCHIO NEL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

Contenuti del PGR (Art.5 Regolamento):

4. Il piano di gestione dei rischi connessi al riutilizzo dell'acqua provvede in particolare a:

- a) stabilire le **prescrizioni** necessarie per il gestore dell'impianto di affinamento ... per attenuare ulteriormente i rischi prima del punto di conformità;
- b) individuare i **pericoli**, i **rischi** e le adeguate **misure preventive** e/o le eventuali **misure correttive** ... ;
- c) individuare ulteriori **barriere** nel sistema di riutilizzo dell'acqua, e stabilire ulteriori **prescrizioni**, necessarie dopo il punto di conformità per garantire che il sistema di riutilizzo dell'acqua è sicuro, comprese le condizioni relative alla distribuzione, allo stoccaggio e all'utilizzo, se del caso, e individuare le parti responsabili del rispetto di tali prescrizioni.



Maggiori dettagli riportati nell'**Allegato II** del Regolamento





## ELEMENTI PRINCIPALI DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI (KRM: Key elements of Risk Management)

L'**Allegato II** del Regolamento individua 11 elementi principali, suddivisi nelle parti A, B e C, che costituiscono la base per il Piano di Gestione dei Rischi, definiti meglio nelle LG UE (Comunicazione 2022/C 298/01):

1. **Descrizione del sistema (KRM1)**
2. **Soggetti coinvolti e ruoli (KRM2)**
3. **Individuazione dei pericoli (KRM3)**
4. **Ambienti e popolazioni a rischio e vie di esposizione (KRM4)**
5. **Valutazione dei rischi per l'ambiente e per la salute (KRM5)**
6. **Prescrizioni supplementari (KRM6)**
7. **Misure preventive (KRM7)**
8. **Sistemi di controllo della qualità (KRM8)**
9. **Sistema di monitoraggio ambientale (KRM9)**
10. **Gestione delle emergenze (KRM10)**
11. **Coordinamento (KRM11)**







## TIPOLOGIE DI RISCHI E METODI DI VALUTAZIONE

La valutazione del rischio deve comprendere quella del **rischio sanitario**, che riguarda la salute umana e animale, e quella del **rischio ambientale**, che mira a stabilire se i contaminanti individuati nelle acque affinate incidono sullo stato qualitativo delle matrici ambientali (acqua, aria, suolo, etc.).

A tale scopo, possono essere utilizzati **metodi qualitativi, semiquantitativi o quantitativi**.

Le valutazioni **qualitativa** e **semiquantitativa** del rischio sono le metodologie più usuali ed economicamente sostenibili.

La valutazione **quantitativa** del rischio va utilizzata per i progetti ad alto rischio e quando sono disponibili dati di supporto sufficienti per la relativa attuazione.





## TIPOLOGIE DI RISCHI

Il **rischio sanitario** può comprendere:

- rischi di tossicità
- rischi di cancerogenesi
- rischi di infezione

La valutazione del rischio sanitario si basa sulla conoscenza delle **relazioni dose-risposta** tra la concentrazione degli inquinanti e il potenziale effetto sui recettori.

Le metodologie e i criteri per la valutazione quantitativa del rischio microbico sono consultabili nelle **linee guida dell'OMS** (2006, 2016).





## TIPOLOGIE DI RISCHI

La valutazione del **rischio ambientale** esamina eventuali pressioni su comparti ambientali potenzialmente interessati dall'uso di acque affinate a fini irrigui.

È dunque necessaria una caratterizzazione dettagliata del sito in cui si trova il sistema di riutilizzo dell'acqua e delle componenti biotiche e abiotiche presenti.

Un approccio quantitativo alla valutazione del **rischio chimico** si basa generalmente sul rapporto della concentrazione ambientale prevista, calcolato mediante complessi modelli di analisi del destino/trasporto di un inquinante specifico verso comparti ambientali, e le concentrazione massima ammissibile dell'inquinante ritenute prive di effetti (p.e. standard di qualità ambientale applicabili ai corpi idrici).

Può essere adottata la procedura della norma **ISO 16075-1 (2020)**, mirata alla valutazione dell'impatto dei pericoli per le risorse di acqua dolce (acque superficiali e sotterranee) dovuti all'utilizzo di acque reflue affinate.





## METODI DI VALUTAZIONE

Le valutazioni **qualitative** e **semiquantitative** del rischio possono essere elaborate ricorrendo a diversi approcci, quali alberi degli eventi, matrici o indicatori.

Una metodologia comunemente utilizzata si basa sulla valutazione combinata della probabilità che si verifichi un evento pericoloso e dell'entità/gravità del potenziale effetto sul recettore esposto:

$$\text{rischio} = \text{probabilità} \times \text{gravità}$$

Diversi metodi qualitativi e semiquantitativi di valutazione del rischio sono illustrati in linee guida e norme pubblicate che possono essere seguite (p.e. linee guida OMS (2006); report FAO/OMS, 2019; norma ISO 16075 (2020); allegato 3 delle LG UE (Comunicazione 2022/C 298/01).





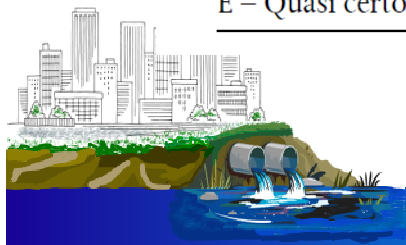
## Esempio di matrice per la valutazione qualitativa del rischio

I rischi sono determinati combinando una **scala** dei livelli di probabilità con quella delle conseguenze.

Il **grado di rischio** può essere espresso come *molto basso*, *basso*, *moderato*, *elevato* o *molto elevato* combinando i livelli di probabilità e delle conseguenze (da "molto basso" a "molto elevato"):

esempio di matrice per la valutazione qualitativa del rischio (fonte: tabella 4 della norma ISO 20426: 2018)

PROBABILITÀ	CONSEGUENZE				
	1 – Insignificante	2 – Lieve	3 – Moderata	4 – Significativa	5 – Catastrofica
A – Raro	Molto basso	Molto basso	Basso	Basso	Moderato
B – Improbabile	Molto basso	Basso	Basso	Moderato	Elevato
C – Possibile	Basso	Basso	Moderato	Elevato	Elevato
D – Probabile	Basso	Moderato	Elevato	Elevato	Molto elevato
E – Quasi certo	Moderato	Elevato	Elevato	Molto elevato	Molto elevato





## Esempio di matrice per la valutazione semiquantitativa del rischio

Basato sull'assegnazione, per ogni pericolo individuato, di valori numerici specifici alla probabilità e alla gravità, in modo da ottenere un livello o punteggio di rischio come prodotto di entrambe (OMS, 2016):

matrice per la valutazione semiquantitativa del rischio (fonte: strumento 3.4 del manuale di pianificazione della sicurezza igienico-sanitaria dell'OMS, 2016)

PROBABILITÀ	GRAVITÀ				
	1 – Insignificante	2 – Lieve	4 – Moderata	8 – Significativa	16 – Catastrofica
Raro (molto improbabile) – 1	1	2	4	8	16
Improbabile – 2	2	4	8	16	32
Possibile – 3	3	6	12	24	48
Probabile – 4	4	8	16	32	64
Quasi certo – 5	5	10	20	40	80
Punteggio di rischio $R = P \times G$	< 6	7-12		13-32	> 32
Livello di rischio	Rischio basso	Rischio medio		Rischio elevato	Rischio molto elevato





“Il riuso irriguo delle acque reflue depurate:  
applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”



# Valori qualitativi o numerici per probabilità e gravità assegnati in funzione di declaratorie:

## probabilità

misure suggerite della probabilità che possano verificarsi eventi di esposizione (tabella 3 della norma ISO 20426:2018 e strumento 3.3 dell'OMS, 2016)

PROBABILITÀ	
Livello – descrittore	Esempio di descrizione
A – RARO	Non si è verificato in passato ed è altamente improbabile che si verifichi in un lasso di tempo ragionevole <sup>(1)</sup> .
B – IMPROBABILE	Non si è verificato in passato, ma può verificarsi in circostanze eccezionali in un lasso di tempo ragionevole.
C – POSSIBILE	Può essersi verificato in passato e/o può verificarsi in circostanze ordinarie in un lasso di tempo ragionevole.
D – PROBABILE	È stato osservato in passato e/o è probabile che si verifichi in circostanze ordinarie in un lasso di tempo ragionevole.
E – QUASI CERTO	È stato osservato spesso in passato e/o si verificherà quasi certamente nella maggior parte delle circostanze in un lasso di tempo ragionevole.

<sup>(1)</sup> Il lasso di tempo ragionevole dipende dal livello di rischio e dalla normativa locale.

misure suggerite delle conseguenze o della gravità dell'impatto (tabella 2 della norma ISO 20426:2018 e strumento 3.3 dell'OMS, 2016)

## gravità

CONSEGUENZE (O GRAVITÀ)	
Livello – descrittore	Esempio di descrizione
1 – INSIGNIFICANTE	Pericolo o evento pericoloso che comporta effetti sulla salute nulli o trascurabili <sup>(1)</sup> rispetto ai livelli di fondo.
2 – LIEVE	Pericolo o evento pericoloso che può avere effetti lievi sulla salute <sup>(2)</sup> .
3 – MODERATA	Pericolo o evento pericoloso che può provocare effetti autolimitanti sulla salute o malattie lievi <sup>(3)</sup> .
4 – SIGNIFICATIVA	Pericolo o evento pericoloso che può provocare malattie o lesioni <sup>(4)</sup> ; e/o che può determinare preoccupazioni o controversie giuridiche.
5 – CATASTROFICA	Pericolo o evento pericoloso che può provocare malattie o lesioni gravi <sup>(5)</sup> o persino il decesso; e/o che comporterà indagini significative da parte dell'autorità di regolamentazione, con probabile esercizio dell'azione penale.

<sup>(1)</sup> Effetto sulla salute nullo o trascurabile: effetto sulla salute non osservato.

<sup>(2)</sup> Effetto lieve sulla salute: ad esempio sintomi temporanei come irritazione, nausea e cefalea.

<sup>(3)</sup> Effetti autolimitanti sulla salute o malattie lievi: ad esempio diarrea acuta, vomito, infezione delle vie respiratorie superiori, trauma lieve.





## METODI DI VALUTAZIONE

Le valutazioni **quantitative** del rischio possono fornire una stima numerica del rischio, ad esempio l'impatto di una specifica infezione microbica in un anno in uno scenario specifico.

Necessità di un numero elevato di informazioni, relativo alle fonti di pericolo, ai percorsi di migrazione degli inquinanti, ai potenziali bersagli biotici e abiotici e alle forme di esposizione di questi ai pericoli

Per la valutazione quantitative del rischio microbiologico si può fare riferimento all'approccio proposto dal WHO (**QMRA: Quantitative Microbiological Risk Assessment**), particolarmente adatto ai casi in cui sia previsto un uso potabile o assunzione diretta di acqua.





## LA GESTIONE DEI RISCHI

Dopo la valutazione dei rischi, occorre individuare le eventuali **misure di prevenzione** per limitare i rischi, quali: metodi di gestione e controllo degli impianti, sistemi di monitoraggio ambientale, parametri microbiologici, presenza di sostanze nocive nell'acqua e di eutrofizzazione, protocolli di gestione delle emergenze, etc.

Tali **misure** possono riguardare p.e. la presenza nelle acque reflue di:

- a) metalli pesanti
- b) antiparassitari
- c) sottoprodotti di disinfezione
- d) medicinali
- e) altre sostanze che destano crescente preoccupazione (microinquinanti e microplastiche)
- f) resistenza agli agenti antimicrobici





## LA GESTIONE DEI RISCHI

Come misure preventive finalizzate alla riduzione del rischio possono essere previste "**barriere**" (trattamenti aggiuntivi, limitazioni colture irrigate o periodo irriguo, etc.), il cui effetto va valutato con una nuova valutazione dei "rischi residui".

Possibile anche un approccio "**multibarriera**", che prevede molteplici misure preventive e barriere, garantendo una gestione del rischio più affidabile rispetto a una singola misura o barriera.





## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- Passaggio da irrigazione “**illimitata**” (limiti unici per tutti gli usi) a irrigazione “**limitata**” (limiti differenziati in funzione degli usi) → necessità di **maggiori controlli** sugli impianti e sull'utenza finale.
- L'applicazione dell'AdR rende **sito-specifico** l'utilizzo delle acque reflue, richiedendo però una **profonda conoscenza** dei reflui e del loro uso.
- Distinzione tra impianto di **depurazione** e impianto di **affinamento** spesso inesistente e fuorviante.
- Notevole contributo del Regolamento per l'applicazione dell'**economia circolare**, in una logica in cui il riuso è l'approccio **ordinario** e il non-riuso l'**eccezione** di cui va dimostrata l'indispensabilità.





ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO

Seminario tecnico

“Il riuso irriguo delle acque reflue depurate:  
applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”



Università  
degli Studi  
di Palermo

dj  
dipartimento  
di ingegneria  
unipa



***Grazie per l'attenzione ...***



**Gaspare Viviani**

*Dipartimento di Ingegneria*

*Università degli Studi di Palermo*

*[gaspare.viviani@unipa.it](mailto:gaspare.viviani@unipa.it)*

