



Il monitoraggio delle acque destinate ad uso irriguo nella rete del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale Report 2023





A cura di:

Daniele Galli

Consulente scientifico del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale per lo studio e il monitoraggio delle acque a uso irriguo

Silvia Franceschini, Anna Martino - Servizio Sistemi Ambientali - Arpae Sede di Reggio Emilia

Indice

1. Quadro di riferimento	4
2. Descrizione del sistema irriguo del consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	4
2.1 La rete.....	5
3. Indagine sulla situazione delle acque irrigue.....	7
3.1 Salinità, infiltrazione ed effetti di tossicità da ioni specifici.....	11
3.2 Nutrienti e pH.....	17
3.3 Parametri tossici	20
3,4 Parametri microbiologici.....	23
3.5 Materiali in sospensione e bicarbonati	25
3.6 Qualità ambientale delle acque	28
4. Valutazione complessiva dell'idoneità delle acque irrigue	32
5. Bibliografia.....	40



1. Quadro di riferimento

In Italia non esiste una normativa prescrittiva relativa alla qualità delle acque irrigue. Alcune valutazioni possono essere fatte utilizzando come riferimento il volume “I metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico” edito nel 2000 dall’Istituto per la Nutrizione delle Piante per conto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MIPAF 2000 – Sezione 1).

I rischi potenziali connessi all’utilizzo delle acque irrigue e le relative limitazioni d’uso sono riconducibili essenzialmente alle seguenti categorie:

- rischi legati alla presenza di elevate quantità di sali. Tale condizione si riflette in una minore disponibilità per la pianta dell’acqua presente nel terreno in risposta a variazioni del potenziale osmotico della soluzione tellurica;
- rischi legati alla presenza di elevate concentrazioni di sodio. La progressiva sodicizzazione del complesso di scambio provoca una riduzione della velocità di infiltrazione dell’acqua nel terreno;
- rischi legati alla presenza, oltre a certi limiti, di elementi tossici;
- rischi legati all’elevata presenza di materiali solidi in sospensione. Tale condizione può influire negativamente sulla funzionalità degli apparati irrigui, dando origine a limitazioni sulle metodologie di distribuzione irrigua applicabili;
- rischi legati all’elevata presenza di microrganismi.

Le valutazioni sono state eseguite rispetto ai rischi legati alla salinità, all’infiltrazione, alla tossicità, ai nutrienti, alla qualità microbiologica e alla presenza di solidi sospesi.

2. Descrizione del sistema irriguo del consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale

Il Consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale, nato nell’ottobre 2009 dalla fusione dei Consorzi di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia e Bentivoglio–Enza assicura la corretta gestione e distribuzione delle acque superficiali per la tutela e lo sviluppo del territorio. Le sue finalità sono legate alla difesa del suolo e all’equilibrato sviluppo del territorio, alla tutela e alla valorizzazione della produzione agricola (soprattutto attraverso la provvista e la razionale utilizzazione delle risorse idriche a prevalente uso irriguo), alla salvaguardia delle risorse naturali.

L’Italia ha in pianura Padana un sistema agricolo ai vertici europei sotto il profilo qualitativo. Molte coltivazioni, dagli ortaggi alla frutta, dai prati stabili per la produzione del Parmigiano Reggiano ai cereali, sono possibili solo grazie alla pratica millenaria dell’irrigazione.

Per garantire alle Aziende agricole questo irrinunciabile strumento produttivo il Consorzio gestisce, a fini irrigui, un complesso sistema infrastrutturale che consente di distribuire le acque su un comprensorio dell’estensione di circa 120.000 ha nelle province di Reggio Emilia, Modena e Mantova, derivando mediamente 200.000.000 m³ per anno. La rete consortile è costituita da oltre



3.500 km di canali, i quali possono essere utilizzati per l'irrigazione, a servizio dell'agricoltura, per lo scolo, a servizio di privati e aziende, o a uso promiscuo con entrambe le funzioni.

Le principali fonti di approvvigionamento a fini irrigui sono:

- la derivazione di Boretto, sul Fiume Po, con un prelievo medio annuo complessivo di circa 190.000.000 m³: con tali risorse idriche viene irrigata un'area estesa circa 90.000 ha, nelle province di Reggio Emilia, di Modena e in parte di Mantova;
- le derivazioni in corrispondenza della Traversa Fluviale S. Michele sul Fiume Secchia, a Castellarano, con un prelievo medio annuo complessivo di circa 30.000.000 m³: con tali risorse idriche viene irrigato un comprensorio esteso circa 15.000 ha nelle province di Reggio Emilia e Modena;
- la derivazione dal torrente Enza, in località Cerezzola (Canossa), mediante una traversa di sbarramento con un prelievo medio annuo complessivo di circa 30.000.000 m³: con tali risorse idriche viene irrigato un comprensorio dell'estensione di circa 14.000 ha, in provincia di Reggio Emilia;
- i pozzi, in particolare nell'area a sud della via Emilia, grazie ai quali il Consorzio integra la risorsa irrigua con acqua di falda. Questa è prelevata da 10 pozzi posti a: Cavriago, Gaida e Codemondo (Reggio Emilia), Taneto (S. Ilario), S. Ilario, Ponte Enza (S. Ilario), Borrasca (Gattatico), Salvaterra (Casalgrande), Bagno (Reggio Emilia), Arceto (Scandiano).

2.1 La rete

2.1.1 Irrigazione da Po

Le acque prelevate da Po attraverso gli impianti di sollevamento di Boretto sono immesse nel canale Derivatore (o canale Primo), che attraversa tutto il comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Bentivoglio Enza fino alle Botti Bentivoglio, in corrispondenza delle quali le risorse idriche sottopassano il torrente Crostolo.

A monte delle Botti Bentivoglio le acque si immettono nel canale Risalita, mentre a valle le acque si immettono nel cavo Parmigiana Moglia e nel canale Allacciante Cartoccio.

Sul cavo Parmigiana Moglia, che si sviluppa verso ovest fino al Fiume Secchia in località Bondanello, insistono le derivazioni irrigue del Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in Destra Po e in particolare la derivazione alla Chiusa di Ponte Pietra, posta circa 1 km a valle delle Botti Bentivoglio, e la derivazione della "Revere" immediatamente a monte della chiavica del Bondanello.

L'adduzione delle acque nel comprensorio del Consorzio Emilia Centrale avviene attraverso quattro principali canali "di risalita" con orientamento nord-sud: il canale Risalita (o Secondo o Campeginina), il canale Terzo (o di Reggio), il canale Quarto (o di Correggio) e il canale Quinto (o di Carpi).

Il canale Risalita è alimentato direttamente dal Derivatore, il canale Terzo è alimentato dal canale Allacciante Cartoccio, mentre il canale Quarto è alimentato in gran parte dal canale Terzo attraverso il canale del Borgazzo e dalla Parmigiana Moglia attraverso il cavo Fossa Raso.



Il canale Quinto è invece alimentato dal cavo Parmigiana Moglia attraverso il cavo Scaricatore di Parmigiana Moglia.

Su tali canali insistono numerosi impianti di sollevamento in serie che consentono alle acque irrigue di essere distribuite fino ai terreni posti a ridosso della via Emilia, con un salto di quota rispetto al punto di prelievo in Po di circa 40-45 m (quota media di prelievo Po 16,00 m slm, quota terreni in corrispondenza della via Emilia tra Reggio e Modena 55,00 - 60,00 m slm).

Gli impianti di sollevamento principali (i cosiddetti “testa canale”) sono pertanto:

- Impianto del Cartoccio che dal canale Allacciante Cartoccio immette le acque nel canale Terzo spingendole verso il canale Borgazzo (che serve il canale Quarto) e verso l’impianto di Santa Maria;
- Impianto di Brunoria che immette nel canale Quarto le acque delle Parmigiana Moglia rigurgitate dalla Fossa Raso e dal Collettore Acque Basse Modenesi;
- Impianto di Mondine che immette le acque della Parmigiana Moglia rigurgitate dal Cavo Scaricatore di Parmigiana Moglia fino all’arrivo dell’impianto, nel canale Quinto.

Dai canali di risalita principali si dirama la rete di distribuzione secondaria costituita da canali con andamento prevalente est-ovest, lungo le linee di livello del terreno.

Dalla rete secondaria dipartono, con andamento nord-sud, i canali terziari e la rete minore, per costituire una fitta maglia necessaria alla distribuzione diffusa all’utenza.

Le infrastrutture comprendono anche una fitta rete di manufatti di regolazione e derivazione, sbarramenti e chiaviche.

2.1.2 Irrigazione da Secchia

La derivazione sul fiume Secchia alimenta in destra idraulica il Canale di Modena o Canale Maestro per l’irrigazione del comprensorio consortile modenese di Sassuolo e Fiorano, mentre in sinistra idraulica alimenta il Canale Reggiano di Secchia per l’irrigazione dell’alta pianura Reggiana compresa tra Fiume Secchia, la strada provinciale Reggio-Castellarano e la via Emilia.

La distribuzione avviene prevalentemente a gravità attraverso una fitta rete di canali, in buona parte a cielo aperto.

In tale area vi è anche un lieve apporto da falda, attraverso tre pozzi consortili che, pur essendo localmente significativi, non incidono in modo sostanziale sui volumi derivati complessivi.

2.1.3 Irrigazione da Enza

Il canale che origina dall’Enza in località Cerezzola di Canossa, chiamato “Canale Demaniale d’Enza” si divide ben presto in due rami: il ramo parmense detto Canale della Spelta e il ramo reggiano chiamato Canale d’Enza, attraverso un’importante opera idraulica “Il partitore” che divide la portata del canale esattamente in due parti uguali. Con un’altra opera idraulica di rilievo le acque della Spelta sottopassano (grazie a una botte o sifone) il torrente Enza per giungere nel Parmense ed irrigare queste terre. Più a valle le acque rientrano nel territorio reggiano, sottopassando nuovamente il torrente Enza in località Gattatico (sifone Borrasca), continuando così il loro percorso fino al mulino

d'Olmo, a Praticello di Gattatico, dove inizia il territorio servito dall'irrigazione da Po. Il Canale d'Enza serve l'alta pianura occidentale fino poco dopo Montecchio Emilia.

2.1.4 Interconnessione delle reti

In seguito agli interventi effettuati sulle infrastrutture, lo scambio di risorsa idrica tra i bacini sottesi dalle derivazioni sul Po di Boretto e sul Secchia di Castellarano è tale da poter configurare il sistema come un unico sistema irriguo alimentato da due fonti di approvvigionamento.

Infatti, nei periodi primaverili in cui le risorse idriche del Fiume Secchia sono discrete, le acque possono essere derivate e veicolate fino in pianura, sia per la realizzazione del volume di invaso della rete principale di adduzione, sia per l'irrigazione delle colture precoci (semine, trapianti dei pomodori, cocomeri e meloni, invasi delle risaie).

Nel periodo estivo, invece, in cui le risorse idriche del Fiume Secchia sono scarse, ed è necessario rispettare l'applicazione del DMV al Fiume Secchia come previsto dal Piano di tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna, una parte delle aree di Alta Pianura possono essere irrigate con risorse di Po, attraverso l'attivazione di impianti di soccorso connessi alla tradizionale rete sottesa da Po (Bagno, Dugaro e Ariosto) e di approvvigionamento delle acque di falda (Salvaterra, Arceto e Bagno di Zimella).

3. Indagine sulla situazione delle acque irrigue

Le caratteristiche salienti delle acque, dal punto di vista irriguo e ambientale, sono state determinate mediante lo svolgimento di analisi chimiche, fisiche, chimico-fisiche e microbiologiche. Il necessario piano di campionamento è stato sviluppato sulla base delle caratteristiche del reticolo consortile e delle pressioni esercitate su di esso. Detto piano, nella stagione irrigua 2023, ha previsto la caratterizzazione/monitoraggio di 20 stazioni attraverso tre distinte campagne di prelievo svoltesi durante la stagione irrigua, nei periodi di maggiore attività, in accordo con l'Ufficio Ambiente Agrario-forestale.

Alle 20 stazioni di monitoraggio si aggiungono 6 stazioni, una sul Fiume Po (ubicata a Boretto), una sul Torrente Enza a monte della traversa di Cerezzola, una sul Cavo Cava, una sul Cavo Lama, una sul Cavo Parmigiana Moglia e una sul Cavo Acque Basse Modenesi, facenti parte della rete di monitoraggio di ARPAE, per la quale sono stati resi disponibili i dati della rete ambientale, integrati con gli opportuni parametri aggiuntivi.

I campionamenti svolti in corrispondenza di ogni campagna di campionamento sono stati effettuati in condizioni idrologiche ordinarie, rappresentative del corpo idrico durante l'attività irrigua.

La localizzazione delle stazioni di campionamento si è basata sull'utilizzo di un criterio preferenziale, condiviso con i Tecnici e la Direzione del Consorzio. Le stazioni di campionamento (di seguito elencate in Tabella A) sono state georeferenziate mediante l'uso di un dispositivo GPS (Garmin GPSmap 62S), basato sul sistema di coordinate geografiche geodetico UTM32-WGS84, e inserite in ambiente GIS.



CODICE STAZIONE	DESCRIZIONE STAZIONE	COMUNE	COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS84)
ST1-O	FIUME PO (PONTILE LIDO PO)	BORETTO	44° 54,487' N; 10° 33,119' E;
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO (PONTE VIA GHIDOLLO)	POVIGLIO	44° 50,836' N; 10° 28,850' E;
ST3-O	CANALE RISALITA NORD (PONTE VIA BELLINGAMBO)	GUALTIERI	44° 52,603' N; 10° 34,995' E;
ST4-O	CANALE RISALITA SUD (PONTE STRADA BAIOLLO)	CASTELNOVO DI SOTTO	44° 48,497' N; 10° 32,247' E;
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO (PONTE VIAZZA SAN MICHELE)	NOVELLARA	44° 50,687' N; 10° 42,122' E;
ST6-O	CANALE TERZO NORD (PONTE DI SERVIZIO)	BAGNOLO IN PIANO	44° 47,817' N; 10° 41,286' E;
ST7-O	CANALE TERZO SUD (PONTE VIA G.C. VEDRIANI)	REGGIO EMILIA	44° 43,540' N; 10° 38,998' E;
ST8-O	CANALE BORGAZZO (CHIUSA VIA ABBAZIA)	CAMPAGNOLA EMILIA	44° 50,008' N; 10° 44,371' E;
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA (PONTE VIA CANALINA)	CADELBOSCO DI SOPRA	44° 47,884' N; 10° 35,518' E;
ST10-O	TORRENTE ENZA (A MONTE TRAVERSA DI CEREZZOLA)	CANOSSA	44° 33.779'N; 10° 24.044'E
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA (PONTE DI SERVIZIO)	SAN POLO D'ENZA	44° 37,985' N; 10° 25,472' E;
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD (PONTE VIA PRATI)	ROLO	44° 53,332' N; 10° 51,138' E;
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD (PONTE VIA MACERO)	CORREGGIO	44° 46,324' N; 10° 45,780' E;
ST14-E	CAVO LAMA NORD (CHIUSA VIA LUNGA)	NOVI DI MODENA	44° 52,351' N; 10° 56,238' E;
ST15-E	CAVO LAMA SUD (PONTE IMPIANTO PRATAZZOLA)	SOLIERA	44° 71,174' N; 10° 55,370' E;
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO (VIA PIEGA)	SOLIERA	44° 45,967' N; 10° 58,597' E;
ST17-E	CANALE CALVETRO (PONTE VIA DEL GUADO)	RUBIERA	44° 41,269' N; 10° 46,299' E;
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO (VIA BOCCONI)	REGGIO EMILIA	44° 40,741' N; 10° 41,528' E;
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD (VIA RADICI SUD)	CASTELLARANO	44° 30,485' N; 10° 43,745' E;
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD (VIA BOTTE)	CASALGRANDE	44° 35,581' N; 10° 44,024' E;
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO (PONTE VIA LAMA)	CAMPOGALLIANO	44° 43,301' N; 10° 50,854' E;
ST22-O	CAVO PISTARINA (PONTE VIA VITTORIO BORGHI)	REGGIO EMILIA	44° 45,316' N; 10° 39,308' E;
ST23-E	CAVO LAMA (PONTE VIA MILITARE)	MOGLIA	44° 55,562' N; 10° 56,743' E;
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA (PONTE VIA COAZZE)	MOGLIA	44° 57,473' N; 10° 56,906' E;
ST25-E	COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI (PONTE VIA DEGLI INGLESI)	NOVI DI MODENA	44° 51.985' N; 10° 53.930' E
ST26-O	CAVO CAVA (PONTE VIA BASTIGLIA)	CADELBOSCO DI SOPRA	44° 48.359' N; 10° 36.258' E

Tabella A - Stazioni di prelievo 2023

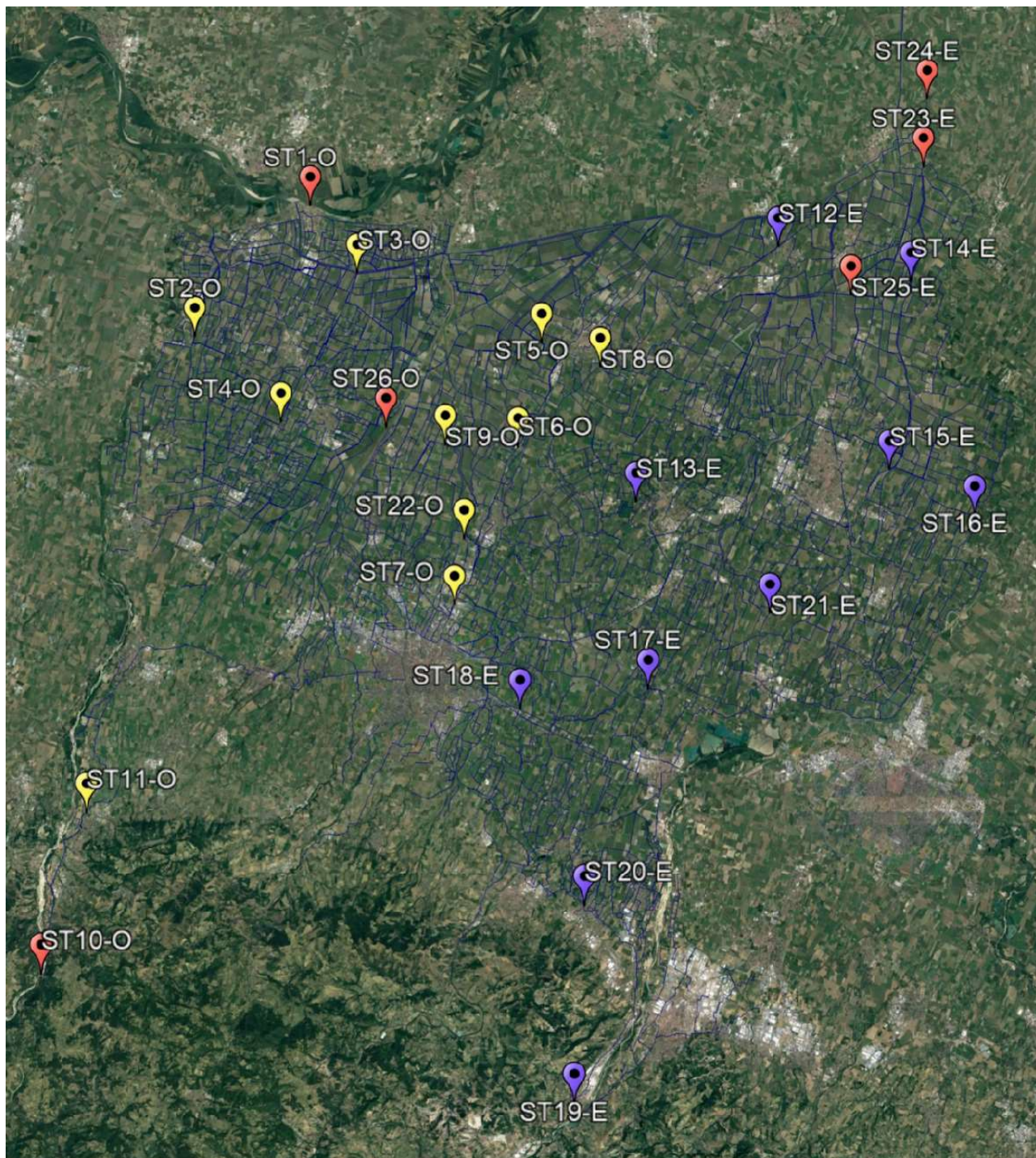


Figura 1 - Ubicazione dei punti di prelievo 2023

Il campionamento della colonna d'acqua è stato realizzato attraverso un prelievo diretto di campioni istantanei rappresentativi, nella porzione centrale del canale di corrente principale, mediante l'uso di pertiche di campionamento e di appositi contenitori monouso (APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003), triavvinati. I campioni d'acqua, di opportuno volume, sono stati trasportati in ambiente

refrigerato (isobox a refrigerazione attiva - elettrotermico - e aggiunta di batterie di raffreddamento), al buio (APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003). L'attività di campo, oltre al prelievo dei campioni e allo svolgimento delle determinazioni analitiche *in situ*, ha previsto lo svolgersi di significative osservazioni sulle caratteristiche generali dei corpi idrici e sui caratteri organolettici delle acque (visive e olfattive), quali: torbidità/trasparenza, colore, odore, presenza di schiume persistenti, materiali flottanti, ecc.

A tutti i campioni è stato applicato il protocollo analitico completo, con determinazioni *in situ* ed *ex situ*.

L'elenco delle determinazioni, delle metodiche analitiche e delle relative unità di misura sono di seguito riportate nella Tabella B.

I risultati analitici relativi ai campioni prelevati nell'attività di monitoraggio 2023 sono riportati in **Allegato 1**.

PARAMETRO	METODICA ANALITICA	UNITÀ DI MISURA
Temperatura	Determinazione per via termoelettrica <i>in situ</i>	°C
pH a 20 °C	APAT CNR-IRSA 2060 Man. 29/2003	Unità pH
Conducibilità elettrica a 25 °C (EC _w)	APAT CNR-IRSA 2030 Man. 29/2003	µS/cm
Solidi disciolti totali (TDS)	Calcolo	mg/l
Solidi sospesi totali (SST)	APAT CNR-IRSA 2090B Man. 29/2003	mg/l
Ossigeno disciolto	Determinazione per via galvanometrica <i>in situ</i>	mg/l O ₂
Ossigeno alla saturazione	Determinazione per via galvanometrica <i>in situ</i>	% sat O ₂
Bicarbonati (Alcalinità totale)	APAT CNR-IRSA 2010A Man. 29/2003	mg/l HCO ₃ ⁻
Calcio	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l Ca
Magnesio	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l Mg
Sodio	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l Na
Potassio	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l K
Rapporto di assorbimento del sodio (SAR)	Calcolo	-
Domanda Chimica d'Ossigeno (COD)	UNI EN ISO 15705:2002	mg/l O ₂
Azoto ammoniacale	APAT CNR-IRSA 3030 Man. 29/2003	mg/l N-NH ₄
Azoto nitroso	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l N-NO ₂
Azoto nitrico	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l N-NO ₃
Ammonio	Calcolo	mg/l NH ₄ ⁺
Nitrati	Calcolo	mg/l NO ₃ ⁻
Nitriti	Calcolo	mg/l NO ₂ ⁻
Fosforo totale	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/l P

Cloruri	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l Cl
Solfati	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l SO ₄
Fluoruri	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l F
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg /l As
Boro	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l B
Cadmio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg /l Cd
Cromo Totale	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l Cr
Nichel	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l Ni
Piombo	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l Pb
Rame	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l Cu
Zinco	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l Zn
<i>Escherichia coli</i>	UNI EN ISO 9308-2:2014	MPN/100 ml

Tabella B - Protocollo analitico 2023

Le determinazioni chimico-fisiche svolte *in situ* sono state realizzate mediante l'utilizzo della seguente strumentazione analitica portatile (tranne su: ST1-O, ST10-O, ST23-E, ST24-E, ST25-E, ST26-O):

- ossimetro portatile Hanna Instruments, modello HI9147-04, equipaggiato con sonda galvanica HI 76409/4.

3.1 Salinità, infiltrazione ed effetti di tossicità da ioni specifici

“L'adeguatezza di un'acqua per l'irrigazione è determinata non solo dalla presenza di sali nel loro complesso, ma anche dal tipo di sali. Infatti, i sali vengono veicolati attraverso l'acqua irrigua al suolo, dove vi permangono in seguito ad evaporazione o dopo l'utilizzo da parte delle colture. Un eccessivo accumulo di sali può creare problemi alle colture sia direttamente che indirettamente, per modifiche delle caratteristiche del suolo come la permeabilità. Il manifestarsi di tali effetti dipende oltre che dalla natura dei suoli e dalla tipologia delle colture, anche dal clima e dalle pratiche di irrigazione: questo rende difficile definire standard di riferimento per la qualità delle acque per irrigazione.

Va sottolineato come dal punto di vista irriguo siano sconsigliabili acque con un contenuto salino sia elevato sia modesto. Infatti, salinità troppo basse, corrispondenti a valori di EC_w inferiori a 500 µS/cm determinano un dilavamento dei suoli, in particolare in riferimento agli ioni calcio che giocano un ruolo fondamentale nel determinare la stabilità degli aggregati e della struttura del suolo. Tale fenomeno è amplificato da acque caratterizzate da EC_w inferiori a 200 µS/cm” (3).

Il riferimento è costituito dalla Tabella 1 - Indicazioni per valutare la qualità delle acque per l'irrigazione (MIPAF 2000 – Sezione 1).

In Tabella C vengono riportati i **Valori Medi** e i **Giudizi sulle Limitazioni**, di cui alla Tabella 1, a cui sono stati attribuiti i colori riportati in legenda per rendere più immediata l'interpretazione dei risultati.

Parametro		Limitazioni d'uso		
		Nessuna	Da lieve a moderata	Severa
Salinità - riduzione del livello di disponibilità, per la pianta, dell'acqua presente nel terreno in conseguenza della elevata concentrazione di Sali	Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C) (Ecw)	< 700	700 - 3000	> 3000
	TDS (mg/L)	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltrazione - riduzione della velocità di infiltrazione dell'acqua indotta da sodicizzazione del complesso di scambio	SAR: 0 - 3 con Ecw	>700	700 - 200	< 200
	SAR: 3 - 6 con Ecw	>1200	1200 - 300	< 300
	SAR: 6 - 12 con Ecw	>1900	1900 - 500	< 500
	SAR: 12 - 20 con Ecw	>2900	2900 - 1300	< 1300
	SAR: 20 - 40 con Ecw	>5000	5000 - 2900	< 2900
Effetto tossicità da ioni su specie vegetali sensibili	Ione Sodio Irrigazione superficiale (SAR)	<3	3 - 9	>9
	Ione Sodio irrigazione a pioggia (mg/L)	<69	>69**	
	Ione Cloro Irrigazione superficiale (mg/L)	<142	142 - 319	> 319
	Ione Cloro irrigazione a pioggia (mg/L)	<106	>106**	> 319 *
	Boro ($\mu\text{g}/\text{L}$)	< 700	700 - 3000	> 3000

Tabella 1 - Indicazioni per valutare la qualità delle acque per l'irrigazione (MIPAF 2000–Sezione 1)

* Nonostante l'indicazione bibliografica non preveda limitazioni severe di utilizzo rispetto al tenore in Cloro per sistemi di irrigazione per aspersione sopra chioma, si sconsiglia l'uso di tali acque, analogamente a quanto previsto per sistemi di irrigazione superficiale.

** Nonostante l'indicazione bibliografica preveda limitazioni lievi o moderate, si sconsiglia comunque la distribuzione per aspersione sopra chioma di queste acque su colture molto sensibili.

Infiltrazione: valuta i rischi di riduzione della velocità di infiltrazione nel terreno tenendo conto contemporaneamente della Conducibilità Elettrica e dell'indice SAR



TDS (per Conducibilità Elettriche a 25 °C (ECw) inferiori a 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$): $\text{ECw} \times 0.64$

SAR: calcolato con la formula seguente:

$$\text{SAR} = [\text{Na}^+] / \{([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) / 2\}^{1/2}$$

dove Sodio, Calcio e Magnesio sono espressi in milliequivalenti/litro.



Stazione		Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	TDS (mg/L)	Infiltrazione	Ione Sodio Irrigazione superficiale (SAR)	Ione Sodio irrigazione a pioggia (mg/L)	Ione Cloro Irrigazione superficiale (mg/L)	Ione Cloro irrigazione a pioggia (mg/L)	Boro ($\mu\text{g}/\text{L}$)
ST1-O	FIUME PO	630,2	403,3	630,2 - 0,45	0,45	14,3	19,3	19,3	25,0
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	421,3	269,7	421,3 - 0,82	0,82	27,7	35,8	35,8	60,7
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	378,0	241,9	378,0 - 0,50	0,50	16,7	20,5	20,5	28,3
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	389,3	249,2	389,3 - 0,53	0,53	18,0	23,3	23,3	46,7
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	376,7	241,1	376,7 - 0,46	0,46	15,0	20,1	20,1	31,3
ST6-O	CANALE TERZO NORD	382,0	244,5	382,0 - 0,60	0,60	19,0	24,6	24,6	38,3
ST7-O	CANALE TERZO SUD	822,3	526,3	822,3 - 1,74	1,74	69,7	98,2	98,2	82,7
ST8-O	CANALE BORGAZZO	381,3	244,1	381,3 - 0,48	0,48	15,7	21,1	21,1	31,0
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	785,0	502,4	785,0 - 1,66	1,66	63,7	92,5	92,5	90,0
ST10-O	TORRENTE ENZA	416,6	238,9	416,6 - 0,16	0,16	14,6	9,7	9,7	91,0
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	361,0	231,0	361,0 - 0,49	0,49	15,3	9,5	9,5	86,7
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	446,3	285,7	446,3 - 1,00	1,00	32,0	47,5	47,5	70,0
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	493,3	315,7	493,3 - 1,08	1,08	35,3	53,3	53,3	60,7
ST14-E	CAVO LAMA NORD	365,0	233,6	365,0 - 0,79	0,79	22,3	31,5	31,5	52,3
ST15-E	CAVO LAMA SUD	610,3	390,6	610,3 - 1,39	1,39	48,7	69,2	69,2	121,0
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	718,0	459,5	718,0 - 1,50	1,50	56,3	82,8	82,8	143,3
ST17-E	CANALE CALVETRO	633,3	405,3	633,3 - 1,25	1,25	47,7	73,2	73,2	68,0



Stazione		Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	TDS (mg/L)	Infiltrazione	Ione Sodio Irrigazione superficiale (SAR)	Ione Sodio irrigazione a pioggia (mg/L)	Ione Cloro Irrigazione superficiale (mg/L)	Ione Cloro irrigazione a pioggia (mg/L)	Boro ($\mu\text{g}/\text{L}$)
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	1003,3	642,1	1003,3 - 1,86	1,86	85,3	129,9	129,9	123,3
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	1333,3	853,3	1333,3 - 2,90	2,90	132,3	196,7	196,7	130,0
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	1235,7	790,8	1235,7 - 2,60	2,60	113,3	168,3	168,3	156,7
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	836,0	535,0	836,0 - 1,79	1,79	74,3	109,0	109,0	163,3
ST22-O	CAVO PISTARINA	1320,0	844,8	1320,0 - 2,95	2,95	130,3	204,0	204,0	153,3
ST23-E	CAVO LAMA	557,3	356,6	557,3 - 0,57	0,57	32,9	42,3	42,3	85,3
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	434,5	278,1	434,5 - 0,48	0,48	23,5	31,0	31,0	41,7
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	1194,9	764,7	1194,9 - 1,30	1,30	109,3	145,3	145,3	195,0
ST26-O	CAVO CAVA	1230,6	787,6	1230,6 - 1,33	1,33	140,4	165,0	165,0	156,3

Tabella C - Salinità, infiltrazione e tossicità: Valore Medio e Giudizio sulle Limitazioni

Legenda – Limitazioni d'uso



Nessuna



Da lieve a moderata



Severa

**** Nonostante l'indicazione bibliografica preveda limitazioni lievi o moderate, si sconsiglia comunque la distribuzione per aspersione sopra chioma di queste acque su colture molto sensibili.**



3.1.1 Salinità

Si riscontrano limitazioni d'uso, da lieve a moderata, su Canale Terzo Sud, Diversivo Bresciana, Canale Soliera Basso, Canale San Maurizio, Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), Cavo Pistarina, Canale Carpi Quinto, Collettore Acque Basse Modenesi e Cavo Cava.

Va considerato che il chimismo delle acque del Fiume Secchia, che alimenta direttamente il Canale di Secchia, è fortemente influenzato dalle sorgenti di Poiano che appartengono alle risorgenti carsiche che si rinvergono entro le evaporiti triassiche. Questo contributo naturale si traduce in concentrazioni particolarmente elevate di Calcio, Sodio, Cloruri e Solfati rispetto ad altri fiumi appenninici. Tramite le numerose interconnessioni del reticolo le acque del Fiume Secchia, transitanti nell'omonimo Canale, possono raggiungere numerosi corpi idrici del Distretto irriguo del Fiume Po, influenzandone il chimismo. Quanto detto motiva le occasionali, ma spesso significative, variazioni di salinità rilevabili a livello di alcuni canali, come ad esempio il Canale San Maurizio, il Canale Terzo Sud e il Canale Soliera Basso. Gli elevati valori di conducibilità elettrica, tipici dalle acque del Canale di Secchia (via via crescenti con l'avanzare della stagione irrigua), sono alla base delle limitazioni d'utilizzo irriguo di queste acque, in quanto l'alta concentrazione di sali solubili potrebbe ridurre il livello di disponibilità, per le piante, dell'acqua presente nel terreno (aridità fisiologica), generando inoltre, nei terreni argillosi, fenomeni di salinizzazione.

I valori misurati nel Cavo Pistarina sono riconducibili all'apporto di acque reflue provenienti dal trattamento terziario di affinamento del depuratore di Mancasale. La conducibilità elettrica delle acque si è sempre mantenuta sostanzialmente al di sotto dei valori guida previsti dall'accordo di programma per il riutilizzo delle acque reflue provenienti dall'impianto di depurazione di Mancasale.

3.1.2 Infiltrazione

Si riscontra una limitazione da lieve a moderata che si verifica diffusamente, con eccezione per il Canale Terzo Sud, Diversivo Bresciana, Canale Soliera Basso, Canale San Maurizio, Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), Canali Carpi Quinto, Cavo Pistarina, Collettore Acque Basse Modenesi e Cavo Cava, ed è da attribuirsi alla coesistenza di valori di SAR inferiori a 3 e di valori di Conducibilità Elettrica a 25 °C inferiori a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Nel complesso, i ridotti valori di SAR unitamente a concentrazioni di sali disciolti non troppo modeste (sempre $> 200 \mu\text{S}/\text{cm}$) porterebbero ad escludere, a medio termine, una riduzione della velocità d'infiltrazione dell'acqua nei terreni argillosi, causata dalla sodicizzazione del complesso di scambio.

3.1.3 Effetto tossicità da ioni specifici su specie vegetali sensibili

Le concentrazioni rilevate di Cloruri e Sodio sono di norma inferiori alla soglia di potenziale tossicità per la maggior parte delle stazioni considerate. Nel Canale San Maurizio e nel Canale Carpi Quinto si riscontra una limitazione da lieve a moderata rispetto al tenore di Cloro per la distribuzione a pioggia; nel Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), nel Cavo Pistarina, nel Collettore Acque Basse Modenesi e nel Cavo Cava la limitazione si estende anche alla distribuzione per irrigazione superficiale.

Per quanto riguarda il tenore di Sodio, si rileva una limitazione da lieve a moderata per la distribuzione a pioggia nel Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), nel Canale Carpi Quinto, nel Cavo Pistarina, nel Canale Terzo Sud, nel Canale San Maurizio, nel Collettore Acque Basse Modenesi e nel Cavo Cava. Quindi, per i canali citati, si sconsiglia la distribuzione per asperzione soprachioma, al fine di ridurre il rischio di fenomeni di fitotossicità su colture agrarie sensibili ad elevate concentrazioni di ioni Sodio e Cloruro.

Le concentrazioni medie rilevate di Boro sono inferiori alla soglia di potenziale tossicità per tutte le stazioni indagate.

3.2 Nutrienti e pH

3.2.1 Nutrienti

Azoto e Fosforo rappresentano i principali elementi nutritivi dei vegetali e, quindi, l'uso di acque arricchite non rappresenta un rischio dal punto di vista irriguo.

Problemi possono sorgere in relazione a fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali con conseguenti maggiori rischi di occlusioni di alcuni tipi di irrigatori a causa della fitomassa algale sospesa e dispersa. I limiti di accettabilità vanno interpretati come segnale di degrado del corpo idrico e di adeguamento delle fertilizzazioni in funzione delle quantità apportate con l'acqua irrigua.

Il riferimento è costituito dalla Tabella 2 - Valori limite per Nitrati, Nitriti e Fosfati per la classificazione delle acque in Classi di Qualità (MIPAF 2000 – Sezione 1).

Parametro	UdM	Classe I	Classe II
Nitrati	mg/L NO ₃	< 50	> 50
Nitriti	mg/L NO ₂	<2	>2
Fosforo Totale	mg/L P	<0,4	> 0,4

Tabella 2 - Valori limite per Nitrati, Nitriti e Fosfati per la classificazione delle acque in Classi di Qualità (MIPAF 2000–Sezione 1):

Classe I: acque impiegabili per uso irriguo senza particolari accorgimenti

Classe II: acque che possono chiedere particolari accorgimenti operativi soprattutto nelle fasi di distribuzione e nella scelta del metodo irriguo.

In Tabella D vengono riportati i **Valori Medi** e la **Classe di Appartenenza**, di cui alla Tabella 2, a cui sono stati attribuiti i colori riportati in legenda per rendere più immediata l'interpretazione dei risultati.



Stazione		Nitrati NO ₃ mg/l	Nitriti NO ₂ mg/l	Fosforo Totale P mg/l
ST1-O	FIUME PO	6,35	0,07	0,08
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	1,84	0,03	0,227
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	4,77	0,02	0,127
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	2,97	0,03	0,210
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	3,85	0,02	0,103
ST6-O	CANALE TERZO NORD	3,00	0,03	0,123
ST7-O	CANALE TERZO SUD	2,62	0,03	0,113
ST8-O	CANALE BORGAZZO	3,62	0,02	0,143
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	5,37	0,08	0,277
ST10-O	TORRENTE ENZA	1,18	0,02	0,01
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	0,56	0,01	0,007
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	0,13	0,02	0,227
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	0,22	0,02	0,150
ST14-E	CAVO LAMA NORD	0,16	0,02	0,107
ST15-E	CAVO LAMA SUD	0,08	0,01	0,167
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	0,30	0,05	0,270
ST17-E	CANALE CALVETRO	0,52	0,02	0,143
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	0,69	0,03	0,157
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	0,22	0,01	0,042
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	0,19	0,01	0,067
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	0,31	0,05	0,143
ST22-O	CAVO PISTARINA	6,27	0,06	0,517
ST23-E	CAVO LAMA	4,87	0,03	0,130
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	3,40	0,03	0,120
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	7,38	0,08	0,760
ST26-O	CAVO CAVA	12,40	0,62	1,650

Tabella D - Nutrienti: Valore Medio e Classe di Appartenenza

Legenda

 Classe I  Classe II

Tutte le stazioni si collocano all'interno della Classe I rispetto ai contenuti di Azoto, in forma di Nitrati e di Nitriti, mentre per il Fosforo totale tutte le stazioni risultano in Classe I, tranne Cavo Pistarina, Collettore Acque Basse Modenesi e Cavo Cava che risultano in Classe II.

3.2.2 pH

I valori di pH delle acque ad uso irriguo dovrebbero essere compresi fra 6.5 e 8.4. In Tabella E vengono riportati gli **Intervalli di Valori** di pH riscontrati e i **Valori Medi**.

Stazione		pH		
		Min	Max	Media
ST1-O	FIUME PO	7,2	8,4	7,9
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	7,8	8,0	7,9
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	8,0	8,3	8,2
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	7,9	8,1	8,0
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	8,0	8,2	8,1
ST6-O	CANALE TERZO NORD	7,7	8,2	8,0
ST7-O	CANALE TERZO SUD	8,0	8,1	8,0
ST8-O	CANALE BORGAZZO	7,9	8,2	8,1
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	8,0	8,0	8,0
ST10-O	TORRENTE ENZA	8,3	8,3	8,3
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	8,3	8,4	8,3
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	7,7	7,9	7,8
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	7,8	7,9	7,8
ST14-E	CAVO LAMA NORD	7,7	7,8	7,7
ST15-E	CAVO LAMA SUD	7,6	7,9	7,7
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	7,7	8,1	7,9
ST17-E	CANALE CALVETRO	7,7	8,0	7,9
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	7,1	8,2	7,8
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	8,1	8,2	8,2
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	7,8	8,4	8,1
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	7,8	7,9	7,9
ST22-O	CAVO PISTARINA	7,6	7,7	7,7
ST23-E	CAVO LAMA	7,1	7,8	7,5
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	7,2	8,5	7,8
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	7,6	8,0	7,8
ST26-O	CAVO CAVA	7,9	8,2	8,1

Tabella E - pH: Valore Medio e Intervallo di Valori

I valori di pH delle acque analizzate variano complessivamente in un intervallo compreso da 7,2 a 8,5. E' evidenziato in giallo l'unico superamento del valore consigliato di 8,4 riscontrato nel Cavo Parmigiana Moglia, con superamento per il solo valore massimo misurato.

3.3 Parametri tossici

Il riferimento è costituito dalla Tabella 3 - Massime concentrazioni (esprese in µg/l) di microelementi ed elementi tossici tollerabili nelle acque di irrigazione (MIPAF 2000 – Sezione 1). L'indagine, che ha riguardato i microinquinanti di maggiore interesse ambientale, è stata replicata in tutti i campionamenti della campagna estiva e il confronto con i valori soglia è stato effettuato considerando il **Valore Massimo** dei microelementi ed elementi tossici, più significativi dal punto di vista agronomico e ambientale, rilevato in ogni stazione (vedasi Tabella F).

Parametro	C max	Osservazioni
Arsenico	100	La tossicità si manifesta in misura diversa per le diverse specie vegetali (12000 µg/L per alcune fraggere; 50 µg/L per il riso)
Boro	500	La tossicità è differenziata tra le diverse colture. La soglia indicata vale per colture sensibili (cereali); altre colture (es: bietola da zucchero, girasole) possono invece avvantaggiarsi di concentrazioni di 1000 - 2000 µg/L)
Cadmio	10	Il limite consigliato è inferiore a quello di tossicità per i vegetali (100 µg/L), poiché il Cd può accumularsi nei tessuti vegetali e nei terreni sino a raggiungere concentrazioni pericolose per l'uomo.
Cromo	100	Non ci sono notizie precise riguardo la tossicità nei confronti delle specie vegetali
Fluoro	1000	Non è tossico nel caso di terreni neutri o alcalini
Ferro	1000	Non è tossico in terreni ben aerati. Può partecipare a processi di acidificazione che riducono la disponibilità di elementi essenziali quali fosforo o molibdeno.
Manganese	200	E' tossico per molte colture anche a concentrazione di qualche decina di µg/L. Tale tossicità si manifesta solo in presenza di terreni acidi.
Molibdeno	10	Non è tossico per la pianta, se presente in concentrazioni naturali nei terreni o nelle acque.
Nichel	200	Tossico per un gran numero di piante se presente in concentrazioni di 500 - 1000 µg/L. Effetti di tossicità limitati nel caso di terreni neutri o alcalini.
Piombo	5000	Può agire inibendo lo sviluppo cellulare.
Rame	200	Risulta tossico nei confronti di numerose specie vegetali in concentrazioni di 100 - 1000 µg/L.
Vanadio	100	Tossico per molte specie vegetali anche a concentrazioni molto basse.
Zinco	2000	Tossico per molte piante a concentrazioni diverse. La tossicità diminuisce per pH > 6 e nel caso di terreni a tessitura sottile o ricchi in sostanza organica.

Tabella 3 - Massime concentrazioni (esprese in µg/l) di microelementi ed elementi tossici tollerabili nelle acque di irrigazione (MIPAF 2000 – Sezione 1)



Stazione		As	B	Cd	Cr Tot	F	Ni	Pb	Cu	Zn
Concentrazione massima tollerata (µg/l)		100	500	10	100	1000	200	5000	200	2000
ST1-O	FIUME PO	2,00	<50,0	<0,04	<1,00	0,15	2,00	<0,50	<5	<10
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	2,00	70,0	<0,2	2,00	0,35	4,20	0,80	<5	6
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	2,90	33,0	<0,2	5,10	0,49	7,00	2,00	<5	11
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	2,40	52,0	<0,2	13,00	0,14	14,00	5,40	55,00	40
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	2,70	36,0	<0,2	4,40	0,11	6,50	1,70	<5	9
ST6-O	CANALE TERZO NORD	2,40	44,0	<0,2	5,30	0,11	8,00	2,30	6,00	11
ST7-O	CANALE TERZO SUD	1,80	110,0	<0,2	3,60	0,52	4,80	7,00	67,00	48
ST8-O	CANALE BORGAZZO	2,60	33,0	<0,2	11,00	0,14	15,00	4,50	12,00	24
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	2,10	130,0	<0,2	3,90	0,17	13,00	1,60	5,00	27
ST10-O	TORRENTE ENZA	<1,00	105,0	<0,04	<1,00	0,10	1,00	<0,50	<5	<10
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	0,20	100,0	<0,2	0,40	<0,1	0,80	<0,20	<5	<5
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	3,40	90,0	<0,2	9,00	0,49	13,00	3,20	21,00	25
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	2,10	80,0	<0,2	5,50	0,57	15,00	1,70	9,00	12
ST14-E	CAVO LAMA NORD	2,40	70,0	<0,2	1,30	0,14	5,10	0,60	<5	<5
ST15-E	CAVO LAMA SUD	2,30	190,0	<0,2	3,40	0,16	6,60	2,00	7,00	11



Stazione		As	B	Cd	Cr Tot	F	Ni	Pb	Cu	Zn
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	2,50	190,0	<0,2	5,60	0,20	25,00	2,80	12,00	17
ST17-E	CANALE CALVETRO	2,30	100,0	<0,2	4,70	0,20	10,00	4,00	8,00	13
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	3,00	190,0	<0,2	6,80	0,23	48,00	9,00	12,00	19
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	0,70	170,0	<0,2	1,50	0,33	21,00	0,50	<5	<5
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	1,30	230,0	<0,2	2,00	0,29	2,80	1,90	<5	41
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	1,40	220,0	<0,2	3,60	0,31	3,60	1,90	<5	67
ST22-O	CAVO PISTARINA	0,90	170,0	<0,2	6,00	0,55	13,00	1,40	6,00	50
ST23-E	CAVO LAMA	2,00	176,0	<0,04	<1,00	0,15	5,00	<0,50	<5	16
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	2,00	75,0	<0,04	<1,00	0,90	3,00	<0,50	<5	<10
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	2,00	292,0	<0,04	<1,00	0,16	5,00	<0,50	5	12
ST26-O	CAVO CAVA	3,00	250,0	<0,04	<1,00	0,14	9,00	<0,50	<5	13

Tabella F - Microelementi ed elementi tossici: Valore Massimo

I risultati evidenziano l'assenza di fattori di criticità rispetto ai microelementi tossici analizzati: tutti gli elementi presentano concentrazioni molto inferiori alle soglie di tossicità previste e spesso anche inferiori ai limiti di quantificazione della metodica analitica.

3.4 Parametri microbiologici

Il riscontro di parametri microbiologici nelle acque non comporta problematiche di fitotossicità per le piante o problemi per il terreno, ma pone preoccupazioni sotto l'aspetto igienico sanitario del prodotto ottenuto.

Il riferimento è costituito dalla Tabella 4 - Parametri utilizzati per la classificazione delle acque irrigue in classi di qualità microbiologica (MIPAF 2000 – Sezione 1).

Parametro	UdM	Classe I	Classe II	Classe III
Coliformi Totali	UFC/100 ml	< 5000	5000 - 12000	> 12000
Coliformi Fecali	UFC/100 ml	<1000	1000 - 12000	> 12000
Streptococchi Fecali	UFC/100 ml	<1000	1000 - 2000	> 2000

Tabella 4 - Parametri utilizzati per la classificazione delle acque irrigue in classi di qualità microbiologica (MIPAF 2000 – Sezione 1):

Classe I: acque impiegabili senza limitazioni;

Classe II: acque da impiegare almeno 30 giorni prima della raccolta evitando il contatto con prodotti destinati ad essere consumati crudi dall'uomo;

Classe III: acque che devono essere preferibilmente distribuite con metodi che evitino il contatto con la vegetazione, Anche in questo caso gli interventi irrigui vanno sospesi almeno 30 giorni prima della raccolta.

La valutazione è stata eseguita analizzando *Escherichia coli*, ritenuto uno degli indicatori microbiologici più rappresentativi di contaminazione fecale, utilizzando i valori soglia proposti per i Coliformi Fecali; per il confronto con la Tabella 4 è stato calcolato il **90° percentile** dei valori osservati.

In Tabella G vengono riportati i risultati; alle classi di qualità sono stati attribuiti i colori riportati in legenda per rendere più immediata l'interpretazione dei risultati.



Stazione		Escherichia coli UFC/100ml
ST1-O	FIUME PO	1148
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	491
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	188
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	1752
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	313
ST6-O	CANALE TERZO NORD	144
ST7-O	CANALE TERZO SUD	11115
ST8-O	CANALE BORGAZZO	148
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	308
ST10-O	TORRENTE ENZA	73
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	2963
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	474
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	95
ST14-E	CAVO LAMA NORD	217
ST15-E	CAVO LAMA SUD	8577
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	322
ST17-E	CANALE CALVETRO	4207
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	406
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	3494
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	1087
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	2330
ST22-O	CAVO PISTARINA	393
ST23-E	CAVO LAMA	74
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	654
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	41940
ST26-O	CAVO CAVA	32620

Tabella G - Indicatori microbiologici di contaminazione fecale: 90° percentile

Legenda



Classe I



Classe II



Classe III

Rispetto alla qualità microbiologica si collocano nella Classe I la maggior parte delle acque dei canali irrigui, esclusi Canale Risalita Sud, Canale Terzo Sud, Canale Demaniale d'Enza, Cavo Lama Sud, Canale Calvetro, Canale di Secchia Nord e Sud, Canale Carpi Quinto. Anche il fiume Po si colloca in classe II a causa di un picco di *E. coli* riscontrato nella campagna di prelievo di giugno 2023.

Infine, Collettore Acque Basse Modenesi e Cavo Cava, si collocano in classe III per una severa presenza di *E. coli* in tutto il periodo e un picco molto elevato nei campioni di luglio 2023, che hanno superato 40000 UFC/100 ml.

3.5 Materiali in sospensione e bicarbonati

La determinazione dei Solidi in sospensione non ha finalità legate ad aspetti fitosanitari o igienico-sanitari ma consente lo sviluppo di valutazioni di natura agrotecnica, relative alla distribuibilità delle acque irrigue. L'elevata presenza di Solidi Sospesi (sia di origine inorganica sia organica) può infatti ridurre notevolmente la funzionalità e la durata nel tempo degli apparati irrigui, provocando principalmente l'occlusione degli impianti microirrigui e una più rapida usura delle pompe e degli irrigatori. L'elevato contenuto di Solidi Sospesi Totali può inoltre comportare problemi d'imbrattamento delle colture (specialmente di foglie e frutti). Questa condizione potrebbe quindi generare delle limitazioni d'utilizzo delle acque irrigue, condizionando la scelta di opportuni sistemi di distribuzione e dispersione delle acque e l'attivazione di accorgimenti particolari da parte dell'agricoltore.

In Tabella I vengono riportati i valori di Solidi Sospesi Totali (SST), espressi come **Mediana**; sono evidenziati in giallo i superamenti del **valore consigliato di 30 mg/l** di SST.

Stazione		Solidi Sospesi Totali mg/l
ST1-O	FIUME PO	19
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	30
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	58
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	131
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	61
ST6-O	CANALE TERZO NORD	77
ST7-O	CANALE TERZO SUD	39
ST8-O	CANALE BORGAZZO	83
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	48
ST10-O	TORRENTE ENZA	3
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	4



ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	98
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	46
ST14-E	CAVO LAMA NORD	16
ST15-E	CAVO LAMA SUD	56
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	84
ST17-E	CANALE CALVETRO	54
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	62
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	6
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	17
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	26
ST22-O	CAVO PISTARINA	66
ST23-E	CAVO LAMA	37
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	27
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	95
ST26-O	CAVO CAVA	167

Tabella I - Solidi Sospesi Totali: Mediana

I dati mostrano come l'elevata concentrazione di Solidi Sospesi Totali sia una condizione diffusa nelle acque di tutto il Distretto irriguo afferente al Fiume Po. Non si evidenziano limitazioni per quanto riguarda le acque del Canalazzo di Brescello, del Torrente Enza, del Canale Demaniale d'Enza, del Cavo Lama Nord, del Canale di Secchia Sud e Nord, del Canale Carpi Quinto, del Cavo Parmigiana Moglia, oltre che del Fiume Po.

Come per i solidi in sospensione, la determinazione dei Bicarbonati non ha finalità legate ad aspetti fitosanitari o igienico-sanitari ma consente lo sviluppo di valutazioni di natura agrotecnica, relative alla distribuibilità delle acque irrigue. L'elevata presenza di Bicarbonati può infatti ridurre notevolmente la funzionalità e la durata nel tempo degli impianti microirrigui, oltre a comportare problemi d'imbrattamento delle colture (specialmente di foglie e frutti).

Questa condizione potrebbe quindi generare delle limitazioni d'utilizzo delle acque irrigue, condizionando la scelta di opportuni sistemi di distribuzione e dispersione delle acque e l'attivazione di accorgimenti particolari da parte dell'agricoltore.

In Tabella L vengono riportati i valori di Bicarbonati, espressi come **Valori medi**; sono evidenziati in giallo i superamenti del **valore consigliato di 250 mg/l** di Bicarbonati.



Stazione		Bicarbonati mg/l
ST1-O	FIUME PO	186,0
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	204,7
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	187,7
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	185,7
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	183,3
ST6-O	CANALE TERZO NORD	173,3
ST7-O	CANALE TERZO SUD	193,7
ST8-O	CANALE BORGAZZO	202,3
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	228,3
ST10-O	TORRENTE ENZA	207,0
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	205,0
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	166,7
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	149,3
ST14-E	CAVO LAMA NORD	144,7
ST15-E	CAVO LAMA SUD	179,0
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	194,3
ST17-E	CANALE CALVETRO	172,0
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	220,0
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	175,7
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	164,0
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	195,7
ST22-O	CAVO PISTARINA	376,0
ST23-E	CAVO LAMA	186,0
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	152,0
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	331,0
ST26-O	CAVO CAVA	424,0

Tabella L - Bicarbonati: Valore Medio

I dati mostrano concentrazioni di Bicarbonati mediamente elevate, con superamenti del valore consigliato di 250 mg/l nel Cavo Pistarina, nel Collettore Acque Basse Modenesi e nel Cavo Cava.

3.6 Qualità ambientale delle acque

Un giudizio della qualità delle acque dal punto di vista ambientale può essere espresso attraverso il descrittore LIMeco (Livello Inquinamento Macrodescrittori per lo stato ecologico), utilizzato dalla normativa vigente per la classificazione dello stato dei corpi idrici, in particolare dal DM 260/2010, decreto attuativo del D.Lgs. 152/06 recante norme in materia ambientale con cui è stata recepita la Direttiva quadro 2000/60 in Italia.

Il LIMeco si basa sulla valutazione dei nutrienti e dell'ossigeno disciolto, attraverso un sistema di calcolo che considera la media dei punteggi attribuiti ad ogni parametro in relazione alle concentrazioni rilevate all'interno del singolo campionamento. La media dei LIMeco calcolata per tutti i campioni disponibili fornisce il punteggio finale della stazione, compreso tra 0 e 1, che viene poi tradotto, tramite il confronto con i valori soglia, nella corrispondente classe di qualità finale.

In Tabella M vengono riportati i valori LIMeco in termini di classi di qualità e relativo punteggio.

Schema di classificazione per l'indice LIMeco

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
100-OD (% sat.)	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
NH ₄ (N mg/L)	$< 0,03$	$\leq 0,06$	$\leq 0,12$	$\leq 0,24$	$> 0,24$
NO ₃ (N mg/L)	$< 0,6$	$\leq 1,2$	$\leq 2,4$	$\leq 4,8$	$> 4,8$
Fosforo totale (P mg/L)	$< 0,05$	$\leq 0,10$	$\leq 0,20$	$\leq 0,40$	$> 0,40$

Stazione		LIMeco medio
ST1-O	FIUME PO	0,57
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	0,58
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	0,65
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	0,55
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	0,63
ST6-O	CANALE TERZO NORD	0,50
ST7-O	CANALE TERZO SUD	0,63
ST8-O	CANALE BORGAZZO	0,54
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	0,31
ST10-O	TORRENTE ENZA	0,92
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	0,94
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	0,58
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	0,51
ST14-E	CAVO LAMA NORD	0,61
ST15-E	CAVO LAMA SUD	0,55

ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	0,54
ST17-E	CANALE CALVETRO	0,53
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	0,68
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	0,92
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	0,78
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	0,66
ST22-O	CAVO PISTARINA	0,22
ST23-E	CAVO LAMA	0,56
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	0,57
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	0,19
ST26-O	CAVO CAVA	0,16

Tabella M - LIMeco (DM260/2010) – Classi di qualità e relativo punteggio

Classificazione di qualità secondo i valori LIMeco

Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
≥0,66	≥0,50	≥0,33	≥0,17	< 0,17

Come si evince dalla tabella M, in base alla classificazione LIMeco, le acque di approvvigionamento risultano di qualità *buona*, come nel caso del Fiume Po, o *elevata* come nel caso del Torrente Enza e del Canale Demaniale d'Enza. Per quanto concerne i canali irrigui si segnala che le acque del Canale S.Maurizio e del Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud) risultano di qualità *elevata*, mentre la maggior parte delle restanti stazioni indagate ricade in qualità *buona*, con eccezione del Diversivo Bresciana, del Cavo Pistarina e del Collettore Acque Basse Modenesi che raggiungono una qualità *sufficiente*. Risultano invece di qualità *scarsa* le acque del Cavo Cava.

Rimanendo in tema di qualità ambientale, per un ulteriore confronto è possibile applicare anche il vecchio sistema di classificazione (LIM) definito dal D.Lgs. 152/99 che considerava un numero più ampio di descrittori, comprendendo anche la misura della sostanza ossidabile (BOD₅ e COD) e della carica microbiologica (*Escherichia coli*).

Indice LIM (Tab. 7, All. 1 D.Lgs. 152/99)

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat.)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O ₂ mg/L)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 1,50	> 1,50



NO ₃ (N mg/L)	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5,0	≤ 10,0	> 10,0
Fosforo tot, (P mg/L)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	> 0,60
<i>E.coli</i> (UFC/100 mL)	< 100	≤ 1,000	≤ 5,000	≤ 20,000	> 20,000
Punteggio	80	40	20	10	5
L,I,M,	480 – 560	240 – 475	120 – 235	60 – 115	< 60

Classificazione di qualità secondo i valori LIM (schema adattato a 6 macrodescrittori)

Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
400 – 480	200 – 395	100 – 195	50 – 95	< 50

In questo caso il sistema di calcolo si basa sul confronto del valore **75° percentile** della serie delle misure di ogni parametro con i valori soglia della tabella LIM, sommando poi i contributi di tutti i parametri e ottenendo il punteggio finale corrispondente ad una delle 5 classi di qualità.

Poiché il BOD₅ non è rilevato nell'ambito della presente convenzione, lo schema di classificazione è stato rimodulato sulla base di 6 descrittori per poter essere applicato al contesto di indagine. In Tabella N vengono riportati per tutte le stazioni i punteggi conseguiti rispetto ai singoli parametri, in modo da evidenziare gli eventuali fattori più critici rispetto alla qualità delle acque, quindi, nella colonna finale si riporta la classe di qualità complessiva risultante rispetto all'indice LIM.

	Stazione	100-OD	COD	Azoto ammoniacale	Azoto nitrico	Fosforo Totale	<i>E. coli</i>	LIM
ST1-O	FIUME PO	10	40	40	40	40	40	210
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	40	5	40	40	20	40	185
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	80	20	80	40	40	40	300
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	40	10	40	40	20	20	170
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	40	20	40	40	40	40	220
ST6-O	CANALE TERZO NORD	20	10	40	40	40	40	190
ST7-O	CANALE TERZO SUD	40	10	40	40	40	10	180
ST8-O	CANALE BORGAZZO	40	10	40	40	20	40	190
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	10	10	20	40	10	40	130
ST10-O	TORRENTE ENZA	40	80	80	40	80	80	400
ST11-O	CANALE DEMANIALE D'ENZA	80	40	40	80	80	20	340
ST12-E	CANALE NAVIGLIO NORD	10	5	40	80	20	40	195
ST13-E	CANALE NAVIGLIO SUD	5	10	40	80	20	40	195
ST14-E	CAVO LAMA NORD	10	10	40	80	40	80	260
ST15-E	CAVO LAMA SUD	5	5	40	80	20	40	190

ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	10	5	20	80	20	10	145
ST17-E	CANALE CALVETRO	10	10	40	80	20	40	200
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	80	10	20	80	20	20	230
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	40	40	80	80	80	40	360
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	10	40	80	80	40	20	270
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	5	10	80	80	20	40	235
ST22-O	CAVO PISTARINA	5	10	20	20	5	20	80
ST23-E	CAVO LAMA	10	10	40	20	40	80	200
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	5	10	80	40	40	40	215
ST25-E	COLLETTORE A. B. MODENESI	5	5	5	20	5	5	45
ST26-O	CAVO CAVA	20	5	5	20	5	5	60

Tabella N - Livello Inquinamento Macrodescrittori (LIM): Classi di qualità e relativo punteggio

Applicando l'indice più ampio, le acque di approvvigionamento appenniniche risultano in stato *buono/elevato*, come anche il Fiume Po che risulta in stato *buono* (classe II). Lo stato *buono* è raggiunto da tutti i canali ad eccezione del Canalazzo di Brescello, del Canale Risalita Sud, del Canale Terzo (Sud e Nord), del Canale Borgazzo, del Diversivo Bresciana, del Canale Naviglio (Nord e Sud), del Canale Lama Sud e del Canale Soliera Basso che risultano in stato *sufficiente* (classe III), nonché del Cavo Pistarina e del Cavo Cava raggiungono lo stato *scarso* (classe IV). Infine, il Collettore Acque Basse Modenesi raggiunge lo stato *cattivo* (classe V). Questo risultato è imputabile al diverso sistema di calcolo e alle diverse soglie utilizzate per la valutazione dei singoli parametri.

Analizzando i punteggi ottenuti sui singoli parametri, si ottengono altre informazioni sulla caratterizzazione delle acque di distribuzione: in molti canali si riscontra presenza di sostanza organica unitamente a condizioni di alterazione dello stato di ossigenazione.

Queste sono condizioni attese nel periodo estivo, come conseguenza di fenomeni eutrofici e dei successivi processi di degradazione microbica, in acque arricchite in nutrienti e caratterizzate da scorrimento lento, forte illuminazione e alte temperature.

Per quanto riguarda il contenuto in nutrienti, l'Azoto Ammoniacale è presente in concentrazioni contenute (entro la III classe), con eccezione per il Cavo Cava e il Collettore Acque Basse Modenesi (che raggiungono la classe V), mentre l'Azoto Nitrico presenta concentrazioni ottimali o buone (I o II classe) in tutti i canali, a eccezione del Cavo Pistarina, del Cavo Lama, del Collettore Acque Basse Modenesi e del Cavo Cava (che raggiungono la classe III). Il Fosforo Totale risulta invece diffuso in concentrazioni significative, in particolare nel Cavo Pistarina, nel Collettore Acque Basse Modenesi e nel Cavo Cava dove raggiunge la V classe, nonché nel Diversivo Bresciana dove raggiunge la IV Classe. Dal punto di vista microbiologico, le stazioni più impattate sono quelle del Cavo Cava e del Collettore Acque Basse Modenesi che raggiungono la V classe.



4. Valutazione complessiva dell'idoneità delle acque irrigue

Al fine di compiere una valutazione sintetica dell'idoneità delle acque ad uso irriguo si è applicata la "Metodologia" proposta da Giardini e Borin nel 1992 (e successive modifiche e integrazioni) relativa alle "Classificazione quantitativa delle acque irrigue", la quale vuole essere, testualmente: *"un sistema descrittivo pratico e di facile applicazione, basato sulla raccolta di dati analitici e sul loro confronto con valori di riferimento che individuano, per ciascun parametro, diverse fasce di qualità; un metodo applicabile anche con differenti numerosità di parametri analitici disponibili; uno strumento integrato che prevede la parallela valutazione delle condizioni agronomiche ed ambientali di impiego delle acque oggetto di valutazione, nonché il computo di eventuali apporti di inquinanti provenienti da altre fonti (es. fanghi di depurazione); una guida per l'impiego di acque di qualità non ottimale"* (Luigi Giardini, Patron Editore, Bologna 2002). La proposta metodologica di Giardini *et al.* prevede innanzitutto la classificazione dei parametri analitici utilizzati per la definizione della qualità irrigua delle acque in tre categorie, ripartite sulla base della natura e della pericolosità dei parametri stessi. Le categorie in questione sono: "Parametri chimico-fisici fondamentali", "Parametri chimico-fisici complementari" e "Parametri microbiologici fondamentali". Per ogni parametro vengono suggeriti dei "limiti di accettabilità" che consentono l'individuazione di un certo numero di "Classi di qualità". Nel primo gruppo, "Parametri chimico-fisici fondamentali", vengono raggruppati i principali parametri analitici, sia fisici sia chimici, di particolare **rilevanza agronomica e ambientale** per il loro pericolosità in termini di impatto sulla fertilità dei suoli, sullo stato sanitario delle colture, sulla salute umana e, più in generale, per il loro impatto sugli ecosistemi. Per ogni singolo parametro sono definiti dei limiti di accettabilità (differenti da parametro a parametro) che consentono l'identificazione di quattro differenti "Classi di qualità", indicate con numero romano, da I a IV, dove I indica la classe migliore dal punto di vista irriguo e IV è la peggiore. Giardini associa ad ogni classe di qualità un "consiglio" relativo all'uso irriguo della risorsa idrica, come di seguito riportato:

- Classe I: "Acque che permettono l'esercizio irriguo continuativo (irrigazione tutti gli anni) senza limitazioni, considerando un volume irriguo stagionale medio annuo pari a 500 mm (volume stagionale di difficile superamento)";
- Classe II: "Acque che permettono l'esercizio irriguo continuativo con eventuali limitazioni dei volumi irrigui stagionali e con accorgimenti nei confronti delle colture irrigabili, del metodo irriguo, delle condizioni pedologiche e della vulnerabilità dell'ambiente nella quale si opera. Il volume irriguo stagionale varia fra 500 e 50 mm e il suo valore massimo tollerabile viene individuato sulla base della concentrazione dell'inquinante nell'acqua irrigua e sul valore soglia di apporto consentito per prevenire fenomeni di fitotossicità, controllare accumuli nel terreno o inquinamento delle falde sottostanti";
- Classe III: "Acque che permettono un esercizio irriguo saltuario (ad es. una irrigazione ogni due-tre anni), limitato all'irrigazione di soccorso su colture tolleranti con metodi irrigui ad elevata efficienza e in condizioni di bassa vulnerabilità ambientale. Si accetta che l'uso irriguo

dell'acqua possa comportare leggeri fenomeni di fitotossicità con conseguenti cali di resa rispetto alle acque di migliore qualità”;

- Classe IV: “Acqua da non usare, normalmente, a fini irrigui. Può essere previsto un eventuale impiego irriguo di tali acque in via del tutto eccezionale dopo una severa analisi delle caratteristiche degli inquinanti, della coltura, del metodo di distribuzione e delle condizioni ambientali”.

Di seguito vengono riportati in tabella i parametri analitici indagati in questo studio riferibili ai “Parametri chimici e fisici fondamentali” proposti da Giardini, con i relativi limiti di accettabilità e classi di qualità.

Parametri	Unità di misura	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
pH	-	6 – 8,5	5 - 6 o 8,5 - 9	4 - 5 o 9 - 10	<4 o >10
Conducibilità elettrica	dS/m	<0,75	0,750 – 2,5	2,5 – 4,0	>4,0
SAR	-	<6	6 – 20	20 – 28	>28
Sodio	mg/l	<50	50 – 180	180 – 210	>210
Cloruri	mg/l	<100	100 – 250	250 – 350	>350
Fluoruri	mg/l	<1	1-15	15-18	>18
Solfati	mg/l	<100	100 – 2500	2500 – 3800	>3800
Arsenico	mg/l	<0,02	0,02 – 0,2	0,2 – 0,6	>0,6
Boro	mg/l	<0,3	0,3 – 2	2 – 4	>4
Cadmio	mg/l	<0,01	0,01 – 0,06	0,06 – 0,3	>0,3
Cromo totale	mg/l	<0,01	0,01 – 1	1 – 5	>5
Nichel	mg/l	<0,2	0,2 – 2	2 – 2,4	>2,4
Piombo	mg/l	<5	5 – 9	9 – 12	>12
Rame	mg/l	<0,2	0,2 – 5	5 – 6	>6
Zinco	mg/l	<2	2 – 10	10 – 12	>12

Tabella O - Limiti di accettabilità e relative classi di qualità per alcuni “Parametri chimici e fisici fondamentali” delle acque irrigue (Giardini *et al*, 2002)

Nel secondo gruppo, “Parametri chimico-fisici complementari”, vengono raggruppati i principali parametri analitici, sia fisici sia chimici, di rilevanza tecnico-impiantistica quindi tali da influenzare le scelte impiantistiche (appartati, materiali, ecc.) e i metodi irrigui da applicare. I parametri in questione coincidono inoltre con quelli utilizzati tipicamente nei monitoraggi ambientali per definire il livello degrado di un ecosistema acquatico. Per ogni singolo parametro sono definiti dei limiti di accettabilità (differenti da parametro a parametro) che consentono l’identificazione di due differenti “Classi di qualità”, indicate con lettera minuscola, a e b, dove a indica la classe migliore dal punto di vista irriguo e b è la peggiore. Giardini associa ad ogni classe di qualità un “consiglio” relativo all’uso irriguo della risorsa idrica, come di seguito riportato:

- Classe a: “Acque che non prevedono particolari accorgimenti per uso irriguo”;
- Classe b: “Acque che possono richiedere particolari accorgimenti operativi, soprattutto nelle fasi di distribuzione e nella scelta del metodo irriguo”.

Di seguito vengono riportati in tabella i parametri analitici indagati in questo studio riferibili ai “Parametri chimici e fisici complementari” proposti da Giardini, con i relativi limiti di accettabilità e classi di qualità.

Parametri	Unità di misura	Classe a	Classe b
Solidi sospesi inorganici	mg/l	<30	>30
COD	mg/l	<35	>35
Fosforo totale	mg/l	<10	>10
Bicarbonati	mg/l	<250	>250

Tabella P - Limiti di accettabilità e relative classi di qualità per i “Parametri chimici e fisici complementari” delle acque irrigue (Giardini *et al*, 2002)

Nel terzo e ultimo gruppo, “Parametri microbiologici fondamentali”, vengono raggruppati i principali parametri microbiologici di rilevanza igienico-sanitaria, sia per gli operatori sia per i consumatori dei prodotti agricoli irrigati. Per ogni singolo parametro sono definiti dei limiti di accettabilità (differenti da parametro a parametro) che consentono l’identificazione di quattro differenti “Classi di qualità”, indicate con lettera maiuscola, dalla A alla D, dove A indica la classe migliore dal punto di vista irriguo e D è la peggiore. Giardini associa ad ogni classe di qualità un “consiglio” relativo all’uso irriguo della risorsa idrica, come di seguito riportato:

- Classe A: “Acque impiegabili senza limitazioni”;
- Classe B: “Acque impiegabili evitando: (1) il contatto, nei 15 giorni prima della raccolta, con prodotti destinati ad essere consumati crudi dall'uomo e (2) l'irrigazione di aree verdi con visitatori presenti”;
- Classe C: “Acque impiegabili evitando: (1) il contatto con prodotti destinati ad essere consumati crudi dall'uomo;(2) la distribuzione con metodi pluvioirrigui in zone distanti meno di 200 m da aree di pubblico accesso, allo scopo di costituire una fascia di rispetto per contenere possibili fenomeni di deriva. L'irrigazione di tutte le colture va comunque sospesa trenta giorni prima della raccolta”;
- Classe D: “Acque che non possono essere impiegate, oltre che nelle condizioni previste nella Classe C, su tutte le rimanti colture orticole; esse devono inoltre essere sempre distribuite con metodi che evitino il contatto con la vegetazione. L'irrigazione di tutte le colture va comunque sospesa trenta giorni prima della raccolta”.

Di seguito vengono riportati in tabella i parametri analitici indagati in questo studio riferibili ai “Parametri microbiologici fondamentali” proposti da Giardini, con i relativi limiti di accettabilità e classi di qualità.

Parametri	Unità di misura	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Coliformi fecali (<i>E. coli</i>)	MPN-UFC/100ml	<20	20-1000	1000-12000	>12000

Tabella Q - Limiti di accettabilità e relative classi di qualità per alcuni “Parametri microbiologici fondamentali” delle acque irrigue (Giardini *et al*, 2002)

Come previsto dallo stesso Giardini: “*Per ogni gruppo di parametri, la classe di appartenenza di un'acqua irrigua viene individuata da quello che presenta la situazione più sfavorevole. La formulazione del giudizio complessivo di qualità di un'acqua ai fini irrigui viene dunque espressa attraverso l'indicazione della classe di appartenenza per ciascuno gruppi di parametri*”.

Si prenda a esempio un campione di acque superficiali prelevato da un canale irriguo e sottoposto ad analisi chimico-fisica e microbiologica con un profilo analitico costituito da 34 differenti parametri.

Visti i risultati analitici riportati nel rapporto di prova del laboratorio e confrontati detti risultati con i limiti di accettabilità suggeriti da Giardini, è possibile stabilire la classe di qualità irrigua di appartenenza di ogni singolo parametro. Non per tutti i parametri analitici è disponibile un limite di accettabilità. Identificato per ogni gruppo di parametri (chimico-fisici fondamentali, chimico-fisici complementari e microbiologici fondamentali) il parametro a cui viene attribuita la classe di qualità peggiore, il giudizio complessivo rispetto alla qualità irrigua dell'acqua transitante nel canale viene formulato esprimendo per ogni gruppo, separatamente, la peggiore “Classe di qualità irrigua” individuata.

Applicando la metodica sopra esposta alla totalità dei campioni realizzati (N: 78 campioni) risulta che, per i “Parametri chimici e fisici fondamentali”, il 60,2 dei campioni (47/78) è ascrivibile alla “Classe I”, ovvero “Acque impiegabili senza limitazioni”, il 38,5% (30/78) è ascrivibile alla “Classe II”, nessuno alla “Classe III”, mentre il restante 1,3% (1/78) è ascrivibile alla “Classe IV”. I parametri che, per valori e diffusione, sono causa delle limitazioni d'utilizzo sono rappresentati da Sodio, Cloruri, Solfati e conducibilità elettrica. Circa il 97% dei campioni (30/31) classificati in Classi inferiori alla “Classe I” (pari al 30% dei campioni totali) presenta un superamento dei valori di riferimento per il Sodio. Al superamento dei valori di Sodio si associa frequentemente un superamento dei valori di conducibilità elettrica (27/30), di cloruri (22/30) e di solfati (18/30). Per la maggioranza dei campioni questa condizione è da ricercarsi nel chimismo delle acque del Fiume Secchia, che alimenta direttamente il Canale di Secchia e, tramite le numerose interconnessioni del reticolo, numerosi corpi idrici del Distretto irriguo del Fiume Po, soprattutto nel periodo tardo primaverili o all'inizio dell'estate.

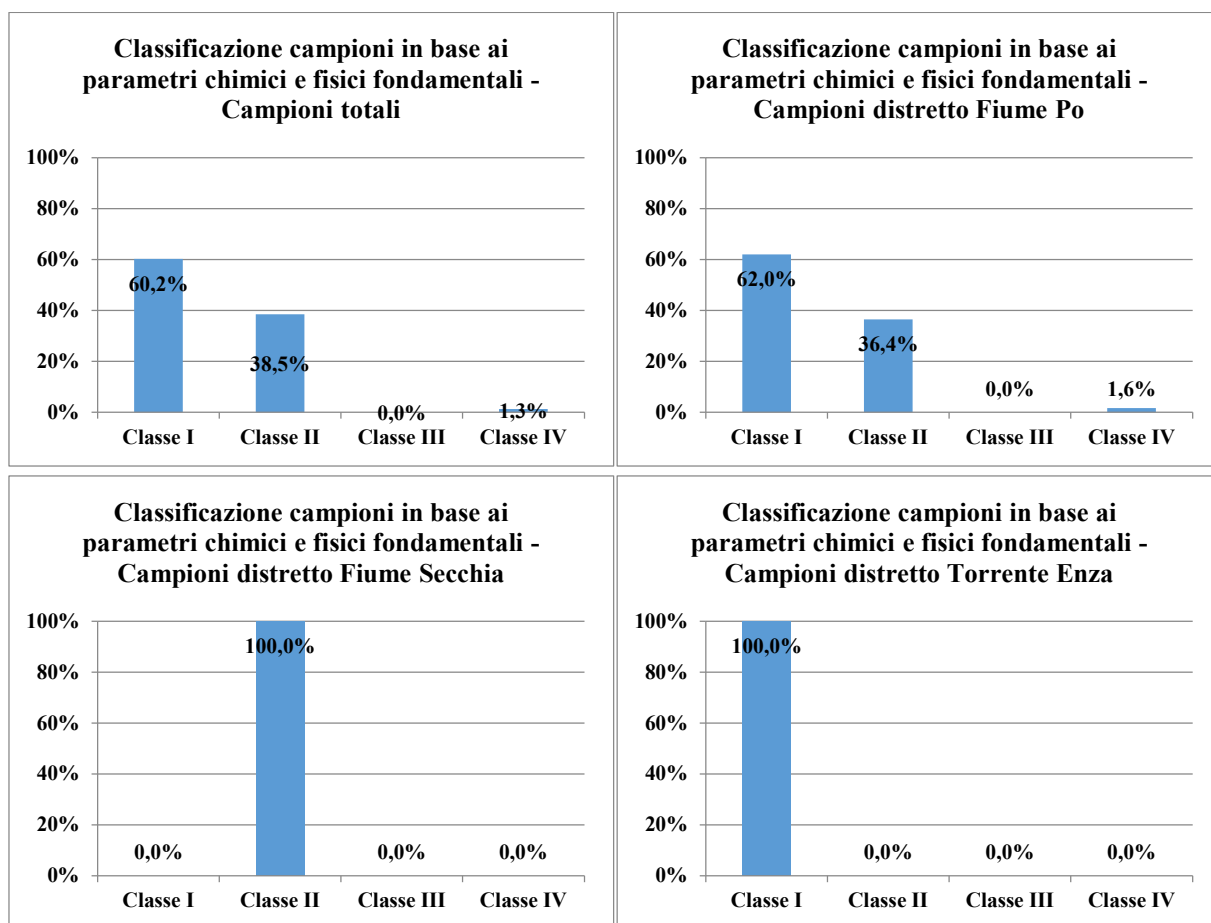
Il distretto irriguo del Fiume Po si caratterizza per un 62% dei campioni (41/66) ascrivibili alla “Classe I”, ovvero “Acque impiegabili senza limitazioni”, per i “Parametri chimici e fisici



fondamentali”. Il 36,4% dei campioni (24/66) classificati in Classi inferiori alla “Classe I” presenta un superamento dei valori di riferimento per il Sodio e, tranne Diversivo Bresciana e Cavo Pistarina, sono tutti rappresentati da corpi idrici con preponderante ruolo scolante (Cavo Emissario e Cavo Cava) o da canali irrigui alimentati da acque del Fiume Secchia durante le prime campagne di monitoraggio. Un solo campione, prelevato nel Cavo Lama (ST26-E) in occasione dei prelievi di settembre 2023, è risultato ascrivibile alla “Classe IV”, a causa degli elevati valori di Sodio.

Il distretto irriguo del Fiume Secchia si caratterizza per un 100% dei campioni (6/6) ascrivibili alla “Classe II”, sempre a causa del superamento dei valori di riferimento per Conducibilità elettrica, Cloruri, Solfati e Sodio. Non vi sono campioni ascrivibili alla “Classe III” o alla “Classe IV”.

Il distretto irriguo del torrente Enza si caratterizza per un 100% dei campioni (6/6) ascrivibili alla classe I.

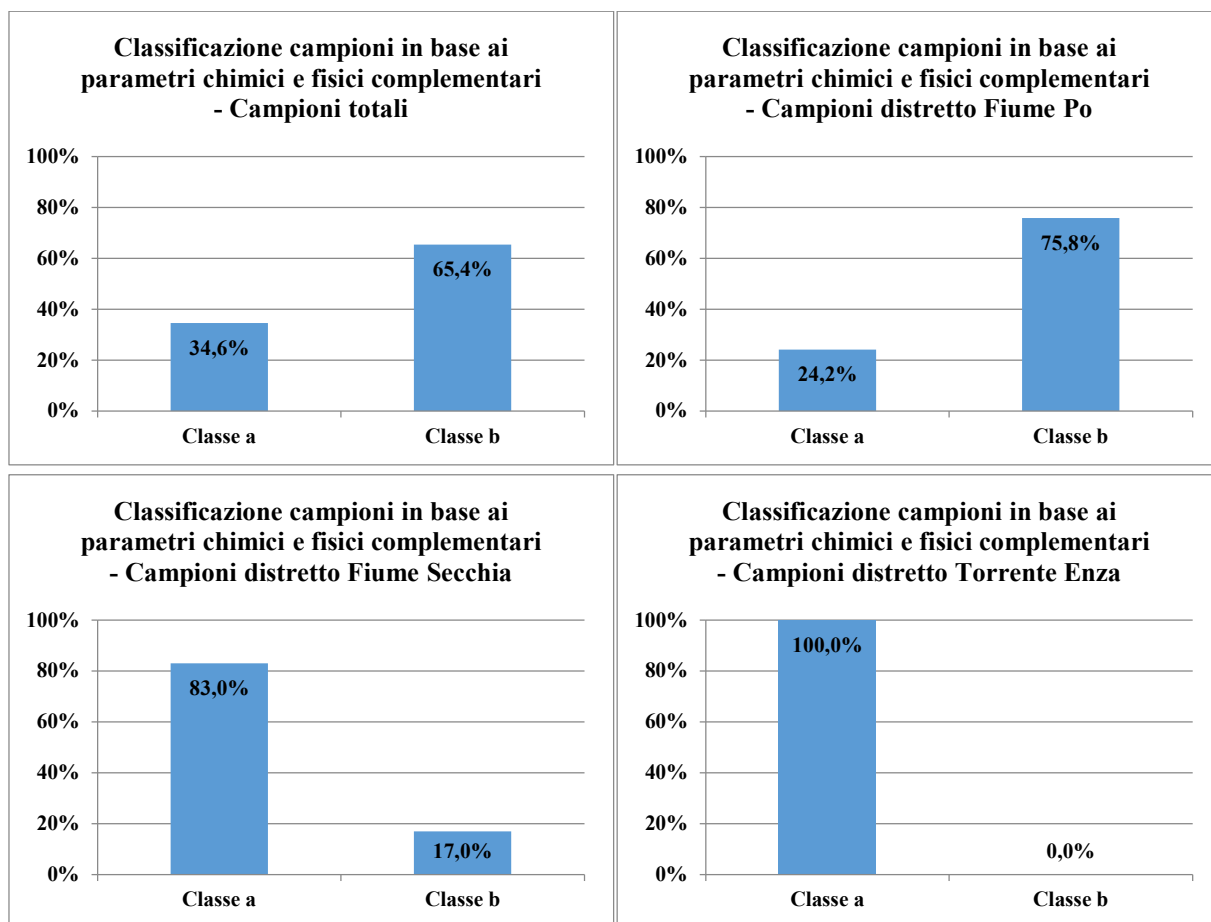


Gruppo grafico A – Distribuzione percentuali in classi di qualità per i “Parametri chimici e fisici fondamentali” dei campioni di acque irrigue della stagione 2023 (secondo Giardini *et al*, 2002)

Per quanto concerne i “Parametri chimici e fisici complementari”, il 34,6% dei campioni (27/78) è ascrivibile alla “Classe a”, ovvero “Acque che non prevedono particolari accorgimenti per uso irriguo”, mentre il 65,4% (51/78) sono ascrivibili alla “Classe b”: “Acque che possono richiedere

particolari accorgimenti operativi, soprattutto nelle fasi di distribuzione e nella scelta del metodo irriguo". Il 100% dei campioni (51/51) classificati in "Classe b" presenta un superamento dei valori di riferimento per i Solidi Sospesi Totali (SST); poco più del 21% dei campioni (11/51) classificati in "Classe b" presenta un superamento dei valori di riferimento anche per i bicarbonati. Nel solo 7,8% dei campioni (4/51) classificati in "Classe b" si riscontra, oltre al superamento alla soglia prevista per i SST, anche il superamento dei valori di COD.

Circa il 76% dei campioni (50/66) dei campioni prelevati nel distretto irriguo del Fiume Po sono ascrivibili alla "Classe b"; nel distretto irriguo del Fiume Secchia la percentuale di campioni in "Classe b" scende al 17% (1/6), mentre nel distretto irriguo del Torrente Enza la totalità dei campioni (6/6) ricade nella "Classe a".



Gruppo grafico B – Distribuzione percentuali in classi di qualità per i "Parametri chimici e fisici complementari" dei campioni di acque irrigue della stagione 2023 (secondo Giardini *et al*, 2002)

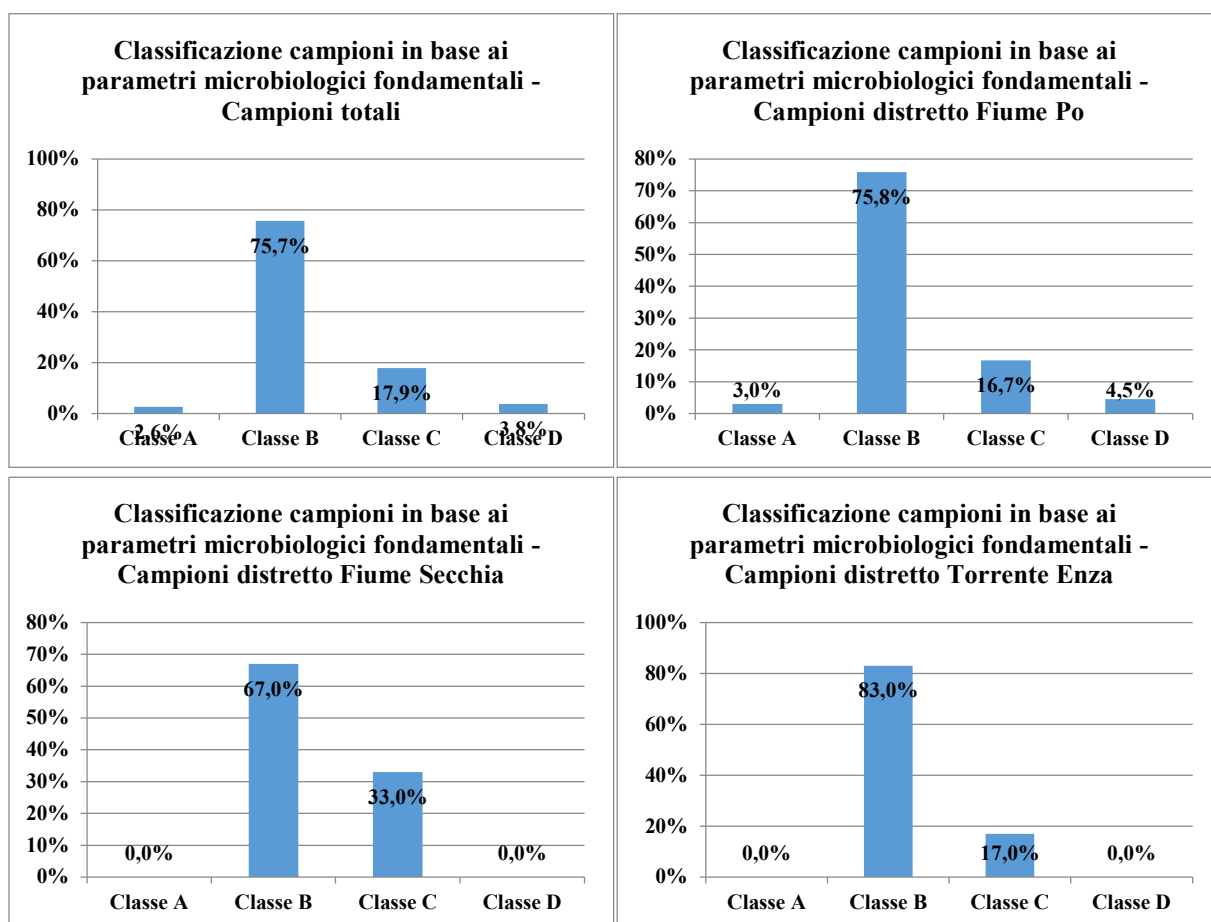
Per quanto concerne i "Parametri microbiologici fondamentali", circa il 2,6% dei campioni (2/78) è ascrivibile alla "Classe A", il 75,7% (59/78) è ascrivibile alla "Classe B", il 17,3% (14/78) alla "Classe C", mentre il 3,8% dei campioni (3/78) è classificabile in "Classe D".



Il distretto irriguo del Fiume Po si caratterizza per circa un 3% dei campioni (2/66) ascrivibili alla “Classe A”, per un 75,8% (50/66) classificati in “Classe B”, per il 16,7 (11/66) in “Classe C” e per un restante 4,5% (3/66) ascrivibili in “Classe D”.

Nel distretto irriguo del Fiume Secchia si segnala un 67% dei campioni (4/6) classificati in “Classe B” e un 33% (2/6) in “Classe C”.

Per il distretto irriguo del Torrente Enza si evidenzia che un 83% dei campioni (5/6) è ascrivibile alla “Classe B”, mentre il restante 17% (1/6) in “Classe C”.



Gruppo grafico C – Distribuzione percentuali in classi di qualità per i “Parametri microbiologici fondamentali” dei campioni di acque irrigue della stagione 2023 (secondo Giardini *et al*, 2002)





5. Bibliografia

- 1) Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects, FAO 1995;
- 2) I metodi di Analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 2000;
- 3) “Vincoli di qualità delle acque per l’uso agricolo”, convegno “Il riutilizzo delle acque reflue urbane ed industriali”; P, Berbenni, M, Antonelli, Cremona, 29-30 ottobre 2007;
- 4) Il riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale e d aspetti specifici, APAT, 80/2008;
- 5) DECRETO 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- 6) “Agronomia generale, ambientale e aziendale”; L. Giardini, Patron Editore, 2002;
- 7) “Gestione dell’ambiente e del territorio Plus”; M. Ferrari, A. Menta, E. Stoppioni, D. Galli, Zanichelli editore, 2019.