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

Report 2018

Protocollo Istituto d'Istruzione Superiore "Antonio Zanelli" n. 7278/A7c del 17/12/2018

A cura di:

Daniele Galli
Istituto d'Istruzione Superiore "Antonio Zanelli" di Reggio Emilia.

Silvia Franceschini, Riferimento Regionale Stato Ambientale Acque superficiali
Con la collaborazione di 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 13

3.2 Nutrienti e pH 18

3.3 Parametri tossici 21

3.4 Parametri microbiologici 24

3.5 Materiali in sospensione e bicarbonati 26

3.6 Qualità ambientale delle acque 28

4. Bibliografia 33

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 a quattro differenti 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 quali-quantitativo. 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 provincie di Reggio Emilia, Modena e Mantova, derivando mediamente 200.000.000 m^3 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 m^3: 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 m^3: 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 m^3: 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 (e quindi con alimentazione a gravità), 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 sulle base delle caratteristiche del reticolo consortile e delle pressioni esercitate su di esso. Detto piano, nella stagione irrigua 2018, ha previsto la caratterizzazione/monitoraggio di ventuno stazioni attraverso tre/quattro distinte campagne di prelievo svoltesi durante la stagione irrigua, nei periodi di maggiore attività, in accordo con l'Ufficio Ambiente Agrario-forestale. La quarta campagna ha riguardato nove stazioni (ST3-O, ST4-O, ST6-O, ST7-O, ST12-E, ST13-E, ST14-E, ST15-E, ST21-O), considerate prioritarie. Al fine di integrare l'attività svolta nell'ambito del progetto LIFE ReQPro

nelle stagioni irrigue 2016 e 2017, è stata aggiunta al piano preesistente una stazione (ST22-O), caratterizzata/monitorata attraverso tre distinte campagne di prelievo.

Alle ventuno stazioni di monitoraggio si aggiungono quattro stazioni, una sul Fiume Po (ubicata a Boretto), una sul Cavo Lama, una sul Cavo Parmigiana Moglia e una sul Canale Emissario (ubicate a Moglia), 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.

In corrispondenza di ogni campagna di campionamento è stato effettuato un prelievo di acqua in ognuna delle venticinque stazioni. I campionamenti 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° 54,450’ N; 10° 33,240’ E;
ST2-O	**CANALAZZO DI BRESCELLO** (PONTE VIA GHIDOZZO)	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 BAIOCCA)	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	**CANALE DEMANIALE D`ENZA SUD** (TRAVERSA DI CEREZZOLA)	CANOSSA	44° 34,718' N; 10° 24,175' E;
ST11-O	**CANALE DEMANIALE D`ENZA NORD** (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** (PONTE 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** (VIA VITTORIO BORGHI)	REGGIO EMILIA	44° 45,316’ N; 10° 39,308’ E;
ST23-E	**CAVO LAMA** (PONTE VIA MILITARE)	MOGLIA	44° 55,566’ N; 10° 56,742' E;
ST24-E	**CAVO PARMIGIANA MOGLIA** (VIA COAZZE)	MOGLIA	44° 57,476’ N; 10° 56,912’ E;
ST25-E	**CANALE EMISSARIO** (VIA TRIVELLANO)	MOGLIA	44° 59,672’ N; 10° 55,982’ E;

Tabella A - Stazioni di prelievo 2018

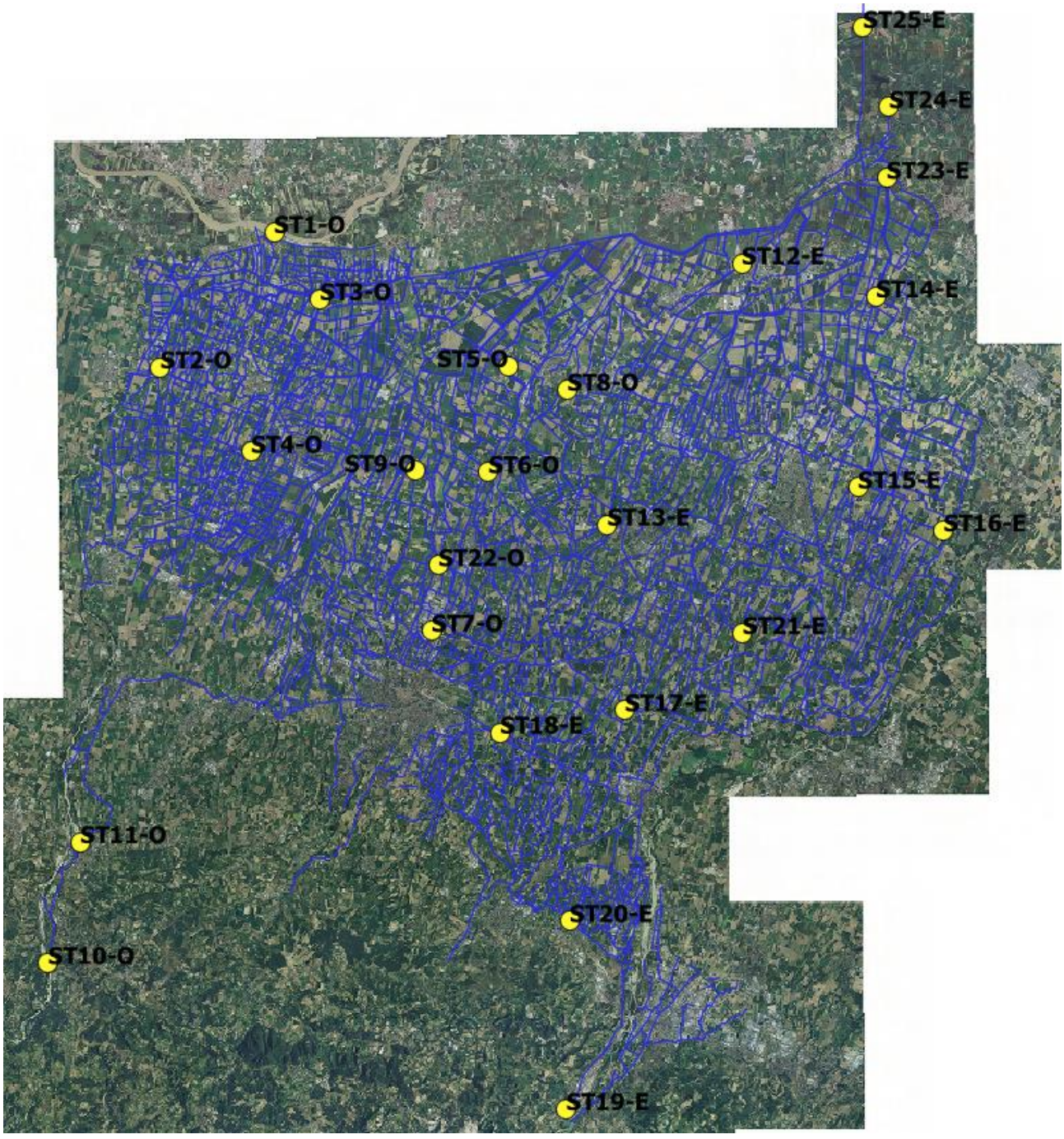

Figura 1 - Ubicazione dei punti di prelievo 2018

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 e delle relative unità di misura sono di seguito riportate nella Tabella B.

I risultati analitici delle 84 campagne di monitoraggio eseguite sono riportati in **Allegato 1.**

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA
Temperatura	°C
pH (a 20 °C)	Unità pH
Conducibilità elettrica (a 25 °C)	µS/cm
TDS (calcolo)	mg/l
Solidi sospesi	mg/l
Ossigeno disciolto	mg/l O_2
Ossigeno alla saturazione	% sat O_2
Alcalinità totale	mg/l $Ca(HCO_3)_2$
Calcio	mg/l Ca
Magnesio	mg/l Mg
Sodio	mg/l Na
Potassio	mg/l K
Indice di S.A.R. (calcolo)	
COD	mg/l O_2
Azoto ammoniacale	mg/l $N\text{-}NH_4$
Azoto nitroso	mg/l $N\text{-}NO_2$
Azoto nitrico	mg/l $N\text{-}NO_3$
Ammonio (calcolo)	mg/l NH_4^+
Ammoniaca non ionizzata (calcolo)	mg/l NH_3
Nitrati (calcolo)	mg/l NO_3^-
Nitriti (calcolo)	mg/l NO_2^-
Fosforo totale	mg/l P
Cloruri	mg/l Cl
Solfati	mg/l SO_4
Fluoruro	mg/l F
Alluminio	µg /l Al
Antimonio	µg /l Sb
Argento	µg /l Ag
Arsenico	µg /l As
Bario	µg /l Ba
Berillio	µg /l Be
Boro	µg/l B
Cadmio	µg /l Cd
Cobalto	µg /l Co
Cromo Totale	µg/l Cr
Ferro	µg/l Fe
Litio	µg /l Li
Manganese	µg/l Mn
Mercurio	µg /l Hg
Molibdeno	µg/l Mo
Nichel	µg/l Ni
Piombo	µg/l Pb
Rame	µg/l Cu

Selenio	µg /l Se
Stagno	µg /l Sn
Tallio	µg /l Tl
Tellurio	µg /l Te
Vanadio	µg/l Va
Zinco	µg/l Zn
Zolfo totale	mg /l S
Escherichia coli	UFC/100 ml

B - Protocollo analitico 2018

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

- pH metro portatile WTW, modello pH315i, equipaggiato con elettrodo combinato a compensazione termica WTW, modello SenTix41;
- conduttimetro portatile WTW, modello Cond3110, equipaggiato con sonda a compensazione termica WTW, modello TetraCon 325;
- ossimetro portatile WTW, modello Oxi315i, equipaggiato con sonda amperometrica a membrana WTW, modello CellOx325.

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 dei 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 ECw 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 ECw inferiori a 200 µS/cm" (3).

Il riferimento è costituito dalla Tabella 2 - 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 2, 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 (µS/cm a 25 °C) **(Ecw)**	< 700	700 - 3000	> 3000
	TDS (mg/L)	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltrazione - riduzione della velocità di infiltazione 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 (µg/L)	< 700	700 - 3000	> 3000

Tabella 2 - 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 µS/cm): ECw X 0.64

SAR: calcolato con la formula seguente:

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

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

Stazione		Conducibilità elettrica (µS/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 (µg/L)
ST1-O	FIUME PO	409	262	409 – 0.4	0.4	12	19	19	<50
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	540	346	540 – 0.9	0.9	33	50	50	101
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	340	218	340 – 0.4	0.4	12	18	18	32
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	401	256	401 – 0.7	0.7	21	31	31	62
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	332	212	332 – 0.5	0.5	14	19	19	43
ST6-O	CANALE TERZO NORD	405	259	405 – 0.8	0.8	32	42	42	63
ST7-O	CANALE TERZO SUD	592	379	592 – 0.9	0.9	30	42	42	68
ST8-O	CANALE BORGAZZO	353	226	353 – 0.5	0.5	15	20	20	53
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	939	601	939 – 2.1	2.1	86**	122	122**	170
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	371	237	371 – 0.5	0.5	16	11	11	118
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	370	237	370 – 0.5	0.5	16	11	11	118
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	526	337	526 – 1.3	1.3	43	60	60	99
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	778	498	778 – 1.6	1.6	65	90	90	113
ST14-E	CAVO LAMA NORD	395	253	395 – 0.8	0.8	24	35	35	68
ST15-E	CAVO LAMA SUD	521	333	521 – 1.1	1.1	36	51	51	92
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	752	481	752 – 1.6	1.6	62	88	88	122

Stazione		Conducibilità elettrica (µS/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 (µg/L)
ST17-E	CANALE CALVETRO	**1035**	**662**	**1035 – 1.9**	**1.9**	**87****	**138**	**138****	**121**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**1067**	**683**	**1067 – 2.3**	**2.3**	**99****	**141**	**141****	**260**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**1159**	**742**	**1159 – 2.5**	**2.5**	**109****	**171**	**171****	**108**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**1102**	**705**	**1102 – 2.5**	**2.5**	**107****	**163**	**163****	**104**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**661**	**423**	**661 – 1.6**	**1.6**	**64**	**77**	**77**	**95**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**1233**	**789**	**1233 – 2.7**	**2.7**	**122****	**175**	**175****	**203**
ST23-E	CAVO LAMA	**504**	**322**	**504 – 0.9**	**0.9**	**28**	**40**	**40**	**58**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**464**	**297**	**464 – 0.9**	**0.9**	**26**	**38**	**38**	**53**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**772**	**494**	**772 – 1.6**	**1.6**	**56**	**77**	**77**	**113**

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, principalmente sul Diversivo Bresciana, Cavo Naviglio Sud, Canale Soliera Basso, Canale Calvetro, Canale San Maurizio, Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), Cavo Pistarina e Canale Emissario.

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 rinvengono 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 Calvetro, il Cavo Naviglio (stazione Sud) e il Canale Soliera Basso. Durante la stagione irrigua 2018 l'apporto di elementi ionici disciolti nei sopracitati canali è stata particolarmente elevata, in quanto, l'elevata disponibilità idrica del Fiume Secchia ha consentito significativi prelievi che hanno consentito l'alimentazione di numerosi canali del distretto irriguo di Po, soprattutto durante i primi mesi estivi. 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 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 Diversivo Bresciana, Cavo Naviglio Sud, Canale Soliera Basso, Canale Calvetro, Canale San Maurizio, Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), Cavo Pistarina e Canale Emissario, 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 µS/cm.

Nel complesso, i ridotti valori di SAR unitamente a concentrazioni di sali disciolti non troppo modeste (sempre > 200 µS/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 Diversivo Bresciana, Canale Calvetro Canale San Maurizio, Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud), Cavo Pistarina si riscontra una

limitazione da lieve a moderata rispetto al tenore di Sodio e di Cloruri per la distribuzione a pioggia; nel Canale di Secchia (stazioni Nord e Sud) e Cavo Pistarina si aggiunge la limitazione da lieve a moderata rispetto al Cloro anche per irrigazione superficiale. Quindi, per i canali citati, si sconsiglia la distribuzione per aspersione 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 5 - 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 NO3	< 50	> 50
Nitriti	mg/L NO2	<2	>2
Fosforo Totale	mg/L P	<0,4	> 0,4

Tabella 5 - 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 5, 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	**5.8**	**0.11**	**0.10**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**2.8**	**0.25**	**0.45**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**5.2**	**0.07**	**0.18**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**3.0**	**0.09**	**0.29**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**3.8**	**0.12**	**0.22**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**4.0**	**0.09**	**0.22**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**2.5**	**0.08**	**0.19**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**5.2**	**0.24**	**0.24**
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**10.9**	**0.84**	**0.24**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**0.9**	**0.02**	**0.03**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**0.9**	**0.02**	**0.03**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**0.5**	**0.02**	**0.35**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**1.9**	**0.11**	**0.24**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**5.0**	**0.11**	**0.15**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**1.4**	**0.07**	**0.24**
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**0.9**	**0.03**	**0.28**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**2.4**	**0.06**	**0.18**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**1.8**	**0.03**	**0.51**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**0.6**	**0.02**	**0.03**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**0.7**	**0.02**	**0.03**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**0.9**	**0.06**	**0.17**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**20.5**	**1.40**	**0.21**
ST23-E	CAVO LAMA	**2.4**	**0.06**	**0.12**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**2.8**	**0.06**	**0.16**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**5.2**	**0.20**	**0.48**

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 alle concentrazioni di Azoto in forma Nitrica e Nitrosa. Per quanto riguarda il Fosforo Totale, si verificano lievi superamenti della soglia di Classe II per il Canalazzo di Brescello, il Canale San Maurizio e il Canale Emissario.

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	**7.9**	**8.3**	**8.1**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**8.0**	**8.6**	**8.3**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**7.8**	**8.3**	**8.1**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**7.9**	**8.4**	**8.1**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**8.0**	**8.9**	**8.4**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**7.8**	**8.2**	**8.0**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**7.5**	**7.9**	**7.8**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**7.6**	**8.2**	**7.9**
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**7.6**	**7.7**	**7.6**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**7.5**	**8.3**	**8.0**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**8.3**	**8.3**	**8.3**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**7.4**	**8.1**	**7.7**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**7.6**	**7.7**	**7.6**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**7.5**	**8.0**	**7.7**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**7.5**	**7.8**	**7.7**
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**7.9**	**8.1**	**8.0**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**7.7**	**8.0**	**7.8**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**7.3**	**7.9**	**7.5**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**7.9**	**8.1**	**8.0**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**8.3**	**8.3**	**8.3**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**8.0**	**8.4**	**8.2**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**7.5**	**7.6**	**7.6**
ST23-E	CAVO LAMA	**7.8**	**7.9**	**7.9**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**7.7**	**8.0**	**7.9**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**7.7**	**8.0**	**7.8**

Tabella E - pH: Valore Medio e Intervallo di Valori

I valori di pH delle acque analizzate variano complessivamente in un intervallo compreso da 7,3 a 8,9. Sono evidenziati in giallo i due superamenti puntuali del valore consigliato di 8,4 riscontrati nel mese di giugno nelle stazioni poste su Canalazzo di Brescello e Allacciante Cartoccio.

3.3 Parametri tossici

Il riferimento è costituito dalla Tabella 3 - Massime concentrazioni (espresse in µg/l) di microelementi ed elementi tossici tollerabili nelle acque di irrigazione (MIPAF 2000 – Sezione 1).
L'indagine, già dalla convenzione attivata nel 2015, è stata estesa a tutti i microinquinanti di interesse, grazie ad una distribuzione ottimizzata delle competenze analitiche tra Istituto "A. Zanelli" e ARPAE.
L'analisi è stata replicata in tutti i campionamenti della campagna estiva (ad eccezione di alcuni metalli non presenti per le stazioni ARPAE in quanto non appartenenti al profilo analitico applicato alla rete regionale – n.d.) 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 foraggere; 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 (espresse in µg/l) di microelementi ed elementi tossici tollerabili nelle acque di irrigazione (MIPAF 2000 – Sezione 1)

Stazione		As	B	Cd	Cr Tot	F	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Cu	Va	Zn
Concentrazione massima tollerata (µg/l)		100	500	10	100	1000	1000	200	10	200	5000	200	100	2000
ST1-O	FIUME PO	2.0	<50	<0.04	<1	450	n.d.	n.d.	n.d.	2	<0.5	<5	n.d.	<10
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	1.7	115	<0.2	0.2	240	62	7	1.6	15	0.5	12.3	2.6	<5
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	1.7	36	<0.2	0.7	620	47	<5	1.2	9	0.4	5.5	1.3	53.3
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	1.5	113	<0.2	0.4	220	53	<5	1.2	9	2.5	9.3	1.9	9.4
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	1.3	65	<0.2	0.4	240	82	<5	1.8	8	0.7	6.7	1.4	<5
ST6-O	CANALE TERZO NORD	1.5	136	<0.2	0.4	180	50	10	1.1	13	0.6	5.4	1.8	27.8
ST7-O	CANALE TERZO SUD	2.4	119	<0.2	0.4	510	59	<5	3.8	11	0.4	<5	1.9	37.1
ST8-O	CANALE BORGAZZO	1.3	96	<0.2	0.3	220	45	<5	3.9	8	1.4	10.8	1.5	<5
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	1.2	275	<0.2	0.6	160	80	50	2.0	23	0.5	5.1	3.8	23.4
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	0.3	129	<0.2	<0.2	230	28	<5	1.8	6	0.3	6.1	<0.2	<5
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	<0.2	125	<0.2	<0.2	140	26	<5	0.9	6	0.3	<5	<0.2	<5
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	1.7	105	0.06	0.5	330	66	34	3.3	8	0.6	10.7	1.3	16.6
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	2.5	155	<0.2	0.6	240	87	24	2.8	13	2.8	17	2.3	49.9
ST14-E	CAVO LAMA NORD	2.3	122	<0.2	0.2	200	49	<5	2.4	8	2.3	10	1.0	9.1
ST15-E	CAVO LAMA SUD	1.8	172	<0.2	<0.2	180	60	<5	1.6	15	0.5	<5	1.0	<5
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	1.4	143	<0.2	<0.2	170	71	<5	1.7	13	1.2	<5	1.7	<5

Stazione		As	B	Cd	Cr Tot	F	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Cu	Va	Zn
ST17-E	CANALE CALVETRO	**1.1**	**146**	**<0.2**	**<0.2**	**150**	**91**	**10**	**2.1**	**14**	**0.4**	**<5**	**2.1**	**<5**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**4.4**	**329**	**<0.2**	**0.3**	**280**	**109**	**629**	**1.6**	**25**	**0.6**	**<5**	**2.3**	**5.3**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**0.5**	**120**	**<0.2**	**0.3**	**250**	**104**	**24**	**0.8**	**14**	**0.2**	**<5**	**2.1**	**11.9**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**1.5**	**123**	**0.06**	**0.8**	**160**	**102**	**65**	**0.8**	**13**	**0.9**	**7.9**	**2.1**	**137**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**1.5**	**149**	**<0.2**	**0.2**	**180**	**64**	**22**	**1.5**	**12**	**0.3**	**<5**	**1.9**	**<5**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**1.0**	**276**	**<0.2**	**1.2**	**130**	**95**	**88**	**1.4**	**18**	**0.9**	**<5**	**2.5**	**29.5**
ST23-E	CAVO LAMA	**2.0**	**98**	**<0.04**	**<1**	**240**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**3**	**<0.5**	**<5**	**n.d.**	**<10**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**2.0**	**83**	**<0.04**	**<1**	**740**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**4**	**<0.5**	**<5**	**n.d.**	**<10**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**2.0**	**164**	**<0.04**	**<1**	**270**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**5**	**<0.5**	**<5**	**n.d.**	**<10**

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. Unica eccezione è costituita dal Canale San Maurizio, in cui nei mesi di giugno e luglio della campagna 2018 sono stati rilevati valori elevati di Manganese superiori alla soglia raccomandata.

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 6 - 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 6 - 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 6 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	**7774**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**162**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**537**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**215**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**114**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**812**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**233**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**188**
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**840**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**17**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**632**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**525**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**1656**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**863**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**1198**
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**1426**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**562**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**540**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**320**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**2160**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**1463**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**7236**
ST23-E	CAVO LAMA	**21**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**17**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**8920**

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 Cavo Naviglio Sud, Cavo Lama Sud, Canale Soliera Basso, Canale Secchia Nord, Canale Carpi Quinto, Cavo Pistarina e Canale Emissario, i cui valori elevati di *E. coli* dipendono in molti casi da picchi di concentrazione saltuari rilevati in almeno uno dei tre/quattro campioni mensili. Anche il fiume Po si colloca in classe II a causa di un picco elevato di *E. coli* riscontrato nel mese di luglio 2018.

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	**49**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**40**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**87**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**106**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**70**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**138**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**35**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**117**
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**68**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**5**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**6**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**117**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**96**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**40**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**88**

ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**140**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**89**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**68**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**37**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**54**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**62**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**36**
ST23-E	CAVO LAMA	**28**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**38**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**80**

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 Canale Demaniale d'Enza (stazioni Nord e Sud) e del Cavo Lama.

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	**180**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**232**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**169**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**179**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**160**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**190**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**171**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**169**

ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**304**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**203**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**203**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**165**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**201**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**160**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**174**
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**198**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**193**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**287**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**165**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**159**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**176**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**385**
ST23-E	CAVO LAMA	**169**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**158**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**253**

Tabella L - Bicarbonati: Valore Medio

I dati mostrano concentrazioni di Bicarbonati mediamente elevate, con superamenti del valore consigliato di 250 mg/l nel Diversivo Bresciana, Canale San Maurizio, Cavo Pistarina e Canale Emissario.

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.

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|	≤|30|	≤|50|	>|50|
NH4 (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO3 (N mg/L)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (P mg/L)	< 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40

Classificazione di qualità secondo i valori LIMeco

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

Stazione		LIMeco medio
ST1-O	FIUME PO	**0.56**
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	**0.32**
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	**0.38**
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	**0.35**
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	**0.41**
ST6-O	CANALE TERZO NORD	**0.34**
ST7-O	CANALE TERZO SUD	**0.50**
ST8-O	CANALE BORGAZZO	**0.39**
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	**0.24**
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	**0.96**
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	**1.00**
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	**0.59**
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	**0.38**
ST14-E	CAVO LAMA NORD	**0.51**
ST15-E	CAVO LAMA SUD	**0.63**
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	**0.74**
ST17-E	CANALE CALVETRO	**0.42**
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	**0.31**
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	**0.88**
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	**0.88**
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	**0.57**
ST22-O	CAVO PISTARINA	**0.21**

ST23-E	CAVO LAMA	**0.47**
ST24-E	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	**0.42**
ST25-E	CANALE EMISSARIO	**0.24**

Tabella M: Livello Inquinamento Macrodescrittori per lo stato ecologico (DM260/2010) - Classi di qualità e relativo punteggio

Come si evince dalla tabella, in base alla classificazione LIMeco, le acque di approvvigionamento risultano di qualità *buona*, come nel caso del Po, o *elevata* come nel caso del Canale d'Enza e del Canale di Secchia. Per quanto concerne i canali irrigui, la maggior parte delle stazioni indagate ricade in qualità *sufficiente*, con eccezione per il Canale terzo Sud, il Cavo Naviglio Nord, il Cavo Lama Nord e Sud, il Canale Carpi Quinto che raggiungono una *buona* qualità e il Canale Soliera Basso che raggiunge una qualità *elevata*. Risultano invece di qualità *scarsa* il Canalazzo di Brescello, il Canale Terzo Nord, il Diversivo Bresciana, il Canale San Maurizio, il Cavo Pistarina e il Canale Emissario.

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 (BOD_5 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
E.coli (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

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 BOD_5 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.

La considerazione più immediata è che applicando il vecchio sistema, tutte le acque di approvvigionamento risultano in stato *buono* (e non più elevato), stato raggiunto anche dal Canale Soliera Basso e del Cavo Lama, mentre quasi tutte le acque dei canali irrigui risultano in classe *sufficiente*, ad eccezione dei Cavo Pistarina e Canale Emissario che ricadono in stato *scarso*. Questo risultato è imputabile al diverso sistema di calcolo e alle diverse soglie utilizzate per la valutazione dei singoli parametri.

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

Stazione		|100-OD|	COD	Azoto ammoniacale	Azoto nitrico	Fosforo Totale	*E. coli*	LIM
ST1-O	FIUME PO	40	20	40	40	40	20	200
ST2-O	CANALAZZO DI BRESCELLO	5	5	40	40	10	40	140
ST3-O	CANALE RISALITA NORD	10	10	40	40	20	40	160
ST4-O	CANALE RISALITA SUD	5	5	40	40	10	40	140
ST5-O	ALLACCIANTE CARTOCCIO	5	5	40	40	20	80	190
ST6-O	CANALE TERZO NORD	10	10	40	40	20	40	160
ST7-O	CANALE TERZO SUD	40	5	20	40	20	40	165
ST8-O	CANALE BORGAZZO	10	10	20	40	20	40	140
ST9-O	DIVERSIVO BRESCIANA	10	5	10	20	20	40	105
ST10-O	CANALE D'ENZA SUD	40	20	80	40	80	80	340
ST11-O	CANALE D'ENZA NORD	80	20	80	40	80	40	340
ST12-E	CAVO NAVIGLIO NORD	20	5	40	80	10	40	195
ST13-E	CAVO NAVIGLIO SUD	5	5	40	40	20	40	150
ST14-E	CAVO LAMA NORD	20	5	40	40	20	40	165
ST15-E	CAVO LAMA SUD	20	5	40	40	20	20	145
ST16-E	CANALE SOLIERA BASSO	80	5	80	40	10	20	235
ST17-E	CANALE CALVETRO	40	10	20	40	20	40	170
ST18-E	CANALE SAN MAURIZIO	5	5	20	40	5	40	115
ST19-E	CANALE DI SECCHIA SUD	80	20	40	80	80	40	340
ST20-E	CANALE DI SECCHIA NORD	80	20	40	80	80	20	320
ST21-E	CANALE CARPI QUINTO	5	5	40	40	20	40	150
ST22-O	CAVO PISTARINA	10	5	5	20	20	20	80
ST23-E	CAVO LAMA	5	10	40	40	40	80	215

ST24-E	CAVO PARMIGIANA M.	5	10	40	40	20	80	195
ST25-E	CANALE EMISSARIO	10	5	5	40	10	10	80

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

Analizzando i punteggi ottenuti sui singoli parametri, si ottengono altre informazioni sulla caratterizzazione delle acque di distribuzione: in molti canali si riscontra presenza diffusa 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 Diversivo Bresciana, Cavo Pistarina e Canale Emissario, mentre l'Azoto Nitrico presenta concentrazioni ottimali o buone (I o II classe) in tutti i canali, ad eccezione di Diversivo Bresciana e Cavo Pistarina. Il Fosforo Totale risulta invece diffuso in concentrazioni significative, in particolare nel Canalazzo di Brescello, Canale Risalita Sud, Cavo Naviglio Nord, Canale Soliera Basso, Canale Emissario dove raggiunge la IV classe o addirittura la V come nel Canale San Maurizio. Dal punto di vista microbiologico, la qualità risulta mediamente buona; la stazione più impattata è risultata sul Canale Emissario.

4. 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) P. Berbenni, M. Antonelli, "Vincoli di qualità delle acque per l'uso agricolo", convegno "Il riutilizzo delle acque reflue urbane ed industriali"; 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