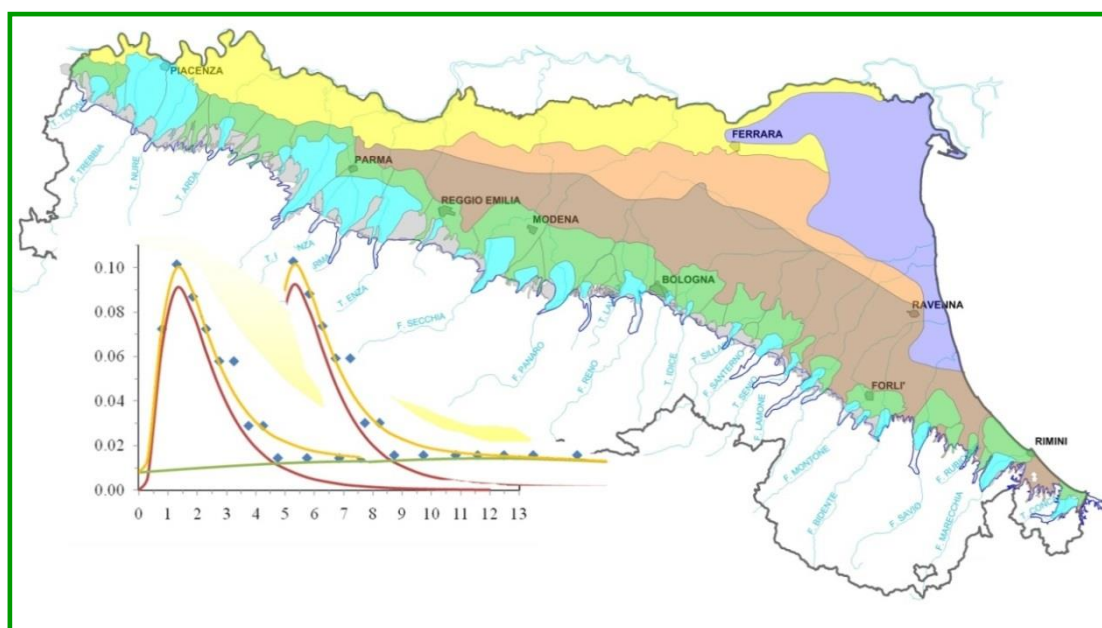


QUADRO CONOSCITIVO

CONCENTRAZIONI ANOMALE DI SOSTANZE PERICOLOSE PER DISCRIMINARE LA COMPONENTE NATURALE DA QUELLA ANTROPICA NEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI PIANURA



Responsabile di Progetto per Arpa Emilia-Romagna:

Dott. Marco Marcaccio – Arpa Direzione Tecnica – Area di Monitoraggio e Reporting Ambientale

Hanno collaborato per il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento (DIIAR):

Prof. Alberto Guadagnini

Ing. Antonio Molinari

Dott.ssa Laura Guadagnini

Si ringraziano infine per la collaborazione e i suggerimenti forniti per l'impostazione e per la realizzazione di questo lavoro:

Dott. Franco Zinoni – Arpa Direzione Tecnica – Responsabile Area di Monitoraggio e Reporting Ambientale

Dott.ssa Donatella Ferri – Arpa Direzione Tecnica – Responsabile Centro Tematico Regionale Acque Interne

Indice

1. Premessa.....	5
2. Corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna	6
2.1 Criteri per identificare i corpi idrici sotterranei.....	6
2.1.1 <i>Dai complessi idrogeologici ai corpi idrici</i>	7
2.2 Identificazione dei corpi idrici sotterranei di pianura.....	7
2.2.1 <i>Dal modello concettuale ai nuovi corpi idrici sotterranei di pianura</i>	10
2.2.2 <i>La cartografia dei nuovi corpi idrici sotterranei di pianura</i>	12
2.3 Corpi idrici sotterranei di pianura individuati ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE.....	13
2.4 Programmi di monitoraggio per la definizione dello stato chimico	17
3. Presenza di metalli e sostanze inorganiche di origine naturale nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna	19
3.1 Definizione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei	19
3.1.1 <i>Stato chimico dei corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna</i>	20
3.2 Specie chimiche di possibile origine naturale	22
3.3 Informazioni disponibili per i corpi idrici sotterranei di pianura	23
3.4 Elaborazione dei dati pregressi per ciascun corpo idrico sotterraneo.....	25
4. Metodologie per l'individuazione dei valori soglia delle specie chimiche di origine naturale nelle acque sotterranee.....	27
4.1 Separazione delle componenti.....	28
4.2 Pre-selezione	31
4.3 Individuazione dei valori soglia	32
5. Applicazione preliminare delle metodologie statistiche globali per la stima dei valori soglia in alcuni corpi idrici.....	33
5.1 Criteri per individuare i corpi idrici sui quali applicare le metodologie statistiche globali	33
5.2 Distribuzione areale delle specie chimiche più critiche per il buono stato chimico dei corpi idrici di pianura dell'Emilia-Romagna	36
5.3 Pianura Alluvionale Appenninica – Confinato Superiore (0610ER-DQ2-PACS).....	41
5.3.1 <i>Ione ammonio</i>	41
5.3.2 <i>Arsenico</i>	43
5.3.3 <i>Boro</i>	44
5.4 Pianura Alluvionale Padana – Confinato Superiore (0630ER-DQ2-PPCS).....	46
5.4.1 <i>Ione ammonio</i>	46
5.4.2 <i>Arsenico</i>	48
5.5 Pianura Alluvionale – Confinato Inferiore (2700ER-DQ2-PACI).....	49
5.5.1 <i>Ione ammonio</i>	50
5.5.2 <i>Boro</i>	51
5.5.3 <i>Cloruri</i>	53

5.5.4	<i>Arsenico</i>	54
5.6	Prime conclusioni dell'applicazione delle metodologie statistiche globali per la definizione dei valori soglia	56
6.	Stima dei valori soglia di concentrazione di specie chimiche che non necessitano di ulteriori approfondimenti	58
6.1	Risultati dell'applicazione metodologica ai corpi idrici confinati superiori di ampia estensione areale	58
6.1.1	<i>Pianura Alluvionale Appenninica – Confinato Superiore (0610ER-DQ2-PACS)</i>	58
6.1.2	<i>Pianura Alluvionale Padana – Confinato Superiore (0630ER-DQ2-PPCS)</i>	61
6.1.3	<i>Pianura Alluvionale – Confinato Inferiore (2700ER-DQ2-PACI)</i>	62
6.2	Sintesi dei valori di fondo naturale e valori soglia stimati nei corpi idrici sotterranei di ampia estensione areale.....	65
6.3	Applicazione della metodologia di pre-selezione su corpi idrici sotterranei di ridotta estensione areale o caratterizzati da poche informazioni	65
7.	Effetti dell'interazione acqua sotterranea e matrice solida sullo stato chimico delle acque sotterranee	69
7.1	Arsenico e sedimenti fini in Emilia-Romagna.....	70
7.2	Il processo di rilascio di arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna.....	70
8.	Definizione della metodologia da adottare per l'individuazione dei valori soglia di concentrazione per le specie chimiche che necessitano di maggiori approfondimenti di tipo sperimentale	75
8.1	Campionamento del sedimento da sottoporre alle prove sperimentali	75
8.1.1	<i>Caratterizzazione del sedimento e analisi chimiche preliminari alla prova</i>	76
8.2	Analisi di Estrazione Selettiva Sequenziale.....	76
8.3	Prove di laboratorio in batch.....	76
8.3.1	<i>Test di rilascio in condizioni anaerobiche a pH costante fino all'equilibrio</i>	77
8.3.2	<i>Test di rilascio con diverse condizioni redox</i>	78
9.	Considerazioni conclusive	80
	Bibliografia	83
	Allegato: Schede con superamenti dei valori soglia per corpo idrico sotterraneo	87

1. Premessa

Nell'ambito delle attività di adeguamento del monitoraggio ambientale delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna alle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, sono stati individuati i nuovi corpi idrici sotterranei, aggiornando in questo modo quanto contenuto nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna approvato nel 2005. Tenendo conto sia delle caratteristiche geologiche sia dell'entità e della tipologia delle pressioni antropiche e degli impatti esistenti, è stata condotta l'analisi di rischio per verificare il raggiungimento dello stato "buono" al 2015 per ciascun corpo idrico. È stata inoltre definita la nuova rete di monitoraggio e sono stati stabiliti i relativi programmi di monitoraggio dei corpi idrici medesimi.

In particolare la definizione di stato chimico "buono" dipende dalla concentrazione di specie chimiche presenti nelle acque sotterranee da confrontare con standard di qualità fissati dalle direttive europee, pari a 50 mg/L per i nitrati e 0.1 µg/L per singoli fitofarmaci (0.5 µg/L per la sommatoria dei fitofarmaci). A livello comunitario non sono stati definiti valori soglia per altre specie chimiche in quanto ciò veniva demandato ad ogni paese membro.

Con il D. Lgs. 30/09 pubblicato in G.U. 79 del 4 aprile 2009 sono stati individuati a livello nazionale i valori soglia per ciascun parametro chimico. In particolare le note alla tabella 3 dell'Allegato 3 specificano quanto segue: *"Nei corpi idrici sotterranei in cui è dimostrata scientificamente la presenza di metalli e altri parametri di origine naturale in concentrazioni di fondo naturale superiori ai limiti fissati in tabella, tali livelli di fondo costituiscono i valori soglia per la definizione del buono stato chimico"*.

Dalla definizione dello stato dei corpi idrici e dai dati storici derivanti dalla rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, che Arpa gestisce per la Regione Emilia-Romagna, si evidenziano concentrazioni elevate di specie chimiche, quali ad esempio ferro, manganese, ione ammonio, cloruri, solfati, arsenico, e in alcuni casi nichel, cromo e selenio, che raggiungono concentrazioni medie superiori ai valori soglia riportati nella tabella sopra citata del decreto, in diversi corpi idrici sotterranei.

Obiettivo del presente lavoro è l'individuazione, dove possibile e per ciascun corpo idrico sotterraneo della pianura emiliano-romagnola, delle concentrazioni di fondo naturale delle specie chimiche elencate nella tabella 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/09. La determinazione dei valori di fondo naturale per diverse specie chimiche assume infatti grande importanza per la conoscenza dell'ambiente, per gli usi possibili delle risorse idriche sotterranee e per la gestione sostenibile delle stesse. Pertanto, individuare le concentrazioni delle specie chimiche che caratterizzano naturalmente le acque sotterranee, permette di classificare correttamente i corpi idrici e individuare le azioni di risanamento solo per quelle specie chimiche, oppure oltre certe concentrazioni delle stesse, la cui presenza non è di origine naturale. Ciò significa classificare in stato buono le acque sotterranee di qualità scadente per cause naturali, evitando di identificare improbabili punti di inversione dei trend con conseguente attivazione di misure di ripristino impossibili da realizzarsi nella pratica a costi sostenibili.

Le concentrazioni di fondo di origine naturale individuate potranno costituire i valori soglia di riferimento, a livello regionale, per i corpi idrici sotterranei della pianura, al fine di attribuire adeguatamente lo stato chimico dei singoli corpi idrici.

Per le specie chimiche e per i corpi idrici sotterranei nei quali non è possibile giungere ad una robusta individuazione dei valori soglia, si propongono attività sperimentali di ricerca da intraprendere per giungere a stime di valori soglia congruenti con le informazioni idrogeologiche disponibili.

2. Corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna

Le attività finalizzate all'identificazione e delimitazione dei corpi idrici sotterranei, sia di pianura che montani nell'ambito del territorio della Regione Emilia-Romagna, sono state effettuate e formalizzate dalla Regione con Delibera di Giunta numero 350 del 8 febbraio 2010. Si rimanda pertanto agli allegati alla delibera citata per approfondimenti relativi alla individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla individuazione delle pressioni antropiche sui corpi idrici medesimi, agli impatti conseguenti, alla definizione della rete di monitoraggio e ai programmi di monitoraggio previsti dal 2010 al 2015. Di seguito si riportano alcuni elementi utili ai fini del presente lavoro.

2.1 CRITERI PER IDENTIFICARE I CORPI IDRICI SOTTERRANEI

L'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei, secondo il punto 2 dell'Allegato II della direttiva e secondo l'Allegato 1 del D. Lgs. 30/09, deve essere eseguita sulla base dei seguenti elementi:

- identificazione e delimitazione dei corpi idrici sotterranei su base geologica/idrogeologica;
- pressioni cui i singoli corpi idrici sotterranei rischiano di essere sottoposti, distinte in:
 - fonti diffuse di inquinamento;
 - fonti puntuali di inquinamento;
 - prelievi idrici;
 - ravvenamento artificiale;
- individuazione e caratterizzazione delle aree di ricarica naturale del corpo idrico sotterraneo;
- individuazione dei corpi idrici sotterranei da cui dipendono direttamente ecosistemi acquatici superficiali ed ecosistemi terrestri.

Le attività di caratterizzazione ulteriore e riesame degli impatti, determinati dalle attività antropiche sia sullo stato quantitativo che su quello chimico delle acque sotterranee, sono funzionali a definire un modello concettuale all'interno del quale collocare le relazioni tra i diversi corpi idrici individuati.

La Direttiva 2000/60/CE definisce nel seguente modo i corpi idrici, gli acquiferi e le acque sotterranee:

- *il corpo idrico sotterraneo è un volume distinto di acque sotterranee contenute da una porzione, uno o più acquiferi;*
- *l'acquifero è uno o più strati sotterranei di roccia o altri strati geologici di porosità e permeabilità sufficiente da consentire un flusso significativo di acque sotterranee o l'estrazione di quantità significative di acque sotterranee;*
- *le acque sotterranee sono tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo.*

L'obiettivo dettato dalla Direttiva 2000/60/CE per tutte le tipologie di corpi idrici sotterranei è il raggiungimento del "buono" stato entro il 2015, ovvero buono stato sia quantitativo che chimico. Nel caso dell'Emilia-Romagna ciò riguarda sia gli acquiferi della zona di pianura che quelli della zona montana, nella quale le acque sotterranee si manifestano prevalentemente come sorgenti.

2.1.1 Dai complessi idrogeologici ai corpi idrici

Nell'Allegato 1 del D. Lgs. 30/09 si prevede che, per l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, si debba in successione individuare:

- complessi idrogeologici;
- subcomplessi;
- tipologie di acquifero;
- acquifero;
- corpo idrico.

Per complesso idrogeologico si intende in particolare l'insieme di uno o più termini litologici aventi caratteristiche idrogeologiche simili (assetto idrogeologico, permeabilità, porosità, capacità di infiltrazione, vulnerabilità, facies idrochimiche). Al suo interno possono essere distinti dei sub-complessi. La definizione dei complessi idrogeologici viene effettuata a scala regionale/nazionale. A questo scopo è stata adottata la struttura proposta nella Carta delle risorse idriche sotterranee di Mouton, che rappresenta il quadro di riferimento nazionale omogeneo, contemplando le sette tipologie di complessi idrogeologici elencati nella Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Complessi idrogeologici (Fried, Mouton e Mangano, 1982)

Acronimo	Complessi idrogeologici
DQ	Alluvioni delle depressioni quaternarie
AV	Alluvioni vallive
CA	Calcari
VU	Vulcaniti
DET	Formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie
LOC	Acquiferi locali
STE	Formazioni sterili

Individuati i complessi idrogeologici si identificano gli acquiferi in essi contenuti attraverso la verifica di quantità significativa di acqua o di flusso significativo. Nel caso uno o entrambi i criteri siano soddisfatti, le unità stratigrafiche sono da considerarsi acquiferi, come illustrato nell'Allegato 1 del D. Lgs. 30/09.

Identificati gli acquiferi, si procede alla delimitazione dei corpi idrici che rappresentano una massa d'acqua caratterizzata da omogeneità nello stato qualitativo e quantitativo tale da permettere, con un opportuno programma di monitoraggio, la valutazione dello stato chimico e quantitativo di ciascun corpo idrico. Il monitoraggio permette inoltre di individuare l'esistenza di eventuali tendenze nelle serie temporali. I criteri per la delimitazione dei corpi idrici sotterranei sono riconducibili ai seguenti:

- confini idrogeologici
- differenze nello stato di qualità ambientale.

2.2 IDENTIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI PIANURA

L'individuazione dei corpi idrici sotterranei significativi della pianura emiliano-romagnola ha beneficiato di una ricca bibliografia e di ricerche condotte nell'arco di diversi anni che hanno permesso, prima, la definizione del modello concettuale dell'acquifero della pianura emiliano-romagnola, e successivamente l'individuazione degli stessi corpi idrici significativi.

Il modello concettuale che ne è scaturito ha permesso di rappresentare la struttura geologica e idrogeologica dell'acquifero di pianura, costituito da 3 unità idrostratigrafiche principali sovrapposte, denominate dall'alto verso il basso Gruppo Acquifero A, B e C spesse ciascuna fino ad alcune centinaia di metri, a loro volta suddivise in unità di rango minore (complessi acquiferi, 14 in totale). I gruppi acquiferi A e B sono costituiti principalmente da depositi alluvionali, mentre il gruppo acquifero C è formato da depositi marino costieri (Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998).

Lo spessore dei singoli complessi acquiferi varia da alcune decine fino ad un centinaio di metri circa, mentre lo spessore massimo dell'intero acquifero è di 600 metri circa. Ciascuno dei complessi acquiferi è costituito da una porzione inferiore prevalentemente fine ed una superiore prevalentemente grossolana. Nelle parti meridionali della pianura i depositi grossolani sono rappresentati dalle ghiaie delle conoidi alluvionali dei fiumi appenninici. Nelle porzioni distali delle conoidi, tali ghiaie sono distribuite in estesi corpi tabulari che formano, nel loro insieme, un acquifero multistrato con falde confinate e semiconfinite. In corrispondenza delle zone prossimali, invece, le ghiaie dei diversi complessi acquiferi sono tra loro saldate e costituiscono un acquifero monostrato freatico ove avviene la gran parte della ricarica dell'acquifero di pianura. Verso nord le ghiaie sfumano a sabbie e gli spessori di materiale fine aumentano: è questo il settore della pianura alluvionale appenninica.

Procedendo ancora più a nord si trovano i depositi di origine padana, costituiti da sabbie molto spesse alternate a sedimenti fini.

In questo modo sono stati individuati e cartografati tre complessi idrogeologici nel Gruppo Acquifero A, denominati:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale e deltizia padana.

Conoidi alluvionali appenniniche: si riconosce al loro interno una zona apicale, ubicata presso il margine appenninico, caratterizzata da un unico acquifero monostrato, costituito da ghiaie che, a partire dal piano campagna, proseguono nel sottosuolo per alcune decine fino a centinaia di metri di spessore. Questa è la zona di ricarica del complesso idrogeologico delle conoidi appenniniche e anche del complesso idrogeologico della pianura alluvionale appenninica. Verso nord le ghiaie vengono sepolte da depositi fini che si intercalano ad esse anche in profondità. A partire da questo settore si identifica la presenza di un acquifero multistrato, caratterizzato, nel gruppo acquifero A, da 4 acquiferi confinati principali (complessi acquiferi), non più in contatto con la superficie. Le acque sono di provenienza appenninica, ma la loro età cambia, aumentando con la profondità, e con il grado di sfruttamento locale dell'acquifero che può favorire il ricircolo delle acque anche in profondità. Al di sopra di questi corpi ghiaiosi, e scollegato da essi, si trova un acquifero freatico pellicolare, avente uno spessore medio di una decina di metri, costituito da lenti di depositi sabbiosi non continue tra loro definito "acquifero freatico di pianura", spesso in collegamento con i corpi idrici superficiali. Sulla base della estensione areale e dello spessore delle ghiaie che le costituiscono, le conoidi alluvionali appenniniche sono state suddivise in maggiori, intermedie e minori. Le conoidi alluvionali affioranti e coinvolte nel sollevamento della catena appenninica sono invece denominate conoidi pedemontane.

Pianura alluvionale appenninica: procedendo verso la pianura, ai margini dei depositi ghiaiosi delle conoidi alluvionali, inizia il complesso idrogeologico della pianura alluvionale appenninica, formato da depositi prevalentemente fini, al cui interno si individuano corpi sabbiosi di spessore modesto e scarsa continuità laterale, che costituiscono il proseguimento sotto corrente delle conoidi appenniniche. Anche in questo settore sono riconoscibili, nel solo gruppo acquifero A, 4 livelli in cui si trovano più frequentemente corpi sabbiosi, sede di

acquiferi compartimentati. Le acque sono sempre di provenienza appenninica, ma sono generalmente vecchie, anche migliaia di anni. Nella zona più superficiale è sempre presente l'acquifero freatico di pianura sopra menzionato.

Pianura alluvionale e deltizia padana: procedendo ancora più verso nord, nel sottosuolo compaiono corpi sabbiosi di maggior spessore (fino a 20-30 metri) e continuità laterale. Si tratta di depositi sedimentati dal fiume Po, che formano il complesso idrogeologico della pianura alluvionale e deltizia padana. Anche in questo caso sono riconoscibili, nel solo gruppo acquifero A, 4 livelli sabbiosi principali, sede di acquiferi compartimentali, scollegati dalla superficie topografica, con locali connessioni lungo il fiume Po. Le acque sono di provenienza padana e, a seguito della notevole distanza dalle aree di ricarica, sono generalmente vecchie, fino a oltre 50.000 anni. Nella zona più superficiale è sempre presente l'acquifero freatico di pianura sopra menzionato.

Questi tre complessi idrogeologici identificano, nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) (Regione Emilia-Romagna, 2005), i corpi idrici sotterranei significativi della pianura emiliano-romagnola (Figura 2.1). Sulla base delle loro caratteristiche è possibile attribuire ad alcuni di questi corpi idrici una valenza prioritaria e ad altri una valenza secondaria. Nel PTA vengono quindi distinti in: (a) "corpi idrici significativi prioritari", rappresentati da conoidi alluvionali appenniniche, suddivisibili in conoidi maggiori (9 in totale), intermedie (11) e minori (10), nonché, le conoidi pedemontane; (b) "corpi idrici significativi di interesse", rappresentati da pianura alluvionale e deltizia padana e pianura alluvionale appenninica. In Figura 2.2 si riporta una sezione geologica con orientamento S-N, che si estende dal margine pedeappenninico al Po, in cui sono schematizzate le principali relazioni tra i diversi complessi idrogeologici.

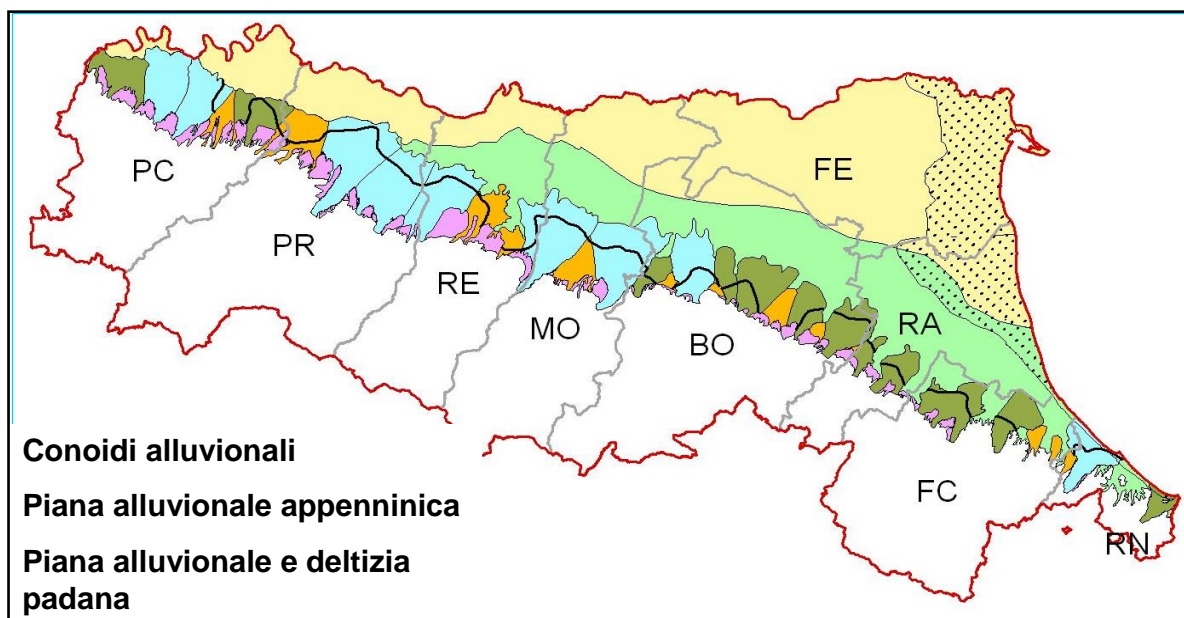


Figura 2.1: Distribuzione dei complessi idrogeologici e dei corpi idrici sotterranei significativi della pianura individuati nel Piano di Tutela delle Acque

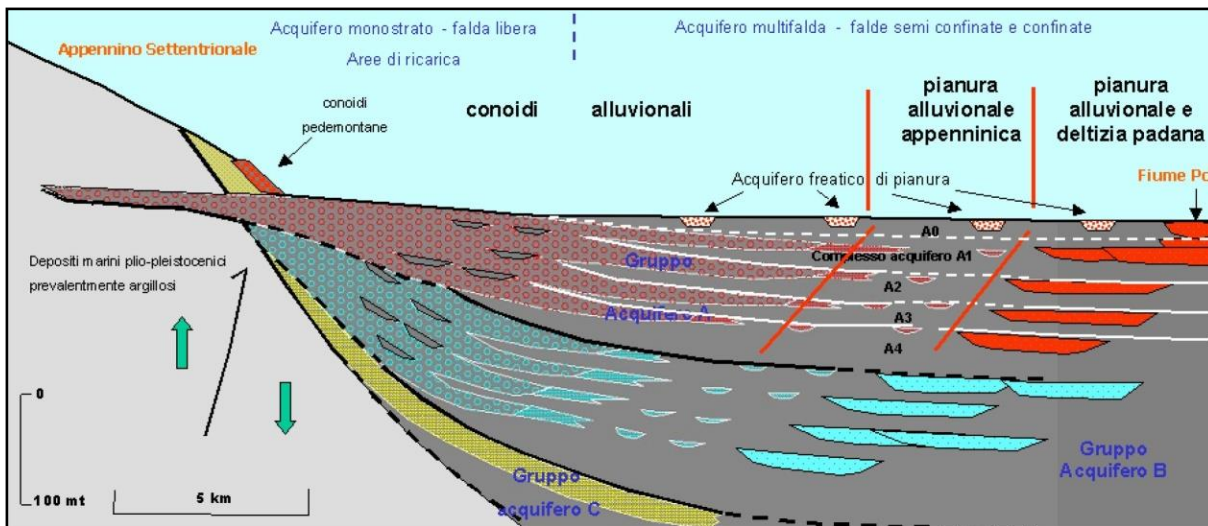


Figura 2.2: Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. Relazione tra i complessi idrogeologici

2.2.1 Dal modello concettuale ai nuovi corpi idrici sotterranei di pianura

Dalla ricostruzione dei corpi idrici sotterranei già inclusa nel PTA, escludendo l'acquifero libero presente nella porzione più meridionale della pianura, in corrispondenza della zona delle conoidi, la gran parte della pianura emiliano-romagnola è formata da un acquifero multifalda, in cui la porzione grossolana dei complessi acquiferi è sede di una falda confinata o semi confinata. I dati di monitoraggio disponibili indicano che, spesso, le diverse falde hanno caratteristiche qualitative e quantitative diverse tra loro. Le falde più superficiali hanno tempi di ricarica più veloci e generalmente un impatto antropico maggiore sia in termini di sfruttamento della risorsa sia di carico di inquinanti. Quest'ultimo aspetto si verifica soprattutto nelle zone di ricarica dell'acquifero principale o subito a valle delle stesse.

Per quanto riguarda, invece, la ricostruzione delle pressioni sullo stato quantitativo, si è tenuto conto della loro distribuzione anche lungo la verticale. Per i complessi idrogeologici della piana alluvionale emerge che la pressione è concentrata prevalentemente negli acquiferi più superficiali, individuati prevalentemente in A1 e A2. La pressione si attenua poi in quelli sottostanti. Ciò è meno vero per la piana alluvionale appenninica e soprattutto per la parte distale delle conoidi, dove la pressione sembra permanere anche negli acquiferi A3, A4 e parte del B.

Alla luce di queste valutazioni, nell'individuare i corpi idrici sotterranei ai sensi delle citate direttive, si è scelto di suddividere l'acquifero verticalmente, considerando una porzione *superiore*, data dall'insieme dei primi due complessi acquiferi (A1 ed A2), ed una *inferiore* e sottostante che raggruppa tutti gli altri complessi e gruppi acquiferi (A3, A4, gruppo Acquifero B e C). Questa suddivisione verticale è motivata da una diversa pressione antropica sulle due porzioni individuate ed ha anche un preciso significato geologico. Le unità A1 ed A2 riflettono infatti l'evoluzione del sistema catena-pianura in modo differente rispetto alle unità sottostanti, specie per quel che riguarda gli aspetti paleogeografici.

A loro volta le due distinte porzioni si articolano in diversi corpi idrici: *conoidi alluvionali*, *pianura alluvionale appenninica* e *pianura alluvionale e deltizia padana*. La porzione di acquifero libero delle conoidi alluvionali e le conoidi alluvionali antiche, incorporate nel sollevamento della catena (conoidi pedemontane o montane) associate alle formazioni sabbie gialle, costituiscono invece corpi idrici a se stanti come peraltro era già stato schematizzato nel PTA.

Nello schema di Figura 2.3 si riporta l'individuazione dei corpi idrici nella pianura emiliano-romagnola ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE seguendo i criteri geologici e di pressione antropica.

In questo modo, i corpi idrici sotterranei di pianura, individuati ai sensi delle nuove direttive europee, sono stati delimitati oltre che cartograficamente, anche sulla base della profondità, ottenendo quindi una migliore definizione dei volumi di acquifero considerati per i diversi corpi idrici. La definizione inoltre dei corpi idrici nelle zone di conoide alluvionale, ha portato all'individuazione del limite tra la porzione di acquifero libero e confinato, che nel PTA era solo indicativo e non di effettiva suddivisione dei corpi idrici. La distinzione tra acquifero libero e confinato è importante e peraltro richiesta dalle direttive europee, in quanto gli acquiferi si caratterizzano per un diverso comportamento idrogeologico, una diversa produttività e una graduale evoluzione chimica delle acque verso condizioni più riducenti procedendo dalla zona apicale a quella distale di conoide. Risulta quindi evidente che la zona apicale di conoide, sede di acquifero libero, è più vulnerabile all'infiltrazione di sostanze contaminanti. Le due porzioni di conoide, acquifero libero e confinato, presentano infatti una struttura geologica diversa, la cui delimitazione nella terza dimensione è rappresentata da una superficie immergente verso monte con la profondità, le cui pendenze sono diverse a seconda del contesto geologico, che determina, con l'aumentare della profondità, una riduzione del volume di corpo idrico considerato come libero. Contestualmente anche il limite della conoide alluvionale tende a indietreggiare verso monte con l'aumentare della profondità, lasciando spazio alla piana alluvionale.

L'analisi dello stato chimico delle acque ha evidenziato in prossimità della costa e prevalentemente nel territorio ferrarese, elevate concentrazioni di cloruri e quindi di conducibilità elettrica. E' infatti noto che in questa zona sono presenti acque fossili di origine marina che attualmente i prelievi tendono in alcuni casi a richiamare verso l'interno e in alcuni casi verso l'alto. Per questo motivo, oltre ai corpi idrici già individuati della pianura alluvionale appenninica, padana e di transizione tra le due, è stato delimitato un corpo idrico denominato costiero confinato che si colloca dal limite di costa fino a zone dove la concentrazione di cloruri nelle acque è mediamente pari a 250 mg/l.

Oltre ai corpi idrici sotterranei individuati occorre evidenziare, tra tutti, l'acquifero freatico di pianura, che nel PTA non era stato considerato come corpo idrico significativo. Questo corpo idrico, identificato in Figura 2.3 come la parte superficiale dell'acquifero A0, risulta separato da quelli sottostanti confinati, e nonostante risulti avere uno spessore contenuto entro pochi metri, non più di 10-15 metri, risulta avere una ricarica diretta dai corsi d'acqua superficiali. In alcuni contesti territoriali il suo sfruttamento non risulta attualmente trascurabile. Notevoli appaiono inoltre le pressioni antropiche che il corpo idrico subisce, che potenzialmente ne possono compromettere la qualità. Il limite di questo corpo idrico coincide a nord con il fiume Po, a est con la costa e a sud con la parte confinata delle conoidi alluvionali, esclusa quindi la porzione delle conoidi monostrato o con acquifero libero.

Considerato però che nelle porzioni di conoide confinata media e apicale l'acquifero freatico superficiale diventa effimero, presente solo a seguito di precipitazioni per ricarica diretta, e per questo poco sfruttato e comunque non avente caratteristiche di flusso significativo ai sensi del D. Lgs. 30/09, si ritiene che il bordo meridionale di questo corpo idrico possa coincidere con il limite della zona B delle aree di protezione delle acque sotterranee, come definite nel PTA.

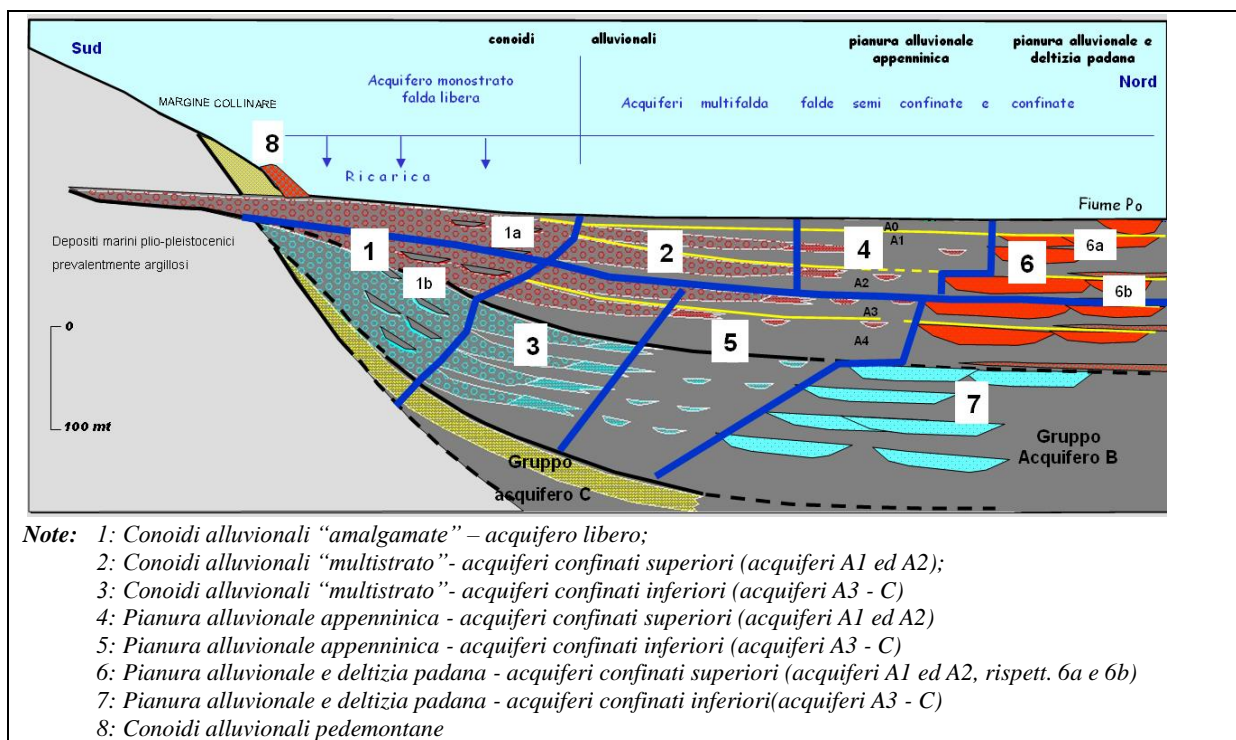


Figura 2.3: Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola con indicazione dei corpi idrici individuati ai sensi delle direttive 2000/60 e 2006/118/CE

2.2.2 La cartografia dei nuovi corpi idrici sotterranei di pianura

Una volta definito lo schema geologico di riferimento, per cartografare ciascuno dei corpi idrici schematizzati in Figura 2.3 sono state utilizzate circa 200 sezioni geologiche realizzate nel tempo dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

Su ciascuna sezione sono stati individuati gli elementi necessari all'individuazione dei vari corpi idrici, mentre per suddividere in verticale i corpi idrici superiori (A1 e A2) da quelli inferiori (A3, A4, gruppo Acquifero B e C), si è fatto riferimento alla superficie basale dell'unità A2, corrispondente al limite inferiore dei corpi 2, 4 e 6 di Figura 2.3.

L'andamento di questa superficie risulta essere molto articolato in relazione alle diverse strutture sepolte. Le quote inferiori (oltre 200 metri sotto il livello del mare) si raggiungono nella zona costiera della provincia di Ferrara.

Di seguito vengono illustrati i criteri che hanno permesso di individuare, a partire dalle sezioni geologiche disponibili, i singoli corpi idrici di Figura 2.3.

Il limite del **corpo idrico 1** è stato posto laddove fossero presenti ghiaie entro i primi 10 metri dal piano campagna che proseguissero nel sottosuolo fino alla base dell'unità definita, senza interruzioni di materiale fine lateralmente continue.

I **corpi idrici 2 e 3** iniziano invece dove le intercalazioni di depositi fini diventano significative e separano i livelli ghiaiosi in modo continuo. Il limite verso Nord di questi corpi idrici è individuato dalla fine della sedimentazione ghiaiosa, al termine della quale si posizionano i **corpi idrici 4 e 5**.

Il passaggio ai **corpi idrici 6 e 7** è stato individuato dalla presenza di depositi sabbiosi molto estesi lateralmente e dello spessore di almeno una decina di metri, tipicamente corrispondenti ai depositi della sedimentazione grossolana del Po.

Dalla Figura 2.3 è evidente che le linee che dividono i diversi corpi idrici non sono verticali. Dal punto di vista geologico ciò significa che durante i processi di sedimentazione che hanno costituito queste unità, c'è stata una modifica/evoluzione della distribuzione degli ambienti deposizionali. La rappresentazione cartografica di un limite geologico non verticale non può

quindi corrispondere in cartografia ad una linea, bensì ad una fascia che rappresenta la proiezione della superficie inclinata sul piano cartografico orizzontale. Tale fascia è tanto più ampia quanto più la superficie in questione è inclinata rispetto alla verticale. Volendo quindi rappresentare in cartografia questi limiti con una linea, la conseguenza è che la definizione degli stessi in alcuni casi ha un certo grado di imprecisione o di approssimazione.

In particolare la forte pendenza del limite tra i corpi idrici 5 e 7 non ha reso possibile una loro separazione cartograficamente accettabile, perché in questo caso l'errore in pianta sarebbe stato troppo marcato. Si è preferito pertanto raggruppare questi due corpi idrici.

Il limite tra i corpi idrici 4 e 6 è invece marcato da una sorta di gradino, poiché i depositi padani nell'unità A1 e nell'unità A2 hanno distribuzioni molto diverse. In questo caso, però, la buona disponibilità di dati, ha permesso di cartografare separatamente le due unità (corpi idrici 6a e 6b) costituendo in questo caso un corpo idrico di transizione tra la pianura alluvionale appenninica e quella padana.

2.3 CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI PIANURA INDIVIDUATI AI SENSI DELLE DIRETTIVE 2000/60/CE E 2006/118/CE

Sulla base dei criteri e delle elaborazioni illustrate nei paragrafi precedenti è stato possibile individuare e delimitare i corpi idrici sotterranei ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE. In particolare sono stati adeguati i corpi idrici sotterranei definiti nel PTA della Regione Emilia-Romagna partendo dai complessi idrogeologici per arrivare agli acquiferi e poi ai corpi idrici tenendo in questo caso anche conto dell'omogeneità dello stato chimico e quantitativo oltre che degli impatti determinati dalle pressioni antropiche.

In Tabella 2.2 sono elencati i complessi idrogeologici, i subcomplessi, le tipologie di acquifero e gli acquiferi individuati a scala regionale rispetto la griglia contenuta nel D. Lgs. 30/09 e secondo le linee guida indicate nell'ambito dei gruppi di lavoro dell'Autorità di Bacino del fiume Po e di Ispra.

In Emilia-Romagna sono quindi presenti i seguenti complessi idrogeologici:

- alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ);
- formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie (DET);
- alluvioni vallive (AV);
- acquiferi locali (LOC).

I DQ sono caratteristici della pianura alluvionale, ovvero costituiti dall'acquifero freatico di pianura, dalle conoidi alluvionali e dalle piane alluvionali appenniniche e padane. I DET sono rappresentati dalle conoidi montane e dalle spiagge appenniniche, rappresentate dalla formazione "sabbie gialle", che testimoniano le conoidi alluvionali antiche incorporate nel sollevamento della catena appenninica. Le AV sono rappresentate dai depositi alluvionali presenti nelle vallate appenniniche nella porzione montana del territorio. I LOC pur definiti acquiferi locali sono i complessi ubicati nella porzione montana del territorio.

Nell'ambito dei Depositi Quaternari sono state riconosciute diverse tipologie di acquifero. Ad una iniziale distinzione tra acquiferi liberi e confinati, ha fatto seguito l'ulteriore individuazione, all'interno degli acquiferi confinati, di due porzioni sovrapposte denominate "confinato superiore" e "confinato inferiore".

In ambito regionale sono stati individuati complessivamente 144 corpi idrici sotterranei. La Tabella 2.2 riporta i 91 corpi idrici di pianura, raggruppati per tipologia di acquifero, che sono oggetto di questo studio, escludendo i 2 corpi idrici freatici di pianura.

Tabella 2.2: Elenco dei complessi idrogeologici, subcomplessi, acquiferi individuati a livello regionale, e per ciascuno il numero di corpi idrici sotterranei per la pianura emiliano-romagnola.

Complesso Idrogeologico	Sub-complesso Idrogeologico	Tipo Acquifero	Acquifero	Numero Corpi Idrici
DQ	DQ1	DQ1.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	29
	DQ2	DQ2.1	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	31
			Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	26
			Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori	1
			Pianura Alluvionale Appenninica e Padana Costiera - acquiferi confinati	1
			Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori	1
				Totale

Le Figure 2.4 e 2.5 mostrano la localizzazione dei 91 corpi idrici oggetto di questo studio, rispettivamente distinti in superiori e inferiori. Dal confronto tra le due figure si può notare che l'estensione areale delle diverse porzioni di conoide relative all'intervallo superiore sono generalmente più ampie rispetto alle sottostanti nella parte inferiore. Le elaborazioni a scala di dettaglio hanno permesso di completare le porzioni di conoide libera per alcune conoidi alluvionali

In Figura 2.4 sono schematizzati i corpi idrici della pianura, coincidenti con le porzioni libere delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale. Sono cartografate anche le conoidi montane e le sabbie gialle che insieme formano 2 corpi idrici di cui il primo è costituito dalle unità cartografate nella porzione occidentale (da Piacenza a Modena) e il secondo nella porzione orientale (da Bologna a Rimini). Le porzioni superiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale con A1 e A2.

In questo caso sono quindi cartografate le porzioni confinate delle conoidi, la pianura alluvionale appenninica, la pianura alluvionale padana, la transizione tra le due pianure. Per quanto riguarda i corpi idrici delle singole conoidi con acquifero libero e il confinato costiero, non sono stati distinti tra porzione superiore e inferiore, costituendo ciascuno un unico corpo idrico indistinto con la profondità. Il corpo idrico confinato costiero è stato delimitato attraverso la isoconcentrazione media di 250 mg/l di cloruri riscontrati nelle acque sotterranee.

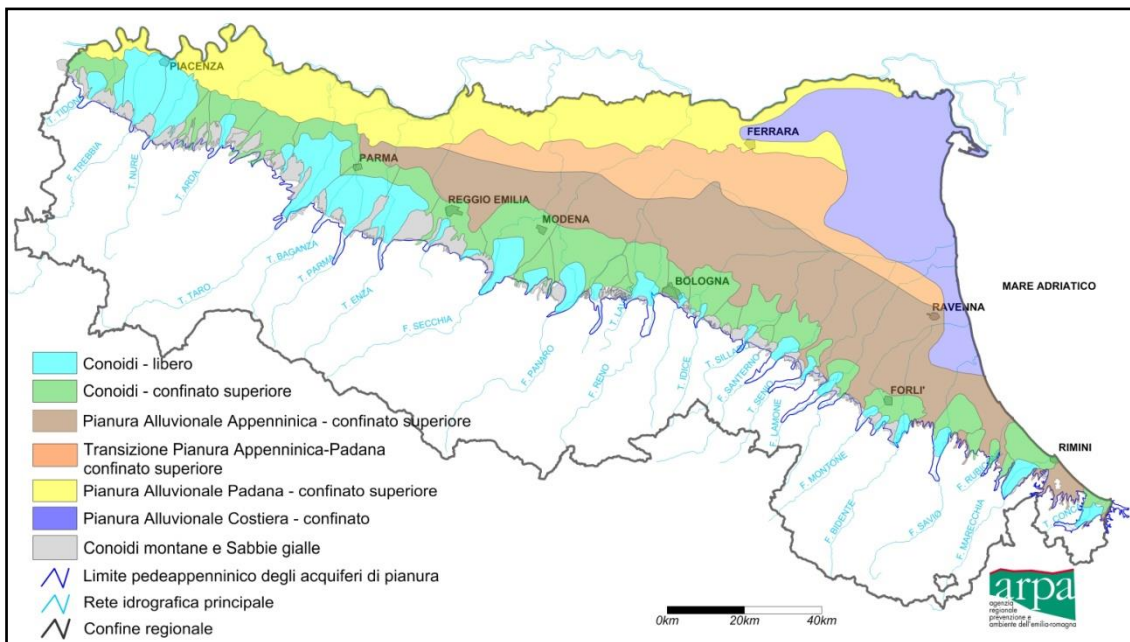


Figura 2.4: Corpi idrici sotterranei della pianura: conoidi alluvionali appenniniche - acquifero libero, acquiferi confinati superiori (A1 e A2)

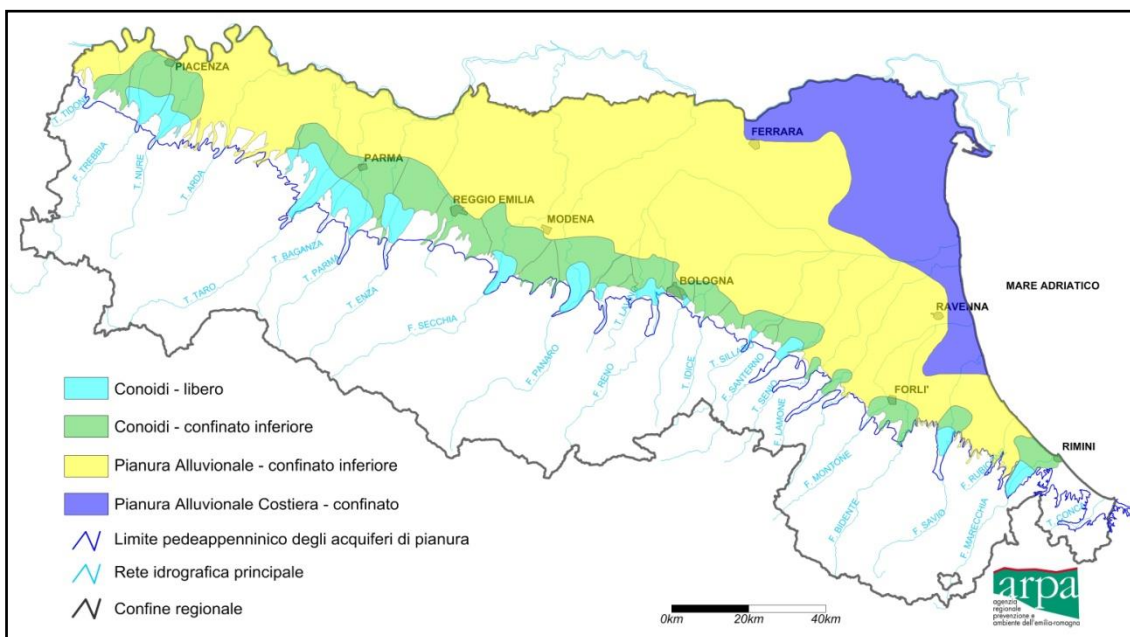


Figura 2.5: Corpi idrici sotterranei della pianura: conoidi alluvionali appenniniche - acquifero libero, acquiferi confinati inferiori (A3, A4, B e C)

In Figura 2.5 Figura sono schematizzati i corpi idrici della pianura, coincidenti con le porzioni confinate inferiori delle conoidi alluvionali e del corpo idrico di pianura alluvionale. Sono inoltre riportati i limiti cartografici, alla profondità della base dell'A2, delle porzioni libere delle conoidi alluvionali e il corpo idrico confinato costiero, che risultano, come già detto, essere corpi idrici non suddivisi lungo la verticale. Le porzioni inferiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale con A3, A4, B e C.

In Tabella 2.3 si riporta l'elenco completo dei 91 corpi idrici sotterranei di pianura oggetto di questo studio. Per ciascun corpo idrico si individua anche l'appartenenza ai due Distretti principali, quello del Fiume Po (PO) e dell'Appennino Settentrionale (AS). Il nome attribuito ai corpi idrici di pianura, in particolare le conoidi alluvionali, deriva dal nome del corso d'acqua superficiale connesso, criterio adottato universalmente e anche nel PTA.

Il codice dei corpi idrici sotterranei è stato attribuito invece secondo la codifica riportata nello schema seguente:

Cod. numerico acquifero	Progressivo			Regione		Sub-complesso idrogeologico				Cod. alfanumerico acquifero				
				E	R	-					-			

dove:

Cod.numerico acquifero: 0 - conoidi acquifero libero, corpi idrici confinati superiori e pianura alluvionale costiera
2 - corpi idrici confinati inferiori

Progressivo: codice numerico di norma incrementale per decine

Regione: "ER"

Sub-complesso idrogeologico: codice di Tabella 2.2

Cod.alfanumerico acquifero: codice che richiama l'acquifero e in alcuni casi il nome del corpo idrico per un massimo di 4 caratteri.

Tabella 2.3: Elenco dei 91 corpi idrici sotterranei di pianura oggetto di questo studio

Codeice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Acquifero	Tipo Acquifero	Distretto
0010ER-DQ1-CL	Conoide Tidone - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0020ER-DQ1-CL	Conoide Luretta - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0030ER-DQ1-CL	Conoide Trebbia - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0040ER-DQ1-CL	Conoide Nure - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0050ER-DQ1-CL	Conoide Arda - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0060ER-DQ1-CL	Conoide Stirone-Parola - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0070ER-DQ1-CL	Conoide Taro - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0080ER-DQ1-CL	Conoide Parma-Baganza - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0090ER-DQ1-CL	Conoide Enza - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0100ER-DQ1-CL	Conoide Crostolo - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0110ER-DQ1-CL	Conoide Tresinaro - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0120ER-DQ1-CL	Conoide Secchia - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0130ER-DQ1-CL	Conoide Tiepido - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0140ER-DQ1-CL	Conoide Panaro - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	PO
0150ER-DQ1-CL	Conoide Samoggia - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0160ER-DQ1-CL	Conoide Reno-Lavino - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0170ER-DQ1-CL	Conoide Savena - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0180ER-DQ1-CL	Conoide Zena - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0190ER-DQ1-CL	Conoide Idice - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0200ER-DQ1-CL	Conoide Sillaro - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0210ER-DQ1-CL	Conoide Santerno - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0220ER-DQ1-CL	Conoide Senio - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0230ER-DQ1-CL	Conoide Lamone - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0240ER-DQ1-CL	Conoide Montone - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0250ER-DQ1-CL	Conoide Rabbi - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0260ER-DQ1-CL	Conoide Ronco - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0270ER-DQ1-CL	Conoide Savio - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0280ER-DQ1-CL	Conoide Marecchia - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0290ER-DQ1-CL	Conoide Conca - libero	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	DQ1.1	AS
0300ER-DQ2-CCS	Conoide Tidone-Luretta - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0310ER-DQ2-CCS	Conoide Nure - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0320ER-DQ2-CCS	Conoide Chiavenna - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0330ER-DQ2-CCS	Conoide Arda - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0340ER-DQ2-CCS	Conoide Stirone-Parola - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0350ER-DQ2-CCS	Conoide Taro - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0360ER-DQ2-CCS	Conoide Parma-Baganza - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0370ER-DQ2-CCS	Conoide Enza - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0380ER-DQ2-CCS	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0390ER-DQ2-CCS	Conoide Secchia - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0400ER-DQ2-CCS	Conoide Tiepido - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0410ER-DQ2-CCS	Conoide Panaro - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0420ER-DQ2-CCS	Conoide Samoggia - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0430ER-DQ2-CCS	Conoide Ghironda - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0440ER-DQ2-CCS	Conoide Reno-Lavino - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0450ER-DQ2-CCS	Conoide Aposa - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0460ER-DQ2-CCS	Conoide Savena - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0470ER-DQ2-CCS	Conoide Zena-Idice - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0480ER-DQ2-CCS	Conoide Quaderna - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0490ER-DQ2-CCS	Conoide Sillaro - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0500ER-DQ2-CCS	Conoide Sellustra - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS

Codice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Acquifero	Tipo Acquifero	Distretto
0510ER-DQ2-CCS	Conoide Santerno - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0520ER-DQ2-CCS	Conoide Senio - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0530ER-DQ2-CCS	Conoide Lamone - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0540ER-DQ2-CCS	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0550ER-DQ2-CCS	Conoide Savio - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0560ER-DQ2-CCS	Conoide Pisciatello - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0570ER-DQ2-CCS	Conoide Rubicone - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0580ER-DQ2-CCS	Conoide Uso - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0590ER-DQ2-CCS	Conoide Marecchia - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0600ER-DQ2-CCS	Conoide Conca - confinato superiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	AS
0610ER-DQ2-PACS	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO - AS
0620ER-DQ2-TPAPCS	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO - AS
0630ER-DQ2-PPCS	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori	DQ2.1	PO
0640ER-DQ2-PCC	Pianura Alluvionale Costiera - confinato	Pianura Alluvionale Appenninica e Padana Costiera - acquiferi confinati	DQ2.1	PO - AS
2300ER-DQ2-CCI	Conoide Tidone-Luretta - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2301ER-DQ2-CCI	Conoide Trebbia - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2310ER-DQ2-CCI	Conoide Nure - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2340ER-DQ2-CCI	Conoide Stirone-Parola - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2350ER-DQ2-CCI	Conoide Taro - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2360ER-DQ2-CCI	Conoide Parma-Baganza - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2370ER-DQ2-CCI	Conoide Enza - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2380ER-DQ2-CCI	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2390ER-DQ2-CCI	Conoide Secchia - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2400ER-DQ2-CCI	Conoide Tiepido - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2410ER-DQ2-CCI	Conoide Panaro - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO
2420ER-DQ2-CCI	Conoide Samoggia - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2430ER-DQ2-CCI	Conoide Ghironda - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2440ER-DQ2-CCI	Conoide Reno-Lavino - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2450ER-DQ2-CCI	Conoide Aposa - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2460ER-DQ2-CCI	Conoide Savena - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2470ER-DQ2-CCI	Conoide Zena-Idice - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2480ER-DQ2-CCI	Conoide Quaderna - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2490ER-DQ2-CCI	Conoide Sillaro - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2500ER-DQ2-CCI	Conoide Sellustra - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2510ER-DQ2-CCI	Conoide Santerno - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2520ER-DQ2-CCI	Conoide Senio - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2530ER-DQ2-CCI	Conoide Lamone - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2540ER-DQ2-CCI	Conoide Ronco-Montone - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2550ER-DQ2-CCI	Conoide Savio - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2590ER-DQ2-CCI	Conoide Marecchia - confinato inferiore	Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	AS
2700ER-DQ2-PACI	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori	DQ2.1	PO - AS

2.4 PROGRAMMI DI MONITORAGGIO PER LA DEFINIZIONE DELLO STATO CHIMICO

Per verificare il raggiungimento degli obiettivi di stato buono al 2015, la direttiva europea prevede il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso 2 apposite reti di monitoraggio:

- rete per la definizione dello stato quantitativo;
- rete per la definizione dello stato chimico.

Il monitoraggio per la definizione dello stato chimico è articolato, inoltre, nei seguenti programmi, che vengono adottati in funzione dell'analisi di rischio di ciascun corpo idrico in funzione del raggiungimento o meno degli obiettivi di qualità:

- monitoraggio di sorveglianza;
- monitoraggio operativo.

Il monitoraggio di sorveglianza deve essere effettuato per tutti i corpi idrici sotterranei e in funzione della conoscenza pregressa dello stato chimico di ciascun corpo idrico, della vulnerabilità e della velocità di rinnovamento delle acque sotterranee, si distingue in:

- **sorveglianza con frequenza iniziale** – parametri di base e addizionali – deve essere effettuato nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano inadeguate e i dati chimici pregressi non disponibili e comunque solo per il periodo iniziale del monitoraggio di sorveglianza;

- **sorveglianza con frequenza a lungo termine – parametri di base** – deve essere effettuato nell’arco dei 6 anni nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano buone;
- **sorveglianza con frequenza a lungo termine – parametri aggiuntivi** – deve essere effettuato nell’arco dei 6 anni nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano buone, con una frequenza tendenzialmente inferiore a quello con parametri di base.

Per i corpi idrici sotterranei a rischio di non raggiungere lo stato di *buono* al 2015 si deve programmare, oltre al monitoraggio di sorveglianza, anche un **monitoraggio operativo** con una frequenza almeno annuale e comunque da effettuare tra due periodi di monitoraggio di sorveglianza.

Per ciascuna tipologia di monitoraggio chimico sono declinati su ciascuna stazione di monitoraggio i profili analitici da adottare e le frequenze degli stessi in funzione dell’analisi di rischio del corpo idrico sotterraneo del quale è rappresentativa la stazione medesima.

3. Presenza di metalli e sostanze inorganiche di origine naturale nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna

3.1 DEFINIZIONE DELLO STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei viene definito in due classi: *buono* e *scarso*. L'attribuzione della classe *buono* per ciascun corpo idrico sotterraneo avviene quando non si verifica in alcuna stazione di monitoraggio afferente al corpo idrico alcun superamento degli standard di qualità e dei valori soglia definiti a livello nazionale con il D. Lgs. 30/09 (Tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3) che modifica e integra il D. Lgs. 152/06. Il superamento dei valori soglia anche per un solo parametro è indicativo del rischio di non raggiungere lo stato di *buono* al 2015 e può determinare la classificazione del corpo idrico in stato chimico *scarso*. Qualora il superamento interessi solo una parte del volume del corpo idrico sotterraneo, inferiore o uguale al 20%, il corpo idrico può ancora essere classificato come in stato chimico *buono*, purché un'appropriate indagine svolta in conformità all'Allegato 5 del D. Lgs. 30/09 confermi che:

- 1) *sulla scorta della valutazione di cui all'Allegato 5, punto 3, non si ritiene che le concentrazioni di inquinanti che superano gli standard di qualità o i valori soglia delle acque sotterranee definiti rappresentino un rischio ambientale significativo, tenendo conto dell'estensione del corpo idrico sotterraneo interessato;*
- 2) *le altre condizioni per la valutazione del buono stato chimico delle acque sotterranee riportate all'Allegato 3, Parte A, Tabella 1, sono soddisfatte in conformità al punto 4 dell'Allegato 5;*
- 3) *i corpi idrici sotterranei utilizzati o che saranno utilizzati per l'estrazione di acque destinate al consumo umano, che forniscono in media oltre 10 mc/giorno o servono più di 50 persone, sono assoggettati ad una protezione tale che impedisca il peggioramento della loro qualità o un aumento del livello di trattamento per la potabilizzazione necessaria a garantire i requisiti di qualità di cui al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31;*
- 4) *la capacità del corpo idrico sotterraneo o di ogni singolo corpo del gruppo di corpi idrici sotterranei di sostenere gli usi umani non è stata danneggiata in maniera significativa dall'inquinamento.*

I valori soglia, fissati a livello nazionale su base ecotossicologica, possono essere rivisti a scala locale quando il fondo naturale delle acque sotterranee assume delle concentrazioni superiori ai valori soglia. In questo caso i valori soglia vengono assunti come coincidenti con i valori di fondo naturale.

La determinazione dei valori di fondo naturale per diverse specie chimiche assume pertanto grande importanza al fine di non classificare in stato *scarso* le acque di qualità scadente per cause naturali, oppure di identificare improbabili punti di inversione dei trend con conseguente attivazione di misure di ripristino impossibili da realizzarsi nella pratica a costi sostenibili.

Già questo tema era stato affrontato nel D. Lgs. 152/99, dove nella classificazione dello stato chimico era stata introdotta la classe 0 riservata alle stazioni di monitoraggio dove i superamenti dei valori soglia individuati dal decreto erano dovuti a condizioni naturalmente presenti nell'acquifero e non erano determinate da impatto antropico.

Lo stato chimico dei nuovi corpi idrici sotterranei, in attesa di ottenere l'esito dei nuovi programmi di monitoraggio avviati dal 2010, può essere determinato dall'analisi delle

pressioni, ma anche attraverso la ricognizione delle informazioni esistenti provenienti dal precedente programma di monitoraggio.

A questo proposito sono state utilizzate le serie storiche dei dati di monitoraggio tenendo conto della riattribuzione che è stata fatta dei pozzi ai nuovi corpi idrici, non utilizzando per questa attività i pozzi che sono risultati non essere univocamente riferibili ad un determinato corpo idrico.

La classificazione già adottata secondo il D. Lgs. 152/99, prevedeva il riferimento a 5 classi di stato chimico, indicative di impatto antropico crescente procedendo dalla classe 1 alla 4. Alla classe 0 potevano essere attribuite acque caratterizzate da qualità scadente per cause naturali. La classe 4 è quella che identifica una qualità scadente con concentrazioni di nitrati >50 mg/L e superamento dei valori soglia dei parametri addizionali i cui limiti sono pressoché i medesimi definiti nell'attuale D. Lgs. 30/09.

La valutazione dello stato chimico dei nuovi corpi idrici può, in prima approssimazione, essere affrontata come una trasposizione della vecchia classificazione, dove la vecchia classe 4 rappresenta l'attuale stato chimico *scarso* e le classi 1, 2, 3 e 0 rappresentano la classe di stato chimico *buono*, tenendo presente che la classe 0 ha caratteristiche qualitative scadenti ma per cause naturali.

Nell'applicare il criterio sopra descritto, di attribuzione delle nuove classi di stato chimico, sulla base delle classificazioni effettuate con la normativa previgente, occorre precisare che le modifiche introdotte nel D. Lgs. 30/09 ai criteri di classificazione, in particolare dovute all'elenco delle specie chimiche da considerare, può comportare una maggiore incidenza della classe *scarso* per l'aggiunta di singoli solventi clorurati, rispetto la sommatoria degli organoalogenati prevista nella normativa precedente.

3.1.1 Stato chimico dei corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna

Sulla base della metodologia individuata per la definizione dello stato chimico, sono state utilizzate le informazioni disponibili del monitoraggio delle acque sotterranee nel periodo 2004-2007, valutando anche la persistenza delle specie chimiche nel periodo. Per ciascun corpo idrico sotterraneo sono state elencate le specie chimiche indicatrici di facies idrochimiche naturali, prevalentemente segnalate dai pozzi in classe 0. Nella Tabella 3.1 sono riportati i corpi idrici di pianura caratterizzati da specie chimiche che determinano facies idrochimiche naturali. Le specie chimiche di origine naturale che si rinvencono con maggiore frequenza nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna sono ferro, manganese, ione ammonio, solfati, arsenico, cloruri e in diversi casi boro. Solo in alcuni casi, molto localizzati, si riscontrano come di origine naturale selenio e altri metalli. I pozzi classificati in questo modo, insieme a quelli classificati in classe 1, 2 e 3, hanno contribuito alla definizione di stato chimico *buono*.

L'esistenza di punti di monitoraggio classificati in classe 4 riduce la probabilità di attribuire ad un corpo idrico lo stato chimico *buono*. Solo nel caso di assenza della classe 4, o di presenza della stessa per un volume inferiore al 20% dell'intero corpo idrico, viene attribuita la classe di stato chimico *buono*.

Le specie chimiche che mettono a rischio il raggiungimento del buono stato chimico dei diversi corpi idrici sotterranei, ovvero che portano a classificare i pozzi in classe 4, sono state elencate per ciascun corpo idrico in Tabella 3.2. Tra le specie chimiche definite di base vi sono i nitrati, mentre in quelle addizionali prevalgono gli organoalogenati, i fitofarmaci, alcuni metalli pesanti e il boro.

Per le specie chimiche di base che possono mettere a rischio lo stato chimico, rappresentate quasi esclusivamente dai nitrati, è stata calcolata anche la variazione della concentrazione nel tempo al fine di identificare, quando possibile, una tendenza al miglioramento o al peggioramento. Ciò è necessario in quanto il D. Lgs. 30/09 e la Direttiva 2006/118/CE

prevedono, per i corpi idrici dove risulta essere in atto la tendenza all'aumento per una o più specie chimiche, di attuare tutte le misure necessarie ad invertire le tendenze a partire dal 75% della concentrazione dello standard di qualità o del valore soglia previsti per quella specie chimica.

Tabella 3.1: Corpi idrici sotterranei di pianura caratterizzati da facies idrochimiche naturali

Codice Corpo Idrico	Corpo Idrico	Specie chimiche indicatrici di facies idrochimiche naturali
0030ER-DQ1-CL	Conoide Trebbia - libero	ferro manganese
0060ER-DQ1-CL	Conoide Stirone-Parola - libero	manganese
0070ER-DQ1-CL	Conoide Taro - libero	ferro manganese
0090ER-DQ1-CL	Conoide Enza - libero	ferro manganese
0120ER-DQ1-CL	Conoide Secchia - libero	ferro manganese solfati
0140ER-DQ1-CL	Conoide Panaro - libero	ferro manganese
0150ER-DQ1-CL	Conoide Samoggia - libero	ferro manganese
0160ER-DQ1-CL	Conoide Reno-Lavino - libero	ferro manganese
0170ER-DQ1-CL	Conoide Savena - libero	solfati
0210ER-DQ1-CL	Conoide Santerno - libero	ferro manganese solfati
0230ER-DQ1-CL	Conoide Lamone - libero	manganese
0270ER-DQ1-CL	Conoide Savio - libero	ferro manganese solfati
0290ER-DQ1-CL	Conoide Conca - libero	cloruri solfati manganese
0330ER-DQ2-CCS	Conoide Arda - confinato superiore	ferro manganese
0340ER-DQ2-CCS	Conoide Stirone-Parola - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0350ER-DQ2-CCS	Conoide Taro - confinato superiore	ferro manganese
0360ER-DQ2-CCS	Conoide Parma-Baganza - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0380ER-DQ2-CCS	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0390ER-DQ2-CCS	Conoide Secchia - confinato superiore	ferro manganese arsenico
0400ER-DQ2-CCS	Conoide Tiepido - confinato superiore	manganese
0410ER-DQ2-CCS	Conoide Panaro - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0440ER-DQ2-CCS	Conoide Reno-Lavino - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0460ER-DQ2-CCS	Conoide Savena - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0470ER-DQ2-CCS	Conoide Zena-Idice - confinato superiore	ferro manganese
0480ER-DQ2-CCS	Conoide Quaderna - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio solfati
0510ER-DQ2-CCS	Conoide Santerno - confinato superiore	ferro manganese
0520ER-DQ2-CCS	Conoide Senio - confinato superiore	manganese
0540ER-DQ2-CCS	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore	ferro manganese
0550ER-DQ2-CCS	Conoide Savio - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio arsenico
0560ER-DQ2-CCS	Conoide Pisciatello - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0570ER-DQ2-CCS	Conoide Rubicone - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio
0590ER-DQ2-CCS	Conoide Marecchia - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio cloruri
0600ER-DQ2-CCS	Conoide Conca - confinato superiore	ferro manganese cloruri selenio
0610ER-DQ2-PACS	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio arsenico
0620ER-DQ2-TPAPCS	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio arsenico
0630ER-DQ2-PPCS	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	ferro manganese ione ammonio arsenico
0640ER-DQ2-PCC	Pianura Alluvionale Costiera - confinato	ferro manganese ione ammonio cloruri
2300ER-DQ2-CCI	Conoide Tidone-Luretta - confinato inferiore	ferro
2370ER-DQ2-CCI	Conoide Enza - confinato inferiore	ferro manganese ione ammonio
2380ER-DQ2-CCI	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore	ferro manganese arsenico nichel
2390ER-DQ2-CCI	Conoide Secchia - confinato inferiore	ferro
2400ER-DQ2-CCI	Conoide Tiepido - confinato inferiore	ferro manganese
2420ER-DQ2-CCI	Conoide Samoggia - confinato inferiore	ferro manganese ione ammonio
2430ER-DQ2-CCI	Conoide Ghironda - confinato inferiore	ferro manganese
2440ER-DQ2-CCI	Conoide Reno-Lavino - confinato inferiore	ferro manganese ione ammonio arsenico
2460ER-DQ2-CCI	Conoide Savena - confinato inferiore	manganese
2470ER-DQ2-CCI	Conoide Zena-Idice - confinato inferiore	ferro manganese ione ammonio
2490ER-DQ2-CCI	Conoide Sillaro - confinato inferiore	ferro manganese
2500ER-DQ2-CCI	Conoide Sellustra - confinato inferiore	ferro manganese
2530ER-DQ2-CCI	Conoide Lamone - confinato inferiore	ferro manganese
2540ER-DQ2-CCI	Conoide Ronco-Montone - confinato inferiore	ferro manganese
2550ER-DQ2-CCI	Conoide Savio - confinato inferiore	ferro manganese
2700ER-DQ2-PACI	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	ferro manganese ione ammonio arsenico

Tabella 3.2: Corpi idrici sotterranei di pianura in cui sono presenti specie chimiche che possono mettere a rischio lo stato chimico

Codice Corpo Idrico	Corpo Idrico	Specie chimiche di base	Tendenza calcolata per le specie chimiche di base	Specie chimiche aggiuntive
0030ER-DQ1-CL	Conoide Trebbia - libero	nitriti	ascendente	Ni
0040ER-DQ1-CL	Conoide Nure - libero	nitriti	ascendente	Cr VI
0070ER-DQ1-CL	Conoide Taro - libero	nitriti	ascendente	
0080ER-DQ1-CL	Conoide Parma-Baganza - libero	nitriti	stazionario	Organoalogenati, Ni
0090ER-DQ1-CL	Conoide Enza - libero	nitriti	ascendente	
0120ER-DQ1-CL	Conoide Secchia - libero	nitriti	stazionario	Organoalogenati, B
0140ER-DQ1-CL	Conoide Panaro - libero	nitriti	stazionario	Organoalogenati, Ni
0220ER-DQ1-CL	Conoide Senio - libero	nitriti	stazionario	Ni
0230ER-DQ1-CL	Conoide Lamone - libero	nitriti	non valutabile	Ni
0260ER-DQ1-CL	Conoide Ronco - libero	nitriti	stazionario	Pb
0270ER-DQ1-CL	Conoide Savio - libero	nitriti	stazionario	Organoalogenati, Ni, Pb
0280ER-DQ1-CL	Conoide Marecchia - libero	nitriti	stazionario	Se
0290ER-DQ1-CL	Conoide Conca - libero	nitriti	stazionario	
0330ER-DQ2-CCS	Conoide Arda - confinato superiore	nitriti	ascendente	
0350ER-DQ2-CCS	Conoide Taro - confinato superiore			Organoalogenati
0370ER-DQ2-CCS	Conoide Enza - confinato superiore	nitriti	ascendente	
0390ER-DQ2-CCS	Conoide Secchia - confinato superiore			Pb
0400ER-DQ2-CCS	Conoide Tiepido - confinato superiore	nitriti	stazionario	
0410ER-DQ2-CCS	Conoide Panaro - confinato superiore	nitriti	stazionario	
0540ER-DQ2-CCS	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore	nitriti	ascendente	F, Ni, Pb
0650ER-DET1-CMSG	Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali	nitriti	non valutabile	Organoalogenati
2300ER-DQ2-CCI	Conoide Tidone-Luretta - confinato inferiore	nitriti	ascendente	
2360ER-DQ2-CCI	Conoide Parma-Baganza - confinato inferiore	nitriti	stazionario	
2380ER-DQ2-CCI	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore	nitriti	ascendente	As, Ni
2390ER-DQ2-CCI	Conoide Secchia - confinato inferiore	nitriti	ascendente	Organoalogenati
2400ER-DQ2-CCI	Conoide Tiepido - confinato inferiore	nitriti	ascendente	B
2460ER-DQ2-CCI	Conoide Savena - confinato inferiore	nitriti	ascendente	Organoalogenati

3.2 SPECIE CHIMICHE DI POSSIBILE ORIGINE NATURALE

Per individuare le specie chimiche di possibile origine naturale nei corpi idrici sotterranei profondi di pianura dell'Emilia-Romagna, che possono costituire criticità per il raggiungimento del buono stato chimico ai sensi del D. Lgs. 30/09, si è tenuto conto delle conoscenze pregresse scaturite dal monitoraggio ambientale delle acque sotterranee svolto dalla Regione Emilia-Romagna a partire dal 1987 per lo stato chimico. Diversi sono i lavori pubblicati in questi anni e riportati come principali riferimenti bibliografici a questo studio, attraverso i quali è stato possibile individuare le specie chimiche presenti nei diversi corpi idrici della pianura per i quali è possibile definire un'origine naturale (Arpa Emilia-Romagna, e Regione Emilia-Romagna, 2005; Farina et al., 2005; Marcaccio et al., 2005; Martinelli et al., 2005; Arpa Emilia-Romagna e Regione Emilia-Romagna, 2009; Regione Emilia-Romagna, 2010a,b).

Rispetto le specie chimiche indicate nella Tabella 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/09, sono state escluse le sostanze pericolose di sicura origine antropica come, ad esempio, fitofarmaci e composti organici. In Tabella 3.3 sono elencate le specie chimiche di possibile origine naturale per i corpi idrici sotterranei della pianura emiliano-romagnola, rappresentate da alcuni metalli e inquinanti inorganici. Per ciascuna specie chimica è riportato il relativo valore soglia fissato dalla normativa (D. Lgs. 30/09). Si precisa che, in questa prima fase di studio, si è scelto di non considerare il ferro, il manganese e lo zinco nelle elaborazioni per la definizione delle concentrazioni di fondo naturale, pur essendo queste specie chimiche anche di origine naturale. La scelta è motivata dal fatto che tali elementi non rientrano attualmente nell'elenco delle specie chimiche per la definizione del buono stato chimico di un corpo idrico sotterraneo secondo quanto stabilito dal D. Lgs. 30/09.

Tabella 3.3: Specie chimiche di possibile origine naturale per i corpi idrici sotterranei profondi di pianura dell'Emilia-Romagna

Parametri		Valore soglia D. Lgs. 30/09	U.M.
Metalli	Arsenico	10	µg/L
	Cadmio	5	µg/L
	Cromo tot.	50	µg/L
	Cromo VI	5	µg/L
	Nichel	20	µg/L
	Piombo	10	µg/L
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/L
	Fluoruri	1500	µg/L
	Cloruri	250	mg/L
	Solfati	250	mg/L
	Ione ammonio	0.5	mg/L

3.3 INFORMAZIONI DISPONIBILI PER I CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI PIANURA

Per caratterizzare lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna e la presenza delle specie chimiche indicate in Tabella 3.3, sono stati utilizzati i dati del monitoraggio regionale delle acque sotterranee, disponibili per la maggior parte dei corpi idrici individuati ai sensi del D. Lgs. 30/09 dal 1987 al 2008.

In ambito di pianura non sono stati considerati in questo studio, come già detto, i due corpi idrici freatici di pianura, in quanto il loro monitoraggio è iniziato dal 2010. Non sono attualmente disponibili, quindi, serie temporali sufficientemente prolungate da consentire elaborazioni consistenti delle informazioni provenienti da questi due corpi idrici soggetti a pressioni antropiche dirette.

Per poter utilizzare tutti i dati pregressi di monitoraggio e attribuirli correttamente ai nuovi corpi idrici sotterranei, sono state verificate, per ciascuna stazione di monitoraggio, le caratteristiche costruttive – profondità e posizione dei filtri – al fine di attribuire correttamente e in modo univoco ogni singola stazione di monitoraggio al rispettivo corpo idrico. Dove l'attribuzione non è stata possibile, spesso per effetto della posizione dei filtri localizzati in più spessori acquiferi che determinano il mescolamento di acque appartenenti a differenti corpi idrici, la stazione di monitoraggio non è stata considerata ai fini delle elaborazioni.

Questa attività si è rivelata molto onerosa in termini di tempo. L'attribuzione delle stazioni di monitoraggio ai nuovi corpi idrici era già stata effettuata nell'ambito della gestione della rete di monitoraggio, ma solo per le stazioni di monitoraggio ancora attive e non su quelle dismesse, ma delle quali erano disponibili dati pregressi comunque utili alle elaborazioni e all'analisi della persistenza di determinate specie chimiche. Tali informazioni sono contenute nel database disponibile nel CD allegato alla presente relazione.

In Tabella 3.4 sono riportati, per ciascuno dei 91 nuovi corpi idrici sotterranei considerati in questo studio, il codice di raggruppamento individuato ai fini del monitoraggio, il numero delle stazioni di monitoraggio totali, dal 1987 al 2008, che risultano da cartografia e profondità di captazione, ricadenti nel corpo idrico. Fra queste, inoltre, vengono indicate le stazioni che, a seguito delle verifiche effettuate sui dati disponibili pregressi, risultano attribuibili univocamente al corpo idrico medesimo.

Il numero delle stazioni di monitoraggio per ciascun corpo idrico è variabile e dipende dall'estensione areale di quest'ultimo, oltre che dalla vulnerabilità dello stesso e dall'entità delle pressioni antropiche. Vi sono comunque diversi corpi idrici, spesso di ridotte dimensioni, che non risultano rappresentati con il monitoraggio pregresso al 2008 e che lo

saranno, invece, con l'attivazione della nuova rete di monitoraggio a partire dal 2010. In questi casi non è possibile, allo stato attuale, fornire alcuna indicazione attendibile sui valori naturali delle specie chimiche individuate in Tabella 3.3.

Tabella 3.4: Consistenza del monitoraggio dal 1987 al 2008 nei 91 nuovi corpi idrici sotterranei di pianura

Codice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Codice Raggruppamento Corpi idrici	N. stazioni totali	N. stazioni attribuite univocamente al corpo idrico
0010ER-DQ1-CL	Conoide Tidone - libero	3	2	0
0020ER-DQ1-CL	Conoide Luretta - libero	3	1	1
0030ER-DQ1-CL	Conoide Trebbia - libero	3	18	16
0040ER-DQ1-CL	Conoide Nure - libero	3	12	10
0050ER-DQ1-CL	Conoide Arda - libero	4	0	0
0060ER-DQ1-CL	Conoide Stirone-Parola - libero	5	1	1
0070ER-DQ1-CL	Conoide Taro - libero	5	10	10
0080ER-DQ1-CL	Conoide Parma-Baganza - libero	5	15	13
0090ER-DQ1-CL	Conoide Enza - libero	5	10	7
0100ER-DQ1-CL	Conoide Crostolo - libero	6	0	0
0110ER-DQ1-CL	Conoide Tresinaro - libero	6	1	0
0120ER-DQ1-CL	Conoide Secchia - libero	7	7	5
0130ER-DQ1-CL	Conoide Tiepido - libero	7	2	0
0140ER-DQ1-CL	Conoide Panaro - libero	7	15	15
0150ER-DQ1-CL	Conoide Samoggia - libero	8	2	2
0160ER-DQ1-CL	Conoide Reno-Lavino - libero	8	8	8
0170ER-DQ1-CL	Conoide Savena - libero	9	2	2
0180ER-DQ1-CL	Conoide Zena - libero	9	0	0
0190ER-DQ1-CL	Conoide Idice - libero	9	0	0
0200ER-DQ1-CL	Conoide Sillaro - libero	11	0	0
0210ER-DQ1-CL	Conoide Santerno - libero	11	3	1
0220ER-DQ1-CL	Conoide Senio - libero	12	1	1
0230ER-DQ1-CL	Conoide Lamone - libero	12	2	2
0240ER-DQ1-CL	Conoide Montone - libero	14	0	0
0250ER-DQ1-CL	Conoide Rabbi - libero	14	0	0
0260ER-DQ1-CL	Conoide Ronco - libero	14	1	1
0270ER-DQ1-CL	Conoide Savio - libero	15	2	2
0280ER-DQ1-CL	Conoide Marecchia - libero	16	3	3
0290ER-DQ1-CL	Conoide Conca - libero	17	2	2
0300ER-DQ2-CCS	Conoide Tidone-Luretta - confinato superiore	18	5	4
0310ER-DQ2-CCS	Conoide Nure - confinato superiore	18	0	0
0320ER-DQ2-CCS	Conoide Chiavenna - confinato superiore	19	0	0
0330ER-DQ2-CCS	Conoide Arda - confinato superiore	19	6	4
0340ER-DQ2-CCS	Conoide Stirone-Parola - confinato superiore	19	2	2
0350ER-DQ2-CCS	Conoide Taro - confinato superiore	20	8	8
0360ER-DQ2-CCS	Conoide Parma-Baganza - confinato superiore	20	4	4
0370ER-DQ2-CCS	Conoide Enza - confinato superiore	20	4	4
0380ER-DQ2-CCS	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore	21	4	3
0390ER-DQ2-CCS	Conoide Secchia - confinato superiore	22	11	11
0400ER-DQ2-CCS	Conoide Tiepido - confinato superiore	22	3	1
0410ER-DQ2-CCS	Conoide Panaro - confinato superiore	22	16	13
0420ER-DQ2-CCS	Conoide Samoggia - confinato superiore	23	2	1
0430ER-DQ2-CCS	Conoide Ghironda - confinato superiore	23	0	0
0440ER-DQ2-CCS	Conoide Reno-Lavino - confinato superiore	23	5	3
0450ER-DQ2-CCS	Conoide Aposa - confinato superiore	24	0	0
0460ER-DQ2-CCS	Conoide Savena - confinato superiore	24	4	1
0470ER-DQ2-CCS	Conoide Zena-Idice - confinato superiore	24	5	2
0480ER-DQ2-CCS	Conoide Quaderna - confinato superiore	24	2	1
0490ER-DQ2-CCS	Conoide Sillaro - confinato superiore	25	1	0
0500ER-DQ2-CCS	Conoide Sellustra - confinato superiore	25	0	0
0510ER-DQ2-CCS	Conoide Santerno - confinato superiore	25	4	4
0520ER-DQ2-CCS	Conoide Senio - confinato superiore	27	2	1
0530ER-DQ2-CCS	Conoide Lamone - confinato superiore	27	0	0
0540ER-DQ2-CCS	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore	28	6	4
0550ER-DQ2-CCS	Conoide Savio - confinato superiore	29	6	4
0560ER-DQ2-CCS	Conoide Pisciatello - confinato superiore	30	1	1
0570ER-DQ2-CCS	Conoide Rubicone - confinato superiore	30	1	1
0580ER-DQ2-CCS	Conoide Uso - confinato superiore	30	0	0
0590ER-DQ2-CCS	Conoide Marecchia - confinato superiore	31	18	17
0600ER-DQ2-CCS	Conoide Conca - confinato superiore	32	4	4
0610ER-DQ2-PACS	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	45	88	62
0620ER-DQ2-TPAPCS	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	46	28	16
0630ER-DQ2-PPCS	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	47	75	72
0640ER-DQ2-PCC	Pianura Alluvionale Costiera - confinato	48	26	26
2300ER-DQ2-CCI	Conoide Tidone-Luretta - confinato inferiore	33	1	1
2301ER-DQ2-CCI	Conoide Trebbia - confinato inferiore	33	3	3
2310ER-DQ2-CCI	Conoide Nure - confinato inferiore	33	0	0

Codice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Codice Raggruppamento Corpi idrici	N. stazioni totali	N. stazioni attribuite univocamente al corpo idrico
2340ER-DQ2-CCI	Conoide Stirone-Parola - confinato inferiore	34	1	1
2350ER-DQ2-CCI	Conoide Taro - confinato inferiore	34	0	0
2360ER-DQ2-CCI	Conoide Parma-Baganza - confinato inferiore	34	1	1
2370ER-DQ2-CCI	Conoide Enza - confinato inferiore	34	4	4
2380ER-DQ2-CCI	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore	35	4	4
2390ER-DQ2-CCI	Conoide Secchia - confinato inferiore	36	6	6
2400ER-DQ2-CCI	Conoide Tiepido - confinato inferiore	36	2	2
2410ER-DQ2-CCI	Conoide Panaro - confinato inferiore	36	0	0
2420ER-DQ2-CCI	Conoide Samoggia - confinato inferiore	37	3	3
2430ER-DQ2-CCI	Conoide Ghironda - confinato inferiore	37	1	1
2440ER-DQ2-CCI	Conoide Reno-Lavino - confinato inferiore	37	5	5
2450ER-DQ2-CCI	Conoide Aposa - confinato inferiore	38	0	0
2460ER-DQ2-CCI	Conoide Savena - confinato inferiore	38	2	2
2470ER-DQ2-CCI	Conoide Zena-Idice - confinato inferiore	38	5	5
2480ER-DQ2-CCI	Conoide Quaderna - confinato inferiore	38	0	0
2490ER-DQ2-CCI	Conoide Sillaro - confinato inferiore	39	2	2
2500ER-DQ2-CCI	Conoide Sellustra - confinato inferiore	39	3	3
2510ER-DQ2-CCI	Conoide Santerno - confinato inferiore	39	0	0
2520ER-DQ2-CCI	Conoide Senio - confinato inferiore	41	0	0
2530ER-DQ2-CCI	Conoide Lamone - confinato inferiore	41	1	1
2540ER-DQ2-CCI	Conoide Ronco-Montone - confinato inferiore	42	1	1
2550ER-DQ2-CCI	Conoide Savio - confinato inferiore	43	1	1
2590ER-DQ2-CCI	Conoide Marecchia - confinato inferiore	44	0	0
2700ER-DQ2-PACI	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	49	56	56

3.4 ELABORAZIONE DEI DATI PREGRESSI PER CIASCUN CORPO IDRICO SOTTERRANEO

Per ciascuno dei corpi idrici riportati in Tabella 3.4, caratterizzati da almeno una stazione di monitoraggio univocamente attribuibile al corpo idrico, è stata effettuata un'analisi statistica descrittiva di base. Sono state utilizzate le informazioni derivanti dalle attività di monitoraggio dei corpi idrici relative ad un intervallo temporale, che nei casi più esaustivi, va dal 1987 al 2008. In relazione ai dati disponibili è stato possibile effettuare questo tipo di analisi preliminare in riferimento a 65 dei 91 corpi idrici sotterranei di pianura.

In Allegato sono riportate 65 schede di sintesi, dove, per ciascun corpo idrico e per ciascuna delle specie chimiche elencate in Tabella 3.3, sono stati riportati il periodo di monitoraggio, il numero di campionamenti effettuati, il numero dei valori risultati inferiori e superiori al limite di quantificazione (LOQ) e il quantitativo di dati, rispetto al totale, risultati superiori al valore soglia stabilito dalla normativa. Vengono indicati inoltre, per ciascuna specie chimica, i valori di concentrazione minimo e massimo rilevati e il valore mediano.

Ai parametri elencati in Tabella 3.3 sono stati aggiunti, nelle elaborazioni delle schede in Allegato, anche ferro, manganese, zinco, nitriti e nitrati, al fine di evidenziare sia i processi di tipo geochimico caratteristici di alcuni acquiferi (presenza di Fe e Mn), sia i segnali di compromissione dello stato chimico non di origine naturale ma attribuibili a pressioni antropiche (presenza di nitrati).

In Tabella 3.5 si riporta una sintesi del lavoro presentato nelle schede dell'Allegato. Sono evidenziate le percentuali di superamento dei valori soglia di normativa delle specie chimiche in esame. Si è scelto di considerare critiche, per l'attribuzione di stato chimico buono del corpo idrico sotterraneo, le specie risultate caratterizzate da percentuali di superamento uguali o superiori al 5%. La Tabella 3.5 riporta, inoltre, il numero e la tipologia di criticità riscontrate in ciascun corpo idrico. Il riferimento normativo è dato dai valori soglia indicati dal D. Lgs. 30/09. Nel valutare il numero delle criticità, come indicato in precedenza, non sono stati presi in considerazione Fe, Mn, nitriti e nitrati.

Tabella 3.5: Numero e tipologia di criticità per il buono stato chimico

Codice corpo idrico	Ferro	Manganese	Arsenico	Cadmio	Cromo totale	Cromo VI	Nichel	Piombo	Zinco	Boro	Fluoruri	Cloruri	Solfati	Ione ammonio	Nitriti	Nitrati	Parametri critici di Tabella 3.3
	% (numero determinazioni superiori al valore soglia / numero totale determinazioni)																
0020ER-DQ1-CL	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0030ER-DQ1-CL	9.8	9.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0
0040ER-DQ1-CL	2.5	1.6	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	13.7	1
0060ER-DQ1-CL	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0
0070ER-DQ1-CL	12.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	12.4	0
0080ER-DQ1-CL	9.3	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	26.8	0
0090ER-DQ1-CL	18.5	14.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	7.2	0
0120ER-DQ1-CL	24.8	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.7	25.4	0.0	0.7	29.1	0.0	0.7	7.9	2
0140ER-DQ1-CL	12.7	6.4	0.3	1.1	0.0	0.0	1.1	1.0	2.1	0.8	0.0	0.0	0.0	2.5	3.5	30.8	0
0150ER-DQ1-CL	22.7	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2
0160ER-DQ1-CL	30.8	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.1	1.0	0.0	5.6	3.7	10.5	0.0	0.0	2
0170ER-DQ1-CL	6.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	3.0	0.0	62.9	1
0210ER-DQ1-CL	50.0	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0	1
0220ER-DQ1-CL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.1	0
0230ER-DQ1-CL	16.1	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	21.4	1
0260ER-DQ1-CL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1
0270ER-DQ1-CL	41.2	15.7	0.0	0.0	2.0	0.0	2.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	0.0	3.9	82.4	2
0280ER-DQ1-CL	2.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	0
0290ER-DQ1-CL	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	4.2	0.0	2.0	8.0	0.0	0.0	24.0	1
0300ER-DQ2-CCS	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0
0330ER-DQ2-CCS	25.5	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	17.1	0
0340ER-DQ2-CCS	75.7	81.6	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.7	0.0	0.0	0.0	2
0350ER-DQ2-CCS	5.5	9.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	0
0360ER-DQ2-CCS	26.3	3.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0
0370ER-DQ2-CCS	6.3	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0380ER-DQ2-CCS	95.6	93.7	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	3.3	0.0	0.0	0.0	18.8	1.0	0.0	1.0	1
0390ER-DQ2-CCS	17.5	25.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	1.8	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	8.8	0
0400ER-DQ2-CCS	0.0	91.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	0
0410ER-DQ2-CCS	27.5	39.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	23.1	0.0	0.0	21.1	1
0420ER-DQ2-CCS	100.0	81.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	4.8	0.0	0.0	2
0440ER-DQ2-CCS	60.9	90.0	1.9	0.0	0.0	0.0	3.6	6.9	5.1	0.0	0.0	0.0	52.3	0.0	0.0	0.0	3
0460ER-DQ2-CCS	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	0.0	0.0	0.0	1
0470ER-DQ2-CCS	89.2	86.1	3.3	0.0	0.0	0.0	3.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	0.0	0.0	0.0	1
0480ER-DQ2-CCS	87.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	75.0	0.0	0.0	0.0	2
0510ER-DQ2-CCS	26.7	54.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	1.7	0.9	0.0	0.0	0
0520ER-DQ2-CCS	2.5	90.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.6	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0540ER-DQ2-CCS	20.6	24.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.0	0.0	0.0	1.0	15.5	0.0	16.8	0.0	40.8	2
0550ER-DQ2-CCS	97.5	98.4	14.4	0.0	0.0	0.0	1.8	2.7	0.0	0.0	7.6	0.0	89.3	0.0	0.0	0.0	3
0560ER-DQ2-CCS	94.1	94.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	94.1	0.0	0.0	0.0	1
0570ER-DQ2-CCS	84.6	92.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	2
0590ER-DQ2-CCS	13.6	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	3.5	0.0	0.8	10.5	0.0	8.4	1	
0600ER-DQ2-CCS	3.8	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	2.6	0.8	13.1	0.0	0.0	0.0	0.8	1
0610ER-DQ2-PACS	88.1	66.6	20.7	0.0	0.0	0.0	0.2	3.1	2.0	9.9	1.8	0.8	1.5	81.4	1.2	5.6	3
0620ER-DQ2-TPAPCS	95.6	74.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.5	3.2	1.5	40.0	2.8	2.3	0.4	95.5	0.8	0.0	3
0630ER-DQ2-PPCS	86.0	84.0	6.0	0.1	0.0	0.0	1.1	1.8	0.9	3.4	0.2	4.4	0.5	62.5	0.5	0.3	2
0640ER-DQ2-PCC	93.3	53.3	27.3	0.5	0.0	0.0	1.5	5.4	5.9	36.7	2.0	54.1	0.3	98.7	0.7	0.0	6
2300ER-DQ2-CCI	5.1	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2301ER-DQ2-CCI	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2340ER-DQ2-CCI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2360ER-DQ2-CCI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.1	0
2370ER-DQ2-CCI	26.9	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	0.0	0.0	1
2380ER-DQ2-CCI	46.5	32.0	6.2	0.0	0.0	0.0	9.1	1.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	20.0	3
2390ER-DQ2-CCI	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	5.3	0	
2400ER-DQ2-CCI	53.7	53.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	10.8	0.0	0.0	0.0	14.9	3.0	41.8	2
2420ER-DQ2-CCI	52.8	47.1	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	32.1	0.0	40.0	2
2430ER-DQ2-CCI	55.0	78.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	2
2440ER-DQ2-CCI	48.6	63.4	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	4.0	0.0	0.0	0.0	0.7	42.6	0.8	0.0	2
2460ER-DQ2-CCI	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2470ER-DQ2-CCI	27.4	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	2.4	10.2	1
2490ER-DQ2-CCI	67.3	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	21.8	1
2500ER-DQ2-CCI	13.3	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0
2530ER-DQ2-CCI	78.6	92.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	1
2540ER-DQ2-CCI	78.3	100.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	43.5	4.3	39.1	0.0	0.0	3
2550ER-DQ2-CCI	14.3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2
2700ER-DQ2-PACI	84.8	51.7	9.3	0.1	0.0	0.0	0.6	2.5	0.5	13.9	0.8	11.4	0.0	78.6	0.5	0.6	4

Legenda <1% 1%-5% 5%-10% =>10%

4. Metodologie per l'individuazione dei valori soglia delle specie chimiche di origine naturale nelle acque sotterranee

La stima delle concentrazioni naturali di fondo di specie chimiche presenti nei corpi idrici sotterranei ha assunto un'importanza crescente a seguito dell'emanazione della direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. L'articolo 17 di tale direttiva, sinteticamente indicata come EU WFD (Water Framework Directive), sottolinea la necessità di prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee ed al tempo stesso di individuare opportune misure volte a conseguire o ripristinare un "buono stato chimico delle acque sotterranee". Le modalità ed i criteri con cui raggiungere tali obiettivi vengono stabiliti dalla direttiva 2006/118/CE, indicata sinteticamente come GWDD (GroundWater Daughter Directive), riguardante la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Tale direttiva è stata recepita dall'Italia con il decreto legislativo n. 30 del 16 marzo 2009 che aggiorna ed integra i contenuti del precedente decreto legislativo 152/99 per quanto concerne le misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento ed il depauperamento delle acque sotterranee.

La WFD stabilisce, inoltre, l'obbligo, per gli Stati Membri, di individuare le tendenze significative e durature all'aumento delle concentrazioni di specie contaminanti, in modo da stabilire i punti di partenza per l'inversione di tali tendenze. In questo contesto si inserisce la stima dei livelli di fondo naturale (Natural Background Levels – NBLs) e la successiva determinazione dei valori soglia (Threshold Values – TVs) delle specie chimiche ritenute di particolare interesse, anche perché la GWDD riconosce che i corpi idrici caratterizzati dalla presenza di alte concentrazioni naturali di determinate specie chimiche non possono essere associati ad uno stato chimico *scarso* solo per questa ragione.

Nell'ambito della GWDD la concentrazione di fondo viene definita come "la concentrazione di una sostanza o il valore di un indicatore in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche, o alla presenza di alterazioni estremamente limitate, rispetto a condizioni inalterate". Tale definizione è molto simile a quella fornita dall'U.S. Geological Survey (USGS) che definisce, nel suo glossario, la concentrazione di fondo come "la concentrazione di una sostanza in un particolare ambiente indicativa della presenza di una minima influenza da parte di una qualche sorgente antropica". Il valore soglia (TV) viene, invece, indicato come lo standard di qualità ambientale delle acque sotterranee stabilito sulla base del valore di fondo naturale (D. Lsg. 30/09).

La stima dei valori di fondo naturale può essere effettuata utilizzando diverse metodologie la cui applicabilità è sostanzialmente legata alla capacità di inglobare i processi fisici significativi, alla tipologia, numerosità e qualità di dati disponibili e all'obiettivo che si intende raggiungere. Tra le diverse metodiche possono essere citate, ad esempio: (a) la modellazione matematica (eventualmente condotta su scale multiple di risoluzione) dei processi fisico-chimici che avvengono nel sottosuolo, che dovrebbe includere una quantificazione delle incertezze associate all'impossibilità di descrivere e/o identificare completamente i fenomeni fisici di base e/o i parametri ad essi associati (Bear, 1979); (b) metodi basati sull'utilizzo di specie chimiche indicatrici di influenza antropica (Edmunds and Shand, 2008); (c) metodi statistici globali, che analizzano la distribuzione e le statistiche di base di concentrazioni monitorate nel tempo e nello spazio (Preziosi et al., 2009).

Nell'ambito dei metodi statistici di tipo globale rientra la procedura proposta dal Progetto BRIDGE (*Background cRiteria for the IDentification of Groundwater thrEsholds*) (2007) finanziato dalla Commissione Europea (FP6 – Integrating and strengthening the European Research Area, Priority 8 – Policy support and anticipating scientific and technological needs) con lo scopo di fornire agli stati membri linee guida per lo sviluppo di un'azione strategica comune per la stima delle NBLs. Obiettivo principale del progetto indicato è stato la definizione di una procedura applicabile anche in situazioni in cui la tipologia ed il numero di

dati disponibili non fosse in grado di condurre ad una appropriata quantificazione del livello di affidabilità associato a più sofisticati metodi di modellazione idrogeochimica (Muller et al., 2006).

Le concentrazioni di fondo naturale sono da considerarsi il risultato dei processi di interazione acqua-roccia, dei processi chimici e biologici che si esplicano in zona satura ed insatura, dell'interazione con gli altri corpi idrici, del tempo di residenza dei soluti, della variazione dei percorsi di flusso, nonché degli effetti climatici sul sistema idrico sotterraneo. Per questo motivo, ogni corpo idrico sotterraneo è caratterizzato da una propria composizione chimica naturale che può presentare eterogeneità spazio-temporali anche rilevanti (Edmunds et al., 2003; Wendland et al., 2005; Panno et al., 2006; European Commission, 2009). Inoltre, poiché per effetto dei fenomeni sopracitati la variazione spaziale del livello di concentrazione di fondo di una specifica specie chimica presente nelle acque sotterranee può essere molto elevata, da un punto di vista pratico può essere conveniente definire un intervallo di valori anziché un singolo valore medio o un unico valore assoluto (Reimann and Garret, 2005; Edmunds et al., 2003; Hinsby et al., 2006). In questo contesto, la normativa Europea (GWDD) richiede agli Stati Membri di stabilire un unico valore soglia all'interno di ciascun corpo idrico individuato nell'ambito del territorio di competenza e in relazione a ciascuna specie chimica per la quale si ritenga necessaria la distinzione delle concentrazioni di origine naturale dal contributo attribuibile ad influenza antropica.

Tra i diversi approcci metodologici utilizzabili per la stima del livello di fondo naturale nelle acque sotterranee, Edmunds et al. (2003), Wendland et al. (2005), Walter (2008) e Panno et al. (2006) propongono l'impiego di analisi di tipo statistico. Queste sono essenzialmente basate sull'idea che la distribuzione campionaria delle osservazioni disponibili possa essere decomposta in contributi di origine naturale e/o antropica. Per loro natura, tali metodiche non consentono di valutare in maniera esplicita l'influenza di processi fisico-chimici (e.g., variazioni del potenziale redox e del pH, adsorbimento, saturazione, dissoluzione, precipitazione) sulla distribuzione delle concentrazioni delle specie considerate nel sistema sotterraneo in esame.

Nel progetto di ricerca europeo BRIDGE (2007) sono proposte due metodologie finalizzate all'individuazione delle concentrazioni di fondo naturale (NBLs):

- Separazione delle componenti;
- Pre-selezione.

La prima metodologia deriva dalle risultanze del progetto LAWA (2002 – 2004) finanziato dal Ministero dell'Ambiente in Germania. La seconda metodologia, invece, è una procedura semplificata rispetto alla precedente e proposta nell'ambito del progetto BRIDGE. Gli Autori suggeriscono di utilizzare il metodo di separazione delle componenti nei casi in cui la conoscenza delle caratteristiche idrochimiche del corpo idrico possa essere ritenuta buona, preferendo il metodo di pre-selezione nei casi in cui tale conoscenza sia da considerarsi di livello mediocre.

4.1 SEPARAZIONE DELLE COMPONENTI

Il metodo della separazione delle componenti, come precedentemente accennato, è stato sviluppato nell'ambito del progetto LAWA (Working Group of the Federal States on Water Problems) finanziato dal Ministero dell'Ambiente Tedesco ed inizialmente applicato ad unità idrogeologiche della Germania (LAWA Project – Kunkel et al., 2002 – 2004).

La metodologia si basa sull'idea che la concentrazione di una specie chimica presente nelle acque sotterranee sia dovuta alla combinazione di componenti di origine naturale ed antropica (laddove quest'ultima esista). La componente naturale è legata essenzialmente alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero ed ai processi di interazione acqua-matrice

solida. La componente antropica è da attribuirsi agli effetti prodotti da attività svolte dall'uomo. Il metodo si propone di separare il contributo naturale da quello antropogenico attraverso una analisi statistica del campione delle concentrazioni rilevate.

Secondo l'approccio tipicamente proposto, la serie temporale di valori di concentrazione della specie chimica in esame osservati in corrispondenza di ciascun punto di monitoraggio viene dapprima ridotta ad un unico valore rappresentato dalla mediana. Questa operazione conduce ad una descrizione del comportamento medio del sistema corpo idrico, poiché la riduzione ad un solo dato della serie temporale associata a ciascun pozzo non conserva il riferimento all'evoluzione temporale delle concentrazioni. Viene ricostruita la distribuzione di frequenza dei valori di concentrazione così ottenuti e successivamente interpretati mediante una miscela di distribuzioni di frequenza:

$$f_{oss}(c) = f_{nat}(c) + f_{inf}(c) \quad (1)$$

dove c indica la concentrazione della specie in esame, $f_{oss}(c)$ sono le frequenze osservate e $f_{nat}(c)$ e $f_{inf}(c)$ sono le distribuzioni di frequenza associate rispettivamente alla componente naturale ed antropica. Nell'ipotesi che la concentrazione misurata sia determinata dalla sovrapposizione di cause naturali ed antropiche, la funzione di distribuzione che meglio si adatta alle frequenze osservate può essere interpretata come una miscela di due funzioni di densità di probabilità (*pdf*), con un diverso peso. Secondo gli Autori, queste sono rispettivamente descritte da una distribuzione Log-Normale e da una distribuzione Normale, secondo la formulazione:

$$f_{oss}(c) = k \cdot \left\{ \frac{A}{\sigma_{nat} \sqrt{2\pi} c} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma_{nat}^2}(\ln c - \ln \mu_{nat})^2} + \frac{(1-A)}{\sigma_{inf} \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma_{inf}^2}(c - \mu_{inf})^2} \right\} \quad (2)$$

L'espressione precedente può essere riscritta nella forma

$$f_{som}(c) \equiv f_{oss}(c) = k \cdot A \cdot p_{LN} + k \cdot (1-A) \cdot p_N \quad (3)$$

dove:

p_{LN} è la funzione densità di probabilità Log-Normale in (2), cui corrisponde

$$f_{nat}(c) = k \cdot A \cdot p_{LN} \quad (4)$$

dove p_N è funzione densità di probabilità Normale in (2), cui corrisponde

$$f_{inf}(c) = k \cdot (1-A) \cdot p_N \quad (5)$$

Nelle espressioni precedenti, $f_{som}(c)$ indica la distribuzione di frequenze caratterizzata dal miglior adattamento alle frequenze relative osservate; k è l'ampiezza media delle classi di concentrazione utilizzate per il calcolo delle frequenze relative; A è la percentuale della componente naturale presente che contribuisce alla f_{oss} ; μ_{nat} e μ_{inf} sono rispettivamente la mediana delle distribuzioni naturale ed influenzata e σ_{nat} e σ_{inf} sono le associate deviazioni standard.

Il modello è caratterizzato da 5 parametri, A , μ_{nat} , σ_{nat} , μ_{inf} , σ_{inf} . Questi sono tipicamente stimati mediante una procedura di calibrazione effettuata imponendo un opportuno criterio di ottimizzazione, comunemente rappresentato dalla minimizzazione della somma del quadrato degli scarti tra la distribuzione (2) ed i valori di frequenza osservati.

Individuato il valore dei parametri che fornisce il miglior adattamento secondo il criterio di ottimizzazione scelto, il valore di concentrazione corrispondente al fondo naturale (NBL) è

ottenuto considerando il 10° ed il 90° percentile della componente Log-Normale (si ricorda che questa rappresenta il solo effetto naturale, depurato dal fattore antropogenico).

La metodologia proposta da Wendland et al. (2005) ammette la possibilità che concentrazioni negative possano essere associate ad una probabilità di occorrenza nel sistema. È opportuno, quindi, introdurre nella precedente equazione (2) un fattore troncamento, secondo la formulazione:

$$f_{oss}(c) = k \cdot \left\{ \frac{A}{\sigma_{nat} \sqrt{2\pi} c} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma_{nat}^2}(\ln c - \ln \mu_{nat})^2} + \frac{(1-A) \cdot t_N}{\sigma_{inf} \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma_{inf}^2}(c - \mu_{inf})^2} \right\} \quad (6)$$

in cui t_N è il parametro di troncamento della distribuzione Normale. In particolare, l'introduzione di un troncamento inferiore in corrispondenza di un valore nullo di concentrazione risulta in $t_N = 0.5$. Il modello così formulato è sempre caratterizzato da 5 parametri da identificare mediante calibrazione, *i.e.*, A , μ_{nat} , σ_{nat} , μ_{inf} , σ_{inf} .

Si ricorda che per una generica funzione di densità di probabilità, $p(c)$, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(c) dc = 1 \quad (7)$$

Affinchè tale condizione sia soddisfatta e considerando le (4) e (5) che definiscono rispettivamente f_{nat} e f_{inf} si ha che:

$$\frac{1}{kA} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{nat}(c) dc = 1 \quad (8)$$

$$\frac{1}{k \cdot (1-A)} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{inf}(c) dc = 1 \quad (9)$$

Considerando, inoltre, che:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_{som}(c) dc = A \frac{1}{kA} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{nat}(c) dc + (1-A) \frac{1}{k(1-A)} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} f_{inf}(c) dc = 1 \quad (10)$$

da cui, semplificando, segue che:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_{som}(c) dc = \frac{1}{k} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{nat}(c) dc + \frac{1}{k} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} f_{inf}(c) dc = 1 \quad (11)$$

Considerando (4) e (5), si ottiene:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_{som}(c) dc = A \int_{-\infty}^{+\infty} p_{LN}(c) dc + (1-A) \int_{-\infty}^{+\infty} p_N(c) dc = 1 \quad (12)$$

che garantisce il soddisfacimento della (7).

Nel caso in cui si introduca il fattore di troncamento inferiore (in corrispondenza di $c = 0$) nella distribuzione Normale, si nota che:

$$\frac{1}{k \cdot t_N \cdot (1-A)} \int_0^{\infty} f_{\text{inf}}(c) \, dc = 1 \quad (13)$$

Questo conduce all'espressione seguente:

$$\int_0^{\infty} f_{\text{som}}(c) \, dc = A \frac{1}{k \cdot A} \int_0^{\infty} f_{\text{nat}}(c) \, dc + (1-A) \frac{1}{k \cdot t_N (1-A)} \cdot \int_0^{\infty} f_{\text{inf}}(c) \, dc = 1 \quad (14)$$

da cui, semplificando, segue che

$$\int_0^{\infty} f_{\text{som}}(c) \, dc = \frac{1}{k} \int_0^{\infty} f_{\text{nat}}(c) \, dc + \frac{1}{k \cdot t_N} \cdot \int_0^{\infty} f_{\text{inf}}(c) \, dc = 1 \quad (15)$$

Considerando la (4) e che la (5) si può riscrivere come:

$$f_{\text{inf}}(c) = k \cdot t_N \cdot (1-A) \cdot p_N \quad (16)$$

sostituendo nella (15) si ottiene la (17), che garantisce il soddisfacimento della (7).

$$\int_0^{+\infty} f_{\text{som}}(c) \, dc = A \int_0^{+\infty} p_{LN}(c) \, dc + (1-A) \int_0^{+\infty} p_N(c) \, dc = 1 \quad (17)$$

4.2 PRE-SELEZIONE

Il metodo viene proposto dagli Autori come una procedura semplificata alla quale ricorrere nei casi in cui la conoscenza delle caratteristiche idrochimiche sia da considerarsi mediocre e, conseguentemente, l'insieme dei dati disponibili non consenta analisi definite come più sofisticate. La metodologia consiste nel selezionare, all'interno dell'insieme di dati disponibili, i campioni che, soddisfacendo determinati criteri, possono essere considerati non affetti da influenza antropica. In corrispondenza di ciascun punto di controllo viene calcolata la mediana delle concentrazioni selezionate della specie chimica in esame. Il 90° percentile di tali valori corrisponde al NBL.

In particolare, i campioni vengono esclusi sulla base della concentrazione di alcune specie considerate indicatrici di influenza antropica. Fra i criteri proposti si indicano i seguenti:

1. concentrazione di cloruri > 1000 mg/L;
2. concentrazione di nitrati > 10 mg/L;
3. concentrazione ione ammonio > 0.5 mg/L.

Nelle applicazioni di seguito riportate, relative ai corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna, si è considerato che lo ione ammonio e i cloruri non rientrino tra i parametri indicatori di influenza antropica. La scelta è motivata dal fatto che l'analisi dei carotaggi effettuati sui suoli dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza la presenza di paleo-torbe indecomposte la cui entità è variabile con la profondità. Questo determina il riscontro di significative concentrazioni di ione ammonio, superiori al limite di normativa, attribuibili, nello specifico contesto in esame, a cause naturali. Allo stesso modo, la presenza in profondità di acque fossili di origine marina, o di minerali tipici di formazioni evaporitiche, possono spiegare la presenza naturale di cloruri anche a concentrazioni elevate.

4.3 INDIVIDUAZIONE DEI VALORI SOGLIA

Il metodo proposto (Muller et al. 2006) stima il valore soglia (TV), per ciascuna specie chimica in esame, confrontando il NBL con lo standard di riferimento del corpo idrico recettore (REF).

In generale, come appropriati valori di riferimento (REF) si utilizzano le norme per la potabilità delle acque (DWS – Drinking Water Standard) e gli standard di qualità ambientale (EQS – Environmental Quality Standard). Vengono individuate le seguenti casistiche:

- se $NBL < REF \Rightarrow TV = (REF + NBL) / 2$

- se $NBL \geq REF \Rightarrow TV = NBL$

Nel presente lavoro verranno considerati quali valori di riferimento (REF), per ciascuna specie chimica considerata, le concentrazioni fissate dal D. Lgs. 30/09.

5. Applicazione preliminare delle metodologie statistiche globali per la stima dei valori soglia in alcuni corpi idrici

5.1 CRITERI PER INDIVIDUARE I CORPI IDRICI SUI QUALI APPLICARE LE METODOLOGIE STATISTICHE GLOBALI

Dei 91 corpi idrici sotterranei di pianura, elencati in Tabella 3.4, solo 65 dispongono di dati di monitoraggio pregressi al 2008 e univocamente attribuiti ai singoli corpi idrici. In Tabella 3.5, per ciascun corpo idrico, sono state individuate e pesate (% dei superamenti il valore soglia rispetto il totale delle determinazioni analitiche) le specie chimiche ritenute critiche per il buono stato chimico, desunte dalle informazioni elaborate e riportate nel dettaglio nelle schede in Allegato.

L'applicazione della metodologia statistica di Separazione delle Componenti presuppone, come già visto nel capitolo precedente, una buona conoscenza e consistenza delle informazioni ambientali dei corpi idrici sui quali applicare la metodologia. Al contrario, la metodologia non può essere applicata ai corpi idrici per i quali le informazioni ambientali risultano limitate. La metodologia statistica di Pre-selezione, pur essendo meno robusta come metodica, per il fatto che prevede di individuare dati/stazioni da escludere dall'elaborazione, può essere applicata anche ai corpi idrici dei quali si dispone di poche informazioni, anche se va precisato che per ottenere risultati significativi occorre disporre di un numero minimo di dati.

Pertanto risulta in generale possibile applicare, sui medesimi corpi idrici, le due metodologie al fine di verificare l'applicabilità ai corpi idrici dell'Emilia-Romagna e alle specie chimiche in essi contenute e infine confrontare gli esiti per analizzare le eventuali differenze sui risultati prodotti dalle due metodologie, purché vi sia un numero significativo di dati per poter applicare anche la separazione delle componenti (SC).

Il numero di informazioni disponibili per ciascun corpo idrico dipende dal numero di stazioni di monitoraggio ad esso associate univocamente (vedi Tabella 3.4) e dalla frequenza di monitoraggio. La densità delle stazioni di monitoraggio per unità di superficie e la frequenza di monitoraggio sono in generale funzione diretta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici e dall'entità delle pressioni antropiche che insistono sui corpi idrici medesimi. In Tabella 5.1 sono riportate le estensioni areali dei corpi idrici liberi e confinati superiori, mentre in Tabella 5.2 quelle dei corpi idrici confinati inferiori. I primi hanno un grado maggiore di vulnerabilità intrinseca, in particolare le conoidi alluvionali (porzioni libere e confinate), e maggiori pressioni antropiche e relativi impatti rispetto i corpi idrici confinati inferiori. Gli impatti sono sintetizzati nelle tabelle dall'indicazione di presenza di nitrati quando assume un valore >5% in Tabella 3.5. Ne consegue che, pur essendo la densità delle stazioni di monitoraggio più elevata nelle conoidi piuttosto che nelle pianure alluvionali, queste ultime, sia superiori che inferiori, risultano avere un numero più elevato di informazioni in quanto presentano una elevata estensione areale, che in percentuale raggiunge il valore massimo del 26% tra i confinati superiori (Pianura Alluvionale Appenninica) e l'80% tra i confinati inferiori (Pianura Alluvionale).

La metodologia di Separazione delle Componenti risulta quindi applicabile prevalentemente ai corpi idrici di Pianura Alluvionale, che risultano essere molto estesi arealmente (Tabella 5.3; Figura 5.1), mentre ai corpi idrici di Conoide Alluvionale, che sono poco estesi arealmente, si potrà eventualmente applicare la sola metodologia di Pre-selezione. Le specie chimiche per le quali procedere all'individuazione dei valori di fondo naturale e relativi valori soglia sono indicate nelle Tabelle 5.1 e 5.2 relativamente a ciascun corpo idrico.

Tabella 5.1: Estensione areale dei corpi idrici liberi e confinati superiori con indicata la presenza di informazioni pregresse e criticità per il buono stato chimico come da Tabella 3.5.

Codice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Superficie (km ²)	Superficie rispetto il totale (%)	Criticità per il buono stato chimico (Tabella 3.5)	Presenza Nitrati (Tabella 3.5)
0010ER-DQ1-CL	Conoide Tidone - libero	25.1	0.2	no dati	no dati
0020ER-DQ1-CL	Conoide Luretta - libero	15.9	0.1	nessuna	No
0030ER-DQ1-CL	Conoide Trebbia - libero	167.1	1.5	nessuna	No
0040ER-DQ1-CL	Conoide Nure - libero	138.3	1.2	Cromo VI	Si
0050ER-DQ1-CL	Conoide Arda - libero	21.7	0.2	no dati	no dati
0060ER-DQ1-CL	Conoide Stirone-Parola - libero	13.7	0.1	nessuna	Si
0070ER-DQ1-CL	Conoide Taro - libero	174.1	1.6	nessuna	Si
0080ER-DQ1-CL	Conoide Parma-Baganza - libero	157.4	1.4	nessuna	Si
0090ER-DQ1-CL	Conoide Enza - libero	110.7	1.0	nessuna	Si
0100ER-DQ1-CL	Conoide Crostolo - libero	11.3	0.1	no dati	no dati
0110ER-DQ1-CL	Conoide Tresinaro - libero	8.1	0.1	no dati	no dati
0120ER-DQ1-CL	Conoide Secchia - libero	85.9	0.8	Solfati, Boro	Si
0130ER-DQ1-CL	Conoide Tiepido - libero	23.4	0.2	no dati	no dati
0140ER-DQ1-CL	Conoide Panaro - libero	61.8	0.6	nessuna	Si
0150ER-DQ1-CL	Conoide Samoggia - libero	9.6	0.1	Nichel, Zinco	No
0160ER-DQ1-CL	Conoide Reno-Lavino - libero	35.4	0.3	Ione Ammonio, Cloruri	No
0170ER-DQ1-CL	Conoide Savena - libero	5.6	0.1	Solfati	Si
0180ER-DQ1-CL	Conoide Zena - libero	1.6	0.0	no dati	no dati
0190ER-DQ1-CL	Conoide Idice - libero	5.5	0.0	no dati	no dati
0200ER-DQ1-CL	Conoide Sillaro - libero	8.1	0.1	no dati	no dati
0210ER-DQ1-CL	Conoide Santerno - libero	26.5	0.2	Solfati	No
0220ER-DQ1-CL	Conoide Senio - libero	11.2	0.1	nessuna	Si
0230ER-DQ1-CL	Conoide Lamone - libero	18.9	0.2	Nichel	Si
0240ER-DQ1-CL	Conoide Montone - libero	8.4	0.1	no dati	no dati
0250ER-DQ1-CL	Conoide Rabbi - libero	7.7	0.1	no dati	no dati
0260ER-DQ1-CL	Conoide Ronco - libero	19.3	0.2	Piombo	Si
0270ER-DQ1-CL	Conoide Savio - libero	21.5	0.2	Solfati, Piombo	Si
0280ER-DQ1-CL	Conoide Marecchia - libero	40.4	0.4	nessuna	Si
0290ER-DQ1-CL	Conoide Conca - libero	21.9	0.2	Solfati	Si
0300ER-DQ2-CCS	Conoide Tidone-Luretta - confinato superiore	75.0	0.7	nessuna	Si
0310ER-DQ2-CCS	Conoide Nure - confinato superiore	9.5	0.1	no dati	no dati
0320ER-DQ2-CCS	Conoide Chiavenna - confinato superiore	50.1	0.4	no dati	no dati
0330ER-DQ2-CCS	Conoide Arda - confinato superiore	89.6	0.8	nessuna	Si
0340ER-DQ2-CCS	Conoide Stirone-Parola - confinato superiore	108.0	1.0	Ione Ammonio, Arsenico	No
0350ER-DQ2-CCS	Conoide Taro - confinato superiore	100.2	0.9	nessuna	No
0360ER-DQ2-CCS	Conoide Parma-Baganza - confinato superiore	51.9	0.5	nessuna	No
0370ER-DQ2-CCS	Conoide Enza - confinato superiore	66.1	0.6	nessuna	No
0380ER-DQ2-CCS	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore	95.6	0.9	Ione Ammonio	No
0390ER-DQ2-CCS	Conoide Secchia - confinato superiore	183.9	1.6	nessuna	Si
0400ER-DQ2-CCS	Conoide Tiepido - confinato superiore	52.5	0.5	nessuna	Si
0410ER-DQ2-CCS	Conoide Panaro - confinato superiore	185.7	1.7	Ione Ammonio	Si
0420ER-DQ2-CCS	Conoide Samoggia - confinato superiore	43.6	0.4	Ione Ammonio, Piombo	No
0430ER-DQ2-CCS	Conoide Ghironda - confinato superiore	10.8	0.1	no dati	no dati
0440ER-DQ2-CCS	Conoide Reno-Lavino - confinato superiore	107.7	1.0	Ione Ammonio, Piombo, Zinco	No
0450ER-DQ2-CCS	Conoide Aposa - confinato superiore	7.5	0.1	no dati	no dati
0460ER-DQ2-CCS	Conoide Savena - confinato superiore	36.2	0.3	Ione Ammonio	No
0470ER-DQ2-CCS	Conoide Zena-Idice - confinato superiore	115.9	1.0	Ione Ammonio	No
0480ER-DQ2-CCS	Conoide Quaderna - confinato superiore	32.0	0.3	Solfati, Ione Ammonio	No
0490ER-DQ2-CCS	Conoide Sillaro - confinato superiore	77.9	0.7	no dati	no dati
0500ER-DQ2-CCS	Conoide Sellustra - confinato superiore	13.0	0.1	no dati	no dati
0510ER-DQ2-CCS	Conoide Santerno - confinato superiore	82.0	0.7	nessuna	No
0520ER-DQ2-CCS	Conoide Senio - confinato superiore	19.2	0.2	nessuna	No
0530ER-DQ2-CCS	Conoide Lamone - confinato superiore	43.2	0.4	no dati	no dati
0540ER-DQ2-CCS	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore	85.0	0.8	Ione Ammonio, Cloruri	Si
0550ER-DQ2-CCS	Conoide Savio - confinato superiore	83.4	0.7	Ione Ammonio, Arsenico, Fluoruri	No
0560ER-DQ2-CCS	Conoide Pisciatello - confinato superiore	21.7	0.2	Ione Ammonio	No
0570ER-DQ2-CCS	Conoide Rubicone - confinato superiore	14.2	0.1	Ione Ammonio, Nichel	No
0580ER-DQ2-CCS	Conoide Uso - confinato superiore	12.0	0.1	no dati	no dati
0590ER-DQ2-CCS	Conoide Marecchia - confinato superiore	83.2	0.7	Ione Ammonio	Si
0600ER-DQ2-CCS	Conoide Conca - confinato superiore	20.0	0.2	Cloruri	No
0610ER-DQ2-PACS	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	2928.3	26.2	Ione Ammonio, Arsenico, Boro	Si
0620ER-DQ2-TPAPCS	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	1332.7	11.9	Ione Ammonio, Boro, Arsenico	No
0630ER-DQ2-PPCS	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	1995.8	17.9	Ione Ammonio, Arsenico	No
0640ER-DQ2-PCC	Pianura Alluvionale Costiera - confinato	1676.8	15.0	Ione Ammonio, Cloruri, Boro, Arsenico, Zinco, Piombo	No
Totale	64 corpi idrici	11166	100		

Tabella 5.2: Estensione areale dei corpi idrici confinati inferiori con indicata la presenza di informazioni pregresse e criticità per il buono stato chimico come da Tabella 3.5.

Codice Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Superficie (km ²)	Superficie rispetto il totale (%)	Criticità per il buono stato chimico (Tabella 3.5)	Presenza Nitrati (Tabella 3.5)
2301ER-DQ2-CCI	Conoide Trebbia - confinato inferiore	102.0	1.2	nessuna	No
2310ER-DQ2-CCI	Conoide Nure - confinato inferiore	95.9	1.1	no dati	no dati
2340ER-DQ2-CCI	Conoide Stirone-Parola - confinato inferiore	7.7	0.1	nessuna	No
2350ER-DQ2-CCI	Conoide Taro - confinato inferiore	99.7	1.2	no dati	no dati
2360ER-DQ2-CCI	Conoide Parma-Baganza - confinato inferiore	136.8	1.6	nessuna	Si
2370ER-DQ2-CCI	Conoide Enza - confinato inferiore	136.7	1.6	Ione Ammonio	No
2380ER-DQ2-CCI	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore	115.7	1.3	Ione Ammonio, Nichel, Arsenico	Si
2390ER-DQ2-CCI	Conoide Secchia - confinato inferiore	154.5	1.8	nessuna	Si
2400ER-DQ2-CCI	Conoide Tiepido - confinato inferiore	75.7	0.9	Ione Ammonio, Boro	Si
2410ER-DQ2-CCI	Conoide Panaro - confinato inferiore	137.1	1.6	no dati	no dati
2420ER-DQ2-CCI	Conoide Samoggia - confinato inferiore	43.4	0.5	Ione Ammonio, Arsenico	Si
2430ER-DQ2-CCI	Conoide Ghironda - confinato inferiore	10.6	0.1	Ione Ammonio, Piombo	No
2440ER-DQ2-CCI	Conoide Reno-Lavino - confinato inferiore	74.3	0.9	Ione Ammonio, Arsenico	No
2450ER-DQ2-CCI	Conoide Aposa - confinato inferiore	7.5	0.1	no dati	no dati
2460ER-DQ2-CCI	Conoide Savena - confinato inferiore	23.0	0.3	nessuna	No
2470ER-DQ2-CCI	Conoide Zena-Idice - confinato inferiore	63.3	0.7	Ione Ammonio	Si
2480ER-DQ2-CCI	Conoide Quaderna - confinato inferiore	26.8	0.3	no dati	no dati
2490ER-DQ2-CCI	Conoide Sillaro - confinato inferiore	38.4	0.4	Ione Ammonio	Si
2500ER-DQ2-CCI	Conoide Sellustra - confinato inferiore	13.0	0.2	nessuna	No
2510ER-DQ2-CCI	Conoide Santerno - confinato inferiore	66.1	0.8	no dati	no dati
2520ER-DQ2-CCI	Conoide Senio - confinato inferiore	11.3	0.1	no dati	no dati
2530ER-DQ2-CCI	Conoide Lamone - confinato inferiore	25.8	0.3	Ione Ammonio	No
2540ER-DQ2-CCI	Conoide Ronco-Montone - confinato inferiore	82.8	1.0	Cloruri, Ione Ammonio, Cadmio	No
2550ER-DQ2-CCI	Conoide Savio - confinato inferiore	41.0	0.5	Nichel, Piombo	No
2590ER-DQ2-CCI	Conoide Marecchia - confinato inferiore	64.3	0.7	no dati	no dati
2700ER-DQ2-PACI	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	6934.4	80.3	Ione Ammonio, Boro, Cloruri, Arsenico	No
Totale	27 corpi idrici	8637.4	100		

Tabella 5.3: Elenco dei corpi idrici sotterranei di pianura molto estesi arealmente

Codice sintetico corpo idrico	Nome corpo idrico
0610-PACS	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore
0620-TPAPCS	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore
0630-PPCS	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore
0640-PCC	Pianura Alluvionale Costiera - confinato
2700-PACI	Pianura Alluvionale - confinato inferiore

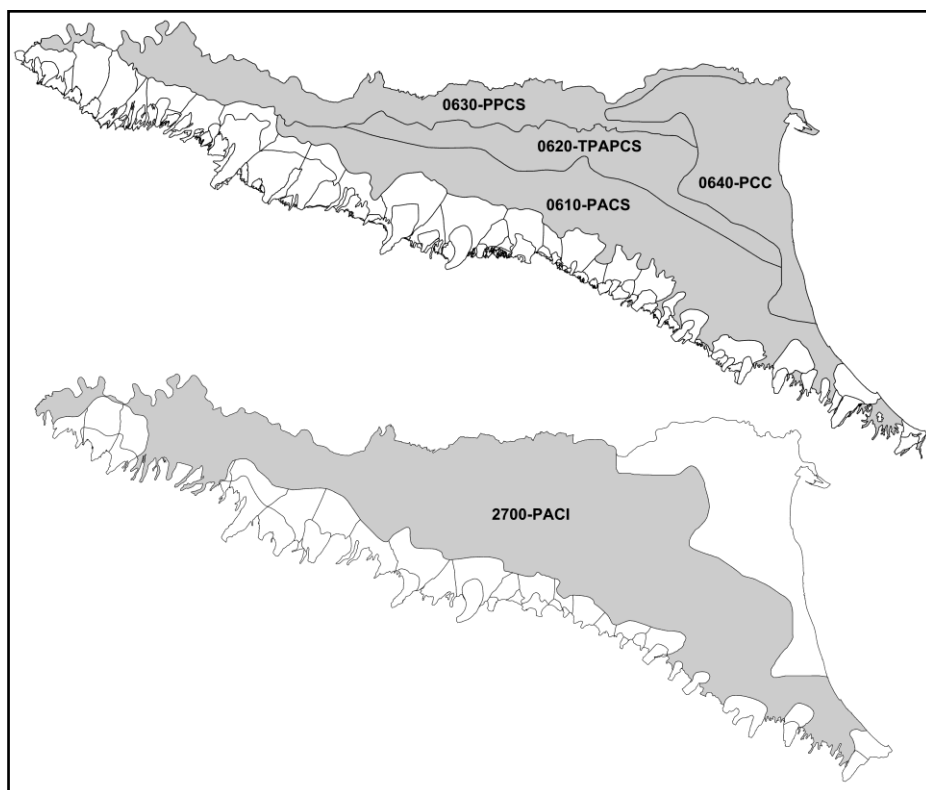


Figura 5.1: Cartografia dei corpi idrici sotterranei di pianura molto estesi arealmente

L'applicazione preliminare delle due metodologie statistiche è stata effettuata su tre corpi idrici di notevole estensione areale, si tratta dei corpi idrici denominati: Pianura Alluvionale Appenninica – confinato superiore (0610ER-DQ2-PACS), Pianura Alluvionale Padana – confinato superiore (0630ER-DQ2-PPCS) e Pianura Alluvionale – confinato inferiore (2700ER-DQ2-PACI). Quest'ultimo risulta più profondo e stratigraficamente ubicato al di sotto degli altri due. Questi corpi idrici risultano caratterizzati da un numero di stazioni di monitoraggio e un periodo di osservazione ritenuti sufficienti a consentire l'applicazione del metodo di separazione delle componenti. Per i tre corpi idrici citati vengono di seguito presentati e confrontati i risultati ottenuti dall'applicazione di entrambe le metodologie statistiche (SC e PS). Si precisa che tra i due risultati saranno considerati più robusti quelli che scaturiscono dalla separazione delle componenti.

5.2 DISTRIBUZIONE AREALE DELLE SPECIE CHIMICHE PIÙ CRITICHE PER IL BUONO STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI DI PIANURA DELL'EMILIA-ROMAGNA

Si ritiene utile, prima di presentare i risultati dell'applicazione preliminare, osservare la distribuzione areale delle specie chimiche individuate come più critiche per il buono stato chimico dei corpi idrici di pianura (ione ammonio, arsenico, boro e cloruri), al fine di visualizzare in cartografia la variabilità spaziale delle concentrazioni, il cui campo di esistenza per ciascuna specie chimica e per ciascun corpo idrico è riportato nelle schede di sintesi in Allegato.

Nelle Figure 5.2, 5.4, 5.6 e 5.8 sono riportate le distribuzioni areali del valore mediano, nel periodo 1987 al 2008, delle concentrazioni rispettivamente di ione ammonio, arsenico, boro e cloruri nei corpi idrici liberi e confinati superiori di pianura dell'Emilia-Romagna.

Nelle Figure 5.3, 5.5, 5.7 e 5.9 sono invece riportate le distribuzioni areali del valore mediano, nel periodo 1987 al 2008, delle concentrazioni rispettivamente di ione ammonio, arsenico, boro e cloruri nei corpi idrici confinati inferiori di pianura dell'Emilia-Romagna.

La scala cromatica delle distribuzioni areali delle figure sopra citate è stata scelta per evidenziare con le colorazioni dal rosso al viola le concentrazioni superiori ai rispettivi valori soglia fissati dal D. Lgs. 30/09 che sono pari a: 0.5 mg/L per ione ammonio; 10 µg/L per arsenico; 1000 µg/L per boro; 250 mg/L per cloruri.

Risulta evidente che i valori mediani di concentrazione dello ione ammonio, nei corpi idrici di pianura alluvionale, sia confinati superiori che inferiori, sono sempre superiori al valore soglia. I cloruri con valori più elevati del valore soglia sono ubicati prevalentemente nel corpo idrico confinato di pianura alluvionale costiero. L'arsenico e il boro presentano invece una distribuzione più discontinua arealmente, se confrontata con quella delle due specie chimiche precedenti. L'arsenico presenta concentrazioni superiori al valore soglia in zone limitate nei corpi idrici confinati inferiori, mentre sono più ampie nei corpi idrici confinati superiori e risultano ubicate prevalentemente nel corpo idrico Pianura Alluvionale Appenninica.

La presenza naturale dello ione ammonio nel sottosuolo è legata essenzialmente al ciclo della sostanza organica ed in particolare alla decomposizione delle torbe e resti vegetali presenti nel sottosuolo. L'analisi dei carotaggi eseguiti sui suoli dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza la presenza di torbe indecomposte a diverse profondità nella pianura e il progressivo confinamento delle acque con la profondità. Gli impatti delle pressioni antropiche (spandimento di reflui zootecnici, scarichi civili, ecc.) in relazione alla presenza di ione ammonio nelle acque sotterranee, possono riguardare gli acquiferi più superficiali, in particolare quelli freatici.

La presenza di arsenico negli acquiferi profondi, in particolare negli acquiferi confinati superiori della Pianura Alluvionale Appenninica, è dovuta alla presenza dell'elemento nella matrice solida e alla mobilità dello stesso che è funzione della variabilità delle condizioni

redox nell'ambiente sotterraneo. In particolare, la geochimica dell'arsenico è legata ai processi di precipitazione e dissoluzione degli idrossidi di Fe e Mn. La presenza naturale di boro e cloruri nelle acque sotterranee è legata alla composizione mineralogica ed in particolare alla presenza di province petrografiche più o meno ricche di tali elementi. Facies idrochimiche profonde ad acque salate, presenti in diversi contesti dell'Emilia-Romagna, sono la testimonianza di processi di salinizzazione avvenuti nel passato geologico e ancora oggi ben riconoscibili.

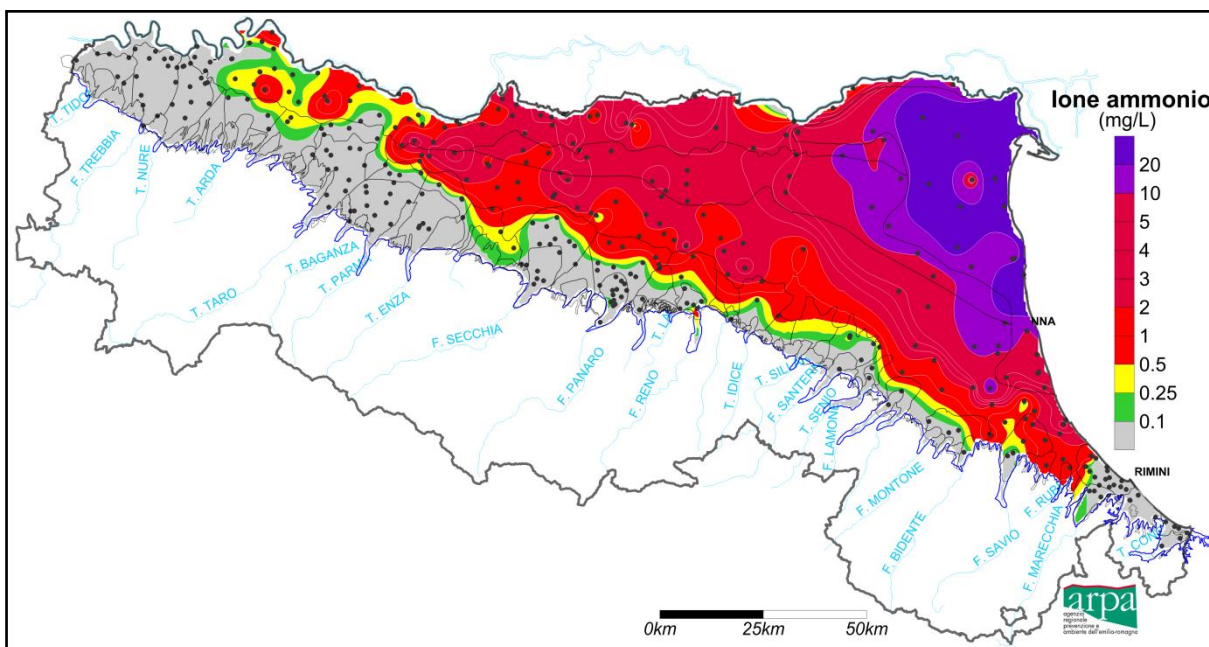


Figura 5.2: Distribuzione areale del valore mediano delle concentrazioni di ione ammonio nei corpi idrici liberi e confinati superiori nel periodo 1987-2008.

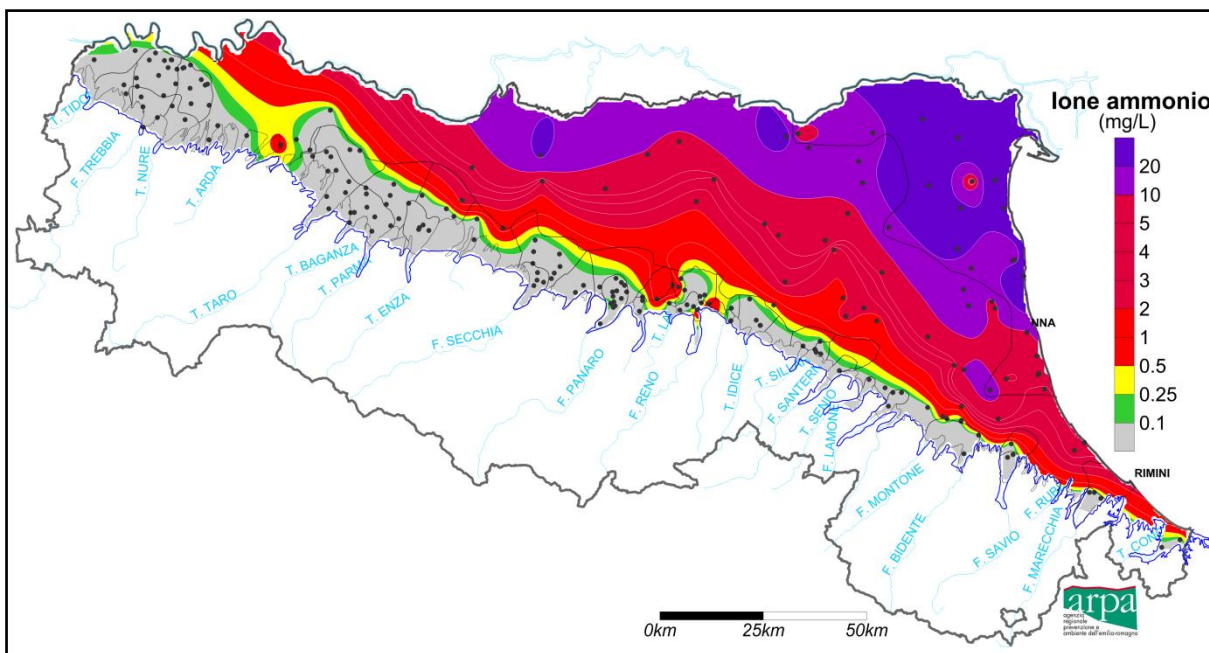


Figura 5.3: Distribuzione areale del valore mediano delle concentrazioni di ione ammonio nei corpi idrici confinati inferiori nel periodo 1987-2008.

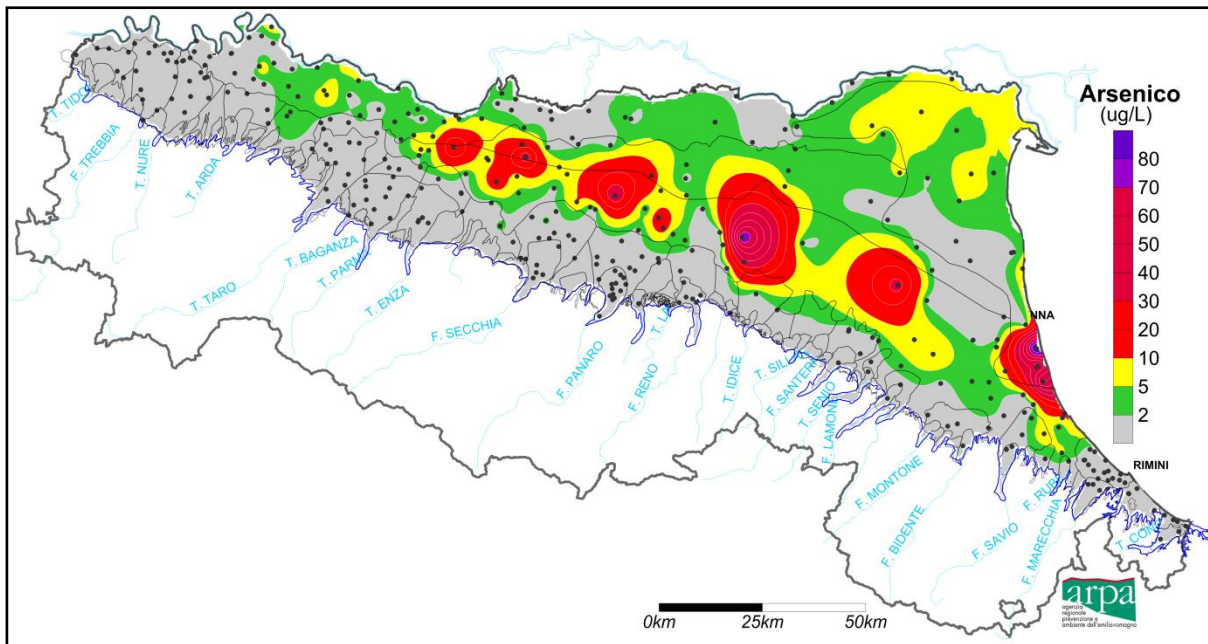


Figura 5.4: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di arsenico nei corpi idrici liberi e confinati superiori nel periodo 1987-2008.

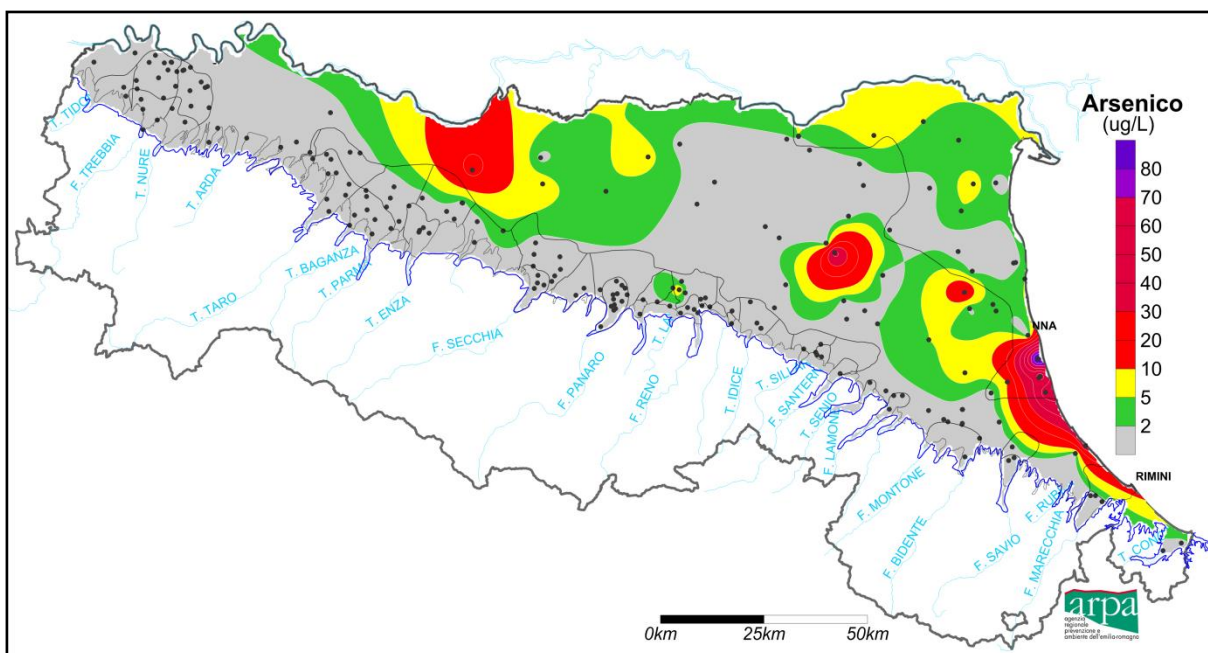


Figura 5.5: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di arsenico nei corpi idrici confinati inferiori nel periodo 1987-2008.

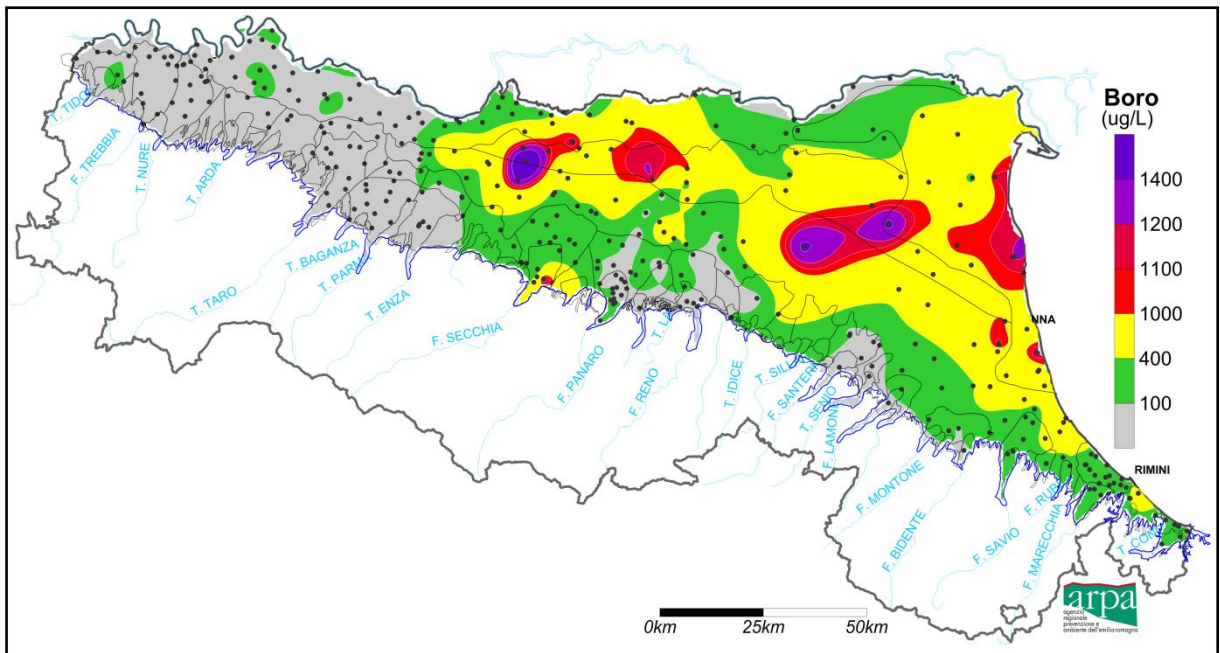


Figura 5.6: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di boro nei corpi idrici liberi e confinati superiori nel periodo 1987-2008.

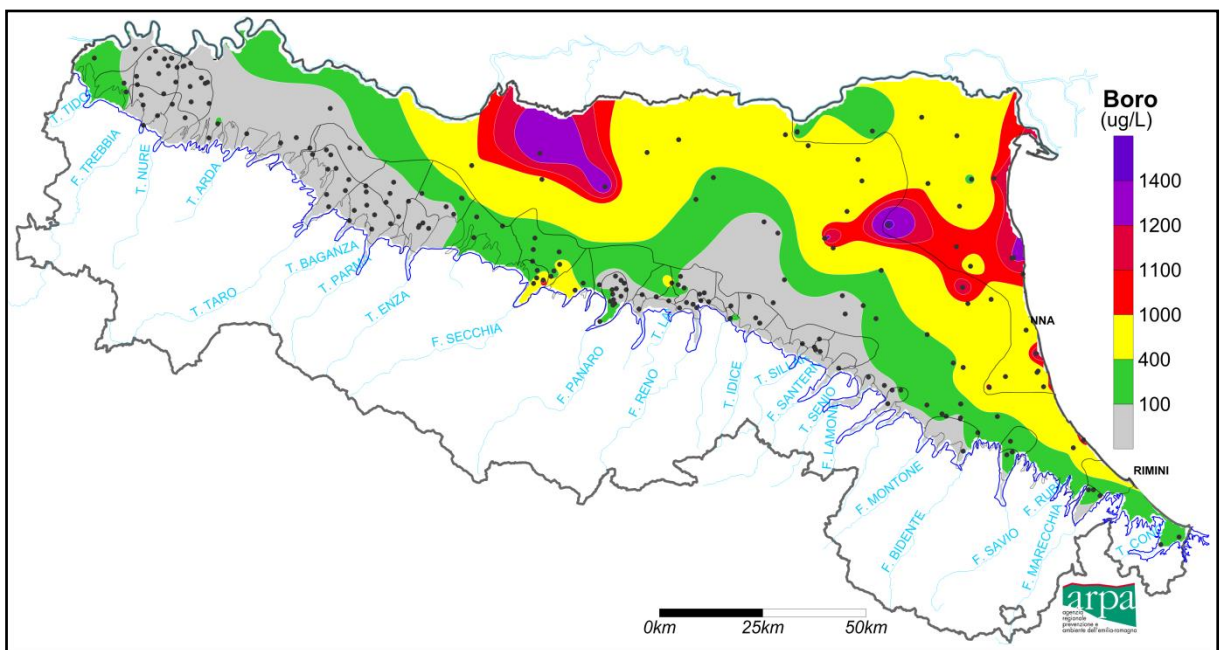


Figura 5.7: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di boro nei corpi idrici confinati inferiori nel periodo 1987-2008.

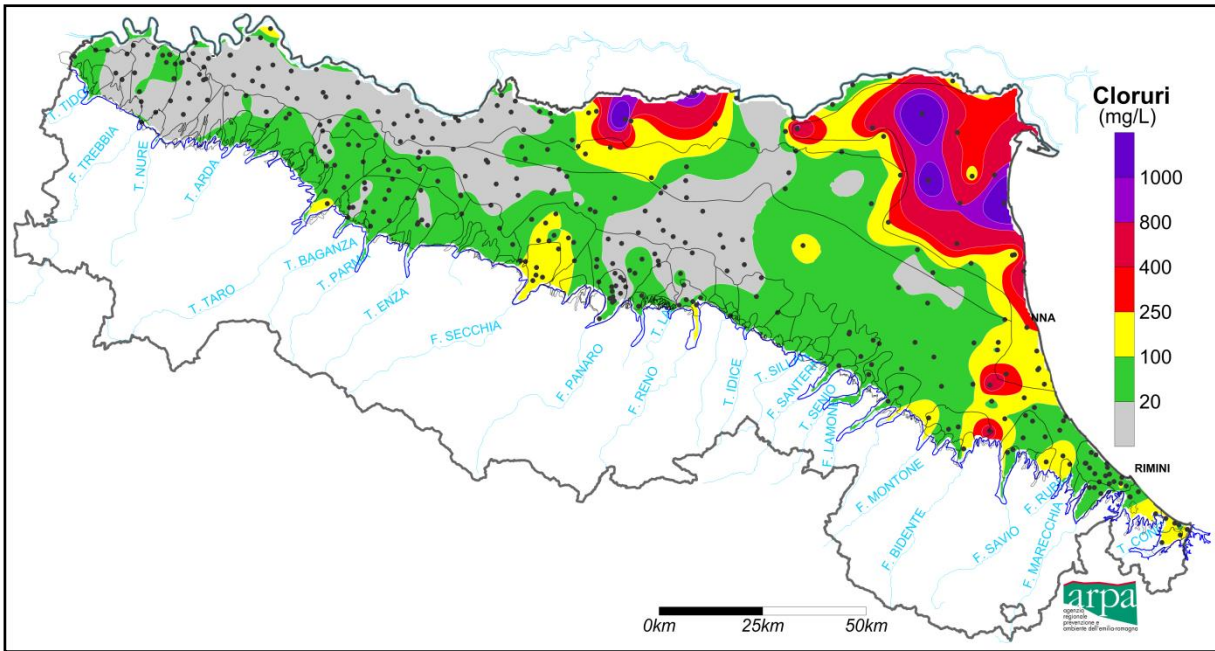


Figura 5.8: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di cloruri nei corpi idrici liberi e confinati superiori nel periodo 1987-2008.

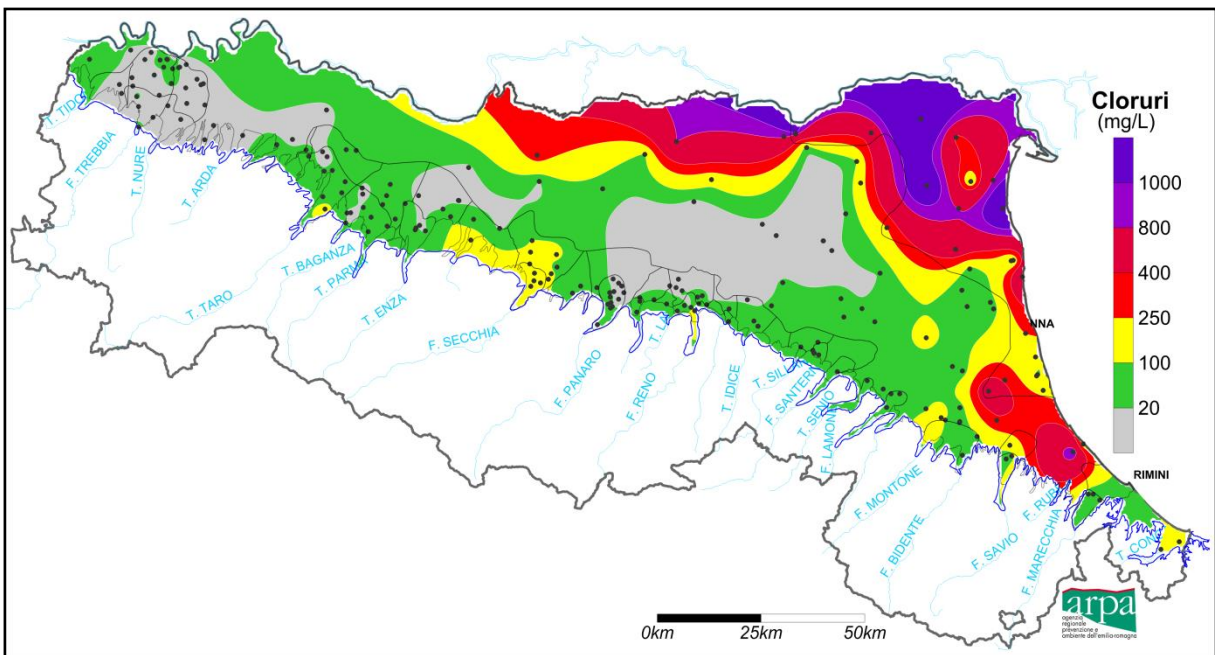


Figura 5.9: Distribuzione areale del valore medio delle concentrazioni di cloruri nei corpi idrici confinati inferiori nel periodo 1987-2008.

5.3 PIANURA ALLUVIONALE APPENNINICA – CONFINATO SUPERIORE (0610ER-DQ2-PACS)

Le specie chimiche identificate come critiche per la definizione del buono stato chimico del corpo idrico sono risultate nell'ordine di importanza lo ione ammonio, l'arsenico e il boro. Il periodo di monitoraggio considerato va dal 1987 al 2008 per un totale di 62 stazioni univocamente attribuite al corpo idrico rispetto le 88 complessivamente disponibili (vedi Scheda relativa in Allegato). Lo ione ammonio è stato determinato su 1428 campioni di acque dei quali 1162 sono risultati superiori al valore soglia di 0.5 mg/L. La percentuale di superamento è quindi pari a 81.4%. L'arsenico risulta invece essere stato determinato su 1259 campioni dei quali 260 sono risultati superiori al valore soglia di 10 µg/L. La percentuale di superamento è quindi pari al 20.7%. Il boro risulta infine essere stato determinato su 1217 campioni dei quali 120 sono risultati superiori al valore soglia di 1000 µg/L. La percentuale di superamento è quindi pari al 9.9%. Tra le altre specie chimiche riscontrate nel periodo di monitoraggio ed elencate in Tabella 3.3, sono presenti il piombo, con il 3.1%, mentre zinco, fluoruri e solfati sono inferiori o al massimo pari al 2%.

5.3.1 Ione ammonio

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 54 stazioni di monitoraggio su 62 disponibili. Sono state escluse le serie storiche di durata inferiore ai tre anni. Dalle elaborazioni, inoltre, sono stati esclusi, in questa fase, le stazioni RA34-02 e RA42-01 in quanto risultati caratterizzati da valori di concentrazione mediana elevati e tali da essere indicati come outliers in analisi preliminari.

La Figura 5.10 e la Tabella 5.4 riportano i risultati delle analisi effettuate applicando la (6 di par. 4.1) con $k = 0.79$ mg/L che rappresenta l'ampiezza media delle classi di concentrazione utilizzata per il calcolo delle frequenze relative. I risultati ottenuti indicano che la componente f_{inf} tende a contribuire alla f_{som} per concentrazioni elevate.

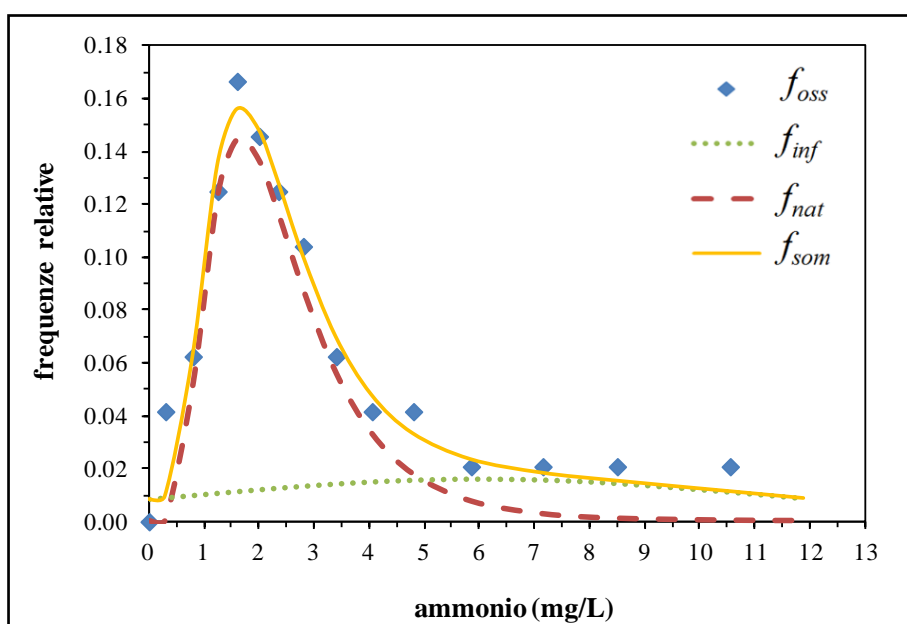


Figura 5.10: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1987-2008

Tabella 5.4: Ione ammonio, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

	f_{nat}	f_{inf}
μ [mg/L]	2.177	6.027
σ [mg/L]	0.515	5.344
$A = 0.450$		

La Tabella 5.5 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

Tabella 5.5: NBLs dello ione ammonio modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

NBL ₁₀ [mg/L]	1.1
NBL ₉₀ [mg/L]	4.2

Ione ammonio – Pre-selezione

L'operazione di pre-selezione, svolta utilizzando i criteri indicati in precedenza, ha condotto all'esclusione di 9 stazioni di monitoraggio su 56. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 5.0 mg/L.

Ione ammonio – individuazione del Valore Soglia

Sulla base dell'applicazione del metodo della Separazione delle Componenti è stato possibile stimare il valore della concentrazione di fondo naturale (NBL₉₀) che risulta essere pari a 4.2 mg/L. Per stimare il valore soglia (TV) dello ione ammonio, considerando che la concentrazione di riferimento è pari a 0.5 mg/L (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$NBL > REF$ quindi $TV = NBL$ da cui ne consegue un $TV_{ammonio} = 4.2$ mg/L.

In Tabella 5.6 sono riportate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da mediana superiore a tale valore.

Tabella 5.6: codice delle stazioni con concentrazione mediana di ione ammonio superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana (mg/L)
FC81-03	5.22
MO10-01	4.21
MO37-02	4.28
RA02-02	4.71
RA34-02	16
RA42-01	17.31
RA58-02	7.47
RA65-01	8.23
RA80-01	11.84
RE04-00	5.14

5.3.2 Arsenico

Separazione delle Componenti

Sono state considerate 54 serie temporali, escludendo le stazioni di monitoraggio caratterizzate da un periodo di monitoraggio inferiore a tre anni. Dall'elaborazione, inoltre, è stato escluso il punto di monitoraggio BO23-01, indicato come outlier sulla base dalle analisi statistiche preliminari eseguite. Per tale punto di monitoraggio la mediana delle concentrazioni è pari a 93 µg/L.

La Figura 5.11 e la Tabella 5.7 riportano i risultati delle analisi effettuate applicando la (6 di par. 4.1) con $k = 3.91$ µg/L. La componente f_{nat} risulta caratterizzata da un peso inferiore rispetto alla f_{inf} che risulterebbe contribuire in misura più elevata all'interpretazione della distribuzione delle frequenze elevate osservate. La Tabella 5.8 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

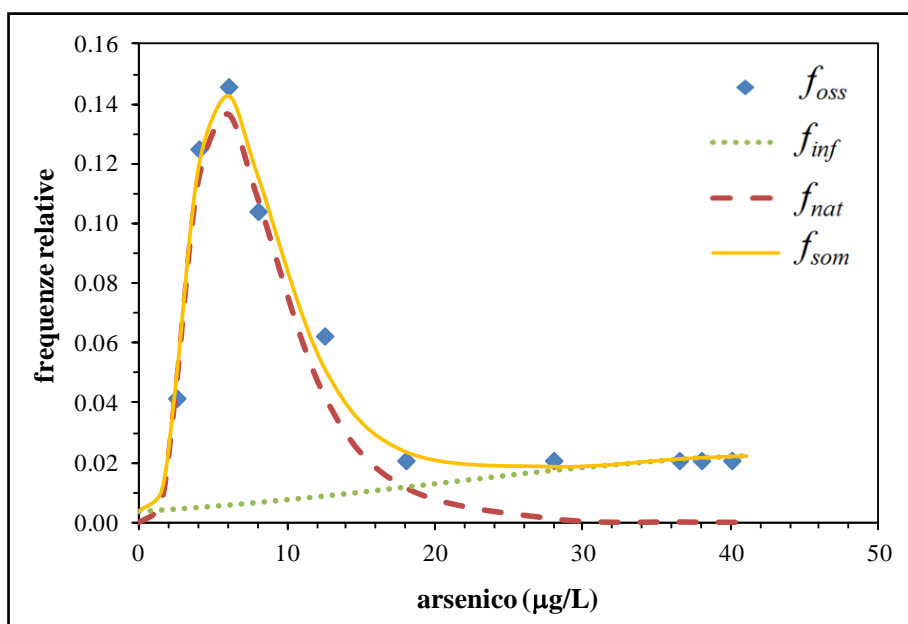


Figura 5.11: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1987-2008

Tabella 5.7: Arsenico, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

	f_{nat}	f_{inf}
μ [µg/L]	7.351	45.472
σ [µg/L]	0.530	24.323
$A = 0.300$		

Tabella 5.8: NBLs dell'arsenico modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

NBL ₁₀ [µg/L]	2
NBL ₉₀ [µg/L]	14

Arsenico – Pre-selezione

Sulla base dei criteri precedentemente illustrati, si sono esclusi dalle elaborazioni 9 punti di controllo su 57. Il valore dell’NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 18 µg/L.

Arsenico – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dell’arsenico, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 14 µg/L, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 10 µg/L (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$NBL > REF$ quindi $TV = NBL$ da cui ne consegue un $TV_{arsenico} = 14 \mu\text{g/L}$.

In Tabella 5.9 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.9: codice delle stazioni con concentrazione mediana di arsenico superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana (µg/L)
BO23-01	93
BO26-00	37
BOD8-00	19
BOD9-00	15
MO12-01	36
RA02-02	41
RE04-00	35
RE19-01	15

5.3.3 Boro

Separazione delle Componenti

I valori delle frequenze campionarie sono stati ricavati considerando 55 serie storiche su 62, derivanti dall’esclusione di stazioni di monitoraggio caratterizzate da un periodo di osservazione inferiore a tre anni. La Figura 5.12 e la Tabella 5.10 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 92.5 \mu\text{g/L}$. La componente f_{nat} si adatta quasi completamente alla distribuzione delle frequenze osservate evidenziando la componente f_{inf} come trascurabile.

La Tabella 5.11 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

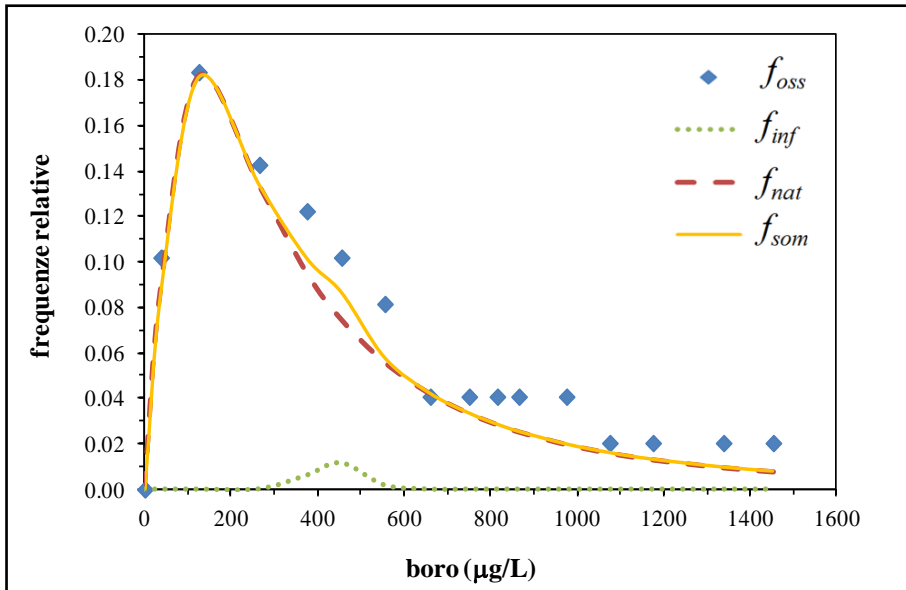


Figura 5.12: Boro, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1987-2008

Tabella 5.10: Boro, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

	f_{nat}	f_{inf}
μ [$\mu\text{g/L}$]	322.326	441.821
σ [$\mu\text{g/L}$]	0.983	58.166
$A = 0.962$		

Tabella 5.11: NBLs del boro modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

NBL ₁₀ [$\mu\text{g/L}$]	91
NBL ₉₀ [$\mu\text{g/L}$]	1136

Boro – Pre-selezione

L'applicazione del metodo di Pre-selezione è stato condotto escludendo 6 stazioni di monitoraggio. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 978 $\mu\text{g/L}$.

Boro – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) del boro, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 1136 $\mu\text{g/L}$, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 1000 $\mu\text{g/L}$ (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$\text{NBL} > \text{REF}$ quindi $\text{TV} = \text{NBL}$ da cui ne consegue un $\text{TV}_{\text{boro}} = 1136 \mu\text{g/L}$.

In Tabella 5.12 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.12: codice delle stazioni con concentrazione mediana di boro superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana ($\mu\text{g/L}$)
BO76-01	1475
RA34-02	1153
RE30-02	1425

5.4 PIANURA ALLUVIONALE PADANA – CONFINATO SUPERIORE (0630ER-DQ2-PPCS)

Le specie chimiche identificate come critiche per la definizione del buono stato chimico del corpo idrico sono risultate nell'ordine di importanza lo ione ammonio e l'arsenico. Il periodo di monitoraggio considerato va dal 1987 al 2008 per un totale di 72 stazioni univocamente attribuite al corpo idrico rispetto le 75 complessivamente disponibili (vedi Scheda relativa in Allegato). Lo ione ammonio è stato determinato su 1884 campioni di acque di cui 1177 sono risultati superiori al valore soglia di 0.5 mg/L. La percentuale di superamento è quindi pari al 62.5%. L'arsenico risulta essere stato determinato su 1660 campioni dei quali 99 sono risultati superiori al valore soglia di 10 $\mu\text{g/L}$. La percentuale di superamento è pari al 6%. Tra le altre specie chimiche riscontrate nel periodo di monitoraggio ed elencate in Tabella 3.3, sono presenti i cloruri ed il boro, con percentuali di superamento rispettivamente pari al 4.4% e 3.4%.

5.4.1 Ione ammonio

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 69 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni.

La Figura 5.13 e la Tabella 5.13 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 0.54 \text{ mg/L}$. La componente f_{nat} risulta adattarsi quasi completamente alla distribuzione delle frequenze di concentrazione, mentre la componente f_{inf} presenta una elevata deviazione standard.

La Tabella 5.14 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

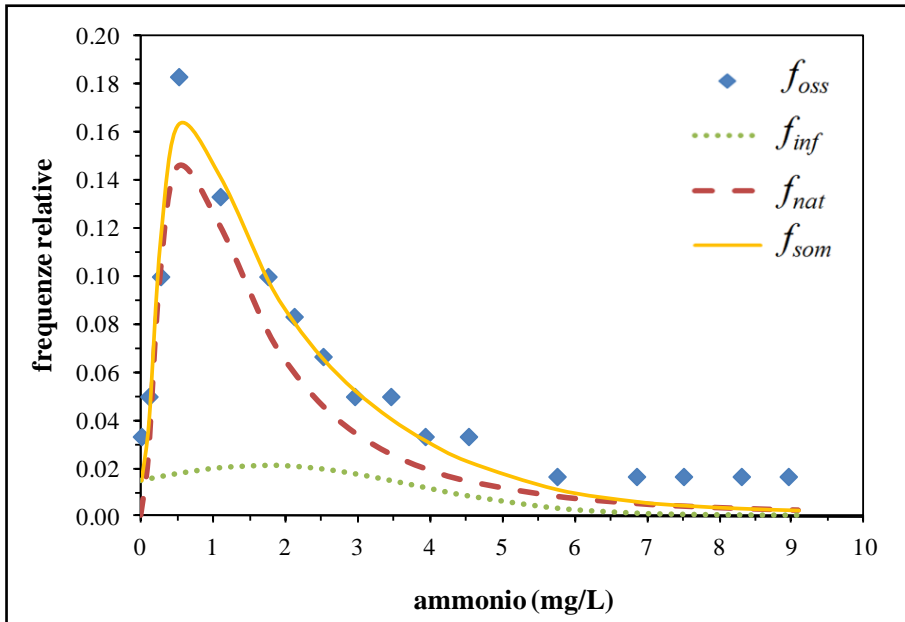


Figura 5.13: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS nel periodo 1987-2008

Tabella 5.13: Ione ammonio, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS

	f_{nat}	f_{inf}
μ [mg/L]	1.437	1.729
σ [mg/L]	0.928	2.037
$A = 0.600$		

Tabella 5.14: NBLs dello ione ammonio modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS

NBL ₁₀ [mg/L]	0.4
NBL ₉₀ [mg/L]	4.7

Ione ammonio – Pre-selezione

Sulla base dei criteri precedentemente discussi, sono state escluse 7 stazioni di monitoraggio. Il valore dell’NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 3.8 mg/L.

Ione ammonio – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dello ione ammonio, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 4.7 mg/L, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 0.5 mg/L (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$NBL > REF$ quindi $TV = NBL$ da cui ne consegue un $TV_{ammonio} = 4.7$ mg/L.

In Tabella 5.15 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.15: codice delle stazioni con concentrazione mediana di ione ammonio superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana (mg/L)
FE12-00	8.78
FE15-00	7.46
FE32-00	11.93
FE52-00	9.06
MO03-00	7.12
MO44-01	4.88
RE12-02	5.18

5.4.2 Arsenico

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 69 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni.

La Figura 5.14 e la Tabella 5.16 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 0.64 \mu\text{g/L}$. La componente f_{nat} si adatta quasi completamente alla distribuzione delle frequenze di concentrazione tranne che per le concentrazioni più elevate dove l'adattamento è migliore per la f_{inf} .

La Tabella 5.17 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

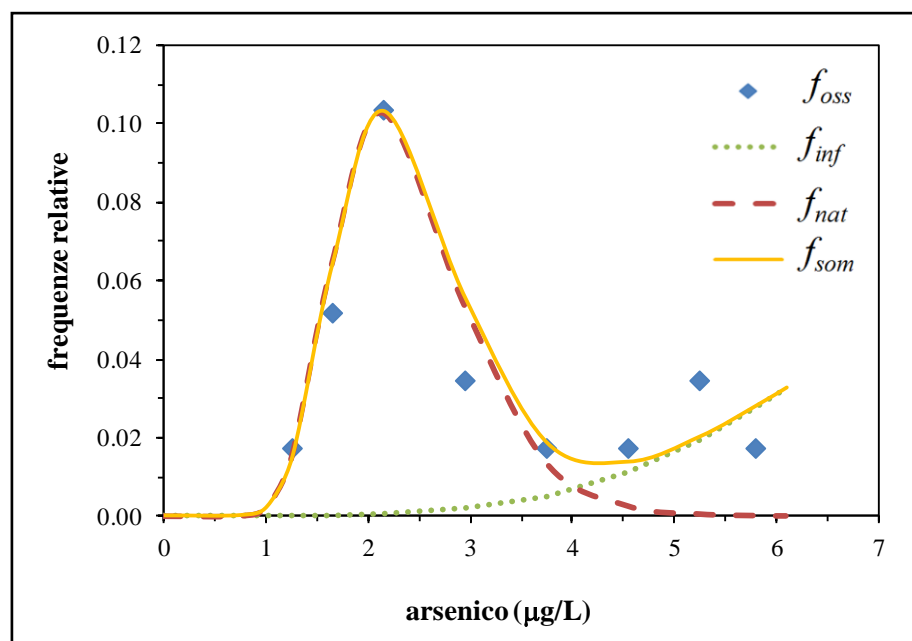


Figura 5.14: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS nel periodo 1987-2008

Tabella 5.16: Arsenico, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS

	f_{nat}	f_{inf}
μ [$\mu\text{g/L}$]	2.324	7.857
σ [$\mu\text{g/L}$]	0.276	1.912
$A = 0.250$		

Tabella 5.17: NBLs dell'arsenico modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS

NBL ₁₀ [$\mu\text{g/L}$]	1
NBL ₉₀ [$\mu\text{g/L}$]	3

Arsenico – Pre-selezione

L'applicazione della procedura di pre-selezione ha condotto all'esclusione di 9 stazioni. Il valore di NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 3 $\mu\text{g/L}$.

Arsenico – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dell'arsenico, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 3 $\mu\text{g/L}$, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 10 $\mu\text{g/L}$ (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$\text{NBL} < \text{REF}$ quindi $\text{TV} = (\text{REF} + \text{NBL}) / 2$ da cui ne consegue un $\text{TV}_{\text{arsenico}} = 7 \mu\text{g/L}$.

Non risultano esservi stazioni di monitoraggio caratterizzate da concentrazione mediana superiore a tale valore soglia.

5.5 PIANURA ALLUVIONALE – CONFINATO INFERIORE (2700ER-DQ2-PACI)

Il corpo idrico di Pianura Alluvionale – Confinato Inferiore risulta essere più profondo dei due corpi idrici già analizzati. Le specie chimiche identificate come critiche per la definizione del buono stato chimico del corpo idrico sono risultate nell'ordine di importanza lo ione ammonio, il boro, i cloruri e l'arsenico. Il periodo di monitoraggio considerato va dal 1987 al 2008 per un totale di 56 stazioni univocamente attribuite (vedi Scheda relativa in Allegato). Lo ione ammonio è stato determinato su 1391 campioni di acque dei quali 1093 sono risultati superiori al valore soglia di 0.5 mg/L. La percentuale di superamento è quindi pari a 78.6%. Il boro risulta essere stato determinato su 1178 campioni dei quali 164 sono risultati superiori al valore soglia di 1000 $\mu\text{g/L}$. La percentuale di superamento è quindi pari al 13.9%. I cloruri sono stati determinati su 1398 campioni dei quali 160 sono risultati superiori al valore soglia di 250 mg/L. La percentuale di superamento è quindi pari al 11.4%. L'arsenico risulta infine essere stato determinato su 1208 campioni dei quali 112 sono risultati superiori al valore soglia di 10 $\mu\text{g/L}$. La percentuale di superamento è quindi pari al 9.3%. Tra le altre specie chimiche riscontrate nel periodo di monitoraggio ed elencate in Tabella 3.3, sono presenti il piombo, con il 2.5%, mentre fluoruri, nichel, zinco e cadmio sono stati riscontrati con percentuali di superamento inferiori all'1%.

La stima delle concentrazioni di fondo naturale in questo corpo idrico, relativamente alle medesime specie chimiche che sono state già analizzate nei corpi idrici confinati superiori,

permette di confrontare i risultati e di verificare se sono coerenti con il modello concettuale delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna.

Si ritiene opportuno segnalare che i corpi idrici confinati superiori sono soggetti a influenze/pressioni antropiche differenti rispetto ai corpi idrici confinati inferiori, sia in relazione all'entità e al numero dei prelievi, sia in relazione al maggior grado di diluizione di eventuali contaminanti che raggiungono i corpi idrici profondi, essenzialmente assimilabile a fenomeni di attenuazione naturale. In generale le pressioni antropiche tendono a diminuire con la profondità e pertanto le eventuali differenze riscontrabili nei valori di fondo naturale, tra i corpi idrici confinati superiori e quelli inferiori, si possono spiegare anche tenendo conto delle interazioni tra l'acqua e la matrice solida.

5.5.1 Ione ammonio

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 45 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni.

La Figura 5.15 e la Tabella 5.18 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 1.23$ mg/L. La componente f_{inf} risulta modesta e con elevata deviazione standard.

La Tabella 5.19 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

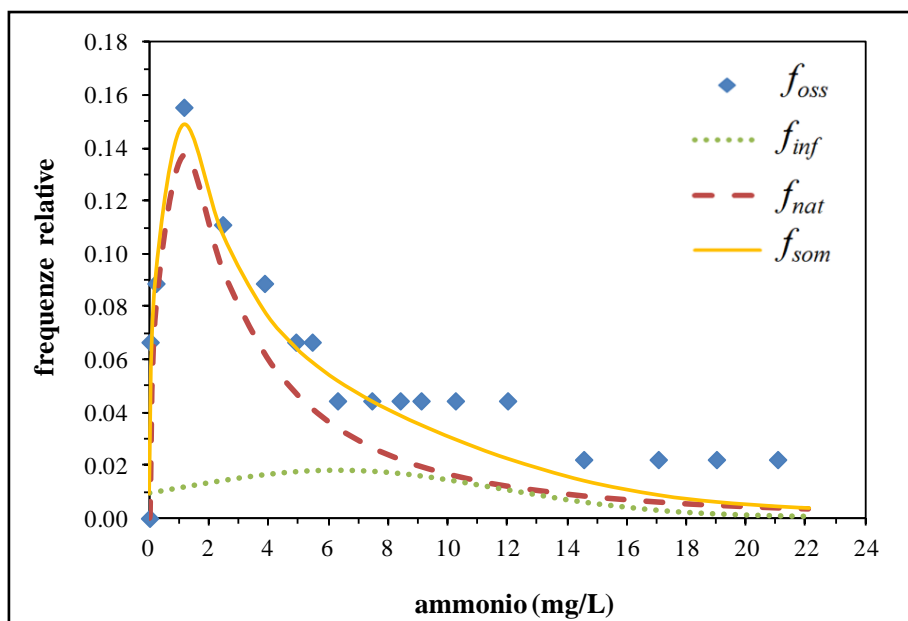


Figura 5.15: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1987-2008

Tabella 5.18: Ione ammonio, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

	f_{nat}	f_{inf}
μ [mg/L]	3.523	6.304
σ [mg/L]	1.216	5.460
$A = 0.600$		

Tabella 5.19: NBLs dello ione ammonio modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

NBL ₁₀ [mg/L]	0.7
NBL ₉₀ [mg/L]	16.7

Ione ammonio – Pre-selezione

L'operazione di pre-selezione, svolta utilizzando i criteri indicati in precedenza, ha condotto all'esclusione di 7 punti di controllo su 52. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 15.5 mg/L.

Ione ammonio – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dello ione ammonio, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 16.7 mg/L, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 0.5 mg/L (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$NBL > REF$ quindi $TV = NBL$ da cui ne consegue un $TV_{ammonio} = 16.7$ mg/L.

In Tabella 5.20 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.20: codice delle stazioni con concentrazione mediana di ione ammonio superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana (mg/L)
FE57-00	26.22
RA82-01	18.25
RE68-00	22.09

5.5.2 Boro

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 49 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni.

La Figura 5.16 e la Tabella 5.21 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 77.78$ $\mu\text{g/L}$. La componente f_{nat} appare caratterizzata da un peso maggiore rispetto a quello della f_{inf} , ad indicare un minore contributo della componente antropicamente influenzata rispetto a quello della componente naturale.

La Tabella 5.22 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

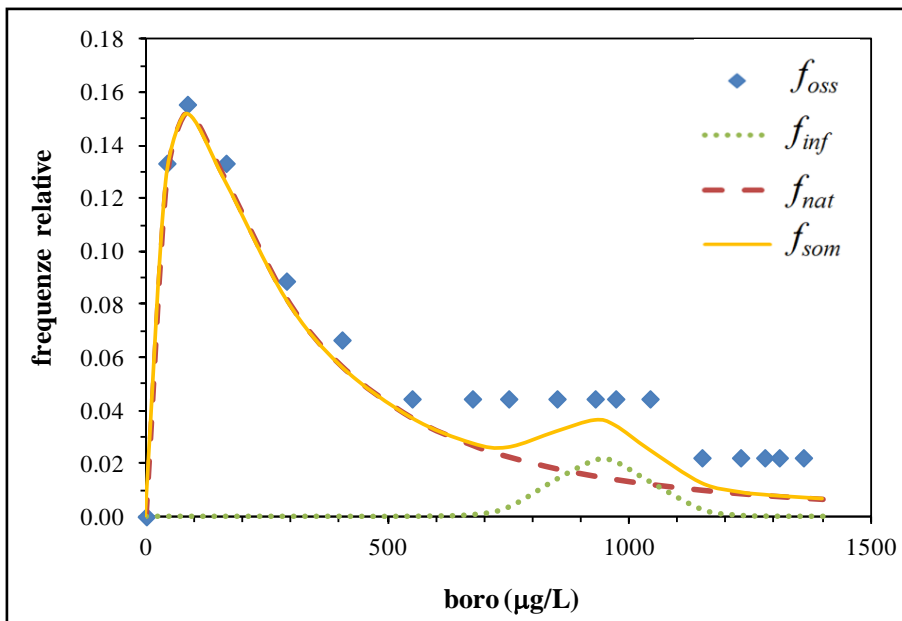


Figura 5.16: Boro, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1987-2008

Tabella 5.21: Boro, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

	f_{nat}	f_{inf}
μ [$\mu\text{g/L}$]	293.988	941.912
σ [$\mu\text{g/L}$]	1.121	100.842
$A = 0.862$		

Tabella 5.22: NBLs del boro modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

NBL ₁₀ [$\mu\text{g/L}$]	70
NBL ₉₀ [$\mu\text{g/L}$]	1237

Boro – Pre-selezione

L'operazione di pre-selezione, svolta utilizzando i criteri indicati in precedenza, ha condotto all'esclusione di 7 punti di controllo su 52. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 1195.0 $\mu\text{g/L}$.

Boro – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) del boro, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 1237 $\mu\text{g/L}$, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 1000 $\mu\text{g/L}$ (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$\text{NBL} > \text{REF}$ quindi $\text{TV} = \text{NBL}$ da cui ne consegue un $\text{TV}_{\text{boro}} = 1237 \mu\text{g/L}$.

In Tabella 5.23 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.23: codice delle stazioni con concentrazione mediana di boro superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana ($\mu\text{g/L}$)
BO40-02	1264.5
MO11-00	1320.0
RE68-00	1315.0

5.5.3 Cloruri

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 46 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni.

La Figura 5.17 e la Tabella 5.24 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 21.82 \text{ mg/L}$. La componente f_{inf} risulta adattarsi bene alle concentrazioni più elevate della distribuzione delle frequenze osservate.

La Tabella 5.25 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

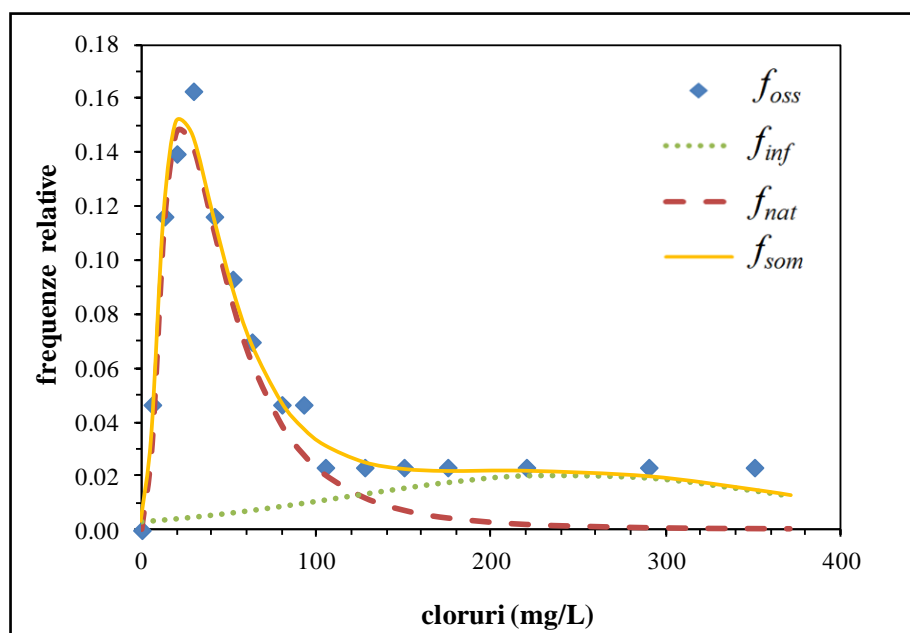


Figura 5.17: Cloruri, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1987-2008

Tabella 5.24: Cloruri, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

	f_{nat}	f_{inf}
μ [mg/L]	40.865	245.306
σ [mg/L]	0.759	127.626
$A = 0.400$		

Tabella 5.25: NBLs dei cloruri modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

NBL ₁₀ [mg/L]	15
NBL ₉₀ [mg/L]	108

Cloruri – Pre-selezione

L'operazione di pre-selezione, svolta utilizzando i criteri indicati in precedenza, ha condotto all'esclusione di 9 punti di controllo su 52. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 153 mg/L.

Cloruri – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dei cloruri, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 108 mg/L, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 250 mg/L (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$NBL < REF$ quindi $TV = (REF + NBL) / 2$ da cui ne consegue un $TV_{cloruri} = 179 \mu\text{g/L}$.

In Tabella 5.26 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.26: codice delle stazioni con concentrazione mediana di cloruri superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana (mg/L)
FC43-00	992.0
FC52-00	370.7
FE57-00	833.1
MO48-00	803.1
RE68-00	326.5

5.5.4 Arsenico

Separazione delle Componenti

L'applicazione della metodologia di Separazione delle Componenti è avvenuta considerando le informazioni associate a 46 stazioni di monitoraggio, dopo avere escluso le serie temporali inferiori a tre anni e le stazioni di monitoraggio BOA7-00, FC16-01 e RE18-02 indicate dalle analisi statistiche preliminari come outliers.

La Figura 5.18 e la Tabella 5.27 mostrano i risultati ed i parametri della calibrazione ottenuta sulla base della (6 di par. 4.1) con $k = 2.88 \mu\text{g/L}$. La componente f_{nat} risulta caratterizzata da un peso inferiore rispetto alla f_{inf} che risulterebbe contribuire in misura più elevata all'interpretazione della distribuzione delle frequenze osservate nonostante un'elevata deviazione standard.

La Tabella 5.28 riporta i valori di NBLs calcolati come il 10° ed il 90° percentile della distribuzione f_{nat} .

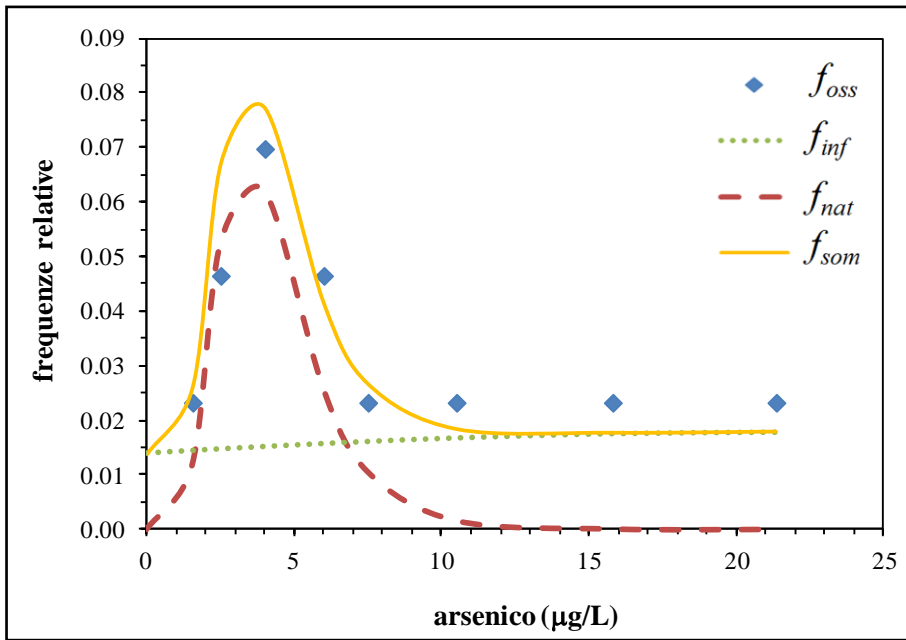


Figura 5.18: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1987-2008

Tabella 5.27: Arsenico, parametri calibrati sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

	f_{nat}	f_{inf}
μ [$\mu\text{g/L}$]	4.000	21.000
σ [$\mu\text{g/L}$]	0.416	29.113
$A = 0.090$		

Tabella 5.28: NBLs dell'arsenico modellate secondo la (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

NBL ₁₀ [$\mu\text{g/L}$]	2
NBL ₉₀ [$\mu\text{g/L}$]	6

Arsenico – Pre-selezione

Sulla base dei criteri precedentemente illustrati, si sono esclusi dalle elaborazioni 9 punti di controllo su 52. Il valore dell'NBL, rappresentato dal 90° percentile dei dati selezionati, è risultato pari a 6 $\mu\text{g/L}$.

Arsenico – individuazione del Valore Soglia

Per stimare il valore soglia (TV) dell'arsenico, considerando che il valore di fondo naturale è stato stimato pari a 6 $\mu\text{g/L}$, ottenuto tramite separazione delle componenti, ed una concentrazione di riferimento pari a 10 $\mu\text{g/L}$ (D. Lgs. 30/09), si ha che:

$\text{NBL} < \text{REF}$ quindi $\text{TV} = (\text{REF} + \text{NBL}) / 2$ da cui ne consegue un $\text{TV}_{\text{arsenico}} = 8 \mu\text{g/L}$.

In Tabella 5.29 sono indicate le stazioni di monitoraggio caratterizzate da una concentrazione mediana superiore alla soglia stimata utilizzando la procedura indicata.

Tabella 5.29: codice delle stazioni con concentrazione mediana di arsenico superiore alla TV stimata mediante separazione delle componenti

Codice stazione	Concentrazione mediana ($\mu\text{g/L}$)
BOA7-00	44.7
FC16-01	40.0
RA23-01	18.5
RE18-02	24.0

5.6 PRIME CONCLUSIONI DELL'APPLICAZIONE DELLE METODOLOGIE STATISTICHE GLOBALI PER LA DEFINIZIONE DEI VALORI SOGLIA

Sono stati analizzati i risultati forniti da metodologie di tipo statistico-globale finalizzate alla stima del livello di fondo naturale (NBL) e del valore soglia (TV) associati alle distribuzioni di ione ammonio, boro, cloruri e arsenico all'interno dei due corpi idrici sotterranei confinati superiori e del corpo idrico confinato inferiore, tutti caratterizzati da una ampia estensione areale. È stata applicata, in particolare, la metodologia di analisi di Wendland et al. (2005), basata sulla separazione di componenti di origine naturale ed antropica nelle serie temporali disponibili dal 1987 al 2008. L'analisi dei valori soglia stimati e riassunti in Tabella 5.30, mostra che per specie chimiche quali ione ammonio, boro e cloruri, la metodologia sembrerebbe condurre a valori di NBL, e quindi di TV, compatibili con il quadro delle conoscenze idrogeologiche ed idrochimiche relative ai corpi idrici esaminati. In generale si osservano valori confrontabili di NBL tra le due metodologie testate, e concentrazioni più elevate per ione ammonio e boro passando dai corpi idrici confinati superiori a quello inferiore, ovvero aumentando la profondità.

Al contrario, i valori di NBL forniti per l'arsenico non risultano congruenti con le informazioni disponibili. Seppure le concentrazioni maggiori tra quelle calcolate si riferiscano al corpo idrico di Pianura Alluvionale Appenninica (0610ER-DQ2-PACS), sono però molto più basse delle concentrazioni desumibili dal monitoraggio ambientale. Si ritiene che questo sia da attribuirsi alle più complesse dinamiche che regolano il comportamento di tale elemento all'interno degli acquiferi e che, una metodologia che analizza le specie chimiche singolarmente senza considerare gli effetti prodotti da processi fisico-chimici, non appare in grado di descrivere.

Si è, inoltre, osservato come la metodologia non consenta di valutare la variazione temporale delle NBLs. Tale informazione potrebbe essere ottenuta, nei casi in cui il campione in esame sia numericamente consistente, analizzando diversi intervalli di aggregazione temporale dei dati al fine di individuare la presenza di eventuali tendenze all'interno del corpo idrico in esame. Inoltre, qualora sia possibile effettuare una suddivisione del corpo idrico sulla base di caratteristiche idrogeologiche ed idrochimiche, la metodologia per la separazione delle componenti potrebbe essere applicata su gruppi di punti di monitoraggio a diversa localizzazione al fine di valutare possibili eterogeneità spaziali negli NBLs. Ciò risulterebbe tanto più importante quanto più il corpo idrico è molto esteso arealmente.

I risultati preliminari ottenuti suggeriscono quindi come, ai fini di una robusta caratterizzazione dello stato idrogeochimico dei corpi idrici sotterranei trattati (almeno con riferimento ad alcune specie chimiche dal comportamento complesso, quali ad esempio l'arsenico), sia opportuno integrare, in questa tipologia di analisi, aspetti quali l'evoluzione spazio-temporale della concentrazione e la conoscenza delle dinamiche che governano l'evoluzione fisico-chimica del sistema.

Tabella 5.30: Stima preliminare dei valori di fondo naturale, tramite Pre-selezione e Separazione delle Componenti, e valori soglia di alcune specie chimiche nei corpi idrici molto estesi arealmente dell'Emilia-Romagna

		Codice corpo idrico		
		0610ER-DQ2-PACS	0630ER-DQ2-PPCS	2700ER-DQ2-PACI
Ione ammonio [mg/L]	NBL ₉₀ (PS)	5.0	3.8	15.5
	NBL ₉₀ (SC)	4.2	4.7	16.7
	TV	4.2	4.7	16.7
Arsenico [µg/L]	NBL90 (PS)	18	3	6
	NBL90 (SC)	14	3	6
	TV	14	7	8
Boro [µg/L]	NBL90 (PS)	978	-	1195
	NBL90 (SC)	1136	-	1237
	TV	1136	-	1237
Cloruri [mg/L]	NBL90 (PS)	-	-	153
	NBL90 (SC)	-	-	108
	TV	-	-	179

6. Stima dei valori soglia di concentrazione di specie chimiche che non necessitano di ulteriori approfondimenti

L'applicazione preliminare delle metodologie statistiche globali su alcuni dei corpi idrici più estesi arealmente dell'Emilia-Romagna ha evidenziato la necessità di valutare attentamente e criticamente, per ciascuna delle specie chimiche di interesse, i risultati in base alle conoscenze idrogeologiche disponibili, tenendo conto delle possibili interazioni acqua-suolo. Tra le specie chimiche analizzate, la metodologia fornisce stime coerenti con la situazione idrogeologica per ione ammonio, boro e cloruri, mentre ciò non avviene in modo soddisfacente per l'arsenico.

La stima dei valori di fondo naturale e dei relativi valori soglia verrà di seguito effettuata per i corpi idrici sotterranei dove risulta possibile e significativa l'applicazione metodologica con i dati disponibili, e le specie chimiche interessate saranno ione ammonio, boro, cloruri. I valori di fondo naturale di arsenico verranno calcolati al pari delle altre specie chimiche, ma non saranno ritenuti significativi, per quanto già visto al cap. 5, in quanto il comportamento geochimico dell'arsenico è di tipo complesso e per una stima significativa dei valori soglia sono necessari ulteriori approfondimenti metodologici e sperimentali.

Sui corpi idrici molto estesi arealmente sono state applicate le metodologie di separazione delle componenti e pre-selezione, mentre per quelli meno estesi arealmente o con meno informazioni ambientali, è stata applicata la sola metodologia di pre-selezione. Dove sono disponibili i risultati dell'applicazione di entrambe le metodologie, ai fini del calcolo dei valori soglia sono stati utilizzati i risultati della sola separazione delle componenti in quanto risulta la metodologia statisticamente più robusta.

L'applicazione statistica preliminare presentata nel capitolo precedente è stata effettuata utilizzando le serie temporali dei dati di monitoraggio delle acque sotterranee nel periodo 1987-2008, escludendo quelle di lunghezza inferiore a 3 anni. Una verifica ulteriore dei dati disponibili ha portato a ritenere più significativo come periodo di riferimento per effettuare le analisi statistiche il periodo 1994-2008, durante il quale il monitoraggio delle acque sotterranee risulta più continuo e omogeneo rispetto al primo periodo (1987-1994), durante il quale il monitoraggio ha risentito di diverse sostituzioni di stazioni, situazione tipica dei periodi iniziali di funzionamento di una rete di monitoraggio.

6.1 RISULTATI DELL'APPLICAZIONE METODOLOGICA AI CORPI IDRICI CONFINATI SUPERIORI DI AMPIA ESTENSIONE AREALE

La stima dei valori di fondo naturale e relativi valori soglia è stata effettuata applicando la metodologia di analisi di Wendland et al. (2005), basata sulla separazione di componenti di origine naturale ed antropica. Tale procedura è stata applicata su tre dei corpi idrici di ampia estensione areale, aventi un numero significativo di stazioni di monitoraggio per l'applicazione della metodologia considerata. I corpi idrici analizzati sono: Pianura Alluvionale Appenninica – confinato superiore, Pianura Alluvionale Padana – confinato superiore e Pianura Alluvionale – confinato inferiore. Le caratteristiche dei corpi idrici sono state già descritte nelle Tabelle 5.1, 5.2 e 5.3.

6.1.1 Pianura Alluvionale Appenninica – Confinato Superiore (0610ER-DQ2-PACS)

Nelle Figure 6.1, 6.2 e 6.3 sono riportati gli adattamenti alle distribuzioni di frequenza, naturale e influenzata, rispettivamente per ione ammonio, boro e arsenico applicando la

metodologia di analisi di Wendland et al. (2005). La componente naturale dello ione ammonio si adatta in gran parte alle frequenze di concentrazione osservate, mentre la componente influenzata risulta avere un'ampia deviazione standard. La componente naturale del boro si adatta completamente alla distribuzione di frequenza osservata, risultando pertanto assente la componente influenzata. Per l'arsenico vale quanto già detto precedentemente, ovvero che la componente naturale si adatta alle concentrazioni basse mentre quella influenzata alle concentrazioni medio-alte. Essendo ciò in contrasto con le evidenze idrogeologiche, che indicano una origine naturale delle concentrazioni medio-alte osservate per l'arsenico, si ritiene non attendibile il risultato dell'applicazione per questo elemento chimico.

In Tabella 6.1 sono riportati i valori di concentrazione di fondo naturale e valori soglia delle tre specie chimiche per le quali la metodologia applicata fornisce dei risultati consistenti con le informazioni disponibili. Risulta evidente che per ione ammonio e boro i valori ottenuti con la separazione delle componenti e la pre-selezione sono confrontabili, a differenza di ciò che avviene per l'arsenico, dove il metodo di pre-selezione restituisce un valore di un ordine di grandezza superiore rispetto a quanto ottenuto con la separazione delle componenti.

Il valore soglia ottenuto per l'intero corpo idrico è superiore al valore di legge per lo ione ammonio, di circa un ordine di grandezza, mentre per il boro si attesta al di sotto del valore soglia di circa un 10%. Anche l'arsenico, seppure trattasi di valore da non considerare attendibile in questa fase di stima, risulta pari al valore limite di normativa.

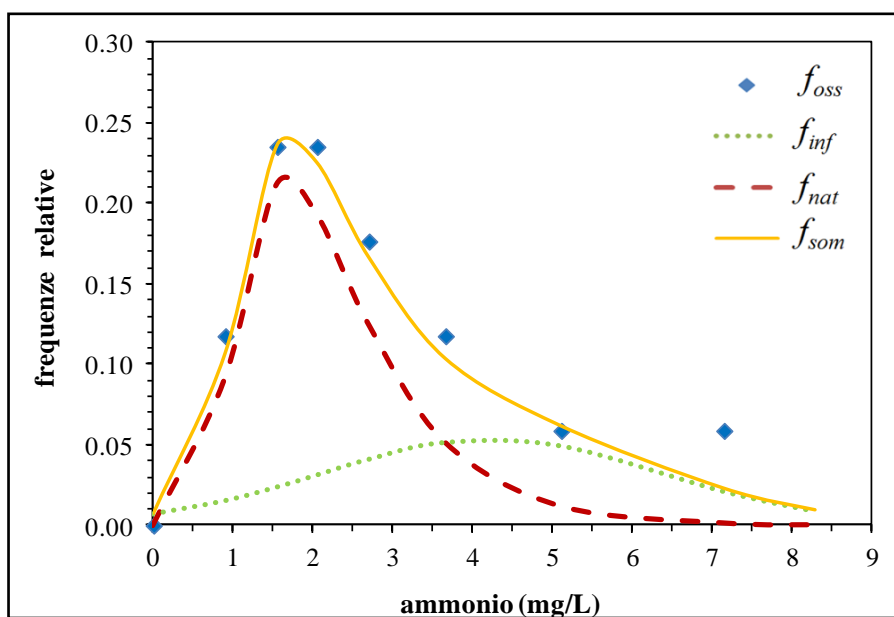


Figura 6.1: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1994-2008.

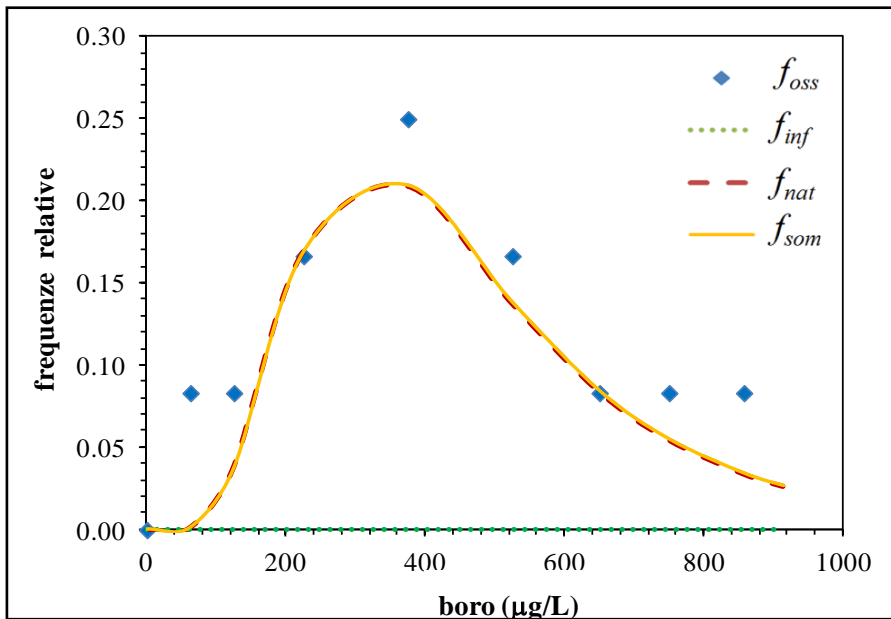


Figura 6.2: Boro, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1994-2008.

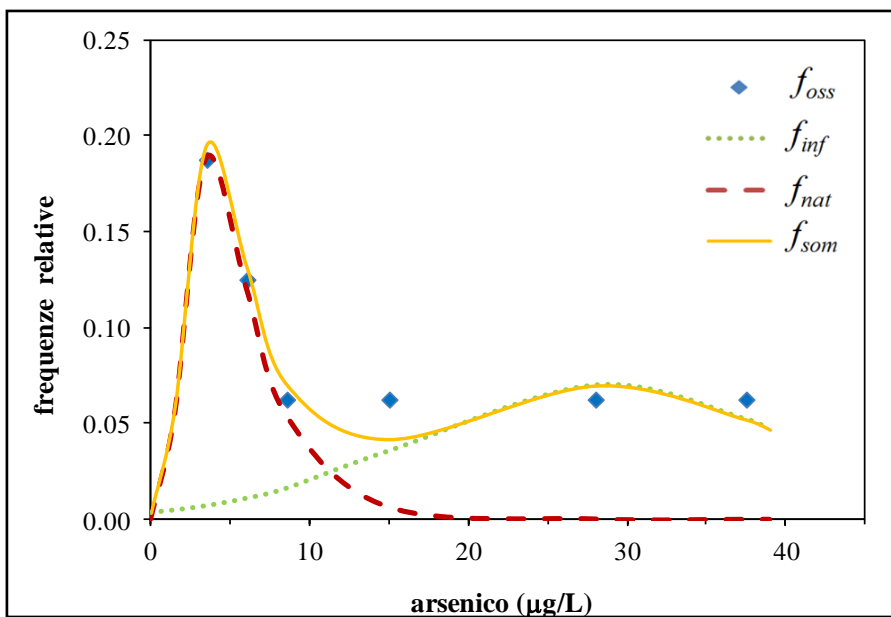


Figura 6.3: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS nel periodo 1994-2008.

Tabella 6.1: Valori di fondo naturale (NBL) e valori soglia (TV) di ione ammonio, boro e arsenico nel corpo idrico 0610ER-DQ2-PACS

	NH ₄ [mg/L]	B [µg/L]	As [µg/L]
NBL ₉₀ (PS)	4.6	817	33
NBL ₉₀ (SC)	3.7	799	9
TV	3.7	899	10

6.1.2 Pianura Alluvionale Padana – Confinato Superiore (0630ER-DQ2-PPCS)

Nelle Figure 6.4 e 6.5 sono riportati gli adattamenti alle distribuzioni di frequenza, naturale e influenzata, rispettivamente per ione ammonio e arsenico applicando la metodologia di analisi proposta da Wendland et al. (2005). La componente naturale dello ione ammonio si adatta in gran parte alle frequenze osservate, come già osservato per il corpo idrico precedente, mentre la componente influenzata risulta avere un'ampia deviazione standard. Per l'arsenico vale quanto già detto precedentemente, ovvero che la componente naturale si adatta solo in minima parte alla distribuzione delle concentrazioni osservate. Per tale motivo si ritiene non attendibile il risultato dell'applicazione per questo elemento chimico.

In Tabella 6.2 sono riportati i valori di concentrazione di fondo naturale e valori soglia delle due specie chimiche. Risulta evidente che per entrambe le specie chimiche analizzate, i valori ottenuti con la separazione delle componenti e la pre-selezione sono confrontabili. Il valore soglia ottenuto per l'intero corpo idrico è superiore al valore di legge per lo ione ammonio, di circa un ordine di grandezza, mentre per l'arsenico risulta più basso rispetto al valore di normativa di circa il 30%.

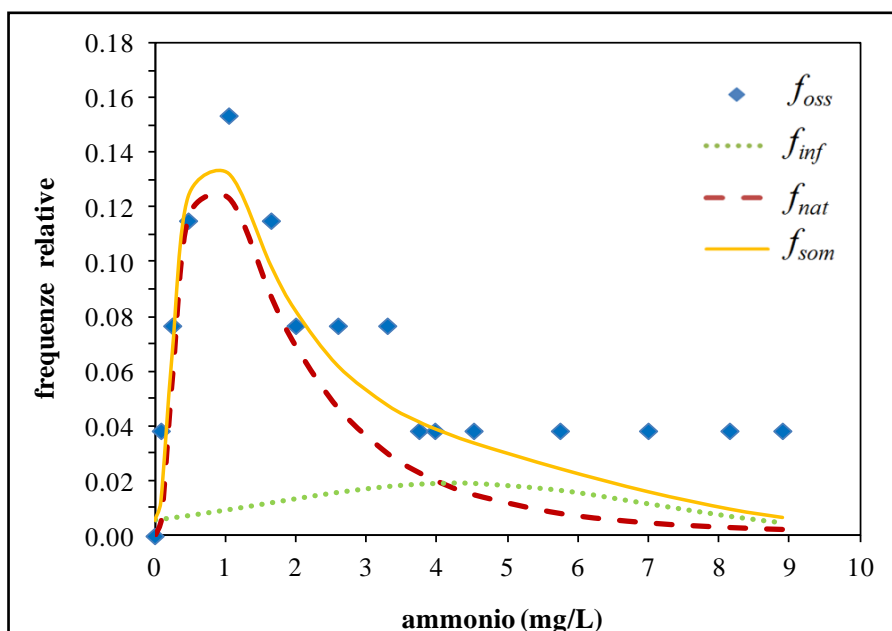


Figura 6.4: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS nel periodo 1994-2008.

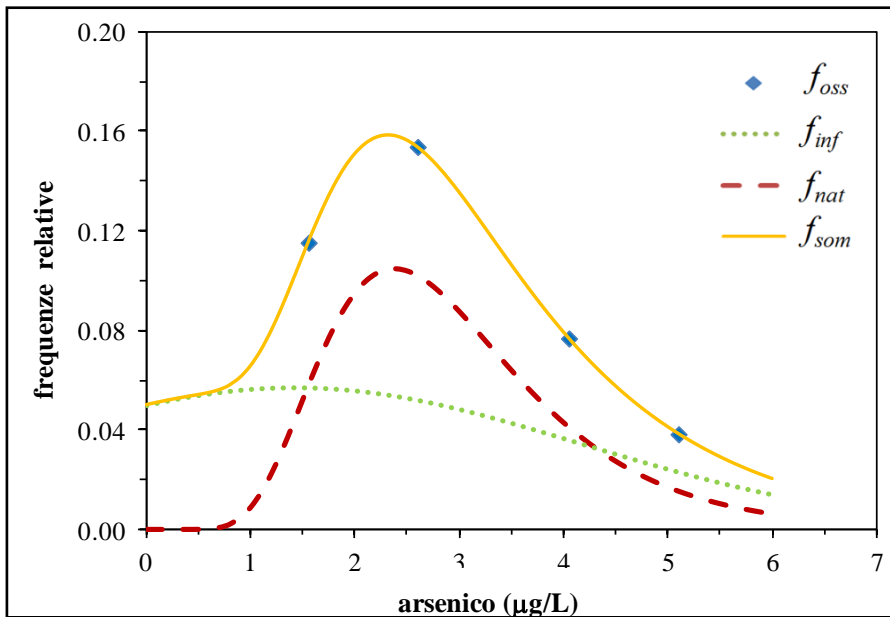


Figura 6.5: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS nel periodo 1994-2008.

Tabella 6.2: Valori di fondo naturale (NBL) e valori soglia (TV) di ione ammonio e arsenico nel corpo idrico 0630ER-DQ2-PPCS

	NH ₄ [mg/L]	As [µg/L]
NBL ₉₀ (PS)	5.2	4
NBL ₉₀ (SC)	4.7	4
TV	4.7	7

6.1.3 Pianura Alluvionale – Confinato Inferiore (2700ER-DQ2-PACI)

Nelle Figure 6.6, 6.7, 6.8 e 6.9 sono riportati gli adattamenti alle distribuzioni di frequenza, naturale e influenzata, rispettivamente per ione ammonio, boro, cloruri e arsenico, applicando la metodologia di analisi proposta da Wendland et al. (2005). La componente naturale dello ione ammonio si adatta in gran parte alle frequenze osservate e la lunga coda della funzione di adattamento determina un elevato valore di fondo naturale. La componente naturale del boro risulta si adatta completamente alla distribuzione di frequenza osservata, risultando pertanto assente la componente influenzata. La componente naturale dei cloruri si adatta bene alle concentrazioni medie e basse mentre la distribuzione influenzata si adatta meglio alle concentrazioni più elevate. Per l'arsenico vale quanto già detto precedentemente e pertanto si ritiene non attendibile il risultato dell'applicazione per questo elemento chimico.

In Tabella 6.3 sono riportati i valori di concentrazione di fondo naturale e valori soglia delle quattro specie chimiche analizzate. Risulta evidente che i valori ottenuti con la separazione delle componenti e la pre-selezione sono confrontabili per le diverse specie chimiche.

Il valore soglia ottenuto per l'intero corpo idrico è superiore al valore di legge per lo ione ammonio, di circa due ordini di grandezza, mentre per il boro si attesta al di sotto del valore soglia di circa un 10%. Anche l'arsenico, seppure trattasi di valore da non considerare attendibile in questa fase di stima, risulta confrontabile o di poco inferiore al valore limite di normativa.

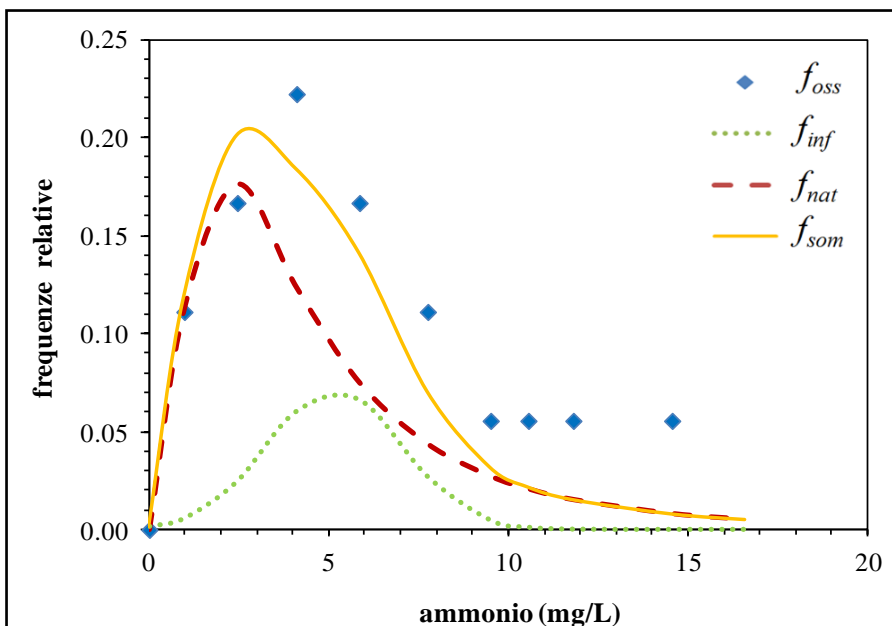


Figura 6.6: Ione ammonio, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1994-2008.

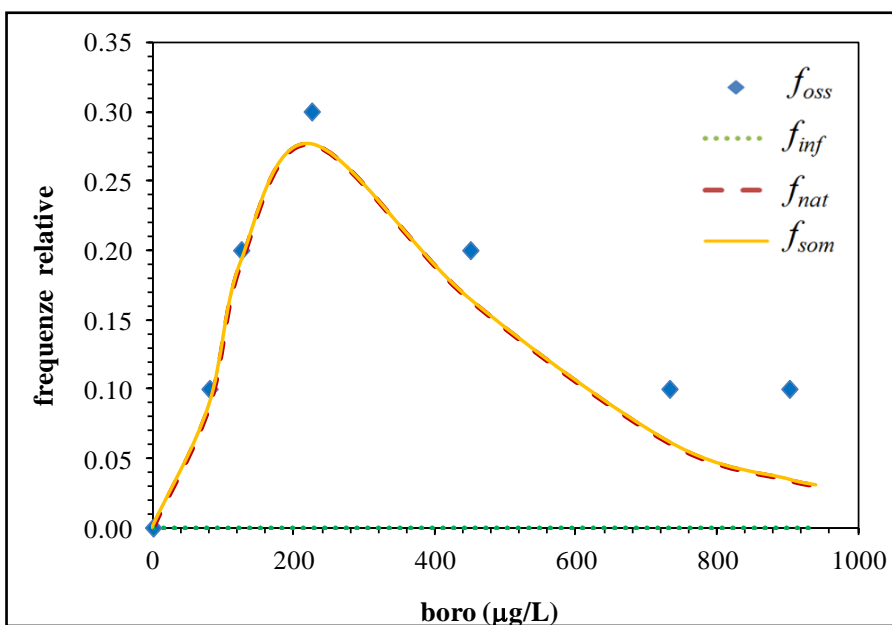


Figura 6.7: Boro, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1994-2008.

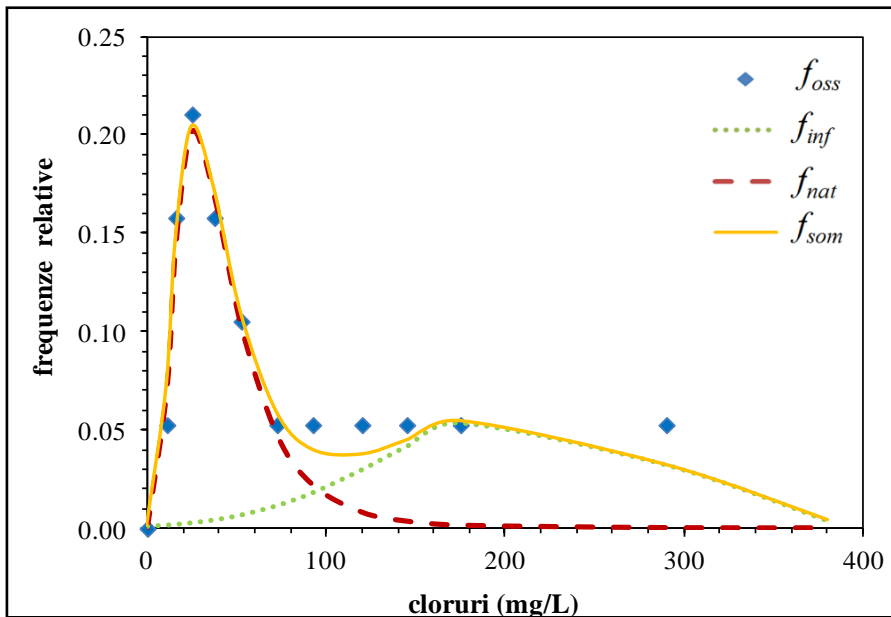


Figura 6.8: Cloruri, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1994-2008.

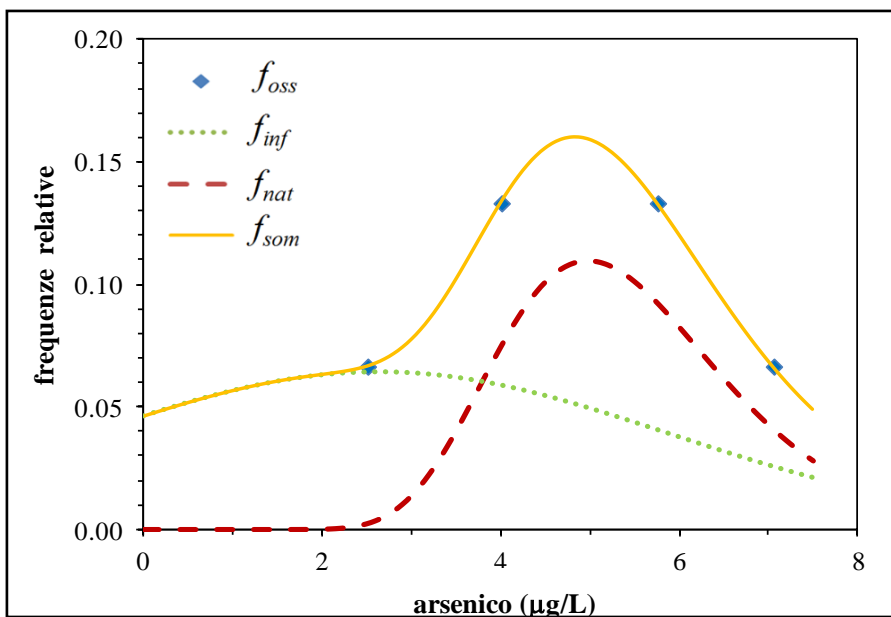


Figura 6.9: Arsenico, frequenze osservate e distribuzioni valutate sulla base della (6 di par. 4.1) nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI nel periodo 1994-2008.

Tabella 6.3: Valori di fondo naturale (NBL) e valori soglia (TV) di ione ammonio, boro, cloruri e arsenico nel corpo idrico 2700ER-DQ2-PACI

	NH ₄ [mg/L]	B [µg/L]	Cl [mg/L]	As [µg/L]
NBL ₉₀ (PS)	12.0	890	177	6
NBL ₉₀ (SC)	10.4	857	80	7
TV	10.4	928	165	9

6.2 SINTESI DEI VALORI DI FONDO NATURALE E VALORI SOGLIA STIMATI NEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI AMPIA ESTENSIONE AREALE

In Tabella 6.4 sono riportati i risultati della stima dei valori di fondo naturale e dei valori soglia di ione ammonio, boro, cloruri e arsenico per i tre corpi idrici sotterranei molto estesi arealmente. Rispetto alle analisi preliminari, effettuate su un periodo temporale più lungo ma riguardanti le medesime sostanze e i medesimi corpi idrici (Tabella 5.30), non si osservano differenze sostanziali in termini di ordine di grandezza dei risultati.

Le concentrazioni di fondo naturale e di valore soglia per lo ione ammonio risultano leggermente più alte per il corpo idrico più profondo, confermando anche in questo caso un aumento delle concentrazioni passando dai corpi idrici confinati superiori a quello inferiore.

Il boro evidenzia dei valori di poco inferiori ai limiti di legge mentre nell'elaborazione preliminare risultavano concentrazioni di poco superiori. Si conferma anche in questo caso un aumento delle concentrazioni con la profondità.

Si conferma quanto già detto in merito alla definizione dei valori soglia di arsenico, ovvero che sono necessari approfondimenti di tipo sperimentale e pertanto i valori presentati non sono da considerarsi attendibili.

Tabella 6.4: Valori di fondo naturale, tramite Pre-selezione e Separazione delle Componenti, e valori soglia di alcune specie chimiche nei corpi idrici molto estesi arealmente dell'Emilia-Romagna

		Codice corpo idrico		
		0610ER-DQ2-PACS	0630ER-DQ2-PPCS	2700ER-DQ2-PACI
Ione ammonio [mg/L]	NBL ₉₀ (PS)	4.6	5.2	12.0
	NBL ₉₀ (SC)	3.7	4.7	10.4
	TV	3.7	4.7	10.4
Arsenico [µg/L]	NBL ₉₀ (PS)	33	4	6
	NBL ₉₀ (SC)	9	4	7
	TV	10	7	9
Boro [µg/L]	NBL ₉₀ (PS)	817	-	890
	NBL ₉₀ (SC)	799	-	857
	TV	899	-	928
Cloruri [mg/L]	NBL ₉₀ (PS)	-	-	177
	NBL ₉₀ (SC)	-	-	80
	TV	-	-	165

6.3 APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI PRE-SELEZIONE SU CORPI IDRICI SOTTERRANEI DI RIDOTTA ESTENSIONE AREALE O CARATTERIZZATI DA POCHE INFORMAZIONI

La metodologia di pre-selezione dei dati (Wendland et al., 2005) viene utilizzata come procedura semplificata alla quale ricorrere nei casi in cui la conoscenza delle caratteristiche idrochimiche del corpo idrico sia da considerarsi insoddisfacente e l'insieme dei dati disponibili non si presti ad analisi più sofisticate come la separazione delle componenti. L'idea di base consiste nel selezionare, all'interno dell'insieme di dati disponibili, i campioni

che, soddisfacendo determinati criteri, possono essere considerati non influenzati da fattori antropici. Per ciascun punto di controllo viene quindi calcolata la mediana delle concentrazioni selezionate della specie chimica in esame. Il 90° percentile dei valori delle mediane così calcolate viene assunto come valore di NBL del corpo idrico per la specie chimica considerata.

Fra i criteri proposti dal metodo per indicare una possibile influenza antropica nelle concentrazioni rilevate in un punto di misura si considerano tipicamente i seguenti:

- cloruri > 1000 mg/L;
- nitrati > 10 mg/L;
- ione ammonio > 0.5 mg/L.

L'esclusione di campioni dalle serie temporali di ciascun pozzo avviene in seguito al superamento di almeno una delle concentrazioni rilevate per le specie considerate come indici di influenza antropica. Nelle applicazioni di seguito riportate, relative ai corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna meno estesi arealmente o con pochi dati di monitoraggio, si è considerato che lo ione ammonio non rientri tra i parametri indicatori di influenza antropica. La scelta è motivata dal fatto che i corpi idrici in questione sono tutti idrogeologicamente confinati e l'analisi dei carotaggi effettuati in siti dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza la presenza di notevoli quantità di torbe sepolte a profondità variabili. Questo determina il riscontro di significative concentrazioni di ione ammonio, superiori al limite di normativa, attribuibili, nello specifico contesto in esame, a cause naturali.

Il criterio che ha portato all'esclusione del maggior numero di campioni nell'ambito della procedura di pre-selezione è dato dalla concentrazione dei nitrati che, in molti casi, è risultata superiore ai 10 mg/L.

La metodologia è stata applicata in relazione a corpi idrici in cui si è riscontrata la presenza di specie chimiche caratterizzate da un elevato numero di superamenti del limite di normativa nell'arco dell'intero periodo di monitoraggio considerato.

Sono stati esclusi dalle elaborazioni i corpi idrici per i quali il numero dei pozzi di monitoraggio è ridotto (inferiore a 5) e, quindi, tale da non fornire stime significative dal punto di vista statistico. Non sono state prese in considerazione, inoltre, le specie chimiche caratterizzate da un limitato numero di determinazioni nelle serie storiche di ciascuna stazione di controllo.

A differenza di quanto suggerito dagli autori della metodologia di pre-selezione, nelle applicazioni di seguito riportate è stato introdotto un ulteriore criterio per l'individuazione dei pozzi caratterizzati da un ridotto impatto antropico. Tale criterio prevede di utilizzare, nelle elaborazioni per il calcolo dell'NBL, i pozzi che, a seguito delle operazioni di pre-selezione, risultano caratterizzati da un numero di valori di concentrazione della specie chimica in esame superiore all'80% dei dati che ne costituiscono la serie storica complessiva. Si è ritenuto, in questo modo, di privilegiare l'utilizzo di punti di monitoraggio di acque il cui stato qualitativo appare solo occasionalmente (< 20% delle determinazioni) soggetto ad influenze antropiche.

Dalle elaborazioni sono stati anche esclusi quei punti di controllo che, a seguito delle operazioni di pre-selezione, risultano caratterizzati da un numero di dati esiguo (inferiore a 5) e, quindi, tale da non fornire grandezze statistiche consistenti.

Considerando l'esistenza di una certa omogeneità dal punto di vista delle caratteristiche idrogeologiche, geochemiche e delle pressioni cui i corpi idrici sono sottoposti, alcune conoidi confinate superiori e/o inferiori sono state raggruppate come previsto nel programma di monitoraggio (Tabella 3.4). In tal modo è stato possibile applicare la metodologia di riferimento su gruppi di corpi idrici che altrimenti, soprattutto in relazione al ridotto numero di stazioni di monitoraggio, sarebbero stati esclusi dalle elaborazioni.

Nella Tabella 6.5 sono riportati i risultati dell'applicazione della metodologia di pre-selezione che ha portato alle stime dei valori delle NBLs e dei corrispondenti valori soglia (TV) per i

corpi idrici indicati e per le rispettive criticità associate. Nella medesima Tabella (6.5) si riporta, inoltre, per ciascun corpo idrico le seguenti informazioni:

- il numero di valori di concentrazione disponibile prima delle operazioni di pre-selezione;
- il numero di pozzi utilizzabili a seguito delle procedure di pre-selezione e di esclusione secondo il criterio relativo alla percentuale di dati rimanenti rispetto al numero iniziale;
- il numero complessivo dei valori di concentrazione relativi a tutti i pozzi risultati utilizzabili a seguito delle operazioni di pre-selezione;
- il numero complessivo dei valori di concentrazione utilizzato per stimare la NBL ottenuto escludendo le concentrazioni associate a pozzi con una percentuale di dati rimanenti inferiore all'80%.

Utilizzando questi dati viene calcolata, secondo quanto previsto dalla procedura di pre-selezione la mediana della serie storica di ciascun punto di monitoraggio. Il 90° percentile dei valori mediani fornisce il valore di NBL. Conseguentemente, il numero di valori sui quali viene calcolato il 90° percentile coincide con il numero di punti di monitoraggio rimasti dopo le operazioni di pre-selezione ed esclusione dei punti caratterizzati da una percentuale inferiore all'80% dei valori iniziali.

Tabella 6.5: Risultati dell'applicazione della metodologia di pre-selezione ai corpi idrici di ridotta estensione areale

Corpo idrico	Specie chimica	Valore soglia (D.Lgs. 30/09)	U.M.	(a) N. dati iniziali	(b) N. pozzi rimanenti	(c) N. dati dopo pre-selezione	(d) N. dati per stima NBL	NBL	TV
2370 2530ER-DQ2-CCI	Ione ammonio	0.5	mg/L	636	10 su 27	306	250	2.4	2.4
2380 2420 2440ER-DQ2-CCI	Arsenico	10	µg/L	231	6 su 12	124	119	7.68	9
0540ER-DQ2-CCS 0550ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	223	5 su 8	139	138	2.2	2.2
0560ER-DQ2-CCS 0570ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	47	2 su 2	46	46	1.6	1.6
0590ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	362	8 su 17	179	165	1.1	1.1
0620ER-DQ2-TPAPCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	514	16 su 16	508	508	10.5	10.5
	Boro	1000	µg/L	447	15 su 16	444	443	1260	1260
	Arsenico	10	µg/L	437	14 su 16	433	427	15	15
0640ER-DQ2-PCC	Ione ammonio	0.5	mg/L	604	22 su 26	592	575	42.1	42.1
	Cloruri	250	mg/L	597	22 su 26	585	569	1476	1476
	Boro	1000	µg/L	480	21 su 26	468	452	1224	1224
	Arsenico	10	µg/L	524	21 su 26	512	498	34.7	34.7

Analizzando le stime effettuate e presentate nella Tabella 6.5 si osserva che lo ione ammonio è la specie chimica che più frequentemente ricorre come critica per lo stato chimico dei corpi idrici analizzati. Questo conferma quanto precedentemente affermato relativamente alla presenza di tale specie chimica, la cui origine, per i corpi idrici emiliano-romagnoli, è da ritenersi naturale. Per tale specie chimica i valori soglia calcolati sulla base della metodologia proposta da Muller et al. (2006) sono risultati maggiori rispetto al limite fissato dalla normativa di riferimento e pari a 0.5 mg/L (D. Lgs. 30/09). Valori particolarmente elevati di NBL, e conseguentemente, di TV, per lo ione ammonio si sono ottenuti per il corpo idrico di transizione (0620ER-DQ2-TPAPCS) e per quello costiero (0640ER-DQ2-PCC). Si sottolinea che, per quest'ultimo corpo idrico, non si è fatto riferimento alla concentrazione di cloruri quale criterio di esclusione dei campioni. Tale scelta è motivata dal fatto che è ragionevole

attendarsi elevate concentrazioni naturali di tale sostanza chimica in un corpo idrico soggetto a fenomeni naturali di salinizzazione delle acque, per effetto della presenza in profondità di facies idrochimiche marine.

Per i corpi idrici confinati inferiori di conoide alluvionale, il valore della concentrazione di fondo naturale dello ione ammonio è stato determinato dove possibile raggruppando le serie temporali, come previsto dal monitoraggio ambientale. All'interno dei raggruppamenti effettuati, le specie chimiche diverse dallo ione ammonio e che costituiscono criticità associate solo ad alcuni dei corpi idrici, non sono state considerate in quanto il numero di stazioni di monitoraggio non permetteva di fornire stime statisticamente significative.

Le stime di cloruri sono state effettuate nel corpo idrico costiero (0640ER-DQ2-PCC) ottenendo valori di NBL e TV superiori al limite di normativa (250 mg/L) coerentemente con le conoscenze idrogeologiche.

Le stime di NBL, e conseguentemente di TV, per il boro sono risultate sempre di poco superiori ai 1000 µg/L indicati dal limite di normativa.

Per quanto riguarda infine l'arsenico, la cui normativa indica come valore soglia 10 µg/L, le stime effettuate evidenziano concentrazioni superiori nei due corpi idrici confinati di pianura alluvionale (0620ER-DQ2-TPAPCS e 0640ER-DQ2-PCC), mentre risulta essere confrontabile con il valore di legge per alcune conoidi confinate inferiori (2380|2420|2440ER-DQ2-CCI).

7. Effetti dell'interazione acqua sotterranea e matrice solida sullo stato chimico delle acque sotterranee

Dalle elaborazioni statistiche effettuate e presentate nei paragrafi precedenti emerge che il comportamento geochimico dell'arsenico è più complesso rispetto a quello dello ione ammonio e del boro, a tal punto da rendere poco significativa, per l'arsenico, l'applicazione di metodi statistici globali per l'individuazione dei valori di fondo naturale. L'interazione tra le acque sotterranee e la matrice solida dell'acquifero governa la ripartizione delle specie chimiche tra l'acqua e il solido. Le condizioni redox nelle quali avvengono le interazioni acqua-solido sono in generale determinanti per la stabilità di ciascuna specie chimica in una delle due matrici. In particolare, lo ione ammonio costituisce la forma ridotta tra i composti azotati, derivante prevalentemente dalla degradazione naturale della sostanza organica presente nella matrice solida, e conserva questa forma chimica nelle acque sotterranee di pianura, in quanto i corpi idrici sotterranei profondi risultano confinati e caratterizzati da condizioni redox riducenti. Lo ione ammonio non è infatti coinvolto nei processi geochimici degli idrossidi di ferro e del manganese, come invece risulta avvenire per l'arsenico. In bibliografia sono riportati diversi lavori recentemente pubblicati su questi argomenti.

L'individuazione dei valori di fondo naturale di una determinata specie chimica nelle acque sotterranee deve quindi tenere conto anche dei possibili effetti derivanti dall'interazione tra l'acqua e la matrice solida.

L'applicazione della metodologia di separazione delle componenti per lo ione ammonio sul corpo idrico Pianura Alluvionale - confinato inferiore, sembrerebbe confermare, confrontando i risultati con i corpi idrici confinati meno profondi, quanto ci si potrebbe aspettare intuitivamente circa il valore della concentrazione di fondo naturale, ovvero un suo aumento con l'aumentare della profondità del corpo idrico, in virtù dell'aumento del confinamento e quindi delle condizioni redox progressivamente più riducenti. Tale affermazione risulta ancora più ragionevole se si considera che aumentando la profondità è meno probabile che i valori di concentrazione monitorata siano soggetti ad influenze antropiche, per cui ci si aspetta che, in generale, il contributo naturale sia quello prevalente nel valore di concentrazione osservato. Ciò viene confermato applicando la metodologia di separazione delle componenti sul corpo idrico profondo in analisi, dove il valore dell' NBL_{90} dello ione ammonio risulta maggiore rispetto a quello determinato per i corpi idrici superiori.

Dal punto di vista fisico ci si aspetta un aumento dell' NBL , rispetto ai corpi idrici superiori, perché più in profondità risulta minore l'entità dei prelievi. Questo porterebbe a ritenere che il corpo idrico profondo oltre a subire una minore influenza antropica diretta, ovvero un minore prelievo di acqua, cui si associa una minore variazione del bilancio delle specie chimiche a seguito degli emungimenti, è anche meno soggetto a flussi di contaminanti provenienti dalla superficie che, assumendo possano attraversare i corpi idrici superiori, possono arrivare fino al corpo idrico profondo ma con valori di concentrazione inferiore rispetto alla superficie in quanto soggetti a fenomeni di attenuazione naturale. Infatti, tali flussi, per effetto di fenomeni fisico-chimici (e.g. diffusione, dispersione, adsorbimento ecc.) di interazione con la matrice solida si riducono procedendo verso il basso, per cui si riduce anche la possibilità che il valore della concentrazione monitorata sia dovuto ad un cambiamento antropico delle condizioni in cui si trova il corpo idrico. Per effetto di tali processi naturali ci si aspetta una diminuzione del contributo antropico in un corpo idrico profondo rispetto ad uno superficiale. Al tempo stesso è però importante considerare che talune delle specie chimiche riscontrate in profondità non necessariamente derivano da un passaggio dal corpo idrico superiore al corpo idrico inferiore, ma possono essere anche dovute alla presenza di acque fossili con chimismo particolare di origine naturale (cloruri, boro), oppure possono derivare da un semplice trasporto da zone limitrofe del medesimo corpo idrico in cui possono esistere province petrografiche in grado di modificare il chimismo delle acque. L'esistenza di tali condizioni risulterebbe avvalorare la

tesi secondo cui in profondità è lecito attendersi un alto valore delle concentrazioni di fondo naturale.

Di seguito si presentano alcuni approfondimenti sul comportamento geochimico dell'arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna, e in bibliografia sono riportati lavori scientifici che trattano del medesimo argomento di recente pubblicazione.

7.1 ARSENICO E SEDIMENTI FINI IN EMILIA-ROMAGNA

Le principali trasformazioni che coinvolgono l'arsenico negli acquiferi sono determinate dalle condizioni redox dell'ambiente. In condizioni aerobiche la forma prevalente è As(V) ($E_h > 200$ mV, pH tra 5 e 8). Con il ridursi della concentrazione di ossigeno si ha un aumento della CO_2 disciolta a seguito della decomposizione della sostanza organica cui segue una ulteriore diminuzione della concentrazione di O_2 per effetto dei processi di denitrificazione. In tali condizioni si ha la riduzione da Fe(III) a Fe(II) con riduzione del pH e variazione delle condizioni redox che determinano la dissoluzione dei co-precipitati di Fe e As. A seguito di tale dissoluzione ed in condizioni anaerobiche si ha la riduzione da As(V) a As(III) con riduzione dei solfati, se presenti.

In Emilia-Romagna, valori elevati di arsenico sono stati riscontrati in acque caratterizzate da basse velocità di circolazione di origine appenninica o alpina indifferentemente. La presenza di arsenico nelle acque della pianura padana è dovuta alla dissoluzione degli idrossidi di ferro presenti nei sedimenti fini, che sono in grado di adsorbire l'arsenico e di rilasciarlo in particolari condizioni chimico-fisiche (Fuller et al., 1993; Zavatti et al., 1995; Smedley e Kinniburgh, 2002).

Negli acquiferi caratterizzati da basse velocità di circolazione esistono sedimenti molto fini i cui granuli sono dotati di una superficie specifica molto elevata. La dimensione dei granuli più fini e dei minerali argillosi favorisce la messa in posto di idrossidi di ferro come la goethite (Carroll, 1958; Berner, 1971). Minerali come la goethite non si riscontrano in sedimenti grossolani in quanto le dimensioni cristalline sono talmente piccole da subire il dilavamento e il conseguente trasporto operato dal movimento dell'acqua e della bassa capacità di adesione sulle superfici dei granuli più grossolani (Martinelli et al., 2005). Variazioni nel potenziale redox delle acque possono provocare la distruzione del reticolo cristallino degli idrossidi di ferro che produce contemporaneamente il rapido rilascio in acqua dell'arsenico adsorbito sulla matrice solida (Moncure et al., 1992).

7.2 IL PROCESSO DI RILASCIO DI ARSENICO NELLE ACQUE SOTTERRANEE DELL'EMILIA-ROMAGNA

I sedimenti fini costituiscono la matrice prevalente in cui avviene la messa in posto di idrossidi di ferro. La presenza di ferro nei sedimenti è rivelata indirettamente dalla concentrazione dello stesso elemento nelle acque sotterranee. La distribuzione areale della concentrazione di ferro totale nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna (Figura 7.1), osservata nel periodo 1988-1998, evidenzia un'ampia zona avente valori compresi tra 200 e 20000 $\mu\text{g/L}$. Essa delimita l'area in cui sono presenti in prevalenza sedimenti fini in grado quindi di ospitare idrossidi di ferro.

In Figura 7.2 sono rappresentate, per lo stesso periodo temporale, le aree in cui le variazioni della concentrazione di ferro nell'acqua sono comprese tra 1000 e 15000 $\mu\text{g/L}$. In tali aree la variazione è dello stesso ordine di grandezza della concentrazione assoluta nell'acqua. Fluttuazioni così forti possono essere attribuite a forti variazioni del potenziale redox in grado di destabilizzare il reticolo cristallino degli idrossidi di ferro. In tali aree possono quindi verificarsi fenomeni di rilascio in acqua dell'arsenico adsorbito dagli idrossidi di ferro.

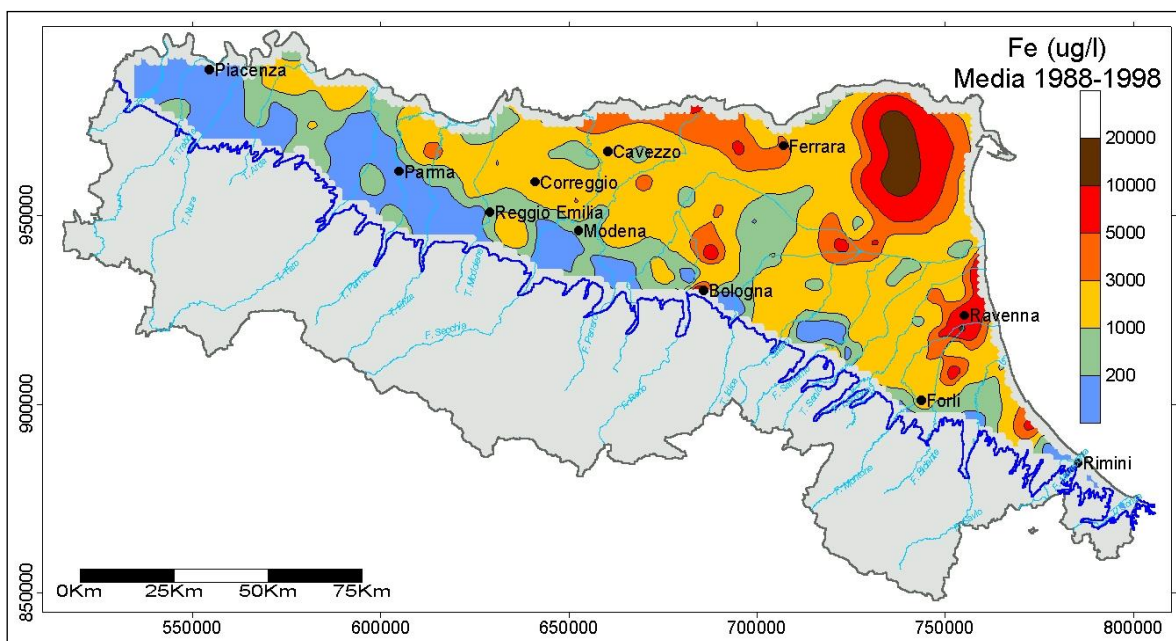


Figura 7.1: Distribuzione areale di ferro totale nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna nel periodo 1988-1998.

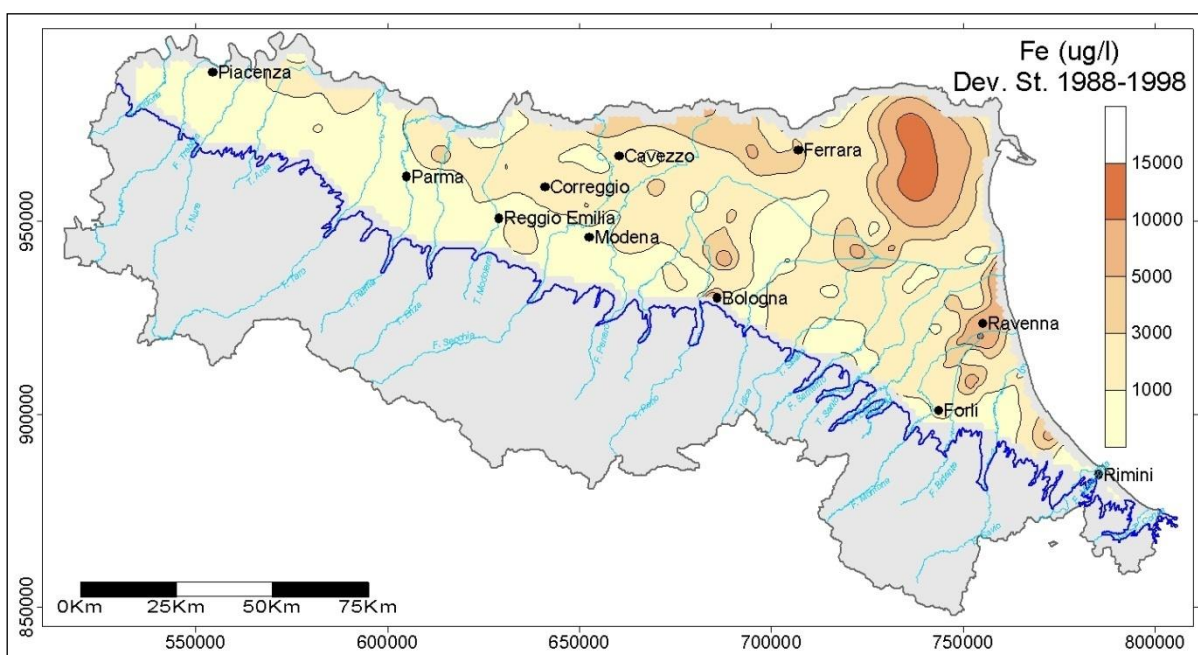


Figura 7.2: Distribuzione areale della variazione del ferro totale nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna, espressa come deviazione standard, nel periodo 1988-1998.

Per meglio descrivere le dimensioni areali degli acquiferi caratterizzati da rilascio di arsenico sono state elaborate le concentrazioni di arsenico nelle acque sotterranee nel periodo 1989-1998 derivanti dal monitoraggio regionale (Figura 7.3). Le zone con concentrazioni elevate di arsenico hanno subito nel tempo poche variazioni nell'ubicazione e nell'estensione areale. All'interno delle stesse aree sono invece cambiate notevolmente nel tempo le concentrazioni di arsenico, evidenziate attraverso la distribuzione areale della deviazione standard delle concentrazioni dell'elemento nel periodo considerato (Figura 7.4). Le variazioni di concentrazione osservate sono dello stesso ordine di grandezza dei valori di concentrazione

riscontrati nelle acque campionate, e sono particolarmente evidenti a sud di Ravenna, a nord di Bologna, e nelle pianure tra Parma e Modena. In queste aree gli acquiferi, costituiti da sedimenti prevalentemente fini, ospitano acque sotterranee caratterizzate da un contenuto relativamente alto di ferro ($>200 \mu\text{g/L}$).

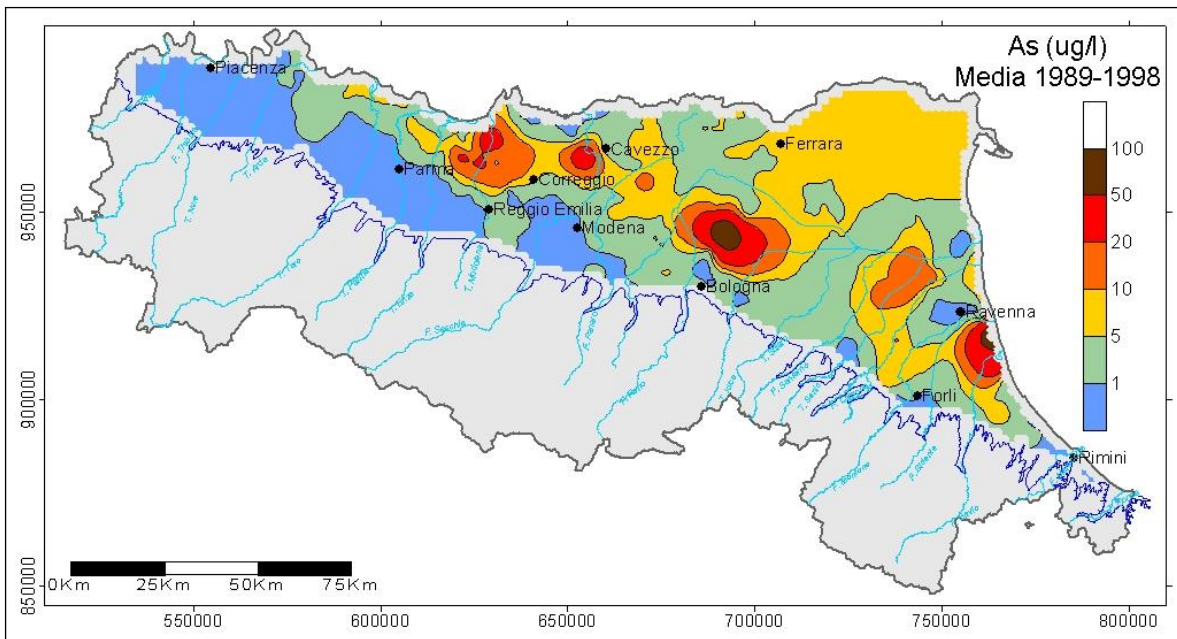


Figura 7.3: Distribuzione areale di arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna nel periodo 1989-1998.

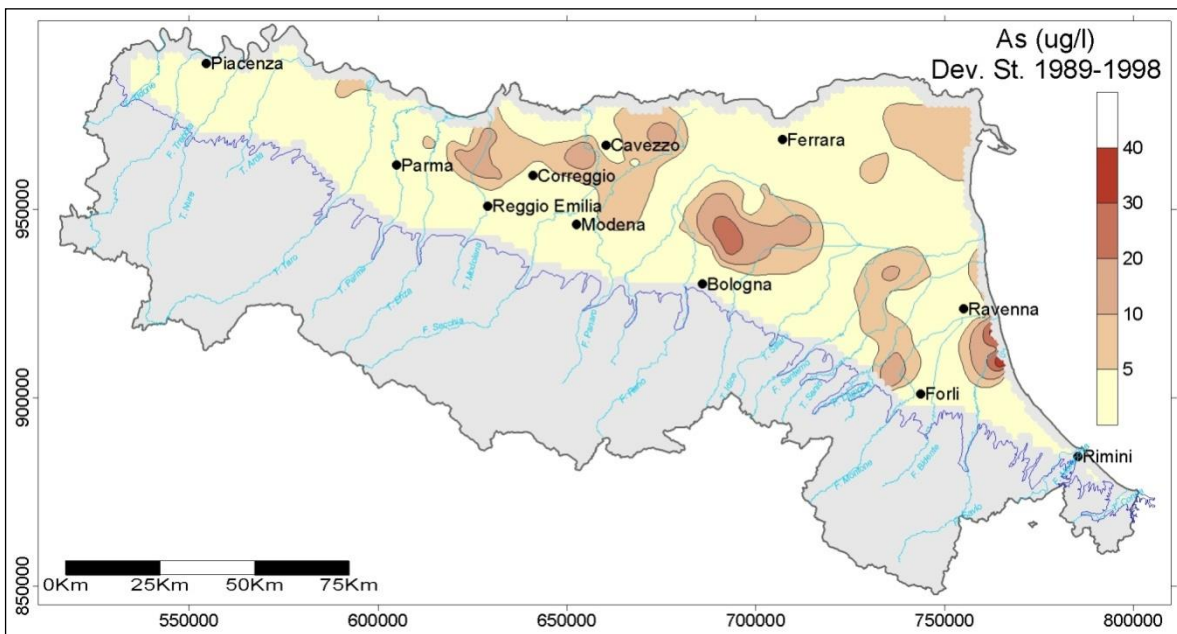


Figura 7.4: Distribuzione areale della variazione di arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna, espressa come deviazione standard, nel periodo 1989-1998.

La distribuzione areale del potenziale redox nel periodo 1988-1998 (Figura 7.5) mostra vaste aree della Regione Emilia-Romagna con valori compresi tra -100 e 300 mV, ma solo nelle zone di media e bassa pianura le concentrazioni di ferro nelle acque sono maggiori di 200

$\mu\text{g/L}$. Per questa ragione solo in tali aree esistono le condizioni necessarie per permettere i fenomeni di rilascio di arsenico che risultano evidenti come mostrato nella Figura 7.3. Nelle stesse aree sono state inoltre osservate forti fluttuazioni del potenziale redox (Figura 7.6).

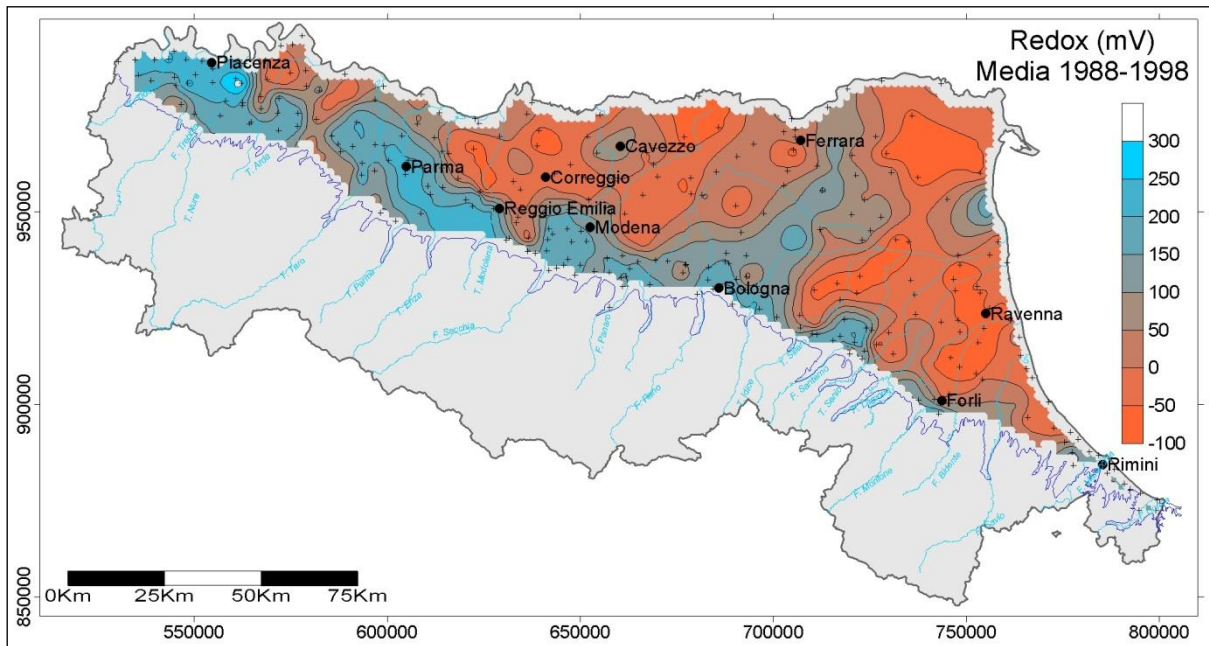


Figura 7.5: Distribuzione areale del potenziale Redox nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna nel periodo 1988-1998.

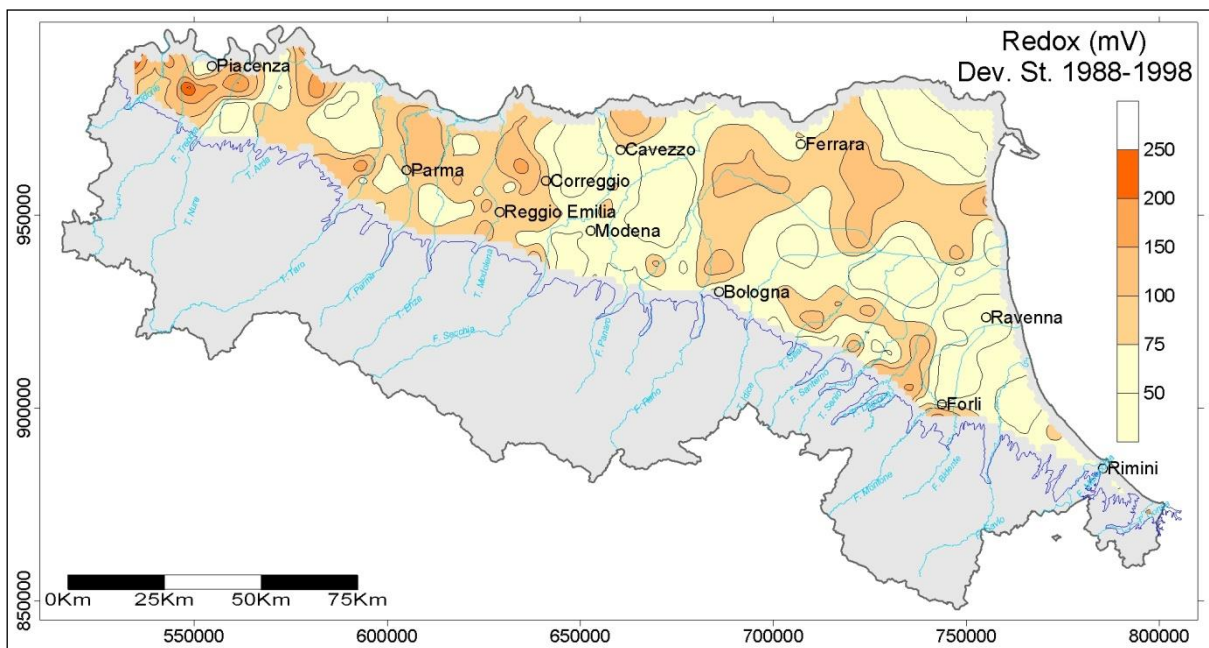


Figura 7.6: Distribuzione areale della variazione del potenziale redox nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna, espressa come deviazione standard, nel periodo 1988-1998.

Appare quindi confermata la relazione tra la presenza di ferro e arsenico nei sedimenti soggetti a variazioni del potenziale redox. Queste variazioni nelle acque sotterranee sono dovute a rare cause naturali come gli eventi sismici (Thomas, 1988; Roeloffs, 1988), oppure a

frequenti cause artificiali, la principale delle quali è il prelievo di acque da pozzi in grado di richiamare acque geochimicamente ridotte. Gli effetti delle variazioni del potenziale redox possono inoltre essere localmente amplificati dalla presenza di batteri ferro-riducenti (Islam et al., 2004).

8. Definizione della metodologia da adottare per l'individuazione dei valori soglia di concentrazione per le specie chimiche che necessitano di maggiori approfondimenti di tipo sperimentale

Le interazioni tra acqua sotterranea e matrice solida possono condizionare notevolmente la concentrazione nel tempo di diverse specie chimiche presenti nelle acque, innescando meccanismi geochimici di rilascio e conseguente aumento delle concentrazioni in soluzione o fenomeni di precipitazione e/o adsorbimento sulle matrici solide, che possono determinare una riduzione di concentrazione di specie presenti in acqua.

Questo fenomeno coinvolge, negli acquiferi emiliano-romagnoli, diversi metalli tra i quali ferro, manganese, arsenico e altri metalli pesanti. E' questo il motivo per cui, come già illustrato precedentemente, l'applicazione di metodologie statistiche non è in grado di fornire, nell'analisi di elementi chimici quali l'arsenico, risultati consistenti con le informazioni idrogeologiche disponibili, come invece avviene per altre specie chimiche (ad esempio ione ammonio e boro).

Per questa ragione si propone di approfondire le conoscenze del comportamento dell'arsenico negli acquiferi profondi dell'Emilia-Romagna, al fine di definire con maggiore precisione e significatività il livello naturale di arsenico nelle acque e il relativo valore soglia.

Ci si propone, in particolare, di valutare sperimentalmente l'effetto della variazione del potenziale redox sul rilascio di arsenico da un campione di terreno prelevato a profondità tali da poter considerare nulli o comunque ridotti gli effetti della contaminazione antropica. Ciò al fine di individuare quali condizioni naturali possono determinare il rilascio di arsenico dai suoli campionati. Unitamente al comportamento dell'arsenico verranno indagati anche i comportamenti di altri metalli pesanti, come ad esempio Fe, Cu, Zn e Cr.

8.1 CAMPIONAMENTO DEL SEDIMENTO DA SOTTOPORRE ALLE PROVE SPERIMENTALI

Al fine di rendere maggiormente rappresentative le prove da effettuarsi, ponendosi in condizioni prossime a quelle reali in cui si manifesta la mobilizzazione dell'arsenico nel sottosuolo in esame, tutte le prove di laboratorio, e quindi escluse le analisi di caratterizzazione e di estrazione selettiva sequenziale, saranno condotte con l'acqua del corpo idrico da cui sono stati prelevati i campioni di suolo. Non verrà utilizzata, pertanto, né acqua distillata, come avviene per la gran parte delle prove di laboratorio condotte in letteratura, né l'acqua di rubinetto che talvolta viene pure utilizzata per la realizzazione di condizioni ossidanti. A tale scopo si prevede di prelevare acqua (circa 20-30 litri) da un pozzo che in 20 anni di monitoraggio ha registrato una concentrazione mediana di arsenico inferiore al limite di quantificazione della metodica analitica. L'acqua prelevata, prima di essere utilizzata, verrà filtrata a $0.45\mu\text{m}$ e sottoposta ad analisi geochimiche per determinare il quantitativo dei metalli presenti ed avere quindi informazioni sul bianco di concentrazione utilizzato per le prove.

I campioni di suolo da analizzare verranno prelevati da alcuni tratti delle carote di sedimento effettuate su tutto il territorio regionale e conservate a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna.

In questa fase bisognerà porre grande attenzione alla scelta dell'ubicazione della carota, dei tratti e delle profondità di campionamento da analizzare geochimicamente in laboratorio. In questo modo si mira ad avere un campione di suolo in cui sia presente arsenico in quantità significative e relativo a profondità tali da poter ragionevolmente ritenere nulla o comunque ridotta l'influenza antropica.

Una volta eseguito il campione di sedimento, la fase solida verrà asciugata in stufa a 20°C per un giorno, disaggregata se necessario, setacciata a secco su setaccio da 2 mm per rimuovere i detriti e la ghiaia grossolana e la parte passante ai 2 mm macinata ed omogeneizzata mediante mortaio ad agata e successivamente conservata in appositi recipienti.

Per accertarsi dell'effettiva presenza di arsenico nei tratti di carota campionati, si effettueranno analisi chimiche speditive su un numero più consistente di campioni, al fine di individuare la quantità di arsenico presente e che si potrebbe potenzialmente mobilizzare.

Sui tratti di carota, 1 al massimo 2, in cui tali analisi speditive forniranno risultati positivi circa la presenza di arsenico, si effettueranno le attività di sperimentazione di seguito descritte.

8.1.1 Caratterizzazione del sedimento e analisi chimiche preliminari alla prova

Sui campioni selezionati verranno effettuate analisi granulometriche per determinare la composizione delle diverse classi dimensionali. Si effettueranno, inoltre, analisi mineralogiche per determinare e quantificare i minerali presenti utilizzando la metodica XRD (X-Ray Diffraction). Scopo di tale analisi è la caratterizzazione del campione di sedimento al fine di stabilire l'abbondanza delle diverse fasi mineralogiche presenti in modo da individuare la presenza di fasi minerali di arsenico cristallizzato. In particolare, si è interessati ad individuare la presenza di tutti quei minerali che potrebbero adsorbire l'arsenico, come ad esempio goethite, magnetite, quarzo, pirite, arsenopirite, scorodite, realgar, ossidi di ferro.

Mediante analisi geochimiche (ICP-MS) verrà determinato il quantitativo degli elementi presenti nel campione ed in particolare il contenuto totale di arsenico e di altri metalli pesanti mediante la procedura UNI EN 13346 (2002).

Verrà determinato inoltre il contenuto totale di sostanza organica presente nel campione.

8.2 ANALISI DI ESTRAZIONE SELETTIVA SEQUENZIALE

Le analisi selettive sequenziali sono utilizzate per quantificare nei campioni di suolo le diverse frazioni di arsenico presenti e stabilirne l'aliquota potenzialmente mobilizzabile nelle diverse condizioni estreme in cui si potrebbe trovare l'acquifero.

Lo schema di base per le procedure di estrazione è stato individuato da Tessier et al. (1979) e da Shuman (1985). Matera et al. (2003) propongono una modifica di tale schema che permette di estrarre 7 frazioni di arsenico presenti nella matrice solida, ovvero:

- Debolmente legata (solubile);
- Carbonatica;
- Ossidi di Mn;
- Ossidi amorfi di Fe;
- Ossidi cristallini di Fe;
- Sostanza organica e solfuri;
- Residuale.

8.3 PROVE DI LABORATORIO IN BATCH

Presumibilmente i campioni di sedimento prelevati saranno relativi a porzioni dell'acquifero in cui sono presenti condizioni anaerobiche, caratterizzate dall'assenza di ossigeno. Si prevede di portare il campione di sedimento in sospensione acquosa in un contenitore (Figura 8.1), all'interno del quale verrà immerso un gas inerte e/o agente chimico riducente (ad esempio argon, ascorbato di sodio) per simulare la riduzione del potenziale redox. Si analizzerà la concentrazione di arsenico totale rilasciata a seguito della variazione indotta del redox.

Ipotizzando di dover lavorare in condizioni anaerobiche si possono prevedere le seguenti due tipologie di prove in batch:

- test di rilascio in condizioni anaerobiche a pH costante sino all'equilibrio
- test di rilascio con diverse condizioni redox

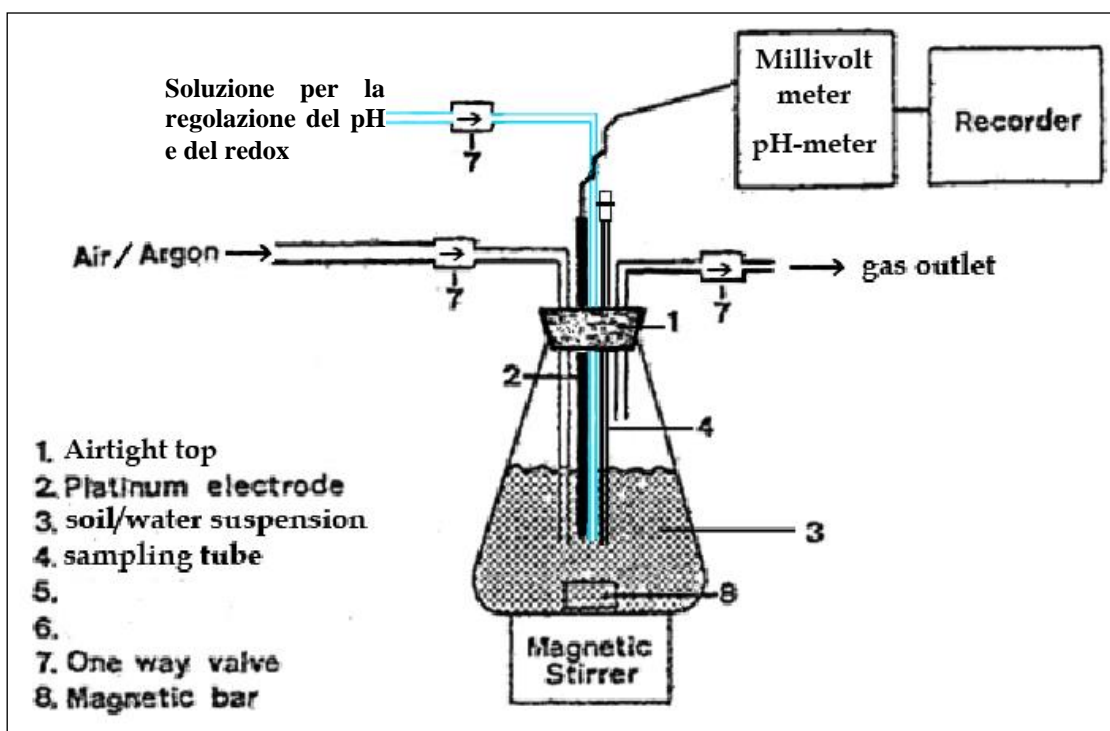


Figura 8.1 Schema ipotetico delle prove di laboratorio in batch

8.3.1 Test di rilascio in condizioni anaerobiche a pH costante fino all'equilibrio

Il test è propedeutico alla prova successiva, al fine di calibrare i tempi e i rapporti di diluizione da utilizzarsi nel proseguo delle analisi. Si prevede di eseguire il test in successione secondo le seguenti fasi:

- il campione di suolo viene portato in sospensione con l'acqua prelevata da pozzo in rapporto suolo-acqua 1:20 (100 grammi di suolo in 2000 mL di acqua), l'esatto rapporto sarà determinato da una prova preparatoria in condizioni aerobiche;
- miscelazione della sospensione tramite agitatore magnetico;
- nella sospensione così ottenuta, continuamente miscelata mediante agitatore magnetico, si farà gorgogliare un flusso di argon per circa 30 min in modo da sostituire l'ossigeno presente con l'argon. Il motivo per cui si è scelto l'argon deriva dal fatto che si tratta di un gas nobile che, in quanto tale, non reagisce con altri atomi e non dà origine ad altri composti rappresentando una specie chimicamente inerte. In alternativa all'argon esistono in letteratura anche prove in cui l'ambiente anaerobico viene realizzato utilizzando azoto. Quest'ultimo però non è così inerte come l'argon e insufflando azoto nella sospensione si potrebbero sviluppare reazioni chimiche secondarie non desiderate;
- nel corso dei 30 minuti in cui verrà insufflato argon si misurerà il pH della soluzione accertandosi che sia pari a valori tipici del sedimento in esame;
- durante la prova verrà misurato il potenziale redox mediante un elettrodo;

- verranno prelevati, attraverso un tubo di campionamento, campioni di circa 30 mL di soluzione mediante una siringa munita di filtri 0.45 μm , al fine di estrarre solo la fase disciolta e determinare il valore della concentrazione all'equilibrio nel tempo. Si prevede di effettuare il prelievo nei seguenti periodi dopo l'immissione di argon: 15min + 30 min +45 min + 1 ora + 1.5 ore + 2 ore +2 ore +2 ore per un totale di 10 ore complessive in modo da avere nel complesso circa 8 valori di concentrazione di arsenico totale individuando così il valore della concentrazione all'equilibrio;
- la prova verrà protratta fino al raggiungimento dell'equilibrio nel valore del potenziale redox. L'ordine di grandezza del tempo necessario per il raggiungimento di tale equilibrio può essere ottenuto mediante una prova preparatoria, effettuata, come già detto, in condizioni aerobiche.

8.3.2 Test di rilascio con diverse condizioni redox

Per effetto della presenza di carbonati e bicarbonati che svolgono un'azione tampone, il pH del sistema idrico sotterraneo si mantiene approssimativamente costante e prossimo alla neutralità, come suggerito dai dati di 20 anni di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna. Al contrario, le condizioni redox nei corpi idrici sotterranei confinati, possono variare a seguito di diversi fattori: fluttuazione del livello piezometrico, contenuto di sostanza organica, attività batterica indigena, rilascio di metalli adsorbiti o co-precipitati.

Per valutare gli effetti della variazione del potenziale redox (Eh) sul rilascio di arsenico in condizioni anaerobiche si prevede di far gorgogliare un flusso di argon nella sospensione sedimento-acqua sostituendo l'ossigeno libero con atomi di argon inerti e far variare nel tempo le condizioni redox mediante immissione di un agente chimico riducente (ad esempio ascorbato di sodio).

Nell'analizzare i risultati di tale prova sarà interessante confrontare il quantitativo di arsenico mobilizzato con questa prova rispetto al quantitativo di arsenico legato alla frazione a ossidi-idrossidi di ferro e manganese ottenuto con analisi selettive sequenziali.

La prova verrà effettuata considerando un quantitativo di acqua sufficiente per poter effettuare un numero di prelievi significativo di campioni di soluzione da analizzare in laboratorio. Prevedibilmente la prova verrà articolata nelle fasi di seguito descritte, la cui durata dipenderà dal tempo necessario per il raggiungimento delle condizioni di equilibrio:

- immissione del terreno nel contenitore (vedi Figura 8.1) con aggiunta del quantitativo di acqua necessario;
- agitazione del sistema per circa 30 minuti;
- al termine dei 30 minuti si effettuerà un primo campionamento;
- si immetterà argon per circa 30 minuti al termine dei quali si effettuerà un nuovo campionamento;
- si immetterà un agente riducente rappresentato dall'ascorbato di sodio;
- dopo 30 minuti dall'immissione si effettuerà un primo campionamento. Gli altri campionamenti saranno effettuati nei seguenti periodi: 30 min +1 ora + 2 ore + 2 ore + 2 ore per un totale di 8 ore complessive monitorate mediante 8 campioni;
- al termine della fase precedente si procederà ad insufflare ossigeno libero, ovvero aria, per passare a condizioni ossidanti. Tale fase avrà una durata di 8 ore nell'arco delle quali si preleveranno i campioni nei seguenti periodi: 30 min + 30 min +1 ora + 2 ore + 2 ore + 2 ore per un totale di 6 campioni;
- al termine della fase precedente verranno ripristinate le condizioni riducenti immettendo ascorbato di sodio nella stessa concentrazione usata in precedenza. Tale fase avrà una durata di 8 ore nell'arco delle quali si preleveranno 6 campioni nei seguenti periodi: 30 min + 30 min +1 ora + 2 ore + 2 ore + 2 ore;

Nell'arco dei tre periodi sperimentali verranno determinate le concentrazioni di arsenico, ferro, manganese e altri metalli pesanti, mediante prelievi di soluzione dal sistema e successive analisi di laboratorio. Si prevede, in tal modo, di poter ricostruire le variazioni di concentrazione nel tempo delle specie chimiche indagate nelle diverse condizioni redox indotte. La Figura 8.2 mostra un esempio tratto da Nguyen et al. (2008).

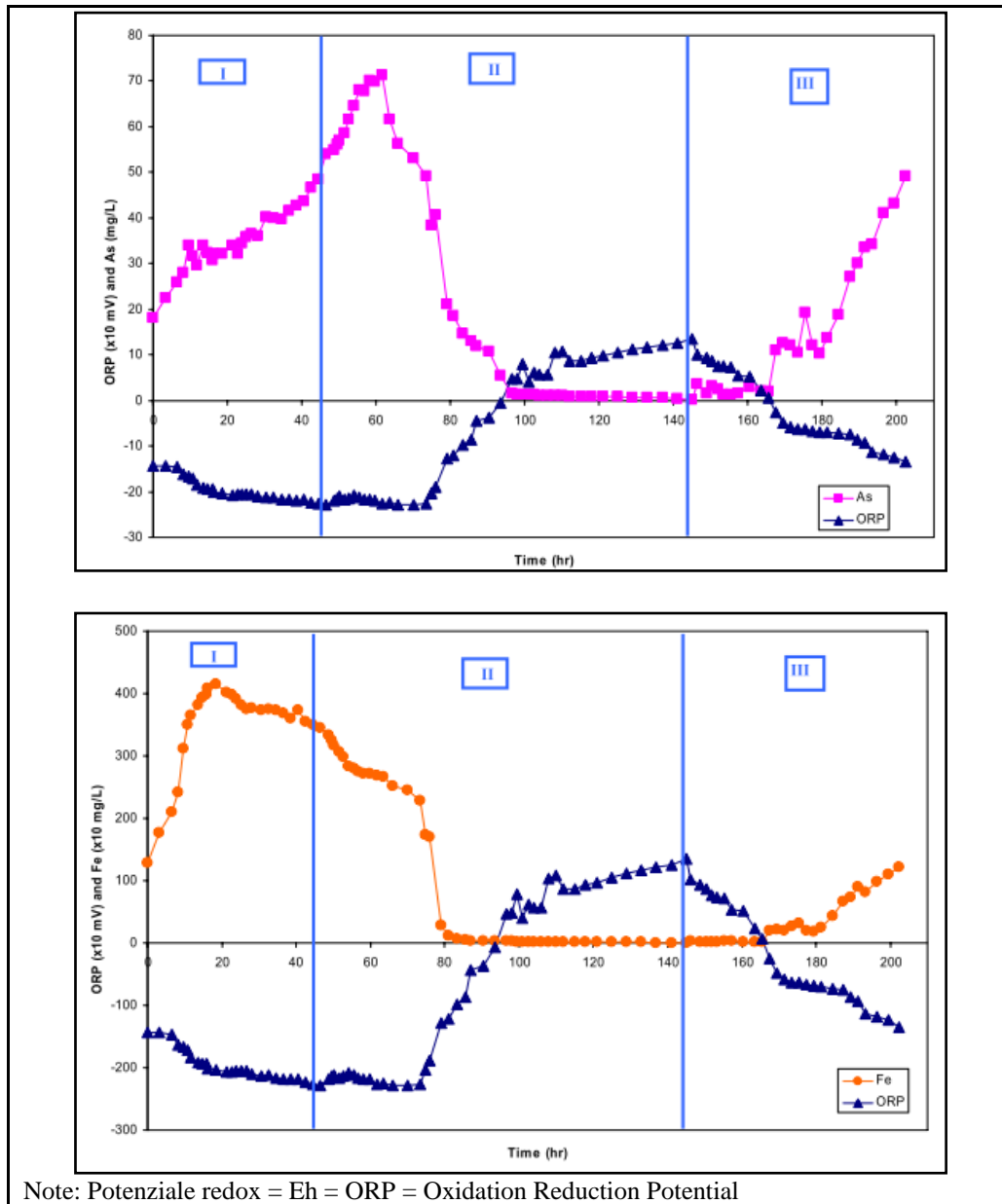


Figura 8.2 Esempio di risultati di prove in batch (Nguyen et al., 2008).

9. Considerazioni conclusive

L'attività svolta nell'ambito di questo lavoro è stata improntata alla razionalizzazione delle informazioni del monitoraggio ambientale esistenti al fine di poterle utilizzare per caratterizzare i nuovi corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna, adeguati alle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, recepite nella normativa nazionale con il D. Lgs. 30/09 e approvati dalla Regione Emilia-Romagna con DGR 350/2010.

E' infatti noto che il nuovo sistema di classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee prevede il confronto con standard di qualità e valori soglia il cui superamento determina uno stato *scarso* che con opportune misure deve essere riportato a *buono*. La norma prevede che ogni Regione possa chiedere la modifica degli standard di qualità per le specie chimiche e per i corpi idrici che naturalmente presentano concentrazioni superiori a quelli definiti in ambito nazionale. La modifica deve essere chiesta indicando il nuovo standard di qualità. Un approccio di questo tipo non era mai stato adottato nella normativa relativa alla classificazione delle acque sotterranee. I decreti previgenti prevedevano l'attribuzione di classi di qualità scadente per cause naturali ma senza fissare per ciascun corpo idrico un valore definito.

La ricerca bibliografica effettuata per individuare le metodologie migliori all'individuazione dei valori soglia derivanti dai valori di fondo naturale, ha portato ad approfondire le metodologie statistiche di separazione delle componenti e di pre-selezione individuate come metodiche in ambito europeo.

L'applicazione delle metodologie statistiche globali è stata preceduta dall'analisi delle informazioni pregresse relative al monitoraggio regionale delle acque sotterranee relativo ai corpi idrici di pianura. Sono state analizzate le serie storiche del monitoraggio chimico al fine di verificare la presenza di specie chimiche di possibile origine naturale in ciascuno dei corpi idrici sotterranei. In particolare, dei 91 nuovi corpi idrici sotterranei di pianura dell'Emilia-Romagna (Regione Emilia-Romagna, 2010), si hanno informazioni pregresse e correttamente attribuite per 65 del totale dei corpi idrici. Per ciascun corpo idrico è stata redatta una scheda statistica riassuntiva, disponibile in Allegato, nella quale sono riportate le frequenze con le quali le diverse specie chimiche sono state riscontrate e hanno superato le concentrazioni soglia individuate dalla normativa.

La consistenza delle informazioni pregresse per ciascun corpo idrico dipende dal periodo di monitoraggio ma soprattutto dall'estensione areale del corpo idrico, dalla sua vulnerabilità intrinseca.

Nei corpi idrici molto estesi arealmente, dove si dispone di molte informazioni ambientali nel periodo 1987-2008, è stato possibile applicare la metodologia statistica di separazione delle componenti, mentre nei corpi idrici meno estesi, dove le informazioni ambientali pregresse sono meno numerose, è stata applicata, dove possibile, la metodologia di pre-selezione. In particolare, l'esiguo numero di stazioni di monitoraggio, determinato dalle ridotte dimensioni dei corpi idrici, è risultato diminuito ulteriormente a seguito delle attività di riattribuzione delle singole stazioni di monitoraggio ai nuovi corpi idrici sotterranei.

Le specie chimiche individuate come critiche per la definizione dello stato chimico dei corpi idrici sono risultate essere lo ione ammonio, il boro, i cloruri e l'arsenico.

Analizzando il valore della concentrazione di fondo naturale ottenuto per le specie chimiche ione ammonio e boro si osserva che questi aumentano passando da corpi idrici confinati superiori a corpi idrici confinati inferiori. Il risultato individuato per queste due specie chimiche risulta essere coerente con quanto ci si potrebbe aspettare per un corpo idrico confinato inferiore e quindi profondo, che risente in misura ridotta degli effetti delle pressioni antropiche esercitate dalla superficie. Lo stesso risultato non si ottiene, invece, per l'elemento arsenico per il quale il valore di fondo naturale ottenuto tramite la metodologia della

separazione delle componenti non risulta essere coerente con le conoscenze circa la presenza di questo elemento negli acquiferi profondi dell'Emilia-Romagna.

Questo testimonierebbe che l'As è un elemento più complesso e problematico, rispetto agli altri analizzati, nell'applicazione delle metodologie statistiche globali. Ne consegue che le considerazioni precedenti, di tipo fisico, fatte su boro e ione ammonio, a supporto di un aumento di fondo naturale con la profondità, non possono essere estese anche all'arsenico per il quale è necessario comprendere le complesse dinamiche geochimiche che governano il sistema acqua-suolo.

Per questa ragione si presenta una proposta metodologica per identificare le dinamiche chimico-fisiche di mobilizzazione dell'arsenico e del rapporto tra matrice solida e acqua al fine di poter migliorare e contestualizzare i dati di fondo naturale di tale specie chimica forniti in questo lavoro. Ciò consentirà di:

- contestualizzare i dati disponibili nel quadro conoscitivo delle complesse dinamiche cui è soggetto l'arsenico;
- fornire stime di NBL fisicamente basate e supportate da solide basi scientifiche e non associate ad elaborazioni statistiche, che per loro natura, non includono tali processi.

Sulla base di queste considerazioni e delle proposte di approfondimento sperimentale per l'arsenico, si riportano di seguito i valori di fondo naturale e relativi valori soglia delle specie chimiche che risultano essere critiche per la definizione dello stato chimico dei corpi idrici per i quali è stata possibile e significativa l'applicazione di metodologie statistiche globali. I risultati ottenuti per l'arsenico sono riportati in tabella anche se ritenuti non significativi e da sottoporre ad approfondimenti per una loro corretta valutazione.

Corpo idrico	Specie chimica	Valore soglia (D.Lgs. 30/09)	U.M.	Metodologia statistica	NBL	TV
2370 2530ER-DQ2-CCI	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	2.4	2.4
2380 2420 2440ER-DQ2-CCI	Arsenico	10	µg/L	Pre-selezione	7.68	9
2700ER-DQ2-PACI	Ione ammonio	0.5	mg/L	Separazione Componenti	10.4	10.4
	Boro	1000	µg/L		857	928
	Cloruri	250	mg/L		80	165
	Arsenico	10	µg/L		7	9
0540ER-DQ2-CCS 0550ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	2.2	2.2
0560ER-DQ2-CCS 0570ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	1.6	1.6
0590ER-DQ2-CCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	1.1	1.1
0610ER-DQ2-PACS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Separazione Componenti	3.7	3.7
	Arsenico	10	µg/L		9	10
	Boro	1000	µg/L		799	899
0620ER-DQ2-TPAPCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	10.5	10.5
	Boro	1000	µg/L		1260	1260
	Arsenico	10	µg/L		15	15
0630ER-DQ2-PPCS	Ione ammonio	0.5	mg/L	Separazione Componenti	4.7	4.7
	Arsenico	10	µg/L		4	7
0640ER-DQ2-PCC	Ione ammonio	0.5	mg/L	Pre-selezione	42.1	42.1
	Cloruri	250	mg/L		1476	1476
	Boro	1000	µg/L		1224	1224
	Arsenico	10	µg/L		34.7	34.7

Attraverso l'applicazione dei metodi statistici globali è risultato evidente che la metodologia non consente di valutare le variazioni temporali dei valori di fondo. Tale informazione

potrebbe essere ottenuta, nei casi in cui il campione in esame sia numericamente consistente, analizzando diversi intervalli di aggregazione temporale dei dati al fine di individuare la presenza di eventuali tendenze all'interno del corpo idrico in esame. Inoltre, qualora sia possibile effettuare una suddivisione del corpo idrico sulla base di caratteristiche idrogeologiche ed idrochimiche, la metodologia per la separazione delle componenti potrebbe essere applicata su gruppi di punti di monitoraggio a diversa localizzazione al fine di valutare possibili eterogeneità spaziali negli NBLs. Ciò risulterebbe tanto più importante quanto più il corpo idrico risulti molto esteso arealmente.

I risultati ottenuti suggeriscono pertanto, ai fini di una robusta caratterizzazione dello stato idrogeochimico dei corpi idrici sotterranei trattati (almeno con riferimento ad alcune specie chimiche dal comportamento complesso, quali ad esempio l'arsenico), sia opportuno integrare, in questa tipologia di analisi, aspetti quali l'evoluzione spazio-temporale della concentrazione e la conoscenza delle dinamiche che governano l'evoluzione fisico-chimica del sistema.

Bibliografia

- Adriano DC, (2001). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals, second ed. Springer, New York
- Arpa Emilia-Romagna, (2009). Annuario regionale dei dati ambientali - edizione 2009. Edizione su CD. Bologna
http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=2140&idlivello=216
- Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, (2005). Le caratteristiche degli acquiferi dell'Emilia-Romagna – Report 2003. A cura di A. Fava, M. Farina, M. Marcaccio. Rapporto tecnico Arpa Emilia-Romagna, Scandiano (RE). 244 pp.
http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=553&idlivello=234
- Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, (2009). Rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee. Relazione annuale dati 2008. Relazione triennale 2006-2008”. A cura di M. Marcaccio. Rapporto tecnico Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 59 pp.
http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=2309&idlivello=216
- Bear J, (1979). Hydraulics of Groundwater, McGraw Hill
- Berner RA, (1971). Principles of Chemical Sedimentology. Mc-Hill. New York, 240 pp
- BRIDGE, (2007) – Background cRiteria for the IDentification of Groundwater Thresholds.
<http://nfp-at.eionet.europa.eu/irc/eionet-circle/bridge/info/data/en/index.htm>
- Carere M, Mundo F, Galanti V, Sollazzo C, (2008). Towards an Italian approach for the derivation of threshold values, *EU Groundwater Policy Developments Conference*, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- Carroll D, (1958). Role of clay minerals in the transportation of iron. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 14, 1-27
- Decreto Legislativo n. 152/06 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”.
- Decreto Legislativo n. 152/99 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole” Suppl. ord. Gazzetta Ufficiale n. 124 del 29/5/1999.
- Decreto Legislativo n. 30 del 16 marzo 2009. Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009
- Decreto Legislativo n. 31 del 2 febbraio 2001. Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. Suppl. ord. n. 41 - Gazzetta Ufficiale n.52 del 3/3/2001
- Directive 2000/60/EC (2000). Water Framework Directive (WFD). Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, OJ L327, 22 Dec 2000, pp 1–73
- Directive 2006/118/EC (2006). GroundWater Daughter Directive (GWDD). Directive of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration, OJ L372, 27 Dec 2006, pp 19–31
- Dove PM, Rimstidt JD, (1985). The solubility of scorodite, FeAsO₄ 2H₂O. *Am. Mineral.* 70, 838–844
- Dzombak DA, Morel FMM, (1990). Surface complexation modeling—Hydrous ferric oxide: New York, John Wiley & Sons, 393 pp
- Edmunds WM, Shand P, (2008). Natural groundwater quality. Blackwell, 2008, 469 pp, ISBN 978-14051-5675-2
- Edmunds WM, Shand P, Hart P, Ward RS, (2003). The natural (baseline) quality of groundwater: a UK pilot study. *Sci Total Environ* 310:25–35. doi:10.1016/S0048-9697(02)00620-4

- European Commission, (2009). Guidance on groundwater status and trend assessment, guidance document no 18. Technical Report 2009, ISBN 978-92-79-11374-1 European Communities, Luxembourg
- Farina M, Marcaccio M, Martinelli G, (2005). La presenza di arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp
- Fried J J, Mouton J, Mangano F, (1982). Studio sulle risorse in acque sotterranee dell'Italia, Commissione delle Comunità Europee, Vol. 6 dell'Atlante delle risorse idriche sotterranee della Comunità Europea – “Tema 1 – Acquiferi”
- Fuller CC, Davis JA, Waychunas GA, (1993). Surface chemistry of ferrihydrite:part 2. Kinetics of arsenate adsorption and coprecipitation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, 2271-2282
- Hingston FJ, Posner AM, Quirk JP, (1971). Competitive adsorption of negatively charged ligands on oxide surfaces: Discuss. Faraday Soc., v. 52, p. 334–342
- Hinsby K, Condesso de Melo MT, (2006). Application and evaluation of a proposed methodology for derivation of groundwater threshold values—a case study summary report. In: Report to the EU project “BRIDGE” 2006 Deliverable D22. <http://www.wfd-bridge.net>
- Islam FS, Gault AG, Boothman C, Polya DA, Charnock JM, Chatterjee D, Lloyd JR, (2004). Role of metal-reducing bacteria in arsenic release from Bengal delta sediments. *Nature*, 430, 68-71
- Karro E, Uppin M, Marandi A, Haamer K, (2008). Derivation of threshold values for naturally F- and B-rich Silurian–Ordovician groundwater body, Estonia. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- LAWA project – Working Group of the Federal States on Water Problems (2002 – 2004). R. Kunkel, H.-J. Voigt, F. Wendland, S. Hannappel, Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland
- Lin Z, Puls RW, (2000). Adsorption, desorption and oxidation of arsenic affected by clay minerals and aging process. *Environ. Geol.* 39, 753–759
- Livesey NT, Huang PM, (1981). Adsorption of arsenate by soils and its relation to selected chemical properties and anions: *Soil Science*, v. 131, p. 88–94
- Manning BA, Goldberg S, (1996). Modeling arsenate competitive adsorption on kaolinite, montmorillonite and illite: *Clays and Clay Minerals*, v. 44, p. 609–623
- Marcaccio M, Martinelli G, Messori R, Vicari L, (2005). Processi di rilascio dell'arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp
- Martinelli G, Marcaccio M, Farina M, Canepa P, Cantagalli L, Billi L, (2005). L'arsenico nei sedimenti profondi della pianura emiliano-romagnola: prime evidenze. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp
- Matera V, Le Hécho I, Laboudigue A, Thomas P, Tellier S, Astruc M, (2003). A methodological approach for the identification of arsenic bearing phases in polluted soils, *Environ. Pollut.* 126 (2003) 51–64
- Moncure C, Jankowski PA, Drever JI, (1992). The hydrochemistry of arsenic in reservoir sediments, Milltown, Montana, USA. In: *Water-Rock Interaction. Proceedings of the 7th Int.Symp. on Water-Rock Interaction*, Park City, Utah, USA, Balkema Ed., Rotterdam

- Muller D, Blum A, Hart A, Hookey J, Kunkel R, Scheidleder A, Tomlin C, Wendland F, (2006), Final proposal for a methodology to set up groundwater threshold values in Europe. In: Report to the EU project “BRIDGE” 2006, Deliverable D18. <http://www.wfd-bridge.net>
- Newman DK, Ahmann D, Morel FMM, (1998). A brief review of microbial arsenate respiration. *Geomicrobiol. J.* 15, 255–268
- Nguyen KP, Itoi R and Yamashiro R, (2008). Influence of Redox Potential on Arsenic Release from Soil. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University.* Vol. 68, No.2, pp. 129-140
- Nickson RT, McArthur JM, Burgess WG, Ahmed KM, Ravenscroft P, Rahman M, (1998). Arsenic poisoning of Bangladesh groundwater. *Nature* 395, 338
- Panno SV, Kelly WR, Martinsek AT, Hackley KC, (2006). Estimating background and threshold nitrate concentrations using probability graphs, *Ground Water*, 44(5), 697–709
- Preziosi E, Giuliano G, Vivona R, (2008). Threshold values establishment for groundwater bodies where natural contamination occurs: a methodological case study in Central Italy. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- Preziosi E, Giuliano G, Vivona R, (2009). Natural background level and threshold values derivation for naturally As, V and F rich groundwater bodies: a methodological case study in Central Italy. *Environ Earth Sci*, doi:[10.1007/S12665-009-0404-y](https://doi.org/10.1007/S12665-009-0404-y)
- Regione Emilia-Romagna, (2005). Piano di Tutela delle Acque. Deliberazione dell’Assemblea Legislativa n. 40 del 21/12/2005
- Regione Emilia-Romagna, (2010a). Relazione sullo stato dell’ambiente - 2009. http://www.ermesambiente.it/wcm/acque/news/relazione_ambiente_2009.htm
- Regione Emilia-Romagna, (2010b). Delibera di Giunta n. 350 del 8/02/2010, Approvazione delle attività della Regione Emilia-Romagna riguardanti l’implementazione della Direttiva 2000/60/CE ai fini della redazione ed adozione dei Piani di Gestione dei Distretti idrografici Padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale. http://www.ermesambiente.it/wcm/acque/sezioni_home/in_evidenza/pagina_piani_gestione.htm
- Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, (1998). Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio, Selca Firenze
- Reimann C, Garret RG, (2005). Geochemical background: concept and reality, *Sci Tot Environ*, 350, 12–27
- Rimstidt JD, Chermak JA, Gagen PM, (1994). Rates of reaction of galena, sphalerite, chalcopyrite and arsenopyrite, with Fe(III) in acidic solution. In: Alpers, C.N., Blowes, D.W. (Eds.), *Environmental Geochemistry of Sulfide Oxidation*. Am. Chem. Soc. Symp., Series 550, 2–13
- Roeloffs E, (1988). Hydrologic precursors to earthquakes: a review. *Pure and Applied Geophysics*, 126, 178-208
- Rosca A, Rosu A, Vliegthart FJL, Schipper P, (2008). Natural background values and threshold values required by the groundwater directive, applicable for Banat hydrographical area. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- Shuman LM, (1985). Fractionation method for soil microelements. *Soil Sci.* 140 (1), 11–22
- Sinclair AJ, (1974). Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. *Journal of Geochemical Exploration*, 3, no. 2, 129–149
- Smedley PL, Kinniburgh DG, (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17, 517-568

- Stollenwerk KG, (2003). Geochemical processes controlling transport of arsenic in groundwater: a review of adsorption. In: Welch, A.H., Stollenwerk, K.G. (Eds.), *Arsenic in Ground Water: Geochemistry and Occurrence*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp. 67–100
- Stumm, Werner, Morgan, (1996). *Aquatic chemistry* (3rd ed.): New York, John Wiley and Sons, 1022 pp
- Tessier A, Campbell PGC, Bisson M, (1979). Sequential extraction procedure for speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.* 51 (7), 844–851
- Thomas D, (1988). Geochemical precursors to seismic activity. *Pure and Applied Geophysics*, 126, 241-265
- Thorling L, Larsen CL, Hinsby K, (2008), The challenge of deriving threshold values and background levels for groundwater in Denmark. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- UNI EN 13346 (2002). Caratterizzazione dei fanghi - Determinazione di elementi in tracce e del fosforo - Metodi di estrazione con acqua regia
- USGS, U.S. Geological Survey – Water basic glossary, National Water-Quality Assessment (NAWQA) Program <http://water.usgs.gov/nawqa/glos.html>
- Verweij W, Zijp MC, (2008). Threshold values: the Dutch approach. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- Walter T, (2008). Determining natural background values with probability plots. EU Groundwater Policy Developments Conference, UNESCO, Paris, France, 13–15 Nov 2008
- Welch AH, Lico MS, (1998). Factors controlling As and U in shallow groundwater, southern Carson Desert, Nevada. *Appl. Geochem.* 13, 521–539
- Wendland F, Hannappel S, Kunkel R, Schenk R, Voigt HJ, Wolter R, (2005). A procedure to define natural groundwater conditions of groundwater bodies in Germany, *Water Sci Technol*, 51(3–4), 249–257
- Zavatti A, Attramini D, Bonazzi A, Boraldi V, Malagò R, Martinelli G, Naldi S, Patrizi G, Pezzerà G, Vandini W, Venturini L, Zuppi GM, (1995). *Quaderni di Geologia Applicata*, Pitagora Editrice Bologna, Vol. 2, 301-326

Allegato:
**Schede con superamenti dei valori soglia per corpo idrico
sotterraneo**

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Luretta – libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0020ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio “non attribuite” al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	13	10	60	30	5	8	8	20	60	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	13	0.25	80	2.5	9	4	3	5	45	1	80	80	7.7
	Arsenico	10	µg/l	13	0.25	0.5	1	13	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	1	0.25	0.25	0.25	1	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	13	1	1.31	1	8	5	5	1	1.31	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	2.5	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	13	0.5	6	1	10	3	3	1.572	6	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	13	0.25	2	1	11	2	2	2	2	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	13	1.32	70	10	2	11	11	1.32	70	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	13	25	184	103	1	12	12	36.747	184	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	13	161	225	174	0	13	13	161	225	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	13	7	19.1	10.9	0	13	13	7	19.1	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	13	77.6	85.8	80.1	0	13	13	77.6	85.8	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	13	0.01	0.025	0.01	13	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	13	5	15	5	13	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	13	25.7	33	30.7	0	13	13	25.7	33	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Trebbia - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0030ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	18
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	16

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	417	10	6930	25	276	141	100	20	180	41	220	6930	9.8
	Manganese	50	µg/l	430	0.25	1100	10	350	80	40	0.957	50	40	55	1100	9.3
	Arsenico	10	µg/l	387	0.25	14	1	382	5	3	0.633	2	2	11	14	0.5
	Cadmio	5	µg/l	274	0.25	1	0.25	273	1	1	1	1	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	411	0.25	15.00	2.5	188	223	223	0.453	15.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	39	2.5	5	2.5	37	2	2	5	5	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	386	0.5	61	2.5	274	112	109	0.852	19	3	30	61	0.8
	Piombo	10	µg/l	411	0.25	20	2.5	397	14	13	0.6	7	1	20	20	0.2
	Zinco	3000	µg/l	415	0.25	390	20	80	335	335	0.61	390	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	387	7.288	209	25	177	210	210	7.288	209	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	407	15	180	50	209	198	198	15	180	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	430	5	52.2	19.4	0	430	430	5	52.2	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	429	6.1	65	28.1	0	429	429	6.1	65	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	430	0.01	0.29	0.025	395	35	35	0.03	0.29	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	427	5	110	15	409	18	18	10	110	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	430	0.5	60.4	24.2	14	416	408	1	50	8	50.4	60.4	1.9

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Nure - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0040ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	12
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	10

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	241	10	420	25	166	75	69	20	170	6	240	420	2.5
	Manganese	50	µg/l	248	0.25	150	10	218	30	26	2.091	50	4	60	150	1.6
	Arsenico	10	µg/l	221	0.25	1	1	219	2	2	0.645	0.697	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	174	0.05	0.7	0.25	173	1	1	0.7	0.7	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	236	0.517	9.00	2.5	115	121	121	0.517	9.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	31	2.5	7.5	2.5	24	7	2	5	5	5	6	7.5	16.1
	Nichel	20	µg/l	222	0.5	14	2.5	153	69	69	1	14	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	236	0.25	36	2.5	224	12	11	4	10	1	36	36	0.4
Inquinanti inorganici	Zinco	3000	µg/l	238	0.25	3800	30	49	189	188	3.271	2650	1	3800	3800	0.4
	Boro	1000	µg/l	221	10.99	214	25	109	112	112	10.99	214	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	233	21	170	50	129	104	104	21	170	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	248	5.1	25.7	10.75	0	248	248	5.1	25.7	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	248	6	80.6	33.8	0	248	248	6	80.6	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	248	0.01	1	0.025	244	4	3	0.06	0.17	1	1	1	0.4
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	248	3.5	106.6	30.15	0	248	214	3.5	49	34	55	106.6	13.7

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Stirone-Parola - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0060ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	2003-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	12	5	200	35	2	10	10	10	200	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	12	0.5	146	2.75	5	7	6	2	6	1	146	146	8.3
	Arsenico	10	µg/l	12	0.5	2	0.5	8	4	4	1	2	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	12	0.5	3.00	1	7	5	5	1	3.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	10	1	2.5	2.5	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	12	0.5	3	1	11	1	1	3	3	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	12	0.5	4	1	9	3	3	3	4	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	12	20	1850	255	0	12	12	20	1850	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	12	25	100	25	8	4	4	65	100	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	12	50	257	109	0	12	12	50	257	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	12	12.6	26.3	24.05	0	12	12	12.6	26.3	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	12	36.7	81.7	73.55	0	12	12	36.7	81.7	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	12	0.005	0.18	0.01	9	3	3	0.03	0.18	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	12	10	15	10	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	12	30.1	66.2	32.65	0	12	11	30.1	35.5	1	66.2	66.2	8.3

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Taro - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0070ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	10
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	10

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	288	5	7700	25	177	111	75	10	200	36	260	7700	12.5
	Manganese	50	µg/l	291	0.414	630	10	175	116	84	0.414	50	32	70	630	11.0
	Arsenico	10	µg/l	262	0.25	2	1	235	27	27	1	2	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	195	0.05	0.5	0.25	191	4	4	0.2	0.5	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	285	0.5	10.00	2.5	218	66	66	1	8.36	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	46	1	2.5	2.5	46	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	286	0.5	18	2.5	201	85	85	1	18	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	285	0.25	25.15	2.5	255	29	27	1	5	2	15	25.15	0.7
Zinco	3000	µg/l	291	2.304	1270	60	28	253	253	2.304	1270	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	261	16.48	280	60	89	172	172	16.48	280	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	267	25	380	120	35	232	232	51	380	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	291	8.6	221	26.3	0	291	291	8.6	221	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	291	15.2	166	50	0	291	291	15.2	166	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	280	0.005	0.29	0.025	234	46	46	0.02	0.29	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	279	10	620	15	256	23	22	30	360	1	620	620	0.4
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	291	0.5	295	27.3	22	269	233	1	50	36	53.7	295	12.4

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Parma-Baganza - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0080ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	15
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	13

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	183	5	1600	25	93	90	73	10	200	17	290	1600	9.3
	Manganese	50	µg/l	183	0.4	170	5	90	93	80	0.4	50	13	85	170	7.1
	Arsenico	10	µg/l	170	0.25	3	0.5	149	21	21	1	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	78	0.25	0.25	0.25	78	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	182	0.5	22.00	1	153	29	29	1	22.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	69	1	2.5	2.5	69	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	181	0.5	78	2.5	134	47	42	1	12	5	22	78	2.8
	Piombo	10	µg/l	181	0.25	7	1	152	29	29	0.516	7	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	183	1.866	1140	50	34	149	149	1.866	1140	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	169	12.54	224	25	80	89	89	12.54	224	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	171	25	500	110	18	153	153	50	500	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	183	6.4	148.5	24	0	183	183	6.4	148.5	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	183	4.2	65.9	41	0	183	183	4.2	65.9	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	177	0.005	0.25	0.01	152	25	25	0.01	0.25	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	178	5	650	15	162	16	15	20	160	1	650	650	0.6
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	183	0.5	245	29.1	26	157	108	1	50	49	50.3	245	26.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Enza - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0090ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	PR, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	10
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	3
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	7

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	151	5	2880	25	74	77	49	10	200	28	223	2880	18.5
	Manganese	50	µg/l	153	0.25	256	10	80	73	51	0.7	50	22	55	256	14.4
	Arsenico	10	µg/l	142	0.25	3	1	136	6	6	1	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	89	0.25	0.25	0.25	89	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	148	0.25	64.94	2.5	142	6	5	0.737	4.99	1	64.94	64.938	0.7
	Cromo VI	5	µg/l	40	1	10	2.5	40	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	148	0.5	24	2.5	125	23	22	2	12	1	24	24	0.7
	Piombo	10	µg/l	149	0.25	12	2.5	142	7	6	1.105	6	1	12	12	0.7
Zinco	3000	µg/l	150	5	1246	30	28	122	122	10	1246	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	139	24.16	300	83	24	115	115	24.16	300	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	147	25	300	100	47	100	100	60	300	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	153	7.7	90.8	18.8	0	153	153	7.7	90.8	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	153	21	100	51.1	0	153	153	21	100	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	150	0.005	0.93	0.025	133	17	16	0.02	0.42	1	0.93	0.93	0.7
	Nitriti	500	µg/l	150	5	130	15	145	5	5	40	130	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	153	0.5	85	19.7	3	150	139	1.5	50	11	50.3	85	7.2

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Secchia - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0120ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	MO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	7
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	5

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	149	10	10800	78	49	100	63	19	188	37	208	10800	24.8
	Manganese	50	µg/l	151	0.5	328	10	99	52	39	6	45	13	51	328	8.6
	Arsenico	10	µg/l	136	0.25	8	1	133	3	3	0.6	8	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	96	0.25	2	0.25	90	6	6	0.6	2	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	142	0.25	2.50	2.5	138	4	4	0.7	2.10	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	27	0.25	10	1	27	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	135	1	25	2.5	105	30	27	2	20	3	22	25	2.2
	Piombo	10	µg/l	142	0.25	9	2.5	130	12	12	0.6	9	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	144	2.5	8790	32.5	40	104	103	10	887	1	8790	8790	0.7	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	142	25	2673	475.5	15	127	91	70	1000	36	1070	2673	25.4
	Fluoruri	1500	µg/l	144	25	520	50	107	37	37	50	520	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	151	79.5	255.5	127.3	0	151	150	79.5	224	1	255.5	255.5	0.7
	Solfati	250	mg/l	151	134.3	343.7	224.3	0	151	107	134.3	249.4	44	251	343.7	29.1
	Ione ammonio	0.5	mg/l	151	0.01	0.54	0.025	145	6	5	0.03	0.38	1	0.54	0.54	0.7
Nitriti	500	µg/l	151	5	290	15	145	6	6	30	290	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	151	0.5	70.2	33	2	149	137	2.1	50	12	50.4	70.2	7.9

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Panaro - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0140ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	MO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	15
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	15

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	403	10	2675	25	234	169	118	22	199	51	204	2675	12.7
	Manganese	50	µg/l	406	0.5	198	10	327	79	53	5	50	26	51	198	6.4
	Arsenico	10	µg/l	370	0.25	20	1	360	10	9	0.5	5	1	20	20	0.3
	Cadmio	5	µg/l	264	0.25	6.9	0.25	243	21	18	0.5	3.7	3	5.1	6.9	1.1
	Cromo tot.	50	µg/l	387	0.25	5.40	2.5	376	11	11	0.7	5.40	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	80	0.25	10	1	80	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	369	1	104	2.5	313	56	52	1.8	19	4	28	104	1.1
	Piombo	10	µg/l	388	0.25	179	2.5	362	26	22	0.5	9	4	11	179	1.0
Zinco	3000	µg/l	389	2.5	9550	57	101	288	280	6	2875	8	3070	9550	2.1	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	388	25	1858	65	152	236	233	44	1000	3	1705	1858	0.8
	Fluoruri	1500	µg/l	389	25	890	50	319	70	70	50	890	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	403	0.5	141.1	17.8	1	402	402	5.5	141.1	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	406	23	204	53	0	406	406	23	204	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	405	0.01	1.1	0.025	372	33	23	0.04	0.5	10	0.53	1.1	2.5
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	403	5	1910	15	342	61	47	30	500	14	510	1910	3.5
	Nitrati	50	mg/l	406	0.5	178.2	30.25	1	405	280	1.4	50	125	50.1	178.2	30.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Samoggia - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0150ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	22	10	1110	25	12	10	5	84	180	5	205	1110	22.7	
	Manganese	50	µg/l	22	2.5	163	10	10	12	10	7	50	2	60	163	9.1	
	Arsenico	10	µg/l	17	0.25	3	1	15	2	2	1	3	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	7	0.25	0.25	0.25	7	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	19	0.25	2.50	1	18	1	1	0.7	0.70	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	7	2.5	2.5	2.5	7	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	17	1	27	3	7	10	9	3	20	1	27	27	5.9	
	Piombo	10	µg/l	19	0.25	5	1	18	1	1	5	5	0	-	-	0.0	
Zinco	3000	µg/l	20	0.25	3960	207	2	18	17	17	550	1	3960	3960	5.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	17	25	980	25	11	6	6	61	980	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	20	25	210	50	13	7	7	100	210	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	23	19.7	77.8	33.7	0	23	23	19.7	77.8	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	23	20.1	160	63	0	23	23	20.1	160	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	22	0.01	0.17	0.01	20	2	2	0.14	0.17	0	-	-	0.0	
	Nitriti	500	µg/l	22	15	20	15	21	1	1	20	20	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	23	0.5	48.4	28	2	21	21	8.1	48.4	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Reno-Lavino - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0160ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	8
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	8

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	107	10	15335	25	64	43	10	21	180	33	219	15335	30.8
	Manganese	50	µg/l	105	0.5	730	10	52	53	22	2	40	31	55	730	29.5
	Arsenico	10	µg/l	96	0.25	3	1	81	15	15	0.5	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	43	0.25	0.25	0.25	43	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	101	0.25	37.00	2.5	90	11	11	0.7	37.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	27	2.5	2.5	2.5	27	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	97	1	23	2.5	75	22	21	1	18	1	23	23	1.0
	Piombo	10	µg/l	101	0.25	24	2.5	91	10	9	0.8	8	1	24	24	1.0
Zinco	3000	µg/l	97	5	4083	50	16	81	79	6	1800	2	3200	4083	2.1	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	96	25	1300	25	57	39	38	56	650	1	1300	1300	1.0
	Fluoruri	1500	µg/l	100	25	383	81	44	56	56	50	383	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	107	8.4	480.3	30.2	0	107	101	8.4	219	6	290.7	480.3	5.6
	Solfati	250	mg/l	108	15.2	629	102.45	0	108	104	15.2	228.8	4	271.3	629	3.7
	Ione ammonio	0.5	mg/l	105	0.01	2.3	0.02	82	23	12	0.02	0.5	11	0.51	2.3	10.5
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	103	5	120	15	98	5	5	20	120	0	-	-	0.0
	Nitrati	50	mg/l	108	0.5	43	21.75	23	85	85	1	43	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savena - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0170ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale			
Metalli	Ferro	200	µg/l	33	10	273	25	28	5	3	27	100	2	205	273	6.1		
	Manganese	50	µg/l	32	2.5	97	10	19	13	12	4	46	1	97	97	3.1		
	Arsenico	10	µg/l	29	0.5	1.5	1	29	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cadmio	5	µg/l	19	0.25	2	0.25	18	1	1	2	2	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	31	1	2.50	2.5	31	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	7	2.5	2.5	2.5	7	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	29	1	16	2.5	21	8	8	2	16	0	-	-	0.0		
	Piombo	10	µg/l	31	1	5	2.5	29	2	2	5	5	0	-	-	0.0		
Zinco	3000	µg/l	30	5	300	40	7	23	23	19	300	0	-	-	0.0			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	27	25	850	25	14	13	13	70	850	0	-	-	0.0		
	Fluoruri	1500	µg/l	28	25	590	170	8	20	20	100	590	0	-	-	0.0		
	Cloruri	250	mg/l	35	25.5	123.3	53.5	0	35	35	25.5	123.3	0	-	-	0.0		
	Solfati	250	mg/l	35	86.1	650	202.4	0	35	26	86.1	240	9	252.8	650	25.7		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	33	0.01	0.58	0.025	28	5	4	0.04	0.23	1	0.58	0.58	3.0		
	Nitriti	500	µg/l	32	15	15	15	32	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	35	2	232.3	78	0	35	13	2	46.5	22	53.8	232.3	62.9		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Santerno - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0210ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	14	10	996	217.5	3	11	4	26	197	7	238	996	50.0
	Manganese	50	µg/l	14	2.5	462	256	1	13	1	25	25	12	132	462	85.7
	Arsenico	10	µg/l	14	0.25	3	1	9	5	5	1	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	2	0.25	0.25	0.25	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	14	0.25	5.00	1	11	3	3	0.6	5.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	2.5	2.5	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	14	1	13.7	3.5	5	9	9	3	13.7	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	14	0.25	8	1	11	3	3	5	8	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	13	42	500	134	0	13	13	42	500	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	14	25	267	47.5	7	7	7	70	267	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	14	25	309	50	8	6	6	100	309	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	14	32.7	54	41.75	0	14	14	32.7	54	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	14	84.9	314.4	241.8	0	14	10	84.9	244.2	4	267	314.4	28.6
	Ione ammonio	0.5	mg/l	14	0.01	0.22	0.01	12	2	2	0.11	0.22	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	14	5	15	15	14	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	14	0.5	32.8	0.75	7	7	7	1	32.8	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Senio - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0220ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	RA
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	34	10	180	25	17	17	17	20	180	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	34	0.5	42	10	32	2	2	10	42	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	32	0.25	1	1	31	1	1	0.9	0.9	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	30	0.25	0.25	0.25	30	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	34	1	2.50	2.5	31	3	3	1.1	2.30	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	12	2.5	2.5	2.5	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	32	1	40	2.5	23	9	8	1.9	10	1	40	40	3.1
	Piombo	10	µg/l	34	0.25	2.5	2.5	33	1	1	2	2	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	32	2.5	330	20	8	24	24	10	330	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	23	0.05	284	79	4	19	19	19	284	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	32	50	1070	155	3	29	29	88	1070	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	34	33	51.1	39	0	34	34	33	51.1	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	34	123	200.9	160.15	0	34	34	123	200.9	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	34	0.01	0.025	0.025	34	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	34	15	40	15	32	2	2	20	40	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	34	22.7	116.6	83.6	0	34	1	22.7	22.7	33	68.1	116.6	97.1

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Lamone - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0230ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	RA
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	56	10	3000	90	11	45	36	26	200	9	210	3000	16.1	
	Manganese	50	µg/l	56	0.5	564	230	8	48	10	2.83	50	38	90	564	67.9	
	Arsenico	10	µg/l	52	0.25	4	1	48	4	4	0.8	4	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	52	0.25	1	0.25	49	3	3	0.5	1	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	56	0.9	10.00	2.5	49	7	7	0.9	10	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	24	2.5	2.5	2.5	24	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	54	1	48	2.5	30	24	19	3	20	5	28	48	9.3	
	Piombo	10	µg/l	56	0.25	9	2.5	53	3	3	0.6	9	0	-	-	0.0	
Zinco	3000	µg/l	54	2.5	1915	40	4	50	50	10	1915	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	45	43	440	103	0	45	45	43	440	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	54	50	350	145	7	47	47	60	350	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	56	40.3	110.8	58.8	0	56	56	40.3	110.8	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	56	3	256.9	179.8	0	56	54	3	246	2	253.4	256.9	3.6	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	56	0.01	0.15	0.0175	55	1	1	0.15	0.15	0	-	-	0.0	
	Nitriti	500	µg/l	56	15	42	15	51	5	5	24	42	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	56	0.5	220.4	13.85	2	54	42	1.2	35.5	12	89.5	220.4	21.4	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Ronco - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0260ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	14	10	104	30.5	5	9	9	23	104	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	14	2.5	21	2.5	12	2	2	5	21	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	14	0.25	2.6	0.5	13	1	1	2.6	2.6	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	2	0.25	0.25	0.25	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	14	1	4.00	1	12	2	2	2.8	4.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	10	10	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	14	1	7	1.75	10	4	4	3.6	7	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	14	0.25	21	1	12	2	1	8	8	1	21	21	7.1
Zinco	3000	µg/l	14	13	208	27.5	0	14	14	13	208	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	14	80	679	90.5	0	14	14	80	679	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	14	102	1143	176.5	0	14	14	102	1143	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	14	77	134	103	0	14	14	77	134	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	14	90.7	120	110	0	14	14	90.7	120	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	14	0.01	0.06	0.02	6	8	8	0.02	0.06	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	14	15	60	15	10	4	4	30	60	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	14	82	150	107.15	0	14	0	-	-	14	82	150	100.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savio - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0270ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	51	10	5550	200	9	42	21	35	200	21	300	5550	41.2
	Manganese	50	µg/l	51	2.5	370	10	24	27	19	5	50	8	55	370	15.7
	Arsenico	10	µg/l	47	0.5	2.2	1	42	5	5	1	2.2	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	25	0.25	1	0.25	23	2	2	0.5	1	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	49	1	62.00	2.5	43	6	5	2	10	1	62	62	2.0
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	10	10	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	47	1	40	2.5	35	12	11	2.6	18	1	40	40	2.1
	Piombo	10	µg/l	52	0.25	38	2.5	46	6	3	1	8	3	11	38	5.8
	Zinco	3000	µg/l	49	5	2200	56	1	48	48	12	2200	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	49	25	360	177	1	48	48	87	360	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	49	25	560	130	5	44	44	100	560	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	51	45	108.1	81.7	0	51	51	45	108.1	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	51	75.4	408	120	0	51	40	75.4	242.4	11	252	408	21.6
	Ione ammonio	0.5	mg/l	51	0.01	0.33	0.025	34	17	17	0.02	0.33	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	51	2.5	750	15	47	4	2	70	90	2	700	750	3.9
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	51	4.9	120.4	81.4	0	51	9	4.9	46	42	63	120.4	82.4

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Marecchia - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0280ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RN
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	68	5	890	10	53	15	13	10	170	2	560	890	2.9
	Manganese	50	µg/l	69	2.5	263	2.5	62	7	6	7	38	1	263	263	1.4
	Arsenico	10	µg/l	63	0.5	1	1	63	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	39	0.25	0.25	0.25	39	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	65	1	15.00	2.5	64	1	1	15	15.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	41	2.5	2.5	2.5	41	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	66	1	20	2.5	59	7	7	5.9	20	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	66	1	5	2.5	65	1	1	5	5	0	-	-	0.0
	Zinco	3000	µg/l	67	5	203	5	40	27	27	10	203	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	66	25	7000	228.5	1	65	63	74	870	2	4560	7000	3.0
	Fluoruri	1500	µg/l	67	25	1600	170	18	49	48	90	1000	1	1600	1600	1.5
	Cloruri	250	mg/l	70	2	63	25.5	0	70	70	2	63	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	69	58	154	112	0	69	69	58	154	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	69	0.01	0.025	0.01	69	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	69	5	50	15	68	1	1	50	50	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	70	4.2	104	10	0	70	55	4.2	46	15	54	104	21.4

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Conca - libero
Codice corpo idrico sotterraneo	0290ER-DQ1-CL
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	RN
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	50	5	300	25	32	18	17	10	100	1	300	300	2.0
	Manganese	50	µg/l	50	2.5	430	10	43	7	6	10	42	1	430	430	2.0
	Arsenico	10	µg/l	46	0.5	3.6	1	45	1	1	3.6	3.6	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	23	0.25	4	0.25	22	1	1	4	4	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	48	1	8.00	2.5	47	1	1	8	8.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	13	2.5	2.5	2.5	13	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	48	1	6.3	2.5	42	6	6	2	6.3	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	47	1	20	2.5	45	2	1	8	8	1	20	20	2.1
Zinco	3000	µg/l	48	5	117	5	25	23	23	10	117	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	48	60	5000	225.5	0	48	46	60	428	2	1636	5000	4.2
	Fluoruri	1500	µg/l	48	25	1400	323.5	8	40	40	100	1400	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	50	37	383	112.5	0	50	49	37	220	1	383	383	2.0
	Solfati	250	mg/l	50	72	376	150.5	0	50	46	72	248	4	255	376	8.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	50	0.01	0.03	0.01	48	2	2	0.02	0.03	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	49	5	15	15	49	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	50	5	103	30	0	50	38	5	50	12	64	103	24.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Tidone-Luretta - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0300ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	5
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	127	10	630	25	75	52	50	20	200	2	380	630	1.6	
	Manganese	50	µg/l	132	0.25	50	10	112	20	20	0.717	50	0	-	-	0.0	
	Arsenico	10	µg/l	126	0.25	2	1	125	1	1	2	2	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	81	0.25	0.25	0.25	81	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	129	0.454	12.00	2.5	70	59	59	0.454	12.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	2.5	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	126	0.5	13	2.5	82	44	44	1	13	0	-	-	0.0	
	Piombo	10	µg/l	129	0.25	180	2.5	122	7	6	0.6	10	1	180	180	0.8	
Zinco	3000	µg/l	130	0.25	440	20	27	103	103	4.604	440	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	126	5.969	297	79.5	46	80	80	5.969	297	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	129	50	940	160	9	120	120	100	940	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	132	6.7	53.8	12.05	0	132	132	6.7	53.8	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	132	26.8	85.4	68.2	0	132	132	26.8	85.4	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	132	0.01	0.09	0.025	128	4	4	0.03	0.09	0	-	-	0.0	
	Nitriti	500	µg/l	132	5	15	15	131	1	1	10	10	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	132	11.2	63.3	26.9	0	132	120	11.2	50	12	51	63.3	9.1	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Arda - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0330ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	6
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	157	10	1960	25	79	78	38	20	200	40	210	1960	25.5	
	Manganese	50	µg/l	164	0.25	380	10	106	58	14	0.635	50	44	52.6	380	26.8	
	Arsenico	10	µg/l	142	0.25	6	1	140	2	2	4	6	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	110	0.25	0.25	0.25	110	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	153	0.25	8.00	2.5	140	13	13	0.726	8.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	0	0	0		0	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	142	0.5	39	2.5	101	41	38	1	10	3	24	39	2.1	
	Piombo	10	µg/l	153	0.25	1256	2.5	142	11	9	0.7	6	2	17	1256	1.3	
	Zinco	3000	µg/l	157	0.25	990	20	28	129	129	6.385	990	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	142	10.607	190	60.5	47	95	95	10.607	190	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	153	34	166	79	58	95	95	34	166	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	164	3.2	65	17.15	0	164	164	3.2	65	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	164	5.1	69.5	34.7	0	164	164	5.1	69.5	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	164	0.01	0.53	0.025	133	31	30	0.04	0.26	1	0.53	0.53	0.6	
	Nitriti	500	µg/l	164	5	40	15	162	2	2	40	40	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	164	0.5	77.2	21	12	152	124	1	50	28	50.6	77.2	17.1	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Stirone-Parola - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0340ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	37	25	5100	600	4	33	5	170	200	28	270	5100	75.7
	Manganese	50	µg/l	38	2.5	520	277.25	6	32	1	38	38	31	150	520	81.6
	Arsenico	10	µg/l	33	0.5	20	2	10	23	21	0.532	9	2	14.87	20	6.1
	Cadmio	5	µg/l	37	0.05	0.5	0.25	35	2	2	0.2	0.5	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	37	0.5	5.00	2.5	33	4	4	1	5.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	10	1	2.5	2.5	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	37	1	7.115	2.5	25	12	12	2	7.115	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	37	0.25	4	2.5	35	2	2	1	4	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	38	5	270	20	5	33	33	10	270	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	33	25	310	83	10	23	23	50	310	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	34	74	630	160	0	34	34	74	630	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	38	8	75.8	24	0	38	38	8	75.8	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	38	1.4	102.8	24.55	0	38	38	1.4	102.8	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	38	0.025	2.7	0.44	5	33	16	0.06	0.5	17	0.51	2.7	44.7
Nitriti	500	µg/l	36	10	60	15	32	4	4	20	60	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	38	0.5	27.1	0.5	26	12	12	1.2	27.1	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Taro - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0350ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	8
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	8

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	127	5	1760	25	98	29	22	10	200	7	270	1760	5.5
	Manganese	50	µg/l	131	0.25	890	10	95	36	23	1	50	13	60	890	9.9
	Arsenico	10	µg/l	105	0.25	11	1	96	9	8	1	3	1	11	11	1.0
	Cadmio	5	µg/l	97	0.25	1	0.25	96	1	1	1	1	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	125	0.5	16.00	2.5	108	17	17	1	16.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	2	1	1	1	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	125	0.5	22	2.5	99	26	25	1	10	1	22	22	0.8
	Piombo	10	µg/l	125	0.25	6	2.5	120	5	5	0.527	6	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	131	3.38	2700	40	10	121	121	3.38	2700	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	105	21.22	162	60	34	71	71	21.22	162	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	111	25	338	120	13	98	98	57	338	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	131	10	154.8	20.3	0	131	131	10	154.8	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	131	26.5	383.7	42.7	0	131	130	26.5	108.3	1	383.7	383.7	0.8
	Ione ammonio	0.5	mg/l	121	0.005	0.3	0.025	113	8	8	0.01	0.3	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	121	10	400	15	117	4	4	20	400	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	131	0.5	55.8	33.6	4	127	126	4.3	50	1	55.8	55.8	0.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Parma-Baganza - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0360ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale			
Metalli	Ferro	200	µg/l	156	5	5410	25	89	67	26	10	170	41	288	5410	26.3		
	Manganese	50	µg/l	161	0.4	80	10	98	63	57	0.4	50	6	53	80	3.7		
	Arsenico	10	µg/l	144	0.25	46	1	134	10	8	0.515	3	2	18	46	1.4		
	Cadmio	5	µg/l	121	0.05	1	0.25	119	2	2	0.2	1	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	156	0.25	5.29	2.5	146	10	10	1	5.29	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	18	1	10	2.5	18	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	157	0.5	13	2.5	131	26	26	1	13	0	-	-	0.0		
	Piombo	10	µg/l	156	0.25	94	2.5	148	8	6	1	5	2	12	94	1.3		
	Zinco	3000	µg/l	160	5	2850	67.5	14	146	146	10	2850	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	143	22.65	272	70	45	98	98	22.65	272	0	-	-	0.0		
	Fluoruri	1500	µg/l	148	25	218	110	27	121	121	52	218	0	-	-	0.0		
	Cloruri	250	mg/l	161	10	168.2	26	0	161	161	10	168.2	0	-	-	0.0		
	Solfati	250	mg/l	161	5.4	58.1	44.4	0	161	161	5.4	58.1	0	-	-	0.0		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	155	0.005	1.11	0.025	124	31	28	0.02	0.5	3	0.52	1.11	1.9		
	Nitriti	500	µg/l	155	5	150	15	148	7	7	20	150	0	-	-	0.0		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	160	0.5	37.6	22.5	36	124	124	1	37.6	0	-	-	0.0		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Enza - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0370ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	95	10	2010	25	71	24	18	13	190	6	250	2010	6.3
	Manganese	50	µg/l	96	0.25	300	10	84	12	7	6	50	5	57	300	5.2
	Arsenico	10	µg/l	90	0.25	4	1	86	4	4	3	4	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	49	0.25	0.25	0.25	49	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	92	0.928	2.50	2.5	90	2	2	0.928	1.02	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	26	2.5	10	2.5	26	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	91	1	5	2.5	81	10	10	2	5	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	94	0.25	5	2.5	91	3	3	4	5	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	94	0.25	1950	11	43	51	51	2.852	1950	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	92	25	336	93.5	8	84	84	50	336	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	95	25	180	50	50	45	45	50	180	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	97	14	63.1	41	0	97	97	14	63.1	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	97	23.1	101	37.6	0	97	97	23.1	101	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	97	0.01	0.11	0.025	95	2	2	0.04	0.11	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	97	5	130	15	94	3	3	20	130	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	97	4.1	47.7	15	0	97	97	4.1	47.7	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0380ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	91	25	19976	1654	1	90	3	30	114	87	230	19976	95.6
	Manganese	50	µg/l	95	2.5	1025	492	5	90	1	40	40	89	125	1025	93.7
	Arsenico	10	µg/l	87	0.25	20	1	77	10	7	0.661	3	3	15	20	3.4
	Cadmio	5	µg/l	55	0.25	1.1	0.25	52	3	3	0.8	1.1	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	90	0.25	11.00	2.5	84	6	6	2	11.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	10	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	89	1	20	2.5	69	20	20	1.004	20	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	91	0.25	19	2.5	72	19	15	0.573	10	4	12	19	4.4
Zinco	3000	µg/l	92	5	4730	370.5	1	91	88	37	2814	3	3315	4730	3.3	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	87	69	949	259	0	87	87	69	949	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	93	25	532	190	10	83	83	50	532	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	96	6	131.6	30.8	0	96	96	6	131.6	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	96	0.5	213.5	40.05	1	95	95	2	213.5	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	96	0.01	1.48	0.38	20	76	58	0.1	0.5	18	0.51	1.48	18.8
	Nitriti	500	µg/l	96	5	580	15	95	1	0	-	-	1	580	580	1.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	95	0.5	26	0.5	85	10	10	1	26	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Secchia - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0390ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	MO, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	11
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	11

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	292	5	14720	25	156	136	85	20	195	51	225	14720	17.5
	Manganese	50	µg/l	296	0.25	521	10	200	96	21	1.867	50	75	60	521	25.3
	Arsenico	10	µg/l	271	0.25	25	1	257	14	12	0.6	3	2	14	25	0.7
	Cadmio	5	µg/l	165	0.25	2	0.25	154	11	11	0.5	2	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	281	0.25	5.50	2.5	268	13	13	0.6	5.50	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	52	0.25	10	2.5	52	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	272	1	23	2.5	248	24	23	2	11	1	23	23	0.4
	Piombo	10	µg/l	282	0.25	50	2.5	268	14	13	0.7	10	1	50	50	0.4
Zinco	3000	µg/l	285	2.234	4760	39	62	223	218	2.234	2765	5	3450	4760	1.8	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	280	25	1000	148	33	247	247	60	1000	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	285	25	683	50	168	117	117	50	683	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	297	10	218	101	0	297	297	10	218	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	297	67.7	231.2	162	0	297	297	67.7	231.2	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	297	0.01	1.25	0.025	269	28	21	0.03	0.42	7	0.6	1.25	2.4
	Nitriti	500	µg/l	297	5	490	15	289	8	8	20	490	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	297	0.5	86.6	18.7	34	263	237	1	49.3	26	51	86.6	8.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Tiepido - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0400ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	2003-2008
Province interessate	MO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	12	5	27	10	11	1	1	27	27	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	12	9	971	606	0	12	1	9	9	11	225	971	91.7
	Arsenico	10	µg/l	12	0.5	1	0.5	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	12	1	2.50	1	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	9	1	10	2.5	9	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	12	1	3	1	10	2	2	2	3	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	12	1	5	1	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	12	56	673	80.5	0	12	12	56	673	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	12	121	349	279.5	0	12	12	121	349	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	12	25	213	139.5	2	10	10	60	213	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	12	82	121	100.5	0	12	12	82	121	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	12	103.1	188	126	0	12	12	103.1	188	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	12	0.01	0.025	0.01	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	12	5	280	15	11	1	1	280	280	0	-	-	0.0
	Nitrati	50	mg/l	12	24.3	62	53	0	12	2	24.3	47.6	10	51	62	83.3

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Panaro - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0410ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO, MO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	16
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	3
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	13

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	211	5	6850	25	113	98	40	20	194	58	255	6850	27.5
	Manganese	50	µg/l	210	2.5	1114	10	118	92	9	5	44	83	51	1114	39.5
	Arsenico	10	µg/l	184	0.25	10	1	179	5	5	1	10	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	130	0.25	1.8	0.25	118	12	12	0.5	1.8	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	195	0.25	2.50	2.5	195	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	34	0.25	10	2.5	34	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	184	1	13	2.5	174	10	10	1.9	13	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	195	0.25	113	2.5	184	11	8	0.7	9	3	15	113	1.5
Zinco	3000	µg/l	197	5	3890	108	26	171	170	10	2980	1	3890	3890	0.5	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	192	25	1000	98.5	75	117	117	50	1000	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	196	25	340	50	120	76	76	50	340	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	212	7	120	20	0	212	212	7	120	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	212	0.5	229	72.25	28	184	184	1	229	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	212	0.01	3.64	0.025	153	59	10	0.02	0.48	49	0.52	3.64	23.1
	Nitriti	500	µg/l	209	5	210	15	198	11	11	30	210	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	213	0.5	385.9	21	50	163	118	1	50	45	50.2	385.9	21.1

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Samoggia - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0420ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1988-2001
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max				
Metalli	Ferro	200	µg/l	24	370	1630	977.5	0	24	0	-	-	24	370	1630	100.0		
	Manganese	50	µg/l	22	31	200	156	0	22	4	31	48	18	62	200	81.8		
	Arsenico	10	µg/l	19	1	1	1	19	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cadmio	5	µg/l	21	0.25	0.25	0.25	21	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	21	2.5	2.50	2.5	21	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	19	2.5	2.5	2.5	19	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Piombo	10	µg/l	21	2.5	20	2.5	16	5	2	6	9	3	13	20	14.3		
Zinco	3000	µg/l	21	250	2200	620	0	21	21	250	2200	0	-	-	0.0			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	18	25	650	25	16	2	2	281	650	0	-	-	0.0		
	Fluoruri	1500	µg/l	18	50	730	350	2	16	16	200	730	0	-	-	0.0		
	Cloruri	250	mg/l	25	6.2	15	7	0	25	25	6.2	15	0	-	-	0.0		
	Solfati	250	mg/l	25	0.5	8	0.5	21	4	4	3	8	0	-	-	0.0		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	24	0.2	1.3	0.74	0	24	6	0.2	0.5	18	0.6	1.3	75.0		
	Nitriti	500	µg/l	21	15	1530	15	18	3	2	60	140	1	1530	1530	4.8		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	25	0.5	2.4	0.5	21	4	4	1	2.4	0	-	-	0.0		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Reno-Lavino - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0440ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	5
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia				>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale				
Metalli	Ferro	200	µg/l	64	10	13280	522	5	59	20	60	184	39	250	13280	60.9			
	Manganese	50	µg/l	60	1.5	1930	1060	2	58	4	26	33	54	63	1930	90.0			
	Arsenico	10	µg/l	54	0.25	14	1	49	5	4	2	2.1	1	14	14	1.9			
	Cadmio	5	µg/l	34	0.25	0.25	0.25	34	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Cromo tot.	50	µg/l	58	0.25	15.00	2.5	57	1	1	15	15.00	0	-	-	0.0			
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Nichel	20	µg/l	55	0.25	40	2.5	39	16	14	2	13	2	30	40	3.6			
	Piombo	10	µg/l	58	0.8	20	2.5	46	12	8	0.8	10	4	11	20	6.9			
Zinco	3000	µg/l	59	1	3800	140	6	53	50	10	1969	3	3080	3800	5.1				
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	53	25	900	25	32	21	21	80	900	0	-	-	0.0			
	Fluoruri	1500	µg/l	56	25	500	140	12	44	44	100	500	0	-	-	0.0			
	Cloruri	250	mg/l	67	6.5	27.8	11	0	67	67	6.5	27.8	0	-	-	0.0			
	Solfati	250	mg/l	67	7.6	66.1	15.3	0	67	67	7.6	66.1	0	-	-	0.0			
	Ione ammonio	0.5	mg/l	65	0.01	13	0.55	13	52	18	0.05	0.5	34	0.54	13	52.3			
	Nitriti	500	µg/l	60	5	200	15	58	2	2	30	200	0	-	-	0.0			
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	66	0.5	4.7	0.5	62	4	4	2.3	4.7	0	-	-	0.0			

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savena - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0460ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	2004-2007
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	3
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	5	90	1605	739	0	5	1	90	90	4	252	1605	80.0	
	Manganese	50	µg/l	5	27	218	123	0	5	1	27	27	4	70	218	80.0	
	Arsenico	10	µg/l	5	0.5	5	1.5	3	2	2	2	5	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	5	1	1.00	1	5	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	1	2.5	2.5	2.5	1	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	5	1	9	1.5	3	2	2	2	9	0	-	-	0.0	
	Piombo	10	µg/l	5	1	3.3	1	3	2	2	2	3.3	0	-	-	0.0	
Zinco	3000	µg/l	5	10	71	16	2	3	3	16	71	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	5	25	214	25	4	1	1	214	214	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	5	50	146	100	2	3	3	100	146	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	5	10.7	25	15.2	0	5	5	10.7	25	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	5	20.3	44.2	24.3	0	5	5	20.3	44.2	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	5	0.01	1.88	1.3	1	4	0	-	-	4	0.81	1.88	80.0	
	Nitriti	500	µg/l	5	15	60	15	4	1	1	60	60	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	5	0.5	8.5	5.1	1	4	4	4.9	8.5	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Zena-Idice - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0470ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	5
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	3
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	37	165	4800	660	0	37	4	165	197	33	215	4800	89.2
	Manganese	50	µg/l	36	1.5	510	320	1	35	4	20	50	31	58	510	86.1
	Arsenico	10	µg/l	30	0.5	27	1	25	5	4	0.7	6	1	27	27	3.3
	Cadmio	5	µg/l	22	0.25	0.25	0.25	22	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	35	0.25	11.00	2.5	34	1	1	11	11.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	0	0	0		0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	32	1	34	2.5	26	6	5	3	9	1	34	34	3.1
	Piombo	10	µg/l	36	0.6	13	2.5	29	7	6	0.6	8	1	13	13	2.8
	Zinco	3000	µg/l	33	5	250	25	11	22	22	10	250	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	28	25	490	25	19	9	9	100	490	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	33	25	350	123	8	25	25	61	350	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	38	8.2	30	19.15	0	38	38	8.2	30	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	38	0.5	134.7	91.95	1	37	37	18.6	134.7	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	37	0.01	2.7	0.13	15	22	15	0.1	0.5	7	0.58	2.7	18.9
	Nitriti	500	µg/l	35	15	60	15	34	1	1	60	60	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	38	0.5	5	0.5	33	5	5	1	5	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Quaderna - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0480ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	2003-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	8	155	2785	305.5	0	8	1	155	155	7	238	2785	87.5
	Manganese	50	µg/l	8	115	1886	1338	0	8	0	-	-	8	115	1886	100.0
	Arsenico	10	µg/l	8	0.5	4.3	1	6	2	2	3	4.3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	8	1	2.50	1	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	3	2.5	2.5	2.5	3	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	8	1.5	7	2.5	5	3	3	3	7	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	8	1	7.1	1.75	7	1	1	7.1	7.1	0	-	-	0.0
	Zinco	3000	µg/l	8	10	400	72	2	6	6	50	400	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	8	25	648	450	1	7	7	260	648	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	8	50	385	216.5	1	7	7	185	385	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	7	80.2	103.6	94.9	0	7	7	80.2	103.6	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	7	315	747.6	358	0	7	0	-	-	7	315	747.6	100.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	8	0.01	1.6	0.715	2	6	0	-	-	6	0.52	1.6	75.0
	Nitriti	500	µg/l	8	15	34	15	7	1	1	34	34	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	8	0.5	3.7	0.5	5	3	3	1.4	3.7	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Santerno - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0510ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	116	10	5533	25	68	48	17	50	170	31	218	5533	26.7	
	Manganese	50	µg/l	113	0.5	553	109	29	84	23	5	50	61	52	553	54.0	
	Arsenico	10	µg/l	94	0.25	3	1	86	8	8	1	3	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	72	0.25	0.25	0.25	72	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	105	0.25	26.00	2.5	101	4	4	0.6	26.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	9	2.5	2.5	2.5	9	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	97	1	30	2.5	80	17	16	2	8.5	1	30	30	1.0	
	Piombo	10	µg/l	104	0.25	9.4	2.5	100	4	4	1.8	9.4	0	-	-	0.0	
Zinco	3000	µg/l	105	5	4533	40	25	80	77	10	1978	3	3216	4533	2.9		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	94	25	818	25	80	14	14	45	818	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	100	25	500	150	20	80	80	58	500	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	122	18.7	54	34	0	122	122	18.7	54	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	122	0.5	146.4	25.05	1	121	121	7	146.4	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	116	0.01	1.7	0.025	100	16	14	0.05	0.5	2	0.8	1.7	1.7	
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	110	15	600	15	96	14	13	40	280	1	600	600	0.9	
	Nitrati	50	mg/l	122	0.5	31	11	10	112	112	1	31	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Senio - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0520ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RA
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia				>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale				
Metalli	Ferro	200	µg/l	40	10	300	32	19	21	20	21	150	1	300	300	2.5			
	Manganese	50	µg/l	41	2.5	970	400	2	39	2	3.96	50	37	90	970	90.2			
	Arsenico	10	µg/l	36	0.25	2	1	34	2	2	0.6	2	0	-	-	0.0			
	Cadmio	5	µg/l	27	0.25	1	0.25	26	1	1	1	1	0	-	-	0.0			
	Cromo tot.	50	µg/l	39	1	2.50	2.5	36	3	3	1.3	2.30	0	-	-	0.0			
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Nichel	20	µg/l	38	0.25	30	2.5	30	8	7	1.7	8	1	30	30	2.6			
	Piombo	10	µg/l	39	0.25	11	2.5	36	3	2	5	10	1	11	11	2.6			
Zinco	3000	µg/l	39	2.5	150	10	18	21	21	7	150	0	-	-	0.0				
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	29	0.05	1206	60	5	24	23	13	706	1	1206	1206	3.4			
	Fluoruri	1500	µg/l	39	50	310	150	6	33	33	100	310	0	-	-	0.0			
	Cloruri	250	mg/l	41	5	56.5	42	0	41	41	5	56.5	0	-	-	0.0			
	Solfati	250	mg/l	41	62.6	172.2	79.7	0	41	41	62.6	172.2	0	-	-	0.0			
	Ione ammonio	0.5	mg/l	41	0.01	0.2	0.025	40	1	1	0.2	0.2	0	-	-	0.0			
	Nitriti	500	µg/l	41	15	80	15	30	11	11	30	80	0	-	-	0.0			
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	41	0.5	19.2	6.4	1	40	40	2.1	19.2	0	-	-	0.0			

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Ronco-Montone - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0540ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	6
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	102	10	4700	110	5	97	76	23	200	21	210	4700	20.6	
	Manganese	50	µg/l	103	2.5	600	10	59	44	19	5	50	25	52	600	24.3	
	Arsenico	10	µg/l	88	0.25	3	1	81	7	7	0.6	3	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	61	0.25	0.25	0.25	61	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	93	0.25	9.00	2.5	86	7	7	1.3	9.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	10	10	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	90	1	39	2.5	73	17	15	2	14	2	24	39	2.2	
	Piombo	10	µg/l	98	0.25	23	2.5	84	14	12	1	10	2	12	23	2.0	
Zinco	3000	µg/l	97	5	1500	40	1	96	96	7	1500	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	96	25	280	130	2	94	94	37	280	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	97	50	3330	130	5	92	91	60	370	1	3330	3330	1.0	
	Cloruri	250	mg/l	103	40	610	68	0	103	87	40	188	16	522	610	15.5	
	Solfati	250	mg/l	103	0.5	152.5	82	14	89	89	1.3	152.5	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	101	0.01	1.95	0.025	67	34	17	0.018	0.27	17	0.61	1.95	16.8	
	Nitriti	500	µg/l	101	15	360	15	76	25	25	30	360	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	103	0.5	105	44.5	10	93	51	1	50	42	50.8	105	40.8	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savio - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0550ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	6
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	2
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max				
Metalli	Ferro	200	µg/l	121	10	15900	2000	1	120	2	55	182	118	247	15900	97.5		
	Manganese	50	µg/l	122	2.5	510	160	1	121	1	49	49	120	51	510	98.4		
	Arsenico	10	µg/l	111	0.25	18	2	52	59	43	1	10	16	11	18	14.4		
	Cadmio	5	µg/l	68	0.25	0.25	0.25	68	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	115	1	8.00	2.5	108	7	7	1	8.00	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	10	10	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	111	0.25	22	2.5	98	13	11	2	19	2	21	22	1.8		
	Piombo	10	µg/l	111	0.25	18	2.5	102	9	6	5	7	3	14	18	2.7		
Zinco	3000	µg/l	118	2.5	2330	60	20	98	98	10	2330	0	-	-	0.0			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	117	73	783	240	0	117	117	73	783	0	-	-	0.0		
	Fluoruri	1500	µg/l	118	50	1870	160	4	114	105	100	1300	9	1540	1870	7.6		
	Cloruri	250	mg/l	122	33.3	80.5	56.2	0	122	122	33.3	80.5	0	-	-	0.0		
	Solfati	250	mg/l	122	1.6	49	10.25	0	122	122	1.6	49	0	-	-	0.0		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	122	0.05	3.08	1.2	0	122	13	0.05	0.5	109	0.53	3.08	89.3		
	Nitriti	500	µg/l	120	15	100	15	105	15	15	20	100	0	-	-	0.0		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	122	0.5	2.8	0.5	108	14	14	1	2.8	0	-	-	0.0		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Pisciatello - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0560ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1992-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	34	10	2700	2000	1	33	1	29	29	32	348	2700	94.1	
	Manganese	50	µg/l	34	2.5	533	170	1	33	1	11	11	32	53	533	94.1	
	Arsenico	10	µg/l	34	0.25	10	1	29	5	5	1.3	10	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	22	0.25	0.25	0.25	22	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	34	1	3.00	2.5	32	2	2	2.7	3.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	34	1	26	2.5	31	3	2	2.2	4	1	26	26	2.9	
	Piombo	10	µg/l	32	0.25	10	2.5	28	4	4	5	10	0	-	-	0.0	
Zinco	3000	µg/l	34	12	656	53.5	0	34	34	12	656	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	34	121	660	346	0	34	34	121	660	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	34	50	450	140	1	33	33	100	450	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	34	65	261	133.5	0	34	33	65	157	1	261	261	2.9	
	Solfati	250	mg/l	34	1.9	83	3.25	0	34	34	1.9	83	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	34	0.07	2.95	1.6	0	34	2	0.07	0.2	32	0.8	2.95	94.1	
	Nitriti	500	µg/l	34	15	60	15	24	10	10	30	60	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	34	0.5	32.5	0.5	25	9	9	1.2	32.5	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Rubicone - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0570ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	13	10	924	388	1	12	1	61	61	11	270	924	84.6
	Manganese	50	µg/l	13	2.5	630	560	1	12	0	-	-	12	59	630	92.3
	Arsenico	10	µg/l	13	0.5	2	1	7	6	6	1.7	2	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	2	0.25	0.25	0.25	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	13	1	2.50	1	11	2	2	1	1.40	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	5	2.5	10	10	5	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	13	1	54	2.5	8	5	4	2	20	1	54	54	7.7
	Piombo	10	µg/l	13	0.25	7	2.5	8	5	5	0.5	7	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	13	5	1160	175	1	12	12	17	1160	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	13	164	551	409	0	13	13	164	551	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	13	190	652	400	0	13	13	190	652	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	13	80	200	113.5	0	13	13	80	200	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	13	19.1	39	23	0	13	13	19.1	39	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	13	0.89	2.52	1.39	0	13	0	-	-	13	0.89	2.52	100.0
	Nitriti	500	µg/l	13	15	15	15	13	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	13	0.5	1.1	0.5	10	3	3	1	1.1	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Marecchia - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0590ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	FC, RN
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	18
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	1
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	17

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	361	5	5000	25	185	176	127	15	200	49	212	5000	13.6	
	Manganese	50	µg/l	361	2.5	18400	10	214	147	35	5	47	112	58	18400	31.0	
	Arsenico	10	µg/l	314	0.5	6	1	284	30	30	1	6	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	214	0.25	2	0.25	212	2	2	2	2	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	332	1	9.00	2.5	325	7	7	1.6	9.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	130	2.5	10	2.5	130	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	335	1	18	2.5	301	34	34	1.2	18	0	-	-	0.0	
	Piombo	10	µg/l	338	0.25	15	2.5	322	16	13	5	10	3	12	15	0.9	
Zinco	3000	µg/l	346	5	1540	14	143	203	203	6	1540	0	-	-	0.0		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	343	25	8000	212	10	333	321	63	880	12	1400	8000	3.5	
	Fluoruri	1500	µg/l	345	25	1400	140	67	278	278	90	1400	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	368	11.3	280	33.5	0	368	365	11.3	237	3	268	280	0.8	
	Solfati	250	mg/l	364	0.5	201	93.7	3	361	361	1	201	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	362	0.01	2.6	0.025	278	84	46	0.02	0.48	38	0.53	2.6	10.5	
	Nitriti	500	µg/l	357	5	430	15	322	35	35	25	430	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	367	0.25	73	11	64	303	272	0.6	50	31	51	73	8.4	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Conca - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0600ER-DQ2-CCS
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	RN
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	130	5	1429	25	84	46	41	15	200	5	204	1429	3.8
	Manganese	50	µg/l	127	2.5	800	10	78	49	15	11	50	34	55	800	26.8
	Arsenico	10	µg/l	111	0.5	4.5	1	107	4	4	2.2	4.5	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	80	0.25	0.25	0.25	80	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	124	1	6.00	2.5	120	4	4	4	6.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	26	2.5	2.5	2.5	26	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	123	1	18	2.5	101	22	22	3	18	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	124	1	30	2.5	117	7	3	6	7	4	20	30	3.2
Zinco	3000	µg/l	120	5	240	12.5	53	67	67	10	240	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	117	25	7000	225	2	115	112	67	1000	3	5000	7000	2.6
	Fluoruri	1500	µg/l	120	25	2300	200	21	99	98	100	1000	1	2300	2300	0.8
	Cloruri	250	mg/l	130	44.2	690	126.5	0	130	113	44.2	250	17	263	690	13.1
	Solfati	250	mg/l	130	39	180	116.75	0	130	130	39	180	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	130	0.01	0.36	0.025	122	8	8	0.03	0.36	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	128	5	280	15	125	3	3	92	280	0	-	-	0.0
	Nitrati	50	mg/l	130	1	58.3	13.85	0	130	129	1	50	1	58.3	58.3	0.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0610ER-DQ2-PACS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO, FC, MO, PR, RA, RE, RN
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	88
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	26
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	62

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max				
Metalli	Ferro	200	µg/l	1408	10	41800	1415	75	1333	93	20	200	1240	201	41800	88.1		
	Manganese	50	µg/l	1405	0.5	28000	80	157	1248	312	8	50	936	52	28000	66.6		
	Arsenico	10	µg/l	1259	0.25	310	2	561	698	438	0.6	10	260	10.5	310	20.7		
	Cadmio	5	µg/l	988	0.25	4	0.25	950	38	38	0.5	4	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	1355	0.25	37.00	2.5	1294	61	61	0.8	37.00	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	79	0.25	10	2.5	79	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	1306	0.25	49	2.5	1131	175	172	0.7	20	3	30	49	0.2		
	Piombo	10	µg/l	1354	0.25	140	2.5	1201	153	111	0.6	10	42	11	140	3.1		
Zinco	3000	µg/l	1361	1	12800	225	85	1276	1249	5.914	3000	27	3100	12800	2.0			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	1217	25	9740	360	148	1069	949	25	1000	120	1006	9740	9.9		
	Fluoruri	1500	µg/l	1328	25	3800	330	61	1267	1243	53	1500	24	1510	3800	1.8		
	Cloruri	250	mg/l	1437	0.5	850	23.6	2	1435	1423	1.8	232.9	12	252	850	0.8		
	Solfati	250	mg/l	1435	0.5	677	0.5	735	700	678	1	239.8	22	255.5	677	1.5		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	1428	0.01	28.57	1.98	172	1256	94	0.03	0.5	1162	0.52	28.57	81.4		
	Nitriti	500	µg/l	1396	5	5200	15	1239	157	140	30	500	17	510	5200	1.2		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	1434	0.5	296.8	0.5	1077	357	276	0.6	49	81	51	296.8	5.6		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0620ER-DQ2-TPAPCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO, FE, MO, RA, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	28
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	12
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	16

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	504	10	66550	1414	9	495	13	61	200	482	211	66550	95.6	
	Manganese	50	µg/l	504	2.5	1287	90	68	436	59	20	50	377	51	1287	74.8	
	Arsenico	10	µg/l	437	0.25	102	1	248	189	76	0.8	10	113	10.3	102	25.9	
	Cadmio	5	µg/l	364	0.25	5	0.25	340	24	24	0.5	5	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	472	0.25	21.10	2.5	435	37	37	0.7	21.10	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	14	0.25	2.5	2.5	14	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	440	0.25	41	2.5	371	69	67	0.6	19	2	22	41	0.5	
	Piombo	10	µg/l	471	0.25	40	2.5	402	69	54	0.5	10	15	11	40	3.2	
Zinco	3000	µg/l	482	1	10877	170.5	100	382	375	6	2900	7	3134	10877	1.5		
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	447	25	2814	880	9	438	259	52	1000	179	1002	2814	40.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	466	50	5200	600	13	453	440	63	1500	13	1600	5200	2.8	
	Cloruri	250	mg/l	513	0.5	587.4	35.5	2	511	499	1.7	248.2	12	252	587.4	2.3	
	Solfati	250	mg/l	515	0.5	275	0.5	283	232	230	0.99	248	2	261.7	275	0.4	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	514	0.01	103.1	2.725	14	500	9	0.06	0.45	491	0.53	103.1	95.5	
	Nitriti	500	µg/l	505	5	3130	15	463	42	38	20	480	4	510	3130	0.8	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	516	0.01	29.7	0.5	414	102	102	0.4	29.7	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore
Codice corpo idrico sotterraneo	0630ER-DQ2-PPCS
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	FE, MO, PC, PR, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	75
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	3
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	72

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	1840	5	270000	899	137	1703	121	20	200	1582	202	270000	86.0
	Manganese	50	µg/l	1871	0.25	1830	160	201	1670	99	0.6	50	1571	51	1830	84.0
	Arsenico	10	µg/l	1660	0.25	57	1	1122	538	439	0.5	10	99	10.5	57	6.0
	Cadmio	5	µg/l	1283	0.05	24	0.25	1265	18	17	0.2	4.2	1	24	24	0.1
	Cromo tot.	50	µg/l	1772	0.25	13.00	2.5	1601	171	171	0.6	13.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	183	0.25	10	2.5	183	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	1702	0.25	471	2.5	1344	358	340	0.5	20	18	21	471	1.1
	Piombo	10	µg/l	1778	0.25	106	2.5	1597	181	149	0.6	10	32	11	106	1.8
	Zinco	3000	µg/l	1819	0.25	15471	36	423	1396	1379	1.66	2930	17	3035	15471	0.9
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	1688	11.337	1895	115	295	1393	1336	11.337	1000	57	1008	1895	3.4
	Fluoruri	1500	µg/l	1720	1	1900	140	299	1421	1417	22	1293	4	1744	1900	0.2
	Cloruri	250	mg/l	1875	0.5	2127	13.6	3	1872	1790	1	250	82	250.5	2127	4.4
	Solfati	250	mg/l	1882	0.5	878	9.05	472	1410	1400	1	250	10	253	878	0.5
	Ione ammonio	0.5	mg/l	1884	0.005	19.85	1.26	270	1614	437	0.02	0.5	1177	0.51	19.85	62.5
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	1862	5	2550	15	1664	198	189	10	500	9	530	2550	0.5
	Nitrati	50	mg/l	1881	0.5	164.1	0.5	1419	462	456	1	46	6	53	164.1	0.3

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Pianura Alluvionale Costiera - confinato
Codice corpo idrico sotterraneo	0640ER-DQ2-PCC
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	FE, RA
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	26
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	26

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	595	10	78790	1790	8	587	32	22	200	555	201	78790	93.3
	Manganese	50	µg/l	597	0.5	2986	60	83	514	196	6	50	318	51	2986	53.3
	Arsenico	10	µg/l	524	0.25	277	1	248	276	133	0.7	10	143	10.8	277	27.3
	Cadmio	5	µg/l	444	0.25	8.2	0.25	426	18	16	0.25	5	2	7.5	8.2	0.5
	Cromo tot.	50	µg/l	571	0.25	40.50	2.5	484	87	87	0.6	40.50	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	101	2.5	2.5	2.5	101	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	533	0.25	47	2.5	399	134	126	0.7	20	8	21	47	1.5
	Piombo	10	µg/l	574	0.25	44	2.5	450	124	93	0.6	10	31	10.6	44	5.4
	Zinco	3000	µg/l	575	1.7	9500	120	125	450	416	1.7	2985	34	3100	9500	5.9
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	480	25	5403	802.5	3	477	301	61	1000	176	1003	5403	36.7
	Fluoruri	1500	µg/l	564	25	2340	435	22	542	531	73	1500	11	1640	2340	2.0
	Cloruri	250	mg/l	597	34.4	8076.3	277.5	0	597	274	34.4	250	323	250.6	8076.3	54.1
	Solfati	250	mg/l	604	0.5	292.5	0.5	318	286	284	0.99	207.6	2	273	292.5	0.3
	Ione ammonio	0.5	mg/l	604	0.025	86.88	12.195	3	601	5	0.19	0.39	596	0.53	86.88	98.7
	Nitriti	500	µg/l	603	5	1650	15	528	75	71	20	450	4	610	1650	0.7
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	602	0.5	21.2	0.5	471	131	131	0.6	21.2	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Tidone-Luretta - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2300ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1989-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	39	10	640	25	23	16	14	20	200	2	580	640	5.1	
	Manganese	50	µg/l	40	0.25	100	10	32	8	6	7	50	2	60	100	5.0	
	Arsenico	10	µg/l	36	0.25	1	1	36	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	28	0.25	0.25	0.25	28	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	39	0.25	3.00	2.5	35	4	4	1	3.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	2.5	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	36	0.5	26	2.5	27	9	8	2	9	1	26	26	2.8	
	Piombo	10	µg/l	39	0.25	7	2.5	37	2	2	2	7	0	-	-	0.0	
	Zinco	3000	µg/l	39	3.646	2890	20	6	33	33	3.646	2890	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	36	25	234	123	2	34	34	44.007	234	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	38	50	250	190	2	36	36	140	250	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	40	7.4	20.3	10.55	0	40	40	7.4	20.3	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	40	71.3	89.7	83.05	0	40	40	71.3	89.7	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	40	0.01	0.025	0.025	40	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nitriti	500	µg/l	40	5	15	15	40	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	40	21.5	34.4	26.15	0	40	40	21.5	34.4	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Trebbia - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2301ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	PC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	80	10	470	25	48	32	29	20	180	3	250	470	3.8
	Manganese	50	µg/l	82	0.25	29	10	63	19	19	1.633	29	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	77	0.25	1	0.5	77	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	44	0.25	0.25	0.25	44	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	80	0.25	14.00	5	26	54	54	1	14.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	2.5	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	77	0.5	10	2.5	50	27	27	1.748	10	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	80	0.25	7	2.25	77	3	3	2	7	0	-	-	0.0
	Zinco	3000	µg/l	80	0.25	1560	15	18	62	62	3.052	1560	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	77	5.725	226	25	44	33	33	5.725	226	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	79	40	880	51	31	48	48	40	880	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	82	10.5	20.2	16.35	0	82	82	10.5	20.2	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	82	11	109.7	15.25	0	82	82	11	109.7	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	82	0.01	0.025	0.025	82	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	80	5	100	15	75	5	5	10	100	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	82	0.5	30.5	18.15	1	81	81	1	30.5	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Stirone-Parola - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2340ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	41	5	100	25	36	5	5	10	100	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	42	0.5	15	10	37	5	5	1.227	15	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	37	0.25	5	1	34	3	3	1	5	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	29	0.25	0.5	0.25	28	1	1	0.5	0.5	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	39	0.5	5.38	2.5	35	4	4	1	5.38	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	41	0.5	7.379	2.5	36	5	5	2	7.379	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	41	0.25	3	2.5	39	2	2	2	3	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	42	5	501.6	57.5	2	40	40	10	501.6	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	37	18.63	105	60	8	29	29	18.63	105	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	38	25	200	120	3	35	35	59	200	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	42	12	38.5	24.2	0	42	42	12	38.5	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	42	27.5	48	37.4	0	42	42	27.5	48	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	40	0.005	0.12	0.025	39	1	1	0.12	0.12	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	40	10	15	15	40	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	42	23.3	43.7	35.55	0	42	42	23.3	43.7	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Parma-Baganza - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2360ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	PR
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	14	5	30	10	11	3	3	30	30	0	-	-	0.0
	Manganese	50	µg/l	14	0.5	8	2.25	6	8	8	0.593	8	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	14	0.25	2	0.5	10	4	4	1	2	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	2	0.25	0.25	0.25	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	14	0.5	4.58	0.5	12	2	2	3.815	4.58	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	10	1	2.5	2.5	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	14	0.5	8.533	1	10	4	4	1	8.533	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	14	0.25	9	1	12	2	2	3	9	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	14	1.605	50	5	7	7	7	1.605	50	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	14	25	130	25.215	7	7	7	25.43	130	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	14	25	210	116	2	12	12	87	210	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	14	24.7	47.4	40	0	14	14	24.7	47.4	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	14	14.5	55.4	51.25	0	14	14	14.5	55.4	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	14	0.005	0.17	0.01	11	3	3	0.02	0.17	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	14	10	20	12.5	13	1	1	20	20	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	14	0.5	78.9	51.85	1	13	5	39.6	46.3	8	50.2	78.9	57.1

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Enza - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2370ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	108	10	2390	25	59	49	20	28	172	29	234	2390	26.9
	Manganese	50	µg/l	112	0.25	1483	11.5	52	60	27	1.649	50	33	70	1483	29.5
	Arsenico	10	µg/l	99	0.25	3	1	91	8	8	1.311	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	83	0.25	0.5	0.25	83	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	106	0.25	2.50	2.5	105	1	1	0.671	0.67	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	16	2.5	10	2.5	16	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	103	1	10	2.5	89	14	14	1.97	10	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	107	0.25	5	2.5	101	6	6	0.868	5	0	-	-	0.0
	Zinco	3000	µg/l	108	2.573	610	10	50	58	58	2.573	610	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	101	25	610	90	15	86	86	50	610	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	108	25	820	85.5	49	59	59	52	820	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	112	0.5	134	20.5	1	111	111	6	134	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	112	0.5	77	37.45	16	96	96	1	77	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	112	0.01	7.87	0.025	77	35	6	0.05	0.09	29	1.71	7.87	25.9
	Nitriti	500	µg/l	112	10	50	15	110	2	2	40	50	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	112	0.5	38	23.25	26	86	86	1	38	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2380ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	4
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	4

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	71	10	37628	172	14	57	24	22	200	33	240	37628	46.5
	Manganese	50	µg/l	75	0.55	620	16	31	44	20	0.55	50	24	55	620	32.0
	Arsenico	10	µg/l	65	0.25	24	1	44	21	17	0.453	9	4	11	24	6.2
	Cadmio	5	µg/l	51	0.25	0.25	0.25	51	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	67	0.25	10.00	2.5	63	4	4	0.912	10.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	10	2.5	10	2.5	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	66	1	32	2.5	44	22	16	2	16.98	6	21	32	9.1
	Piombo	10	µg/l	69	0.25	12.952	2.5	62	7	6	0.828	9	1	12.95	12.952	1.4
Zinco	3000	µg/l	72	4.908	4950	61.5	6	66	64	4.908	883	2	3420	4950	2.8	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	65	140	460	225	0	65	65	140	460	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	72	25	500	160	13	59	59	70	500	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	75	6.8	206.4	42.3	0	75	75	6.8	206.4	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	75	0.5	135	98.7	10	65	65	1	135	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	73	0.01	14.9	0.025	46	27	4	0.02	0.27	23	0.55	14.9	31.5
	Nitriti	500	µg/l	74	10	170	15	64	10	10	20	170	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	75	0.5	112	34.8	17	58	43	1.4	50	15	51	112	20.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Secchia - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2390ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	MO, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	6
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	6

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	201	10	2680	25	121	80	70	14	190	10	230	2680	5.0
	Manganese	50	µg/l	207	0.25	50	10	166	41	41	5	50	0	-	-	0.0
	Arsenico	10	µg/l	183	0.25	8	1	178	5	5	2	8	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	147	0.25	0.7	0.25	144	3	3	0.5	0.7	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	193	0.25	7.00	2.5	192	1	1	7	7.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	29	0.25	10	2.5	29	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	186	1	13.8	2.5	170	16	16	2.177	13.8	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	192	0.25	9	2.5	180	12	12	2.7	9	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	197	1.933	819	30	58	139	139	1.933	819	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	191	25	715	160	17	174	174	72	715	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	198	25	703	50	136	62	62	58	703	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	208	53.2	229.2	110.3	0	208	208	53.2	229.2	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	208	88.6	268.4	179.1	0	208	206	88.6	249	2	252.2	268.4	1.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	208	0.01	0.13	0.025	202	6	6	0.02	0.13	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	208	5	100	15	207	1	1	100	100	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	208	0.5	57.2	9.9	1	207	196	1.9	50	11	52	57.2	5.3

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Tiepido - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2400ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	MO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	67	10	4810	270	14	53	17	26	189	36	256	4810	53.7
	Manganese	50	µg/l	67	2.5	412	70	22	45	9	5	43	36	56	412	53.7
	Arsenico	10	µg/l	63	0.25	3	1	59	4	4	0.8	3	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	47	0.25	1.1	0.25	45	2	2	0.7	1.1	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	65	0.25	12.10	2.5	63	2	2	0.6	12.10	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	10	0.25	10	1	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	63	1	12	2.5	54	9	9	2	12	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	65	0.25	7	2.5	62	3	3	1	7	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	65	5	4040	66	5	60	59	6	1030	1	4040	4040	1.5	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	65	25	1490	298	8	57	50	127	902	7	1020	1490	10.8
	Fluoruri	1500	µg/l	65	25	167	50	40	25	25	71	167	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	67	18	131.8	50.8	0	67	67	18	131.8	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	67	2.4	113	59.2	0	67	67	2.4	113	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	67	0.01	3.45	0.025	54	13	3	0.1	0.43	10	0.96	3.45	14.9
	Nitriti	500	µg/l	66	5	3030	15	54	12	10	40	370	2	870	3030	3.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	67	0.5	113	28.7	4	63	35	1	45.1	28	54	113	41.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Samoggia - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2420ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max				
Metalli	Ferro	200	µg/l	53	10	12072	268	14	39	11	60	190	28	240	12072	52.8		
	Manganese	50	µg/l	51	7	595	40	16	35	11	7	49	24	78	595	47.1		
	Arsenico	10	µg/l	47	0.25	118	1	35	12	7	2	6	5	32	118	10.6		
	Cadmio	5	µg/l	25	0.25	1.5	0.25	24	1	1	1.5	1.5	0	-	-	0.0		
	Cromo tot.	50	µg/l	50	0.25	2.50	2.5	50	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	5	2.5	2.5	2.5	5	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	47	1	15	2.5	39	8	8	1.9	15	0	-	-	0.0		
	Piombo	10	µg/l	49	0.25	47	2.5	44	5	4	1.2	10	1	47	47	2.0		
Zinco	3000	µg/l	49	1	320	30	15	34	34	10	320	0	-	-	0.0			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	46	25	1160	25	28	18	16	54	943	2	1120	1160	4.3		
	Fluoruri	1500	µg/l	49	25	785	130	17	32	32	80	785	0	-	-	0.0		
	Cloruri	250	mg/l	54	12.6	35.9	23.5	0	54	54	12.6	35.9	0	-	-	0.0		
	Solfati	250	mg/l	54	0.5	48.6	23.3	4	50	50	1	48.6	0	-	-	0.0		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	53	0.01	3.2	0.025	33	20	3	0.17	0.25	17	1.13	3.2	32.1		
	Nitriti	500	µg/l	52	5	90	15	49	3	3	30	90	0	-	-	0.0		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	55	0.01	97	44.5	22	33	11	1.2	50	22	53	97	40.0		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Ghironda - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2430ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1988-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale		
Metalli	Ferro	200	µg/l	40	10	6625	230	3	37	15	140	200	22	219	6625	55.0	
	Manganese	50	µg/l	38	16	312	80	0	38	8	16	50	30	56	312	78.9	
	Arsenico	10	µg/l	33	0.25	3	1	30	3	3	0.6	3	0	-	-	0.0	
	Cadmio	5	µg/l	24	0.25	0.25	0.25	24	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	37	0.25	14.00	2.5	34	3	3	5	14.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	34	1	12	2.5	28	6	6	2	12	0	-	-	0.0	
	Piombo	10	µg/l	36	0.25	180	2.5	30	6	3	0.9	10	3	15	180	8.3	
	Zinco	3000	µg/l	35	5	2100	60	1	34	34	20	2100	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	33	25	296	25	27	6	6	41	296	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	34	25	250	115	9	25	25	50	250	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	41	28	51	40.5	0	41	41	28	51	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	41	60.4	97.3	68.6	0	41	41	60.4	97.3	0	-	-	0.0	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	39	0.01	1.29	0.025	30	9	6	0.05	0.29	3	0.55	1.29	7.7	
	Nitriti	500	µg/l	37	15	230	15	35	2	2	40	230	0	-	-	0.0	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	41	0.5	31	14.2	11	30	30	2.9	31	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Reno-Lavino - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2440ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	5
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	5

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max			
Metalli	Ferro	200	µg/l	140	10	192000	155	51	89	21	30	190	68	227	192000	48.6	
	Manganese	50	µg/l	134	1.5	1850	428.5	39	95	10	4	40	85	51	1850	63.4	
	Arsenico	10	µg/l	119	0.25	45	1	94	25	14	0.5	10	11	12	45	9.2	
	Cadmio	5	µg/l	99	0.25	0.5	0.25	99	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Cromo tot.	50	µg/l	126	0.25	22.00	2.5	122	4	4	2	22.00	0	-	-	0.0	
	Cromo VI	5	µg/l	8	2.5	2.5	2.5	8	0	0	-	-	0	-	-	0.0	
	Nichel	20	µg/l	117	1	8	2.5	103	14	14	1	8	0	-	-	0.0	
	Piombo	10	µg/l	126	0.25	35	2.5	115	11	8	0.7	7.5	3	20	35	2.4	
	Zinco	3000	µg/l	126	5	8500	43	28	98	93	8	2873	5	3607	8500	4.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	115	25	800	25	75	40	40	60	800	0	-	-	0.0	
	Fluoruri	1500	µg/l	119	25	1100	160	43	76	76	59	1100	0	-	-	0.0	
	Cloruri	250	mg/l	147	8	108	22	0	147	147	8	108	0	-	-	0.0	
	Solfati	250	mg/l	147	0.5	335	27.1	1	146	145	1.8	159	1	335	335	0.7	
	Ione ammonio	0.5	mg/l	141	0.01	2	0.13	67	74	14	0.1	0.5	60	0.55	2	42.6	
	Nitriti	500	µg/l	133	11	1000	15	124	9	8	11	420	1	1000	1000	0.8	
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	144	0.5	36	0.5	83	61	61	1	36	0	-	-	0.0	

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savena - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2460ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2006
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia				>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale				
Metalli	Ferro	200	µg/l	33	10	114	25	30	3	3	50	114	0	-	-	0.0			
	Manganese	50	µg/l	33	1.5	124	10	27	6	5	9	40	1	124	124	3.0			
	Arsenico	10	µg/l	25	0.5	1.5	1	25	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Cadmio	5	µg/l	30	0.25	0.5	0.25	30	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Cromo tot.	50	µg/l	30	1	12.00	2.5	29	1	1	12	12.00	0	-	-	0.0			
	Cromo VI	5	µg/l	3	2.5	2.5	2.5	3	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Nichel	20	µg/l	27	1	17	2.5	23	4	4	6	17	0	-	-	0.0			
	Piombo	10	µg/l	30	1	7.3	2.5	28	2	2	7	7.3	0	-	-	0.0			
Zinco	3000	µg/l	31	5	670	21	12	19	19	10	670	0	-	-	0.0				
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	25	25	263	25	20	5	5	90	263	0	-	-	0.0			
	Fluoruri	1500	µg/l	25	50	240	50	20	5	5	100	240	0	-	-	0.0			
	Cloruri	250	mg/l	36	20.6	57	31.85	0	36	36	20.6	57	0	-	-	0.0			
	Solfati	250	mg/l	36	67.2	164.7	91.95	0	36	36	67.2	164.7	0	-	-	0.0			
	Ione ammonio	0.5	mg/l	34	0.01	0.08	0.025	33	1	1	0.08	0.08	0	-	-	0.0			
	Nitriti	500	µg/l	32	15	15	15	32	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	35	12.4	33.9	17.9	0	35	35	12.4	33.9	0	-	-	0.0			

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Zena-Idice - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2470ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	5
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	5

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia				>Valore soglia			
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale				
Metalli	Ferro	200	µg/l	84	10	4377	29.5	42	42	19	34	191	23	207	4377	27.4			
	Manganese	50	µg/l	84	2.5	771	40	16	68	34	12	50	34	52	771	40.5			
	Arsenico	10	µg/l	71	0.25	6	1	60	11	11	0.6	6	0	-	-	0.0			
	Cadmio	5	µg/l	52	0.25	0.6	0.25	51	1	1	0.6	0.6	0	-	-	0.0			
	Cromo tot.	50	µg/l	78	0.25	5.00	2.5	74	4	4	0.5	5.00	0	-	-	0.0			
	Cromo VI	5	µg/l	7	2.5	2.5	2.5	7	0	0	-	-	0	-	-	0.0			
	Nichel	20	µg/l	72	1	12	2.5	55	17	17	2	12	0	-	-	0.0			
	Piombo	10	µg/l	77	0.25	6	2.5	71	6	6	2	6	0	-	-	0.0			
Zinco	3000	µg/l	79	5	4265	50	11	68	67	10	3000	1	4265	4265	1.3				
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	70	25	500	25	44	26	26	62	500	0	-	-	0.0			
	Fluoruri	1500	µg/l	76	25	290	116.5	25	51	51	59	290	0	-	-	0.0			
	Cloruri	250	mg/l	88	13.7	50.2	25.85	0	88	88	13.7	50.2	0	-	-	0.0			
	Solfati	250	mg/l	88	17.2	172.9	115.45	0	88	88	17.2	172.9	0	-	-	0.0			
	Ione ammonio	0.5	mg/l	85	0.01	2.32	0.025	68	17	11	0.02	0.5	6	0.69	2.32	7.1			
	Nitriti	500	µg/l	82	15	5770	15	76	6	4	50	100	2	960	5770	2.4			
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	88	0.5	100.5	7.9	10	78	69	2	45.5	9	51.5	100.5	10.2			

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Sillaro - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2490ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	2
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	2

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia		
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	52	25	14700	409	11	41	6	50	166	35	310	14700	67.3
	Manganese	50	µg/l	52	9	470	49	15	37	11	9	45	26	53	470	50.0
	Arsenico	10	µg/l	40	0.5	4	1	34	6	6	0.7	4	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	34	0.25	0.25	0.25	34	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	46	0.25	3.00	2.5	45	1	1	3	3.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	41	1	28	2.5	35	6	5	1	10	1	28	28	2.4
	Piombo	10	µg/l	47	0.25	30	2.5	44	3	2	3.2	8	1	30	30	2.1
Zinco	3000	µg/l	46	5	740	40	10	36	36	18	740	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	39	25	1410	25	34	5	4	53	560	1	1410	1410	2.6
	Fluoruri	1500	µg/l	46	25	800	140	7	39	39	100	800	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	55	23	58.3	30.1	0	55	55	23	58.3	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	55	13	118.4	26.7	0	55	55	13	118.4	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	52	0.01	22	0.025	37	15	12	0.08	0.41	3	2	22	5.8
	Nitriti	500	µg/l	51	5	15	15	51	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	55	0.5	96.3	0.5	37	18	6	1	17.3	12	62.3	96.3	21.8

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Sellustra - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2500ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	3
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	3

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	90	10	1364	25	58	32	20	28	175	12	262	1364	13.3
	Manganese	50	µg/l	84	2	300	22.5	25	59	35	2	50	24	52	300	28.6
	Arsenico	10	µg/l	72	0.25	8	1	67	5	5	2	8	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	59	0.25	0.6	0.25	58	1	1	0.6	0.6	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	84	0.25	5.00	2.5	82	2	2	0.5	5.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	75	1	29	2.5	67	8	7	1	12	1	29	29	1.3
	Piombo	10	µg/l	84	0.25	2.5	2.5	84	0	0	-	-	0	-	-	0.0
Zinco	3000	µg/l	82	5	980	40	17	65	65	14	980	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	71	15	35	25	66	5	5	16	35	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	74	25	370	172.5	6	68	68	67	370	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	94	15.3	83.5	40	0	94	94	15.3	83.5	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	94	8.7	107.6	41.1	0	94	94	8.7	107.6	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	89	0.01	0.22	0.025	85	4	4	0.03	0.22	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitriti	500	µg/l	83	5	15	15	83	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nitrati	50	mg/l	94	0.5	81.4	11.5	6	88	85	1	40.3	3	63	81.4	3.2

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Lamone - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2530ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	RA
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	14	27	5373	880	0	14	3	27	79	11	360	5373	78.6
	Manganese	50	µg/l	14	7	510	126.5	0	14	1	7	7	13	51	510	92.9
	Arsenico	10	µg/l	14	0.5	6	1	8	6	6	0.9	6	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	10	0.25	1	0.25	10	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	14	1	9.80	1.4	11	3	3	1.8	9.80	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	12	2.5	2.5	2.5	12	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	14	1	6.9	1.3	11	3	3	1.6	6.9	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	14	0.25	2.5	1	13	1	1	0.5	0.5	0	-	-	0.0
	Zinco	3000	µg/l	14	2.5	270	65.5	1	13	13	20	270	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	13	13	260	50	3	10	10	13	260	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	14	110	310	175	0	14	14	110	310	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	14	32	187	42.5	0	14	14	32	187	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	14	2.3	82.2	74.35	0	14	14	2.3	82.2	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	14	0.01	0.78	0.01	13	1	0	-	-	1	0.78	0.78	7.1
	Nitriti	500	µg/l	14	15	60	15	11	3	3	50	60	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	14	0.5	6.2	1.25	5	9	9	1	6.2	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Ronco-Montone - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2540ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	1988-2005
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale	
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max		
Metalli	Ferro	200	µg/l	23	10	5600	1200	1	22	4	60	200	18	400	5600	78.3
	Manganese	50	µg/l	23	77	770	220	0	23	0	-	-	23	77	770	100.0
	Arsenico	10	µg/l	19	0.25	7	1	14	5	5	0.8	7	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	15	0.25	18	0.25	14	1	0	-	-	1	18	18	6.7
	Cromo tot.	50	µg/l	21	1	10.00	2.5	18	3	3	1.3	10.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	0	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	19	1	8	2.5	16	3	3	6	8	0	-	-	0.0
	Piombo	10	µg/l	23	0.25	42	2.5	22	1	0	-	-	1	42	42	4.3
Zinco	3000	µg/l	21	5	120	22	2	19	19	7	120	0	-	-	0.0	
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	21	71	750	174	0	21	21	71	750	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	21	100	550	120	0	21	21	100	550	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	23	51	4787.1	84	0	23	13	51	114.1	10	312.5	4787.1	43.5
	Solfati	250	mg/l	23	0.5	380.6	105	1	22	21	4.2	195.1	1	380.6	380.6	4.3
	Ione ammonio	0.5	mg/l	23	0.01	19.5	0.025	13	10	1	0.4	0.4	9	1.8	19.5	39.1
	Nitriti	500	µg/l	23	15	250	15	12	11	11	30	250	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	23	0.5	10.7	4.3	2	21	21	1.1	10.7	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Nome corpo idrico sotterraneo	Conoide Savio - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2550ER-DQ2-CCI
Periodo di monitoraggio	2002-2008
Province interessate	FC
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	1
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	1

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾	>LOQ ⁽²⁾	<Valore soglia			>Valore soglia				
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max	% su N. totale	
Metalli	Ferro	200	µg/l	14	10	1005	57.5	2	12	10	16	127	2	223	1005	14.3
	Manganese	50	µg/l	14	73	134	87.5	0	14	0	-	-	14	73	134	100.0
	Arsenico	10	µg/l	14	0.5	1	0.5	12	2	2	1	1	0	-	-	0.0
	Cadmio	5	µg/l	2	0.25	0.25	0.25	2	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Cromo tot.	50	µg/l	14	1	4.00	1	12	2	2	3	4.00	0	-	-	0.0
	Cromo VI	5	µg/l	6	2.5	10	10	6	0	0	-	-	0	-	-	0.0
	Nichel	20	µg/l	14	1	21	2.5	8	6	5	3	20	1	21	21	7.1
	Piombo	10	µg/l	14	0.25	31	1	13	1	0	-	-	1	31	31	7.1
	Zinco	3000	µg/l	14	5	160	24.5	2	12	12	10	160	0	-	-	0.0
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	14	95	320	105.5	0	14	14	95	320	0	-	-	0.0
	Fluoruri	1500	µg/l	14	50	420	140	1	13	13	58	420	0	-	-	0.0
	Cloruri	250	mg/l	14	132	177	141.9	0	14	14	132	177	0	-	-	0.0
	Solfati	250	mg/l	14	39.1	62	45.9	0	14	14	39.1	62	0	-	-	0.0
	Ione ammonio	0.5	mg/l	14	0.01	0.13	0.01	8	6	6	0.023	0.13	0	-	-	0.0
	Nitriti	500	µg/l	14	15	180	15	12	2	2	30	180	0	-	-	0.0
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	14	0.5	4.9	3.65	1	13	13	3	4.9	0	-	-	0.0

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee

Nome corpo idrico sotterraneo	Pianura Alluvionale - confinato inferiore
Codice corpo idrico sotterraneo	2700ER-DQ2-PACI
Periodo di monitoraggio	1987-2008
Province interessate	BO, FC, FE, MO, PC, PR, RA, RE
Numero totale di stazioni di monitoraggio nel periodo	56
Numero stazioni di monitoraggio "non attribuite" al Corpo Idrico	0
Numero stazioni di monitoraggio utilizzate per le elaborazioni	56

Parametri	Valore soglia ⁽¹⁾	U.M.	Totale determinazioni analitiche				<LOQ ⁽²⁾		>LOQ ⁽²⁾			<Valore soglia			>Valore soglia			% su N. totale
			N.	Min	Max	Mediana	N.	N.	N.	Min	Max	N.	Min	Max				
Metalli	Ferro	200	µg/l	1372	5	40520	880	83	1289	126	20	200	1163	202	40520	84.8		
	Manganese	50	µg/l	1376	0.25	2650	56.693	187	1189	477	0.755	50	712	51	2650	51.7		
	Arsenico	10	µg/l	1208	0.25	90	1	755	453	341	0.5	10	112	11	90	9.3		
	Cadmio	5	µg/l	927	0.05	5.5	0.25	895	32	31	0.2	4	1	5.5	5.5	0.1		
	Cromo tot.	50	µg/l	1303	0.25	35.00	2.5	1184	119	119	0.6	35.00	0	-	-	0.0		
	Cromo VI	5	µg/l	134	0.25	10	2.5	134	0	0	-	-	0	-	-	0.0		
	Nichel	20	µg/l	1234	0.25	38	2.5	1020	214	207	0.8	20	7	22	38	0.6		
	Piombo	10	µg/l	1306	0.25	360	2.5	1148	158	125	0.5	10	33	11	360	2.5		
Zinco	3000	µg/l	1320	0.25	10130	50	241	1079	1073	1.2	2900	6	4880	10130	0.5			
Inquinanti inorganici	Boro	1000	µg/l	1178	8.49	3840	331	181	997	833	8.49	1000	164	1005	3840	13.9		
	Fluoruri	1500	µg/l	1274	25	4600	210	108	1166	1156	55	1500	10	1520	4600	0.8		
	Cloruri	250	mg/l	1398	0.5	4254	43.95	1	1397	1237	2	248.2	160	266	4254	11.4		
	Solfati	250	mg/l	1402	0.5	200	1.4	617	785	785	1	200	0	-	-	0.0		
	Ione ammonio	0.5	mg/l	1391	0.005	45	3.55	175	1216	123	0.02	0.5	1093	0.56	45	78.6		
	Nitriti	500	µg/l	1360	5	5500	15	1267	93	86	10	400	7	580	5500	0.5		
Nitrati	Nitrati	50	mg/l	1399	0.5	133.4	0.5	1064	335	326	0.8	49.4	9	50.5	133.4	0.6		

(1) da D. Lgs. 30/09. Per ferro, manganese e zinco, da D. Lgs. 152/99.

(2) LOQ è il limite di quantificazione delle metodiche analitiche.