



Acque sotterranee

capitolo 3B

INDICE

Introduzione

<i>Messaggio chiave</i>	p.	224
<i>Sintesi</i>	»	224
<i>Quadro generale</i>	»	226

Indicatori

<i>Stato</i>	»	228
<i>Impatto</i>	»	256

Riferimenti

<i>Autori</i>	»	260
<i>Bibliografia</i>	»	260
<i>Sitografia</i>	»	260

QUADRO SINOTTICO DEGLI INDICATORI

DPSIR	Tema ambientale	Nome indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura spaziale	Copertura temporale	Trend	Pag.
DETERMINANTI	✓ ✓	Distribuzione territoriale della popolazione		Vedi capitolo Rischio sismico (pag. 793)			
	✓	Agglomerati urbani ≥ 200 AE		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 148)			
	✓	Scarichi in corpo idrico superficiale		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 154)			
	✓	Terreni irrigati		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 157)			
	✓ ✓	Uso del suolo		Vedi capitolo Suolo (pag. 702)			
	✓ ✓	Consumo di suolo		Vedi capitolo Suolo (pag. 706)			
PRESSIONI	✓	Consumi alle utenze e prelievi acque superficiali e di falda per il settore acquedottistico civile		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 161)			
	✓	Inquinanti sversati per bacino		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 164)			
	✓	Emissione di nutrienti da depuratori di acque reflue urbane (N e P)		Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 169)			
	✓	Uso di fertilizzanti		Vedi capitolo Suolo (pag. 711)			
	✓	Uso di fitofarmaci		Vedi capitolo Suolo (pag. 715)			
STATO	✓	Nitrati in acque sotterranee		Regione	2011	☹	228
	✓	Organoalogenati in acque sotterranee		Regione	2011	☹	235
	✓	Fitofarmaci in acque sotterranee		Regione	2011	☹	242
	✓	Livello delle acque sotterranee		Regione	2010	☹	249
IMPATTO	✓	Subsidenza		Regione	1992-2000 2002-2006	😊	256

Tema ambientale:

- ✓ Qualità dei corpi idrici
- ✓ Risorse idriche e usi sostenibili
- ✓ Subsidenza

Introduzione

Messaggio chiave

- ☹️ I nitrati sono inquinanti di origine antropica che mettono a rischio lo stato chimico delle acque sotterranee. La loro presenza è dovuta prevalentemente all'uso di fertilizzanti azotati e allo smaltimento di reflui zootecnici: in regione le concentrazioni sono particolarmente rilevanti nei corpi idrici sotterranei pedeappenninici (conoidi alluvionali), dove avviene anche la ricarica delle acque sotterranee profonde, e nell'acquifero freatico di pianura. Le maggiori concentrazioni, oltre i limiti normativi, si riscontrano in diverse conoidi emiliane (Panaro, Tiepido, Secchia, Parma, Nure, Tidone) e, con minore estensione areale, in alcune conoidi romagnole. Nelle sorgenti rappresentative dei corpi idrici montani, monitorate nel 2011 per la prima volta, le concentrazioni di nitrati sono sempre inferiori ai limiti normativi.
- ☹️ Una corretta definizione dei valori di fondo delle sostanze chimiche di origine naturale di ogni corpo idrico sotterraneo è fondamentale per una corretta individuazione degli impatti di origine antropica. Negli acquiferi profondi e confinati di pianura dell'Emilia-Romagna, infatti, si riscontrano concentrazioni anche molto elevate di sostanze di origine naturale come i metalli (ferro, manganese, arsenico), lo ione ammonio o i solfati.
- ☹️ Il livello delle falde, o piezometria, è necessario per calcolare lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei. Tale parametro, risultante dalla sommatoria degli effetti di tipo antropico (prelievi) e naturale (ricarica delle falde), si distribuisce territorialmente, a scala regionale, con valori elevati nelle zone di margine appenninico (conoidi), che si attenuano passando alla pianura alluvionale, fino alla zona costiera. Questo andamento generale naturale è però interrotto da una depressione piezometrica presente nella conoide Reno-Lavino, conseguenza dei consistenti prelievi effettuati su di essa negli anni 50-60 del secolo scorso e ancora oggi piuttosto evidente. Il monitoraggio anche automatico dei livelli di falda è indispensabile a supportare le scelte per una gestione sostenibile della risorsa idrica sotterranea.
- ☹️ I cambiamenti climatici, con calo delle precipitazioni, periodi siccitosi sempre più frequenti e prolungati e con conseguente incremento dei prelievi a uso irriguo, associati all'impermeabilizzazione del suolo nelle aree di ricarica, possono ridurre la ricarica degli acquiferi nel tempo e innescare o aumentare il fenomeno della subsidenza, o abbassamento del suolo. Tuttavia, in Emilia-Romagna, in base all'ultimo rilievo relativo al periodo 2002-2006, si registra una generale attenuazione del fenomeno. Il territorio bolognese presenta ancora i tassi di abbassamento più elevati, pur se in netta diminuzione rispetto al passato. Non sembrano esserci, invece, variazioni significative per le delicate aree litoranee.

Sintesi

Il monitoraggio delle acque sotterranee, sia quantitativo che chimico, è stato adeguato nel 2010 alle direttive europee 2000/60/CE e 2006/118/CE, definendo nuovi corpi idrici, che rispetto al passato coprono l'intero territorio regionale, e nuovi programmi di monitoraggio che vanno dal 2010 al 2015. Lo stato complessivo di ciascun corpo idrico sotterraneo è definito dall'integrazione dello stato chimico con quello quantitativo. Lo stato chimico viene rappresentato dalla qualità delle acque sotterranee, che può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti, attribuibili principalmente ad attività antropiche, sia da meccanismi idrochimici naturali che ne modificano la qualità riducen-

done significativamente gli usi pregiati della risorsa, come ad esempio ione ammonio, solfati, ferro, manganese, arsenico, boro.

In generale, tra le sostanze contaminanti di sicura origine antropica, si evidenzia la presenza di nitrati in concentrazioni elevate nei corpi idrici sotterranei pedeappenninici – conoidi alluvionali – dove avviene la ricarica delle acque sotterranee profonde. Il fenomeno è correlabile all'uso di fertilizzanti azotati e allo smaltimento di reflui zootecnici, oltre che a potenziali perdite fognarie e a scarichi urbani e industriali puntuali. Ciò è evidente anche nei corpi idrici freatici di pianura, caratterizzati da elevata vulnerabilità, essendo acquiferi collocati nei primi 10-15 m di spessore della pianura ed essendo in relazione diretta con i corsi d'acqua e canali superficiali, oltre che con il mare nella zona costiera. Nelle sorgenti rappresentative dei corpi idrici montani, monitorate nel 2011 per la prima volta, le concentrazioni di nitrati sono abbondantemente inferiori ai limiti normativi.

Altre sostanze contaminanti che possono determinare uno scadimento della qualità sono fitofarmaci e sostanze clorurate. I primi sono legati all'uso nei trattamenti fitosanitari in agricoltura, mentre le seconde sono di origine prevalentemente industriale. Nelle aree di conoide e di pianura alluvionale appenninica e padana i fitofarmaci sono assenti, oppure le concentrazioni non sono significative, essendo aree caratterizzate da minore vulnerabilità all'inquinamento di queste sostanze, come peraltro già evidenziato nei monitoraggi ambientali degli anni precedenti. Le stazioni, invece, con sommatoria di fitofarmaci e concentrazioni di singoli principi attivi oltre i limiti di legge sono ubicate negli acquiferi freatici di pianura.

Le sostanze clorurate, anche come sommatoria di sostanze, sono presenti nelle conoidi alluvionali appenniniche, in particolare del modenese e bolognese, mentre sono assenti o presentano concentrazioni poco significative nelle aree di pianura alluvionale appenninica e padana, per via della minore vulnerabilità all'inquinamento. Alcune stazioni con superamenti per singole sostanze clorurate si riscontrano anche nei corpi freatici di pianura. Fitofarmaci e sostanze clorurate non sono state ritrovate nelle stazioni dei corpi idrici montani.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei deriva dalle misure di livello delle falde, che rappresenta la sommatoria degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in

termini quantitativi, ovvero prelievo di acque e ricarica naturale delle falde medesime.

La distribuzione areale della piezometria evidenzia il caratteristico andamento del livello delle acque sotterranee, con valori elevati nelle zone di margine appenninico, che si attenuano poi passando dalle conoidi libere, che rappresentano la zona di ricarica diretta delle acque sotterranee profonde da parte dei corsi d'acqua, alle zone di pianura alluvionale, fino ad arrivare a quote negative nella zona costiera. Questo andamento generale, con gradienti piezometrici differenti, più elevati nelle zone delle conoidi emiliane rispetto a quelle romagnole, è interrotto dalla conoide Reno-Lavino, che presenta in prossimità del margine appenninico valori negativi a formare una depressione piezometrica che si amplia arealmente con la profondità, ovvero negli acquiferi liberi e confinati inferiori. Ciò costituisce l'impatto, ancora oggi molto evidente, prodotto dai consistenti prelievi effettuati negli anni 50-60 del secolo scorso nella conoide medesima. In questo caso, la soggiacenza raggiunge valori di circa 60-65 m dal piano campagna, evidenziando uno spessore di acquifero insaturo rilevante sottostante l'alveo del fiume Reno. La distribuzione della soggiacenza evidenzia situazioni molto meno accentuate rispetto a quella del Reno anche in altre conoidi, come ad esempio nel Trebbia, Taro, Secchia, Panaro, e in alcune conoidi romagnole, frutto dei prelievi per i diversi usi della risorsa.

Queste situazioni di disequilibrio tra la ricarica naturale, regolata anche dal regime climatico oltre che dall'uso del suolo, e i prelievi determina il deficit idrico dei diversi corpi idrici sotterranei e rappresenta il motore potenziale all'innescamento/aumento della subsidenza.

Quest'ultima presenta, infatti, valori elevati nella zona del bolognese e lungo la fascia costiera, anche se il regime degli attuali prelievi sembra non comportare un effetto negativo su di essa, che registra nel periodo più recente un generale miglioramento, a parte alcune zone molto limitate del territorio regionale. I prelievi di acque sotterranee stanno in questi ultimi anni cambiando; riducendosi quelli a uso industriale per effetto dell'evoluzione del comparto e dell'efficientamento dei processi produttivi, mentre i prelievi a uso civile sono in leggero aumento in gran parte per aumento della popolazione, infine quelli a uso irriguo possono essere ulteriormente diminuiti con la progressiva infrastrutturazione del Canale emiliano-romagnolo.

Il monitoraggio delle acque sotterranee in Emilia-Romagna, avviato nel 1976 per la componente quantitativa e nel 1987 per quella qualitativa, è stato adeguato dal 2010 alle direttive europee 2000/60/CE e 2006/118/CE, che prevedono come obiettivo ambientale anche per i corpi idrici sotterranei il raggiungimento dello stato “buono” al 22 dicembre 2015. In Italia le direttive sono state recepite dal DLgs 30/2009, che ha contestualmente modificato il Testo Unico ambientale (DLgs 152/2006).

L'applicazione dei nuovi criteri normativi ha modificato il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna adottato fino al 2009, ai sensi del DLgs 152/1999, portando a una nuova individuazione dei corpi idrici sotterranei e alla modifica dei criteri per la definizione del buono stato chimico e del buono stato quantitativo, riferiti a ciascun corpo idrico o raggruppamento degli stessi.

Criteri importanti nella definizione dei corpi idrici, oltre le caratteristiche geologiche (complessi idrogeologici-mezzi porosi o fessurati) e idrogeologiche (acquiferi liberi e confinati), sono le pressioni antropiche che insistono sulle acque sotterranee e i relativi impatti, la cui entità può o meno determinare il raggiungimento degli obiettivi di buono stato sia chimico che quantitativo dei corpi idrici medesimi.

A questo proposito occorre ricordare che i corpi idrici sotterranei sono in generale caratterizzati da una elevata inerzia alle modifiche di stato o alla inversione delle tendenze significative e durature all'aumento delle concentrazioni di inquinanti, e ciò viene evidenziato al punto 28 delle premesse alla Direttiva 2000/60/CE: *“... per garantire un buono stato delle acque sotterranee è necessario un intervento tempestivo e una programmazione stabile sul lungo periodo delle misure di protezione, visti i tempi necessari per la formazione e il ricambio naturali di tali acque. Nel calendario delle misure adottate per conseguire un buono stato delle acque sotterranee e invertire le tendenze significative e durature all'aumento della concentrazione delle sostanze inquinanti nelle acque sotterranee è opportuno tener conto di tali tempi.”*

Con Delibera di Giunta Regionale 350/2010, la Regione Emilia-Romagna ha approvato i nuovi corpi idrici sotterranei, la rete e il programma di monitoraggio ambientale degli stessi dal 2010 al 2015. Rispetto al passato, dove i corpi idrici sotterranei erano limitati alla porzione di pianura profonda del territorio regionale, sono stati individuati i corpi idrici montani e quelli freatici di pianura, mentre per la pianura pro-

fonda sono stati distinti corpi idrici sovrapposti sulla verticale (confinati superiori e confinati inferiori), al fine di tenere conto delle pressioni antropiche. La rete di monitoraggio è stata quindi estesa oltre che agli acquiferi profondi di pianura (conoidi e piane alluvionali) a quelli freatici di pianura (contenuti entro i 10-15 metri di profondità) e a quelli montani, attraverso il monitoraggio di sorgenti significative. Il nuovo monitoraggio, oltre a coprire l'intero territorio regionale, è in grado di distinguere lo stato ambientale delle acque sotterranee con la profondità, con la quale sono stati individuati acquiferi progressivamente meno vulnerabili alle pressioni antropiche, sia di tipo chimico che quantitativo. Il programma di monitoraggio prevede frequenze differenziate, semestrale – primavera e autunno – di ciascun anno, ridotta a cicli biennali per le acque sotterranee profonde di pianura, dove si ha una buona conoscenza pregressa dello stato chimico, e cicli triennali per le sorgenti montane dove le pressioni antropiche sono ridotte. Le frequenze sono funzione del rischio di non raggiungere lo stato “buono” al 2015 (monitoraggio di sorveglianza oppure operativo), della vulnerabilità alle pressioni antropiche e della tipologia di flusso delle acque sotterranee che determina i tempi di rinnovamento della risorsa. Nei corpi idrici montani e in quelli profondi delle pianure alluvionali (confinato inferiore) sono previsti monitoraggi con frequenze rispettivamente triennali e biennali, pertanto il 2011 è l'anno nel quale è previsto il monitoraggio di tutti i corpi idrici sotterranei.

A questo proposito sono state aggiornate le stime dei carichi inquinanti originati da fonti sia puntuali che diffuse, permettendo in questo modo di valutare l'entità della pressione antropica che grava su ogni corpo idrico e poter condurre un monitoraggio mirato e finalizzato alla proposizione di adeguate misure di contenimento. Il peggioramento dello stato qualitativo delle acque sotterranee dipende dalla vulnerabilità degli acquiferi, che è maggiore nell'alta pianura – conoidi alluvionali appenniniche – in condizioni di acquifero libero, dove avviene la maggiore alimentazione e ricarica degli acquiferi profondi rispetto la medio-bassa pianura – pianure alluvionali appenninica e padana – in condizioni di acquifero confinato, dove avvengono invece processi evolutivi prevalentemente naturali delle acque di infiltrazione più antica.

Diverse sono le sostanze indesiderate o inquinanti presenti nelle acque sotterranee che possono compromettere gli usi pregiati della risorsa.

sa idrica, come ad esempio quello potabile, ma non per questo tutte le sostanze indesiderate sono sempre di origine antropica. Esistono, infatti, molte sostanze ed elementi chimici che si trovano naturalmente negli acquiferi, la cui origine geologica non può essere considerata causa di impatti antropici sulla risorsa idrica sotterranea. Ad esempio, in acquiferi profondi e confinati di pianura si possono naturalmente riscontrare metalli come ferro, manganese, arsenico, oppure sostanze quali ione ammonio anche in concentrazioni molto elevate, per effetto della degradazione anaerobica della sostanza organica sepolta (torbe). In questi contesti, anche la presenza di cloruri (salinizzazione delle acque) può essere riconducibile alla presenza di acque “fossili” di origine marina. Anche metalli come cromo esavalente possono essere di origine naturale in contesti geologici di metamorfismo sia nella zona alpina che appenninica, come ad esempio nelle zone a ofioliti (pietre verdi). Pertanto una corretta definizione dei valori di fondo naturale di queste sostanze è fondamentale per una corretta individuazione degli impatti antropici e delle corrette azioni da intraprendere per ripristinare la qualità delle acque sotterranee fino alle situazioni naturalmente presenti negli acquiferi. Al contrario è indicativa di impatto antropico di tipo chimico sui corpi idrici sotterranei, quindi non riconducibile a contributi di origine naturale, la presenza di fitofarmaci usati in agricoltura, microinquinanti organici e sostanze clorurate utilizzate prevalentemente in attività industriali, nitrati con concen-

trazioni medio-alte, derivanti dall'uso di fertilizzanti chimici in agricoltura o dall'utilizzo di reflui zootecnici, cloruri derivanti da intrusione salina.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei deriva dalle misure di livello delle falde, che rappresenta la sommatoria nel tempo degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero prelievo di acque e ricarica naturale delle falde medesime. Il livello può essere riferito sia al piano campagna (soggiacenza) che al livello medio del mare (piezometria).

Se i prelievi non vengono correttamente commisurati nel tempo alle portate di acqua che naturalmente, nei periodi piovosi, ricaricano la falda stessa, non sono sostenibili e portano al peggioramento dello stato quantitativo dei corpi idrici, abbassamento della piezometria nel tempo. Ciò può essere causa di pesanti criticità ambientali dovute al sovrasfruttamento, con conseguente abbassamento delle falde e innesco/aumento della subsidenza, ovvero dell'abbassamento della superficie topografica oltre le velocità naturali. Il monitoraggio quantitativo manuale, effettuato con frequenza semestrale, viene integrato da un monitoraggio ad alta frequenza – orario – tramite strumentazione automatica installata su 40 stazioni (rete automatica della piezometria), al fine di avere informazioni di dettaglio sulle oscillazioni di livello delle falde e ottenere informazioni in tempo reale anche nei periodi dell'anno critici per la siccità, quello estivo e tardo autunnale.

STATO



Nitrati in acque sotterranee

Descrizione

La concentrazione nelle acque sotterranee dell'azoto nitrico dipende dall'entità delle pressioni antropiche sia di tipo diffuso, come l'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura o lo smaltimento di reflui zootecnici, sia di tipo puntuale, come le potenziali perdite da reti fognarie, ma anche gli scarichi puntuali di reflui urbani e industriali. La presenza di nitrati nelle acque sotterranee, ma soprattutto la loro eventuale tendenza all'aumento nel tempo costituiscono uno degli aspetti più preoccupanti dell'inquinamento delle acque sotterranee. I nitrati sono infatti ioni molto solubili, difficilmente immobilizzabili dal terreno, che percolano facilmente nel suolo raggiungendo, quindi, l'acquifero.

Il limite nazionale sulla presenza di nitrati nelle acque sotterranee, ribadito nel recente DLgs 30/2009 di recepimento delle Direttive europee 2000/60/CE e 2006/118/CE di modifica del DLgs

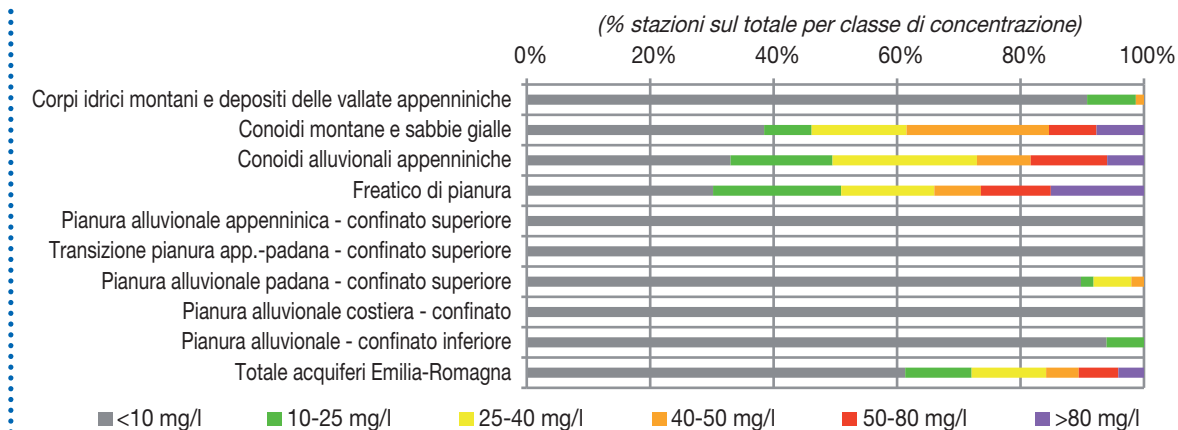
152/2006, è pari a 50 mg/l, coincidente con il limite delle acque potabili (DLgs 31/01).

Scopo

Individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo, per cause antropiche. La concentrazione di nitrati è uno dei principali parametri per la definizione della classe di stato chimico delle acque sotterranee, che si riflette poi sullo stato ambientale complessivo della risorsa. È un indicatore importante anche per individuare e indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione della risorsa idrica e consente, poi, di monitorare gli effetti di tali azioni, al fine di verificarne il perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale. È utile, inoltre, per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

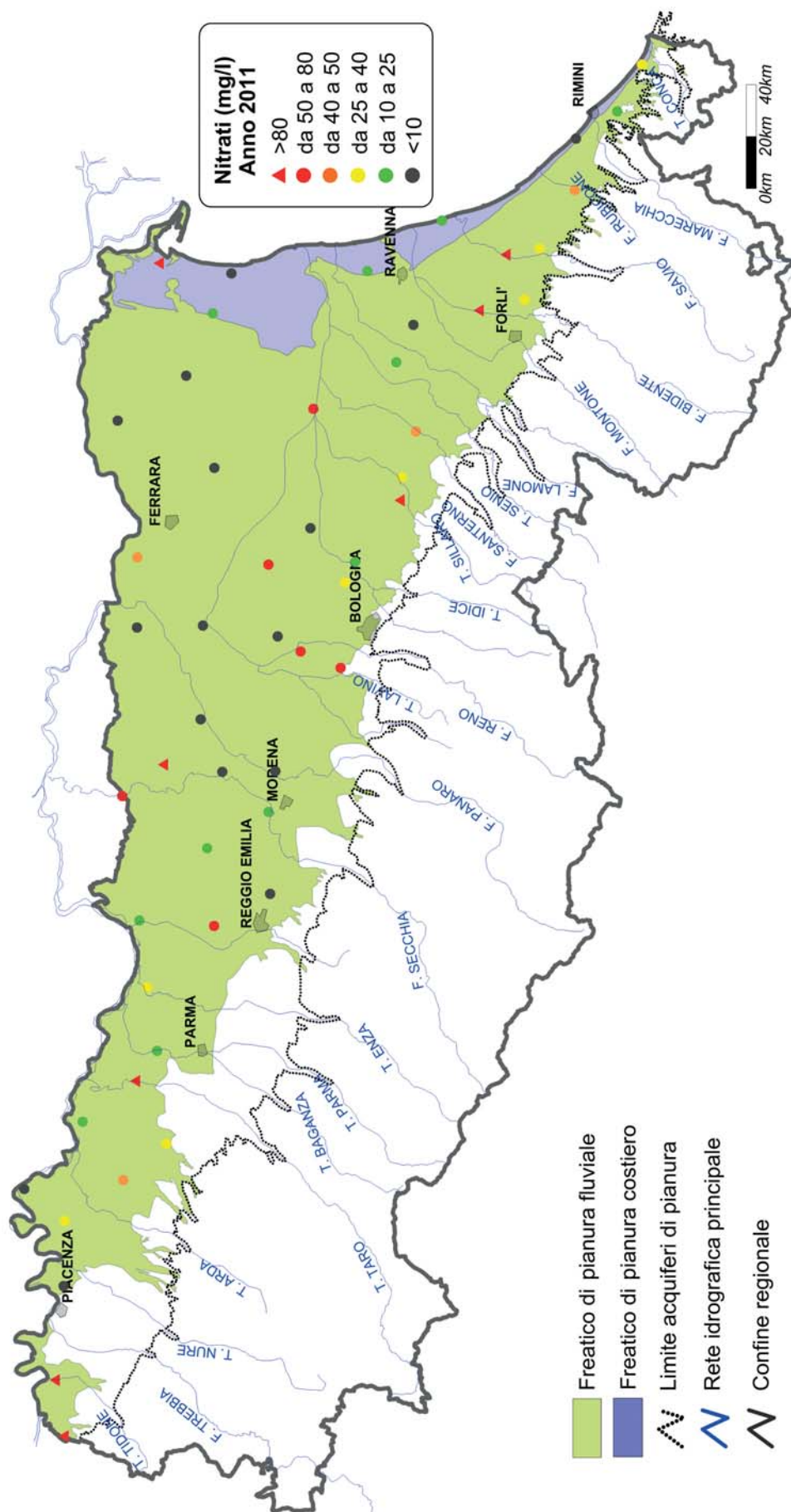
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Nitrati in acque sotterranee	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Milligrammi/litro	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 152/06 DLgs 30/09		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Valore medio del periodo		



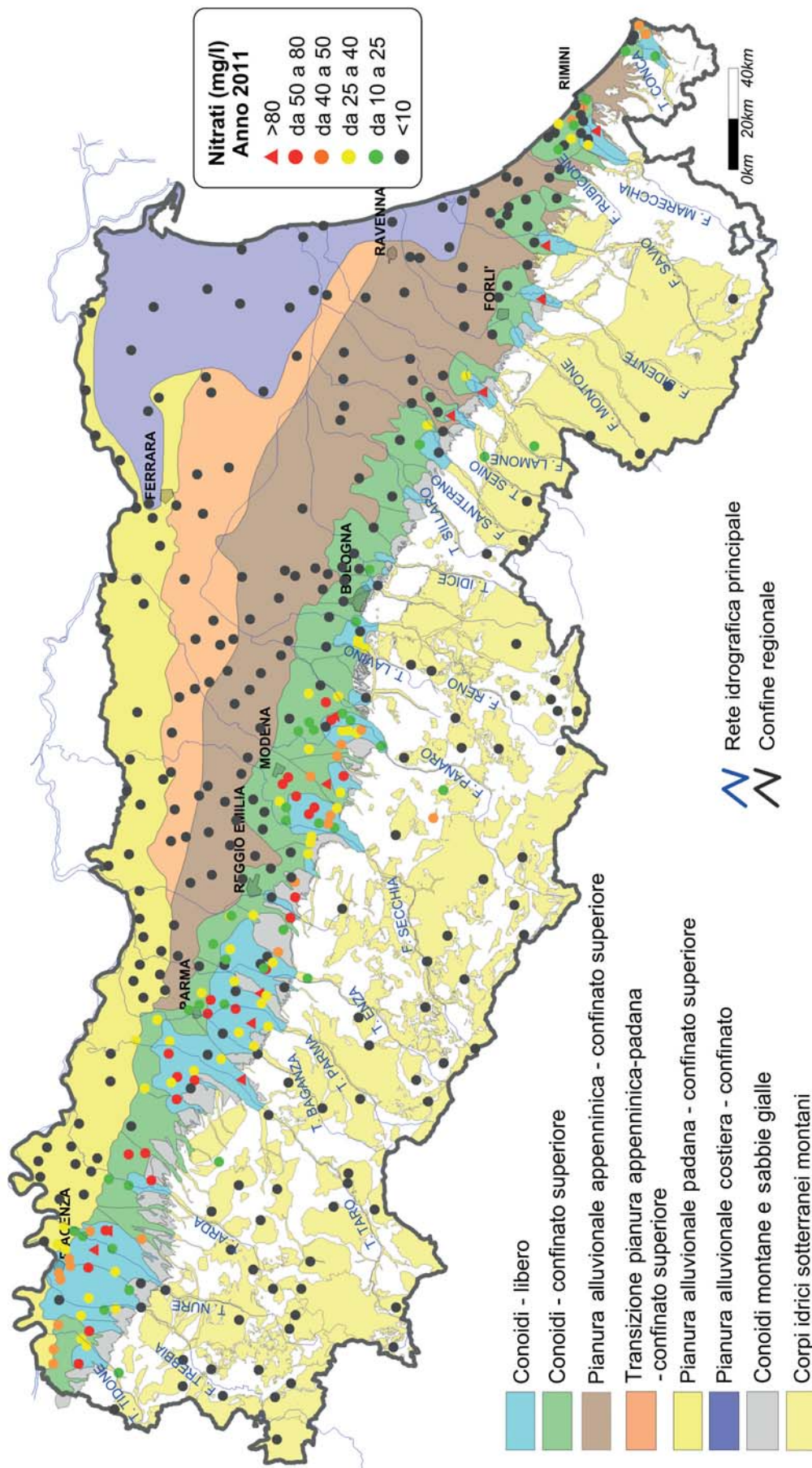
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.1: Presenza di nitrati nelle diverse tipologie di corpi idrici sotterranei (2011)



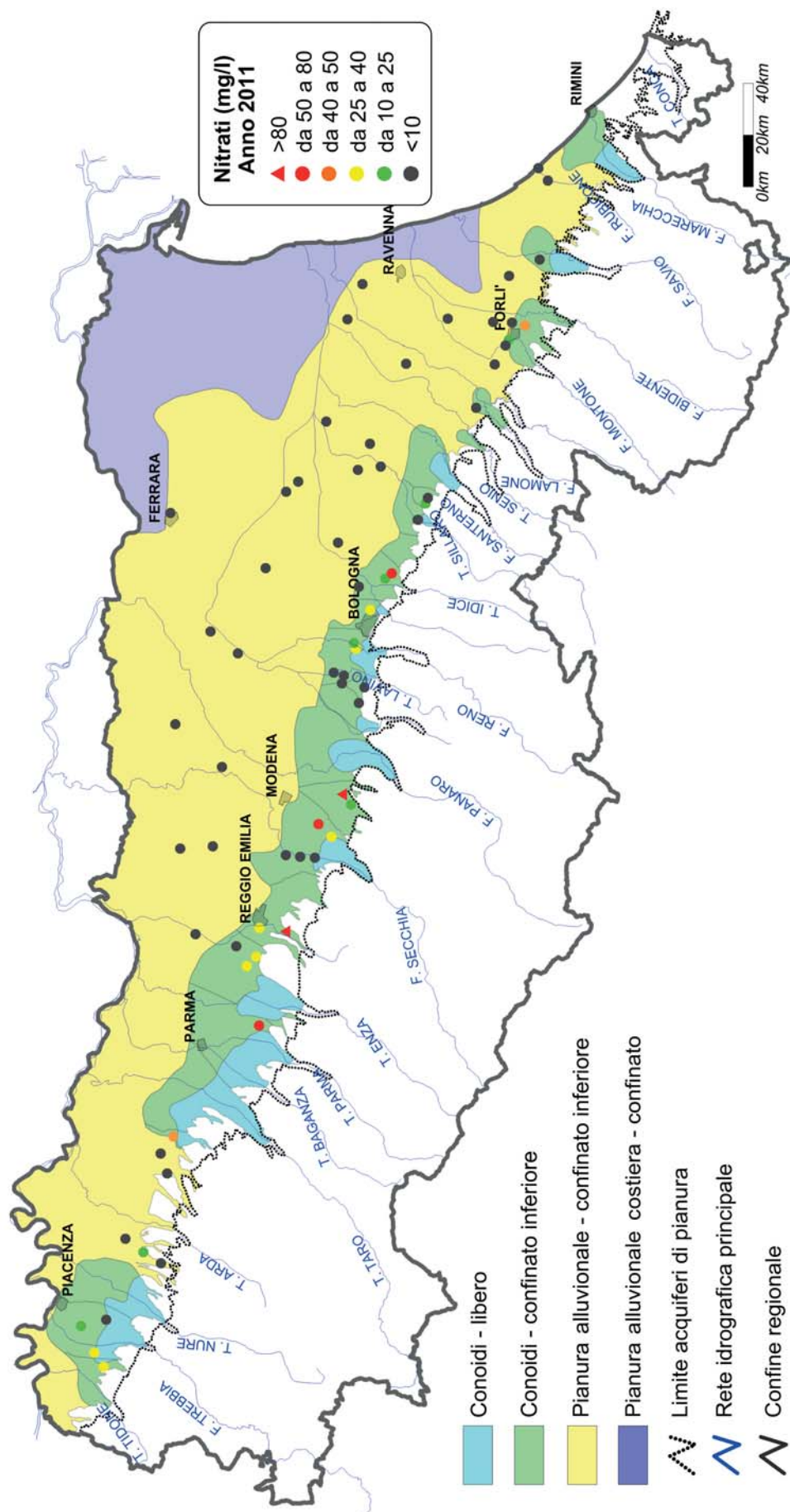
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.2: Concentrazione media annua di nitrati nei corpi idrici freatici di pianura (2011)



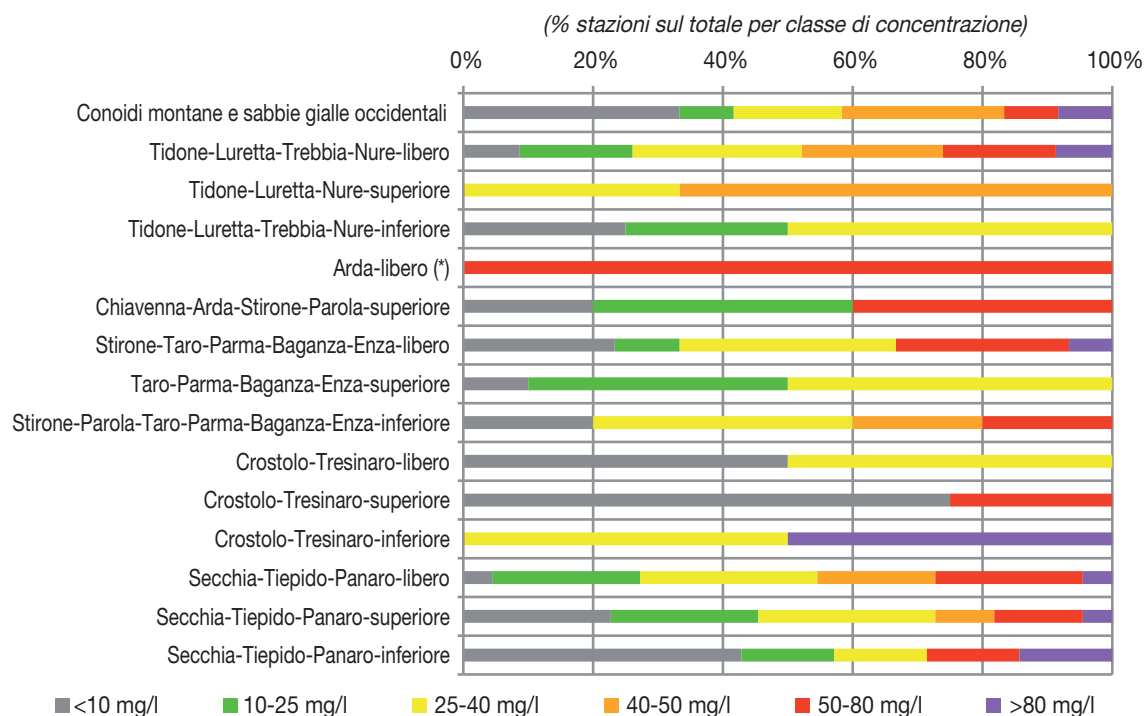
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.3: Concentrazione media annua di nitrati nei corpi idrici montani, liberi e confinati superiori (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

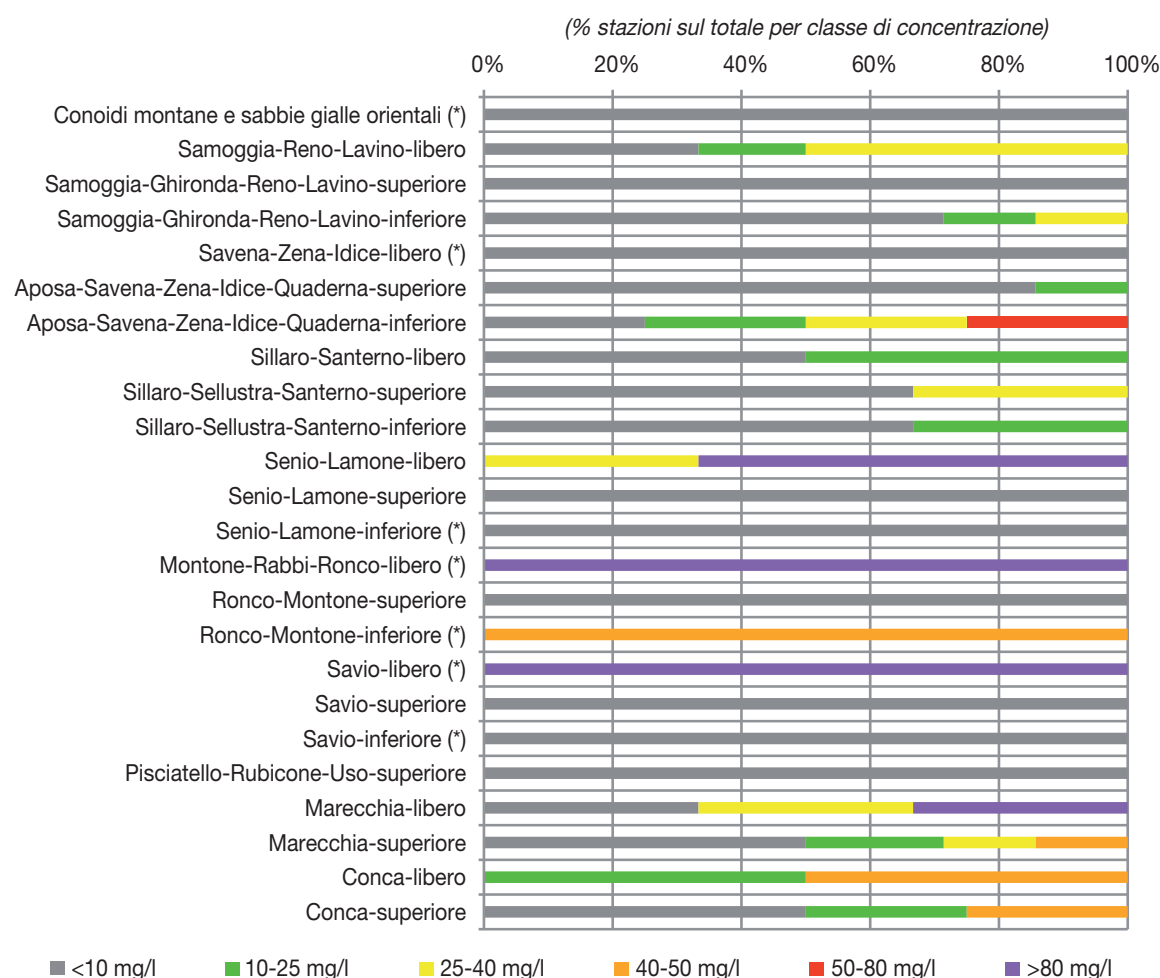
Figura 3B.4: Concentrazione media annua di nitrati nei corpi idrici di conoide liberi e confinati inferiori (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.5: Presenza di nitrati nelle conoidi alluvionali occidentali (2011)

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.6: Presenza di nitrati nelle conoidi alluvionali orientali (2011)

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola

Il monitoraggio delle acque sotterranee effettuato nel 2011 ha riguardato tutti i corpi idrici sotterranei, compresi quelli confinati inferiori di pianura e quelli montani; per questi ultimi si tratta del primo monitoraggio, essendo la rete di monitoraggio dei corpi idrici montani di nuova istituzione.

Nel 2011 i nitrati sono stati determinati su 530 stazioni di monitoraggio; di queste l'89,4% ha una concentrazione media al di sotto del limite dei 50 mg/l, mentre le restanti 6,4% e 4,2% sono rispettivamente comprese nella classe 50-80 mg/l e in quella maggiore di 80 mg/l. Le stazioni con elevate concentrazioni, oltre i limiti di legge, sono ubicate nelle conoidi alluvionali appenniniche (18,3%), nelle conoidi montane (15,4%) e negli acquiferi freatici di pianura (26,4%). Non sono presenti, invece, stazioni con concentrazioni significative di nitrati nei corpi idrici montani e in quelli di pianura alluvionale appenninica e padana confinato superiore. Questi corpi idrici sotterranei risultano meno vulnerabili all'inquinamento, caratterizzati da acque mediamente più antiche e da condizioni chimico-fisiche prevalentemente riducenti, dove i composti di azoto si ritrovano naturalmente nella forma di ione ammonio.

Gli acquiferi freatici di pianura sono, al contrario, caratterizzati da elevata vulnerabilità, avendo

spessore medio di circa 10-15 m ed essendo in relazione diretta con i corsi d'acqua e canali superficiali per tutta la pianura, oltre che con il mare nella zona costiera. Anche le aree di conoide alluvionale sono caratterizzate da elevata vulnerabilità, sono infatti la sede di ricarica diretta degli acquiferi più profondi e le condizioni chimico-fisiche sono prevalentemente ossidanti.

Nelle conoidi, la presenza di nitrati è stata analizzata anche nelle sue 3 porzioni, dove presenti: libera, confinata superiore e confinata inferiore. Le situazioni di maggiore compromissione sono quelle di contestuale presenza di nitrati, oltre i limiti di legge, nelle diverse porzioni, o quando presente un incremento di concentrazione dalla porzione libera a quelle confinate, in particolare quella inferiore. Le conoidi maggiormente impattate dalla presenza di nitrati sono quelle emiliane, tra le quali: Arda (libero), Chiavenna-Arda-Stirone-Parola (confinato superiore), Stirone-Taro-Parma-Baganza-Enza (libero), Crostolo-Tresinato (confinato superiore e inferiore), Secchia-Tiepidopanaro (tutte le porzioni di conoide). Tra le conoidi romagnole si riscontrano superamenti di nitrati generalmente nelle porzioni libere, come nel caso di Senio-Lamone, Montone-Rabbi-Ronco, Savio e Marecchia.



Organoalogenati in acque sotterranee

Descrizione

I composti organoalogenati non sono presenti in natura e sono caratterizzati da tossicità acuta e cronica, e cancerogenicità variabile a seconda dei singoli composti. Il loro utilizzo è di tipo industriale e domestico; alcuni di essi si formano anche a seguito del processo di disinfezione delle acque con cloro.

Il limite nazionale sulla presenza di tali composti nelle acque sotterranee, come sommatoria media annua, definito dal DLgs 30/09, è pari a 10 µg/l, del quale, seppure è rimasta invariata la concentrazione rispetto alla normativa previgente, sono state modificate le sostanze che concorrono alla sommatoria, rendendo quindi meno agevole effettuare confronti con le versioni precedenti dell'indicatore. Oltre il limite di sommatoria, il DLgs 30/09 ha introdotto anche un limite per ciascuna delle singole sostanze che concorrono alla sommatoria, che viene riportato di seguito tra parentesi: Tricloroetano (0,15 µg/l), Cloruro di vinile (0,5 µg/l), 1,2 Dicloroetano (3 µg/l), Tricloroetilene (1,5 µg/l), Tetracloroetilene (1,1 µg/l), Esaclorobutadiene (0,15 µg/l). Le sostanze 1,2

Dicloroetilene, Dibromoclorometano e Bromodichlorometano non sono, pertanto, conteggiate nella sommatoria degli organoalogenati.

Scopo

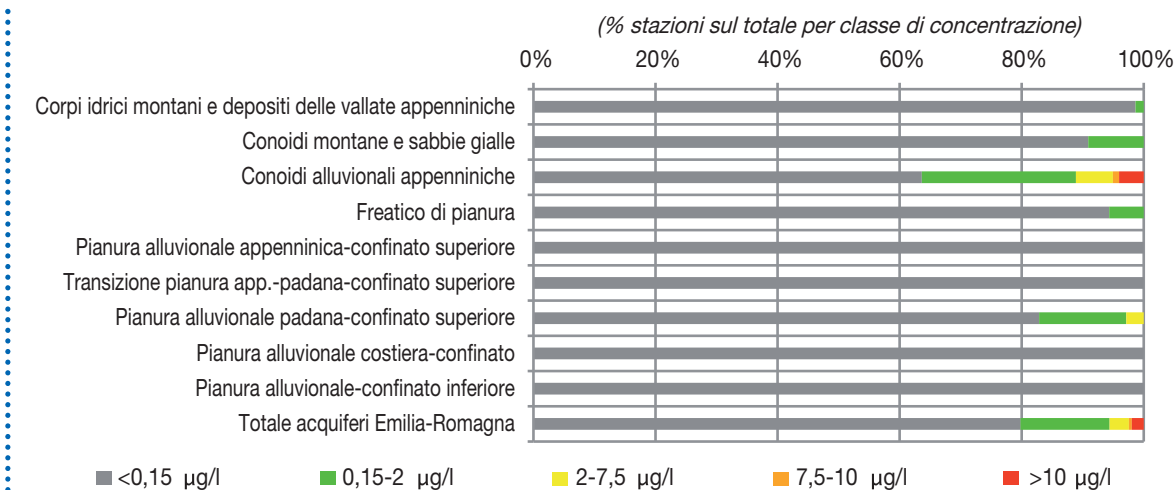
Individua le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo, per cause antropiche di origine prevalentemente industriale da attività attuali e pregresse.

La concentrazione di organoalogenati totali è uno dei principali parametri per la definizione della classe di stato chimico delle acque sotterranee, che si riflette poi sullo stato ambientale complessivo della risorsa.

È un indicatore importante anche per individuare e indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione e consente, poi, di monitorare gli effetti di tali azioni e verificarne il perseguimento degli obiettivi. È utile, inoltre, per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

Metadati

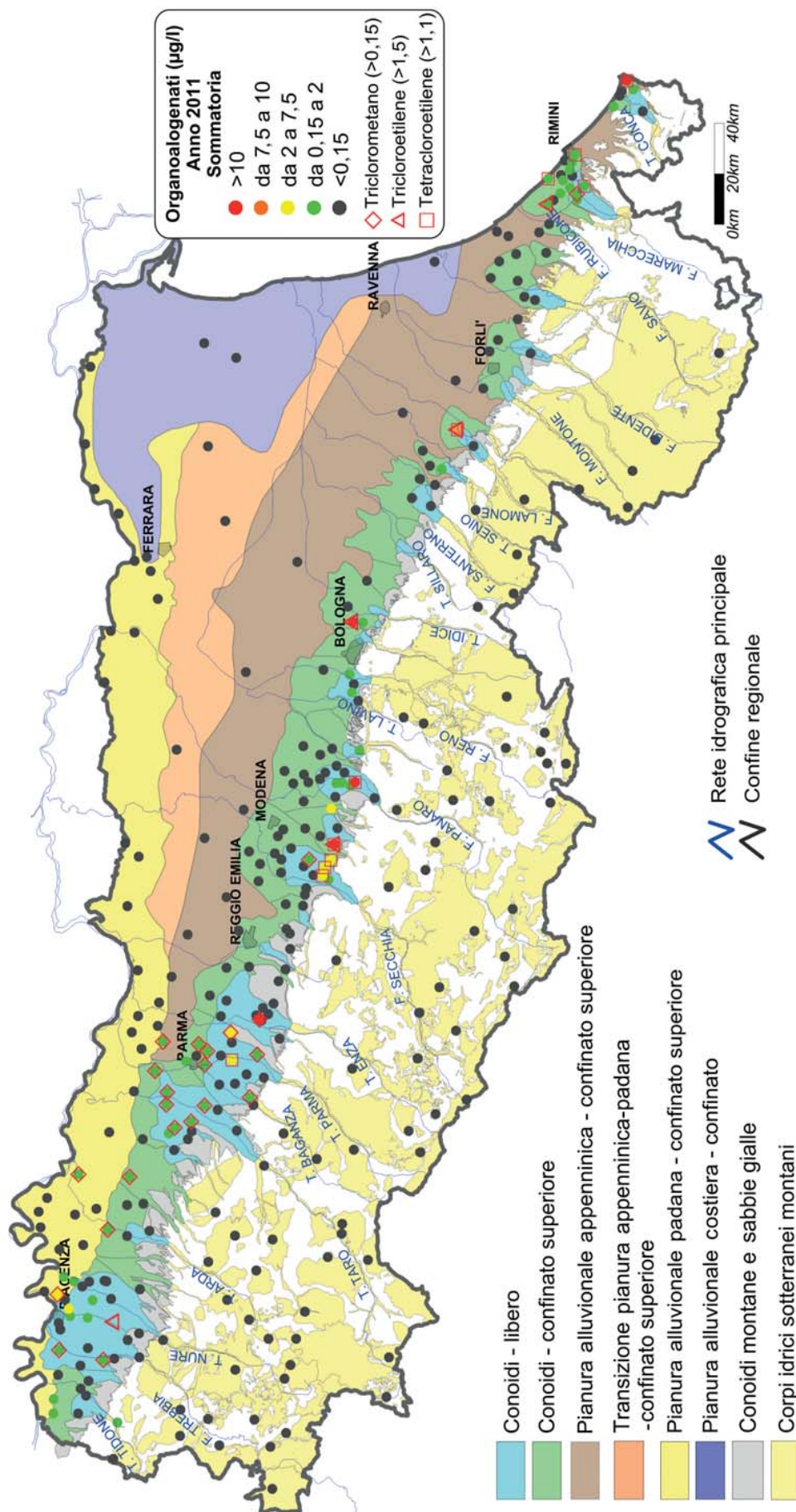
NOME DELL'INDICATORE	Organoalogenati in acque sotterranee	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Microgrammi/litro	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 152/06 DLgs 30/09		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Valore medio del periodo		



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

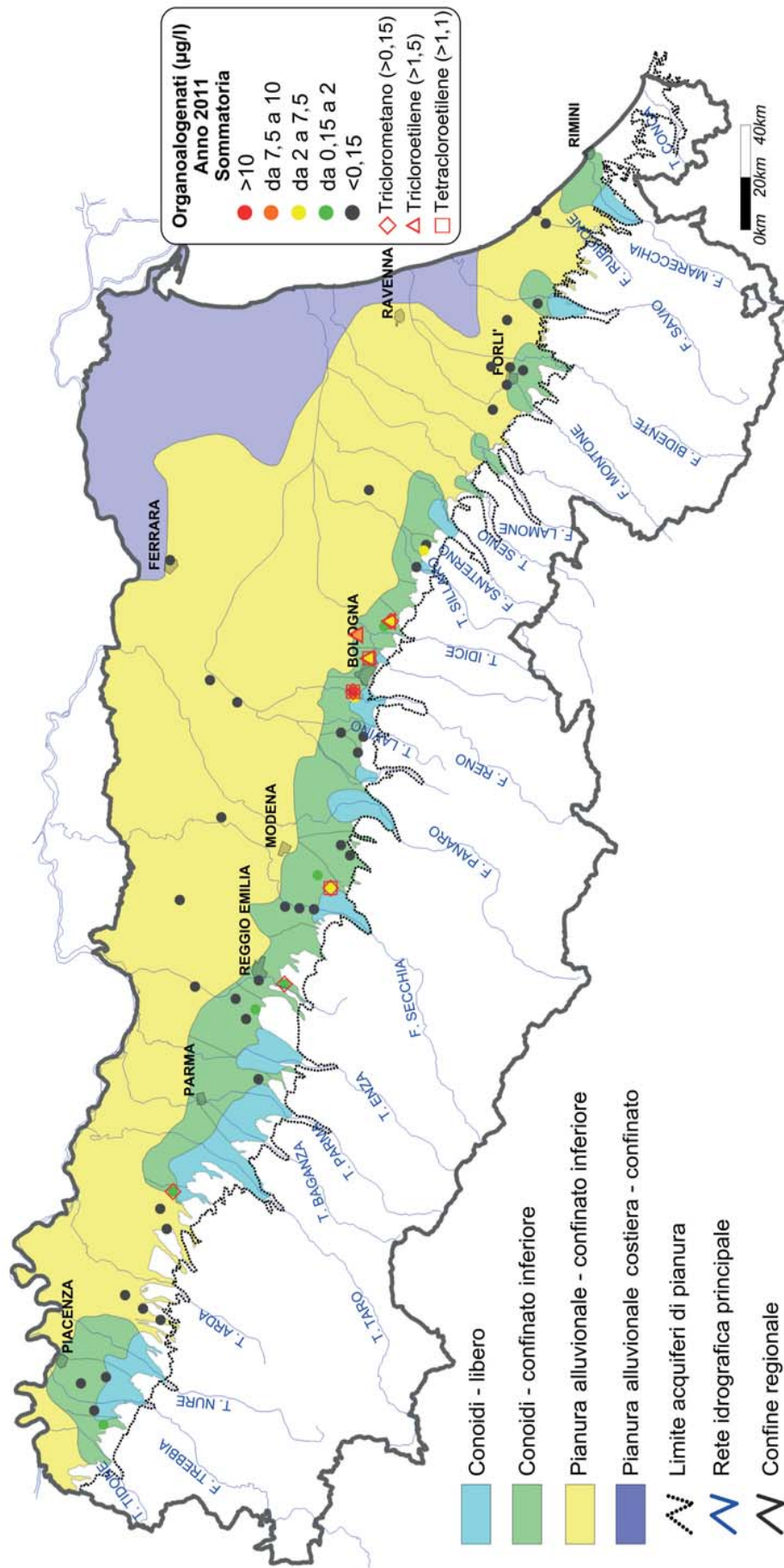
Figura 3B.7: Presenza di organoalogenati* nelle diverse tipologie di corpi idrici sotterranei (2011)

Nota: * sommatoria organoalogenati



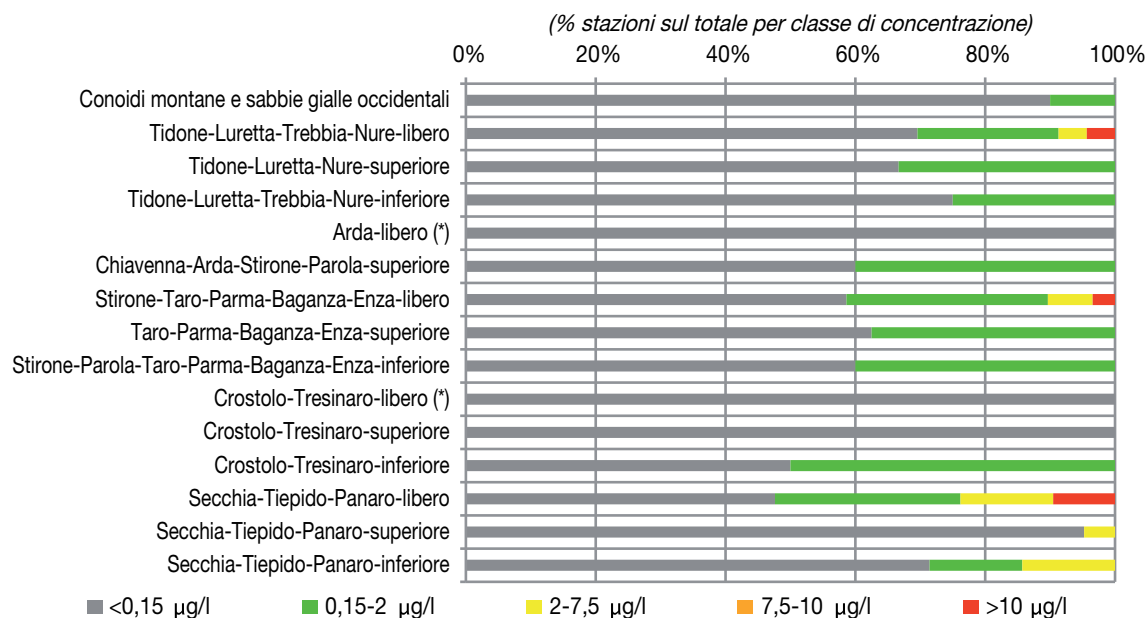
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.9: Concentrazione media annua di organoalogenati nei corpi idrici montani, liberi e confinati superiori (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.10: Concentrazione media annua di organoalogenati nei corpi idrici di conoide liberi e confinati inferiori (2011)

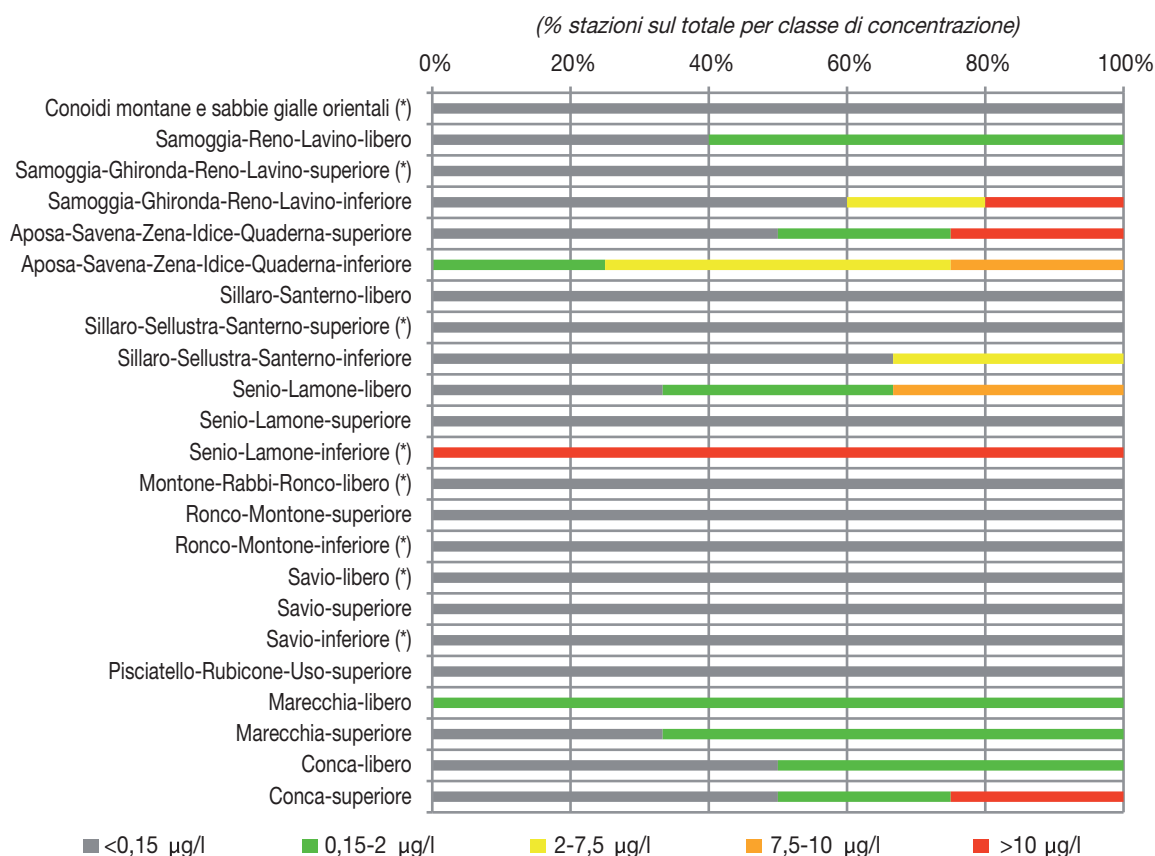


Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.11: Presenza di organoalogenati nelle conoidi alluvionali occidentali (2011)**

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola

** sommatoria organoalogenati



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.12: Presenza di organoalogenati nelle conoidi alluvionali orientali (2011)**

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola

** sommatoria organoalogenati

Nel 2011 la sommatoria degli organoalogenati è stata determinata su 411 stazioni di monitoraggio; di queste il 98,1% ha una concentrazione media al di sotto del limite dei 10 µg/l, mentre le restanti 1,9% presentano concentrazioni oltre il limite di legge. In ogni caso, il 79,8% delle stazioni ha una concentrazione di organoalogenati inferiore a 0,15 µg/l.

Le stazioni con sommatoria di organoalogenati oltre i limiti di legge sono tutte ubicate nelle conoidi alluvionali appenniniche: quelle maggiormente impattate sono: Secchia-Tiepido-Panaro e Reno-Lavino.

Non sono presenti, infatti, stazioni con concentrazioni significative nelle aree montane e di pianura alluvionale, sia appenninica che padana-confinato superiore. Questi corpi idrici sotterranei risultano meno vulnerabili all'inquinamento e caratterizzati da acque mediamente più anti-

che rispetto ai corpi idrici di conoide e a quelli freatici.

Questi ultimi sono caratterizzati da elevata vulnerabilità e, pur non presentando situazioni di criticità come sommatoria di organoalogenati, presentano, in 2 stazioni su 53, il superamento del limite per il Triclorometano (Parma). Tutti gli altri superamenti di singoli organoalogenati sono ubicati nelle conoidi alluvionali, oltre a 2 stazioni che ricadono in pianura alluvionale padana-confinato superiore, al limite con la conoide del Trebbia-Nure. La contaminazione da organoalogenati, sia come sommatoria che come singoli composti, riguarda prevalentemente le conoidi libere e confinate superiori, meno quelle confinate inferiori, a esclusione del modenese (Secchia), per Triclorometano e Tetracloroetilene, e del bolognese (Savena e Idice), per Tricloroetilene e Triclorometano.



Fitofarmaci in acque sotterranee

Descrizione

I fitofarmaci non sono presenti in natura e fanno parte dell'elenco delle sostanze pericolose da monitorare con particolare attenzione. Si fa uso di queste sostanze in agricoltura, come ad esempio erbicidi e insetticidi, in diversi periodi dell'anno a seconda della coltura. Risultano quindi essere distribuiti sul terreno agrario, rappresentando una fonte diffusa.

La presenza media annua dei fitofarmaci, definita nel DLgs 30/09 che recepisce la Direttiva 2006/118/CE, non deve superare 0,5 µg/l come sommatoria totale e 0,1 µg/l come singolo principio attivo.

I fitofarmaci analizzati nel monitoraggio 2011 sono 73, riportati in tabella (con limiti di rilevabilità pari a 0,01 µg/l e 0,05 µg/l in funzione della sostanza analizzata) e individuati sulla base delle pressioni antropiche e delle caratteristiche chimiche e chemiodinamiche della sostanza.

Per la determinazione della sommatoria, come indi-

cato dalla normativa, sono stati considerati i soli valori di concentrazione superiori al limite di quantificazione della metodica analitica.

Scopo

Individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche legate al settore agricolo. La concentrazione di fitofarmaci è uno dei parametri per la definizione della classe di stato chimico delle acque sotterranee, che si riflette poi sullo stato ambientale complessivo della risorsa. È un indicatore importante anche per individuare e indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione e consente, poi, di monitorare gli effetti di tali azioni e verificarne il perseguimento degli obiettivi. È utile, inoltre, per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

Elenco dei fitofarmaci ricercati nei campioni di acque sotterranee (2011)

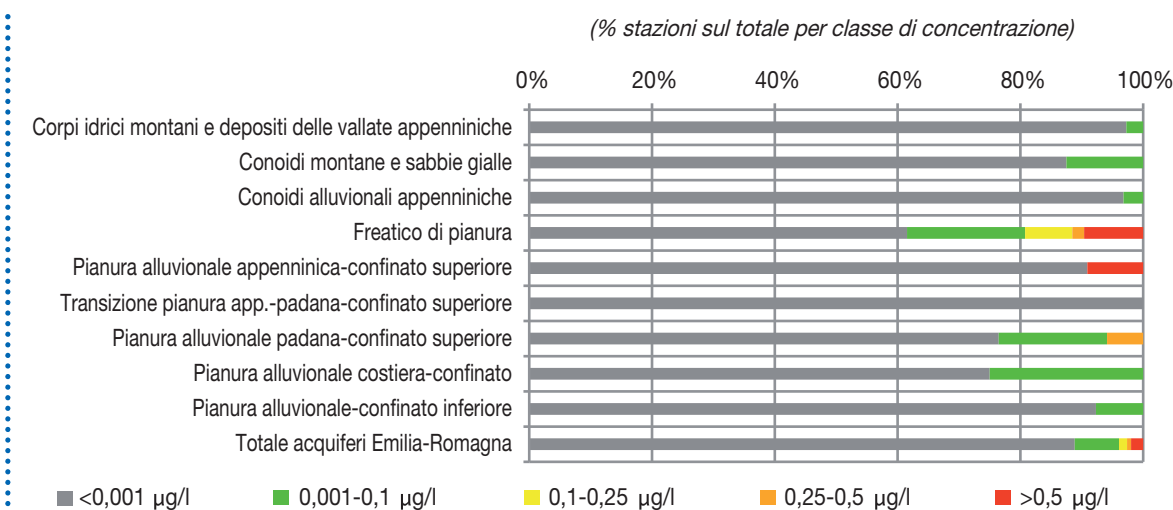
2,4 D	DDD(o,p)	Metidation
3,4 dicloroanilina	DDD(p,p)	Metobromuron
Acetamiprid	Diazinone	Metolachlor
Acetoc	Dicloran	Metribuzin
Aclonifen	Diclorvos	Molinate
Alachlor	Dimetenamide-P	Oxadiazon
Atrazina	Dimetoato	Paration-etile
Atrazina Desetil	Diuron	Penconazolo
Atrazina Desisopropil (met)	Endosulfan Alfa	Pendimethalin
Azinfos-metile	Endosulfan Beta	Petoxamide
Azoxystrobin	Etofumesate	Pyrimethanil
Benfluralin	Fenitrothion	Pirimicarb
Bensulfuronmetile	Flufenacet	Procimidone
Bentazone	Fosalone	Propachlor
Buprofezin	Imidacloprid	Propanil
Carbofuran	Isoproturon	Propazina
Ciprodinil	Lenacil	Propiconazolo
Cloranttriliprololo (DPX E-2Y45)	Lindano (HCH Gamma)	Propizamide
Clorfenvinfos	Linuron	Simazina
Cloridazon-iso	Malation	Terbutilazina
Clorpirifos-etile	MCPA	Terbutilazina Desetil
Clorpirifos-metile	Mecoprop	Tiobencarb
Clortoluron	Metalaxil	Trifluralin
DDT(o,p)	Metamitron	
DDT(p,p)	Metazaclor	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Fitofarmaci in acque sotterranee	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Microgrammi/litro	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 152/06 DLgs 30/09		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Valore medio del periodo		

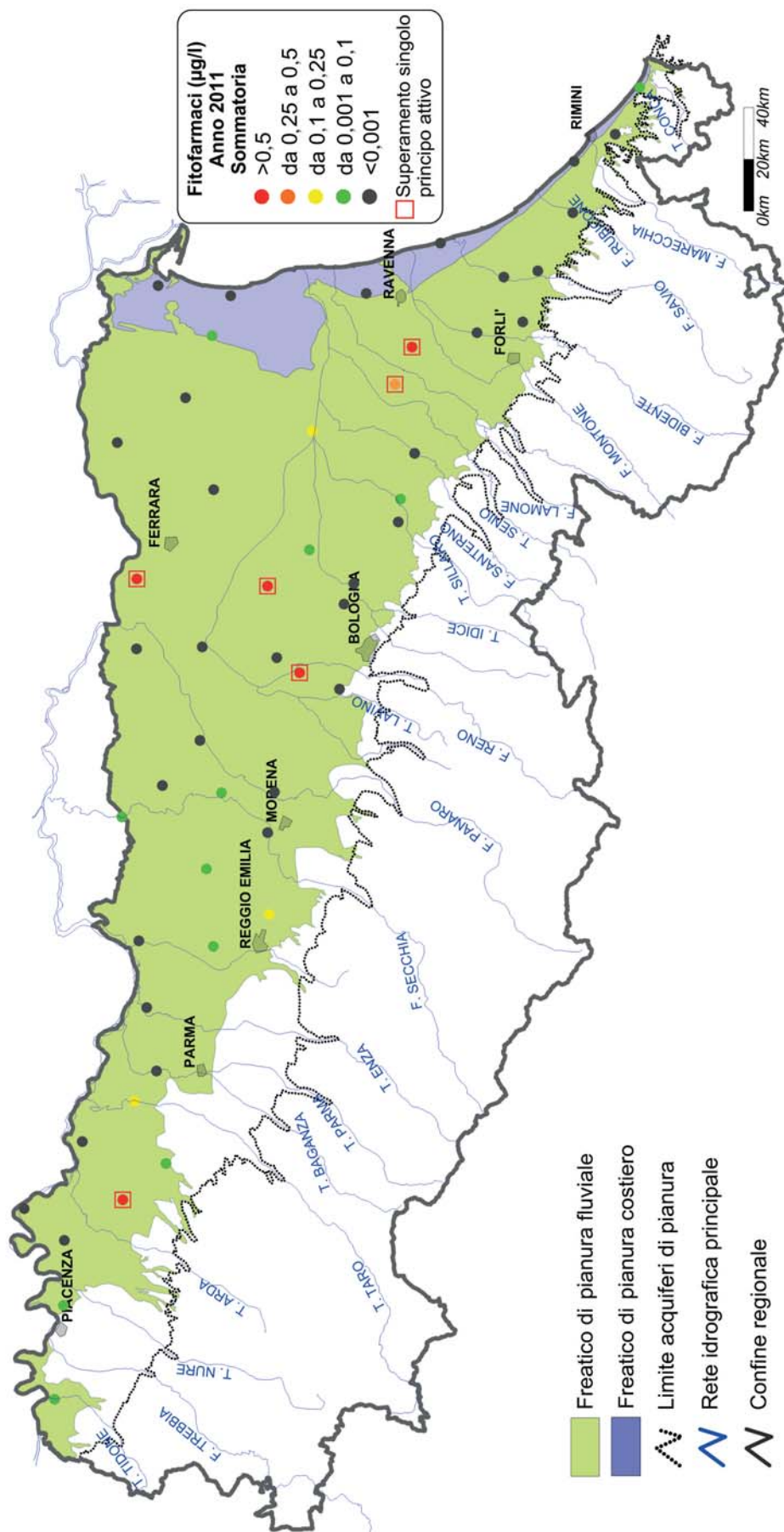
Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

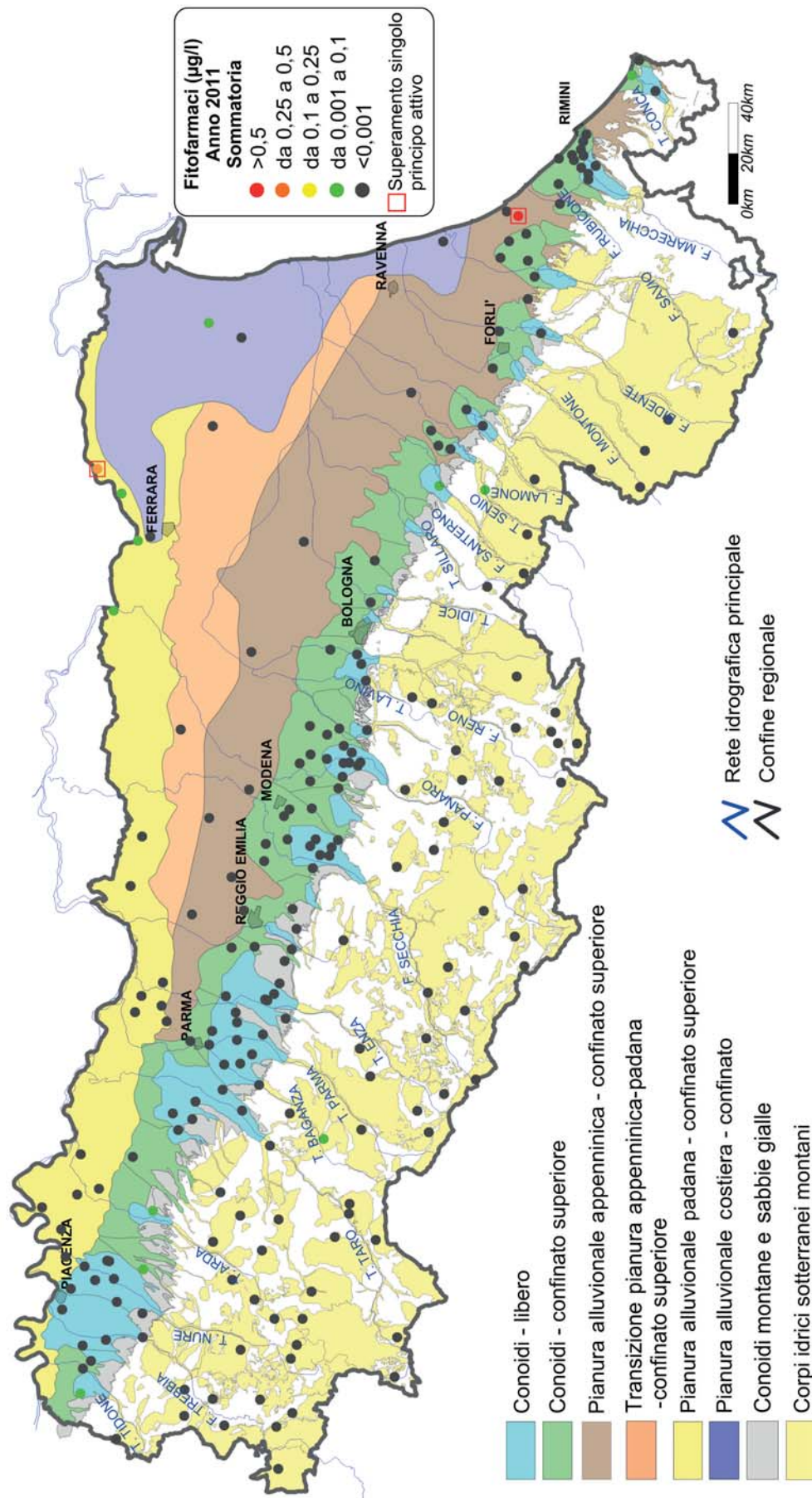
Figura 3B.13: Presenza di fitofarmaci* nelle diverse tipologie di corpi idrici sotterranei (2011)

Nota: (*) sommatoria fitofarmaci



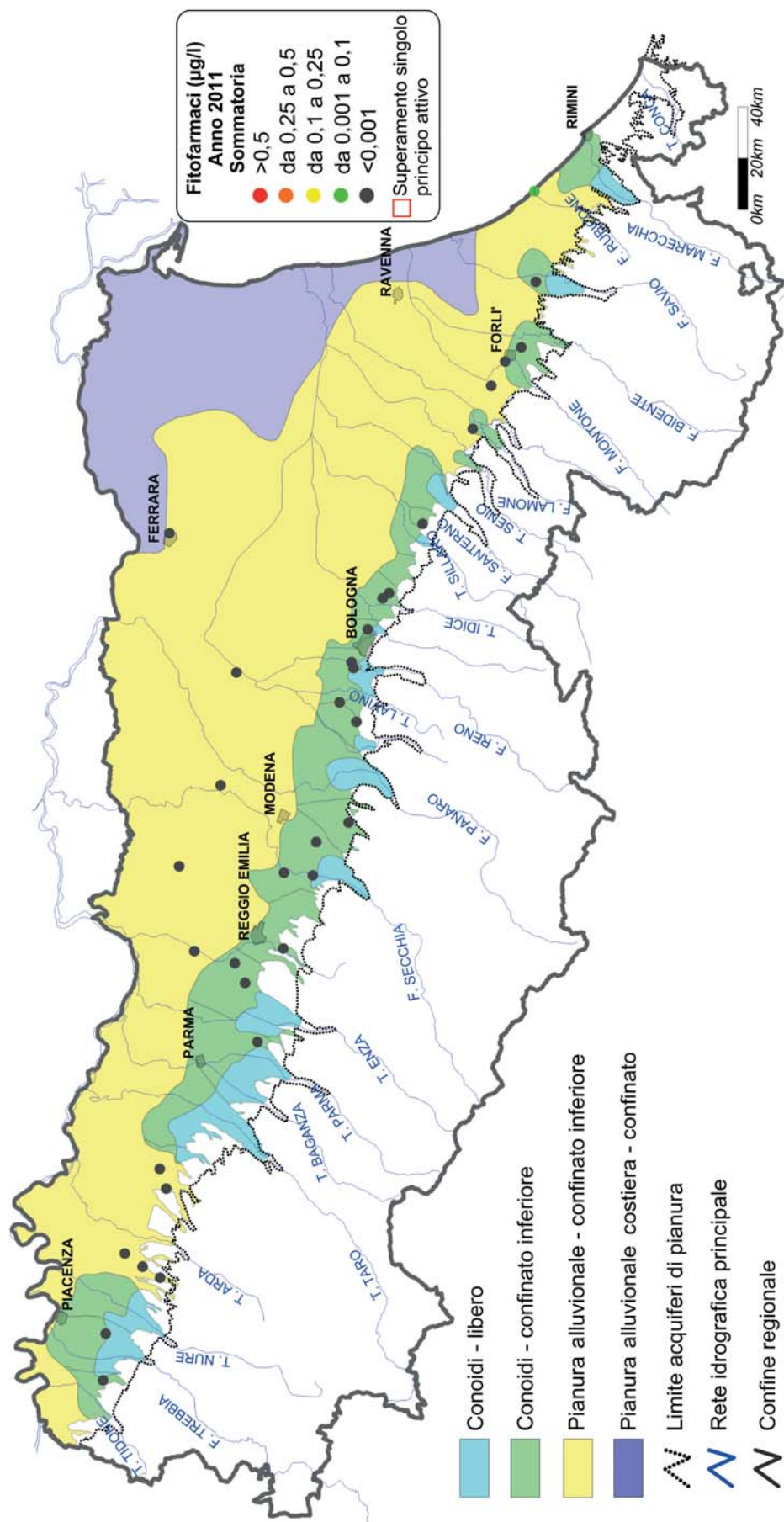
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.14: Concentrazione media annua di fitofarmaci nei corpi idrici freatici di pianura (2011)



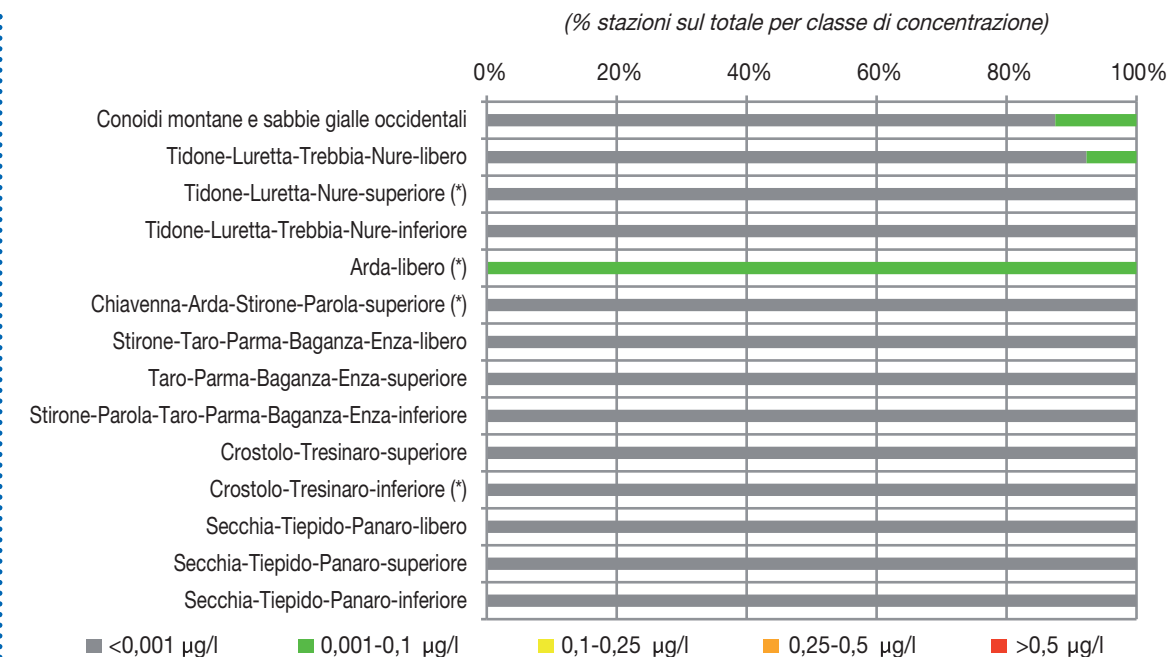
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.15: Concentrazione media annua di fitofarmaci nei corpi idrici montani, liberi e confinati superiori (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.16: Concentrazione media annua di fitofarmaci nei corpi idrici di conoide liberi e confinati inferiori (2011)

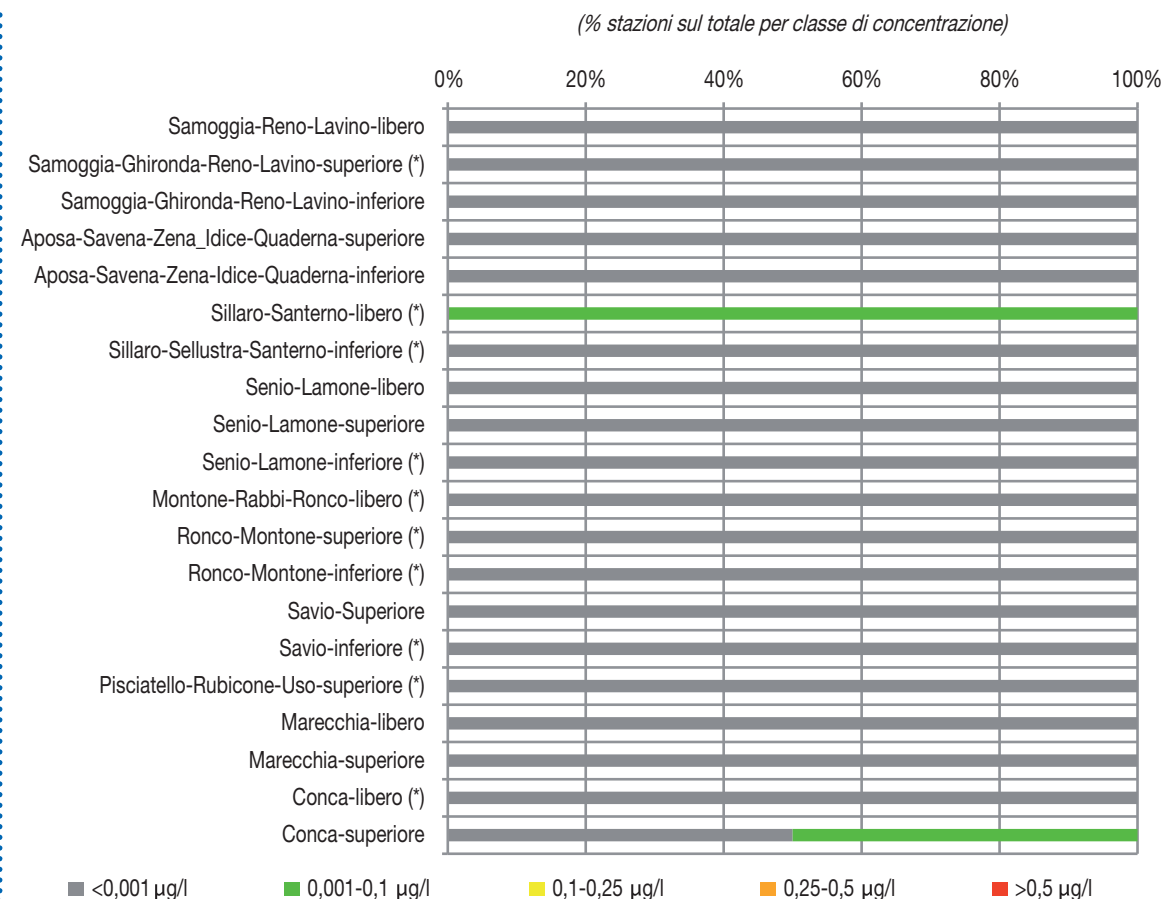


Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.17: Presenza di fitofarmaci nelle conoidi alluvionali occidentali (2011)**

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola

** sommatoria fitofarmaci



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.18: Presenza di fitofarmaci nelle conoidi alluvionali orientali (2011)**

Nota: (*) stazione di monitoraggio singola

** sommatoria fitofarmaci

Commento

Nel 2011 la presenza di fitofarmaci è stata verificata attraverso determinazioni analitiche di 73 principi attivi su 305 stazioni di monitoraggio; di queste il 98% ha una concentrazione, come sommatoria totale, inferiore al limite di 0,5 µg/l, mentre le restanti 2% presentano concentrazioni oltre il limite di legge. In ogni caso, nell'88,9% delle stazioni non è stata riscontrata la presenza di nessuno dei principi attivi ricercati (ovvero sono inferiori al relativo limite di quantificazione).

Le stazioni in cui i fitofarmaci non sono stati riscontrati, oppure le concentrazioni non sono significative, sono ubicate nelle aree montane, di conoide e di pianura alluvionale appenninica e padana, caratterizzate da minore pressione antropica le prime e minore vulnerabilità all'inquinamento da queste sostanze, le restanti, come peraltro già evidenziato nei precedenti monitoraggi ambientali. Le stazioni, invece, con concentrazioni di somma-

toria di fitofarmaci oltre i limiti di legge, sono ubicate: una in Pianura alluvionale appenninica (provincia di FC) e tutte le restanti negli acquiferi freatici di pianura, che sono caratterizzati da elevata vulnerabilità e, nonostante solo il 9,6% delle stazioni di monitoraggio, sulle 52 totali, superino il limite di legge, il 28,9% evidenzia presenza di fitofarmaci a concentrazioni variabili, mentre è assente nel restante 61,5%. Le stazioni con concentrazioni elevate di sommatoria di fitofarmaci sono ubicate nelle province di Parma, Bologna, Ferrara e Ravenna. Ciò vale anche per i superamenti delle singole sostanze attive, pari a 9 stazioni, dove sono state ritrovate le seguenti sostanze, a concentrazioni superiori a 0,1 µg/l, nella provincia indicata tra parentesi: Acetochlor (BO, FC), Azoxystrobin (BO), Bentazone (FE), Ciprodinil (RA), Imidacloprid (RA), Metolachlor (PR), Terbutilazina (BO, PR), Terbutilazina Desetil (PR).



Livello delle acque sotterranee

Descrizione

Il livello delle acque sotterranee rappresenta la sommatoria degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero prelievo di acque e ricarica delle falde medesime.

Il livello delle falde misurato durante le attività di monitoraggio può essere poi restituito rispetto al livello medio del mare (quota assoluta tramite piano quotato) e viene definito *piezometria*, oppure può essere riferito alla quota del piano campagna locale (quota relativa), in tal caso si definisce *soggiacenza*, che ha valori positivi crescenti verso il basso, dal piano campagna fino al pelo libero dell'acqua. La piezometria viene utilizzata per calcolare le linee di deflusso delle acque sotterranee e i relativi gradienti idraulici, essendo a tutti gli effetti una superficie equipotenziale reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati rappresenta una superficie ideale di uguale pressione dell'acqua. La soggiacenza viene spesso utilizzata per le applicazioni di campo, essendo riferita al piano locale, e, come per la piezometria, rappresenta un dato reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati diventa reale solo quando viene perforato l'aquitardo al tetto dell'acquifero confinato. Dai valori di livello delle acque sotterra-

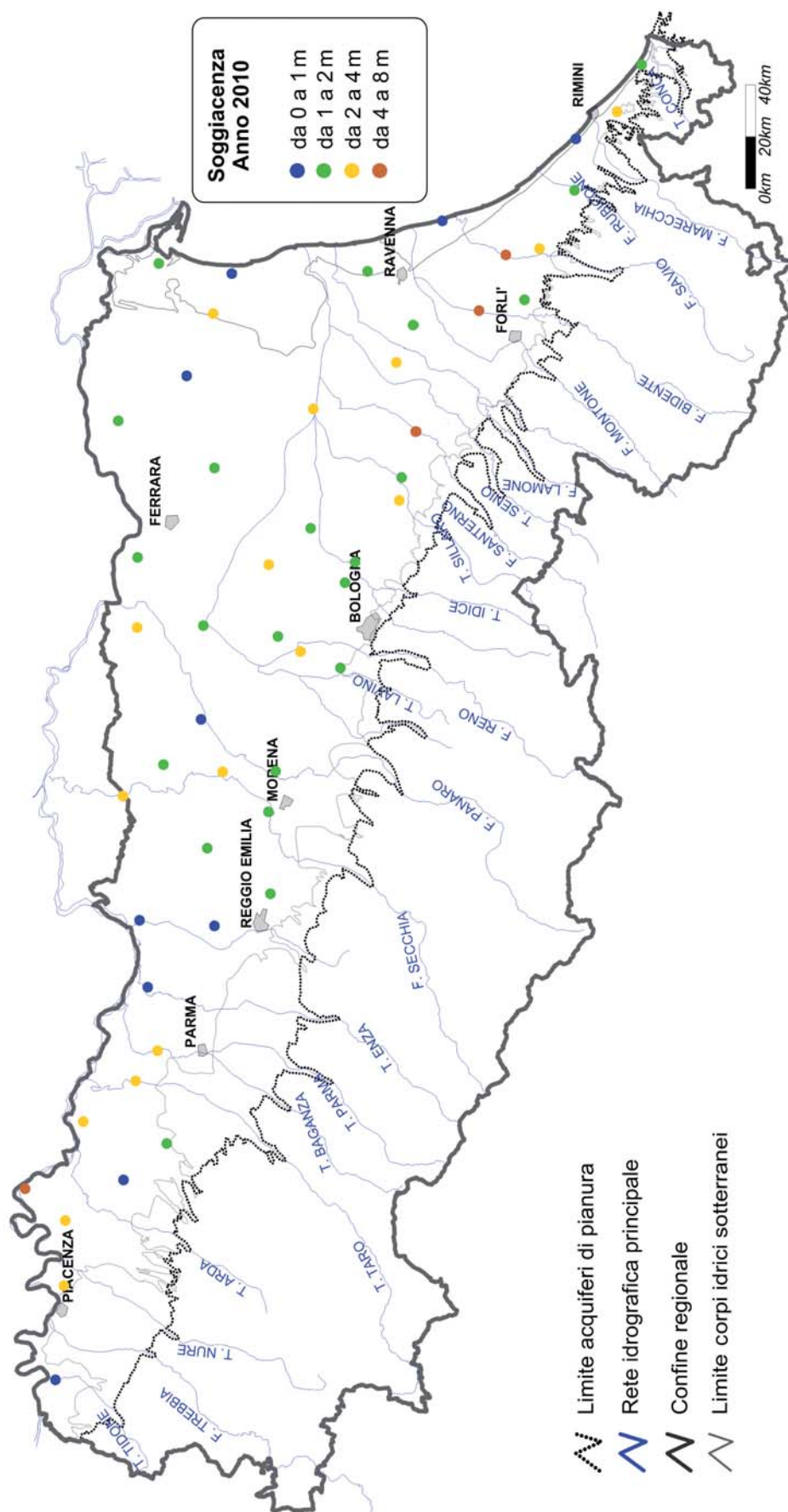
nee, si possono poi calcolare le tendenze nel tempo (*trend*) con le quali è possibile valutare le variazioni medie annue dei livelli delle falde, a supporto della definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee.

Scopo

Evidenziare le zone del territorio sulle quali insiste una criticità ambientale di tipo quantitativo, ovvero le zone nelle quali la disponibilità delle risorse idriche sotterranee è minacciata dal regime dei prelievi e/o dall'alterazione della capacità di ricarica naturale degli acquiferi. È utile, quindi, a supportare la definizione dello stato quantitativo dei corpi idrici e contestualmente a indirizzare le azioni di risanamento, al fine di migliorare la compatibilità ambientale delle attività antropiche, da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione. È utilizzato, di conseguenza, per consentire il monitoraggio degli effetti delle azioni di risanamento e verificare periodicamente il perseguimento degli obiettivi ambientali previsti per i corpi idrici sotterranei. La variazione del livello delle falde nel tempo è utile, anche, per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

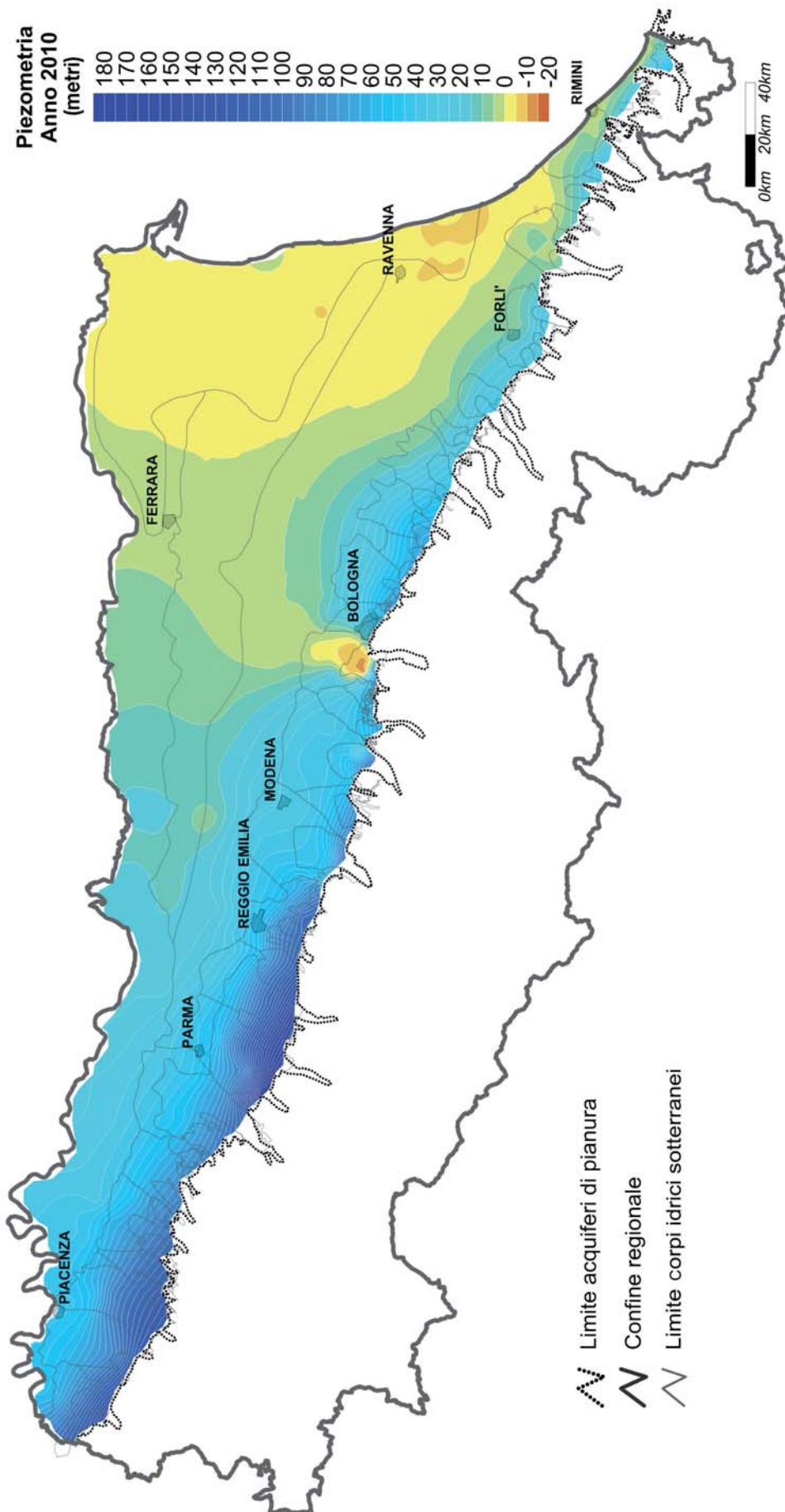
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Livello delle acque sotterranee</i>	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	<i>Metri</i>	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	2010
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 152/06 DLgs 30/09</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Valore medio del periodo</i>		



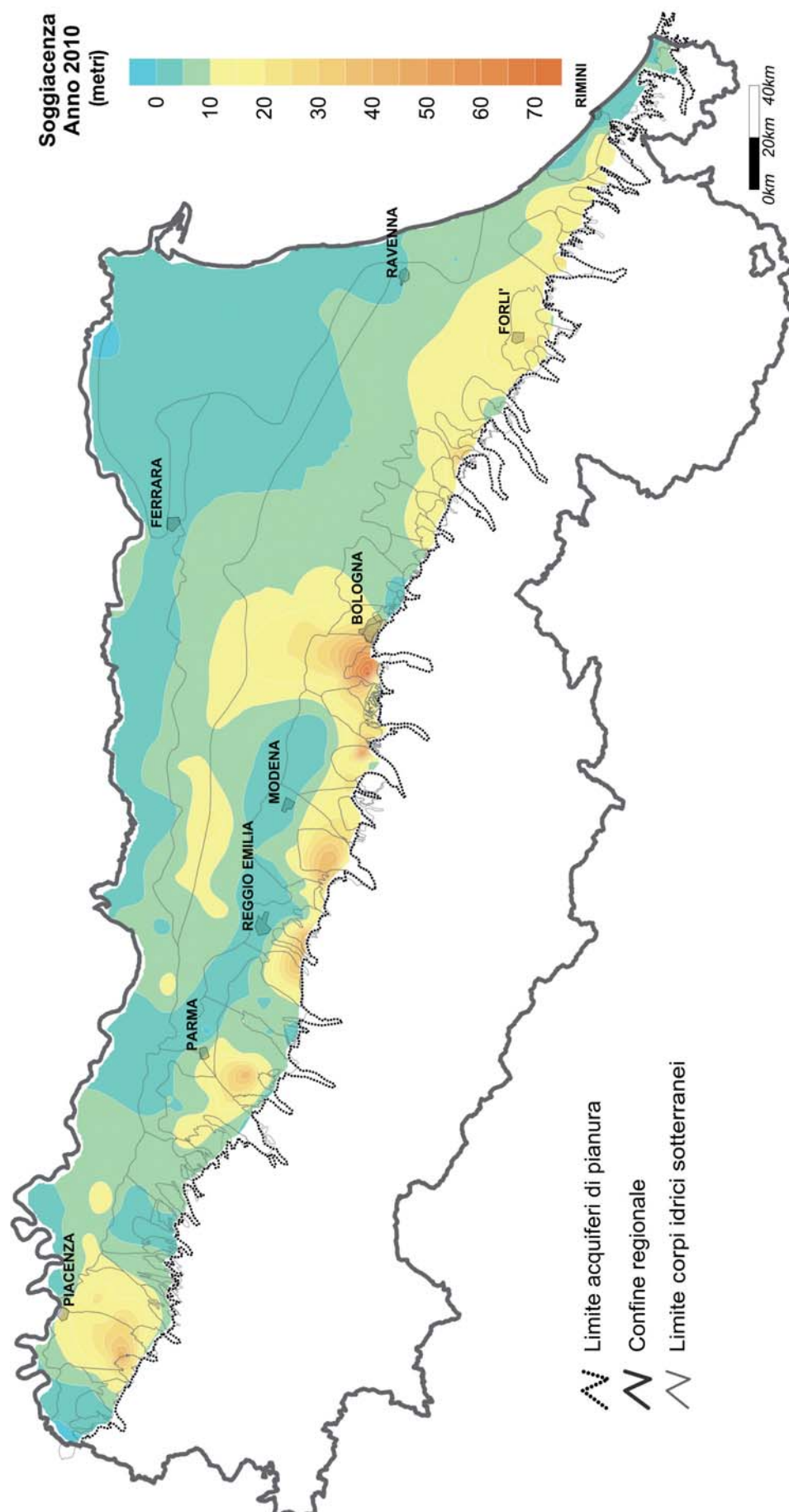
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.19: Soggiacenza media annua nei corpi idrici freatici di pianura (2010)



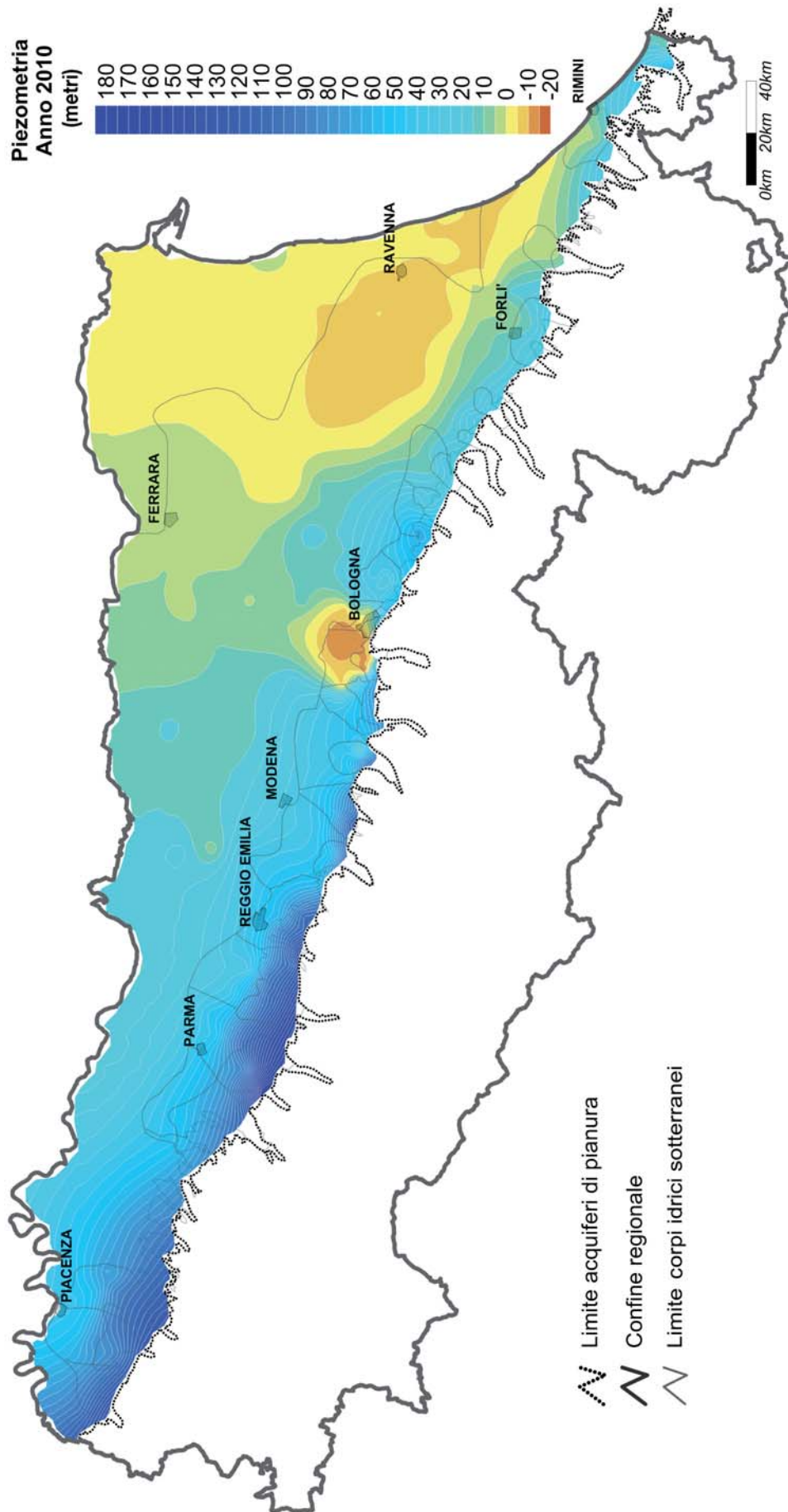
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.20: Piezometria media annua nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2010)



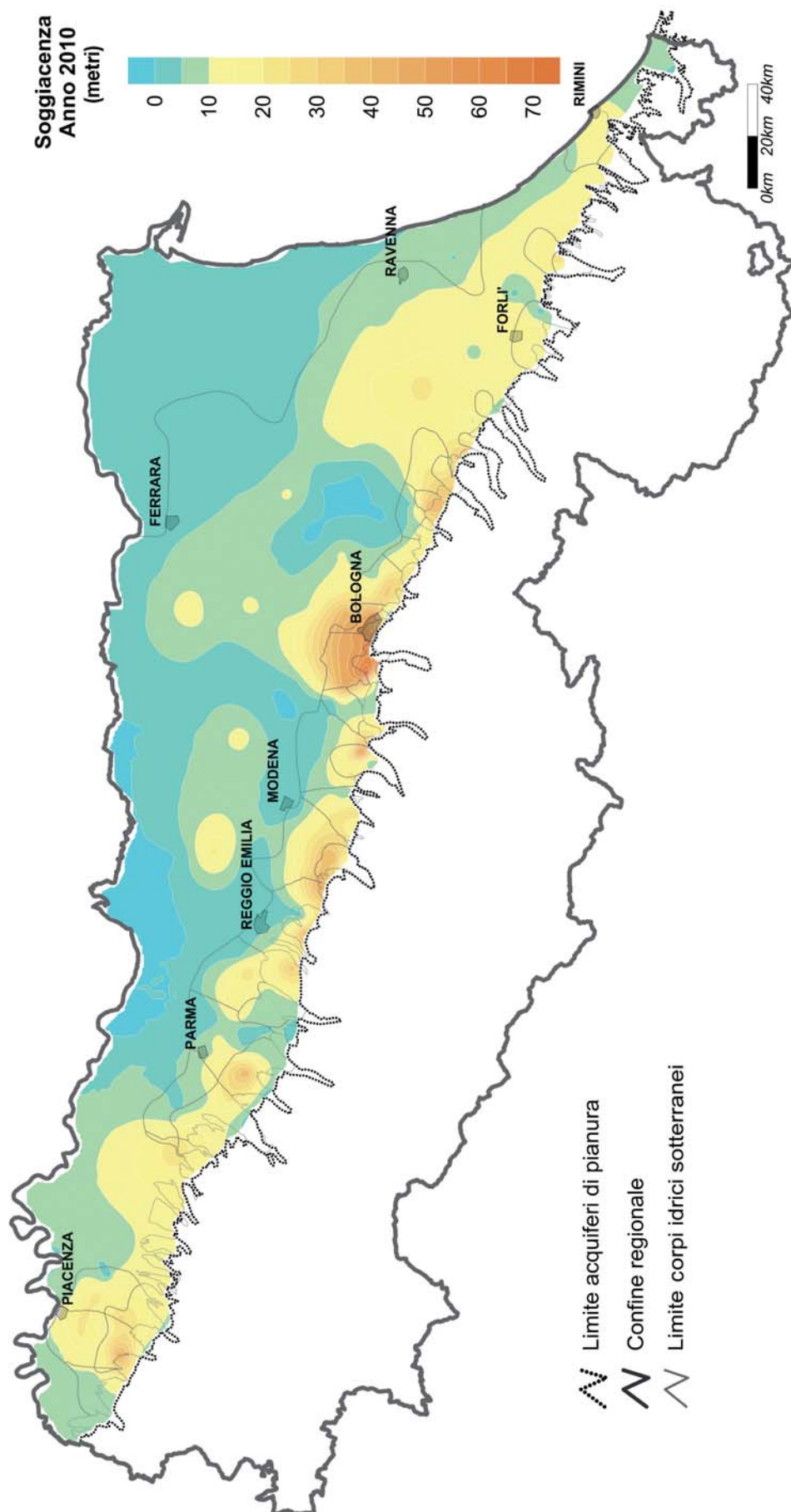
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.21: Soggiacenza media annua nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2010)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.22: Piezometria media annua nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (2010)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3B.23: Soggiacenza media annua nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (2010)

I dati utilizzati per le elaborazioni sono relativi alle misure di livello sia manuali, effettuate con frequenza semestrale, sia quelle della rete automatica della piezometria, che avvengono su un numero ridotto di stazioni dei corpi idrici profondi, con frequenza oraria. Di queste ultime è stato comunque calcolato il dato medio annuo per renderlo confrontabile con le misure manuali.

Il livello delle acque sotterranee dei corpi idrici freatici dipende oltre che dalle precipitazioni, che su questo corpo idrico costituiscono una parte rilevante della ricarica diretta, anche dal rapporto con i corsi d'acqua superficiali, che possono in alcuni periodi dell'anno essere alimentanti in altri drenanti in funzione delle quote relative tra alveo e corpo idrico sotterraneo, e infine dal regime dei prelievi. La distribuzione media annua di soggiacenza evidenzia che il 96,3% delle 52 stazioni di monitoraggio ha un valore inferiore ai 4 metri e solo 4 stazioni hanno un valore di soggiacenza media da 4 a 8 metri, ubicate nelle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Piacenza.

Le carte di piezometria e relativa soggiacenza dei corpi idrici più profondi della pianura sono state elaborate spazializzando i dati medi annuali puntuali relativi sia ai corpi idrici di conoide libera, confinata superiore e di pianure alluvionali confinate superiori, sia di quelli sottostanti e più profondi che, oltre le conoidi libere, contemplano le conoidi confinate inferiori e le pianure alluvionali confinate inferiori. Questa diversa elaborazione rispetto al passato, determinata dalla nuova individuazione dei corpi idrici anche con la profondità, non permette il confronto diretto con le elaborazioni precedenti; permette

però di cogliere meglio gli effetti dei prelievi e/o del regime di ricarica naturale alle diverse profondità della pianura.

La distribuzione della piezometria evidenzia il caratteristico andamento del livello delle acque sotterranee, con valori elevati nelle zone di margine appenninico – nel parmense si riscontrano i valori più alti –, che si attenuano poi passando dalle conoidi libere, che rappresentano la zona di ricarica diretta delle acque sotterranee profonde da parte dei corsi d'acqua, alle zone di pianura alluvionale, fino ad arrivare a quote negative (entro i -5 m) nella zona costiera. Questo andamento generale, con gradienti piezometrici differenti, più elevati nelle zone delle conoidi emiliane rispetto a quelle romagnole, è interrotto dalla conoide Reno-Lavino, che presenta in prossimità del margine appenninico valori di piezometria negativi, anche nella porzione libera di conoide, raggiungendo valori fino a -10 m. Questa depressione piezometrica si amplia arealmente con la profondità, ovvero negli acquiferi liberi e confinati inferiori. Ciò costituisce l'impatto, ancora oggi molto evidente, prodotto dai consistenti prelievi effettuati negli anni 50-60 del secolo scorso nella conoide medesima. In questo caso, la soggiacenza raggiunge valori di circa 60-65 m dal piano campagna, evidenziando uno spessore di acquifero insaturo rilevante sottostante l'alveo del fiume Reno. La distribuzione della soggiacenza evidenzia situazioni molto meno accentuate rispetto a quella del Reno anche in altre conoidi, come ad esempio nel Trebbia, Taro, Secchia, Panaro, e in alcune conoidi romagnole, frutto di prelievi per i diversi usi della risorsa.



Subsidenza

Descrizione

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento della superficie terrestre che può essere determinato sia da cause naturali (evoluzione della crosta terrestre, costipamento dei sedimenti), che antropiche. La pianura emiliano-romagnola è caratterizzata da un fenomeno di subsidenza naturale, al quale si sovrappone, in diverse aree, un abbassamento del suolo di origine antropica, legato principalmente a eccessivi emungimenti di acque sotterranee e, in misura minore e arealmente più

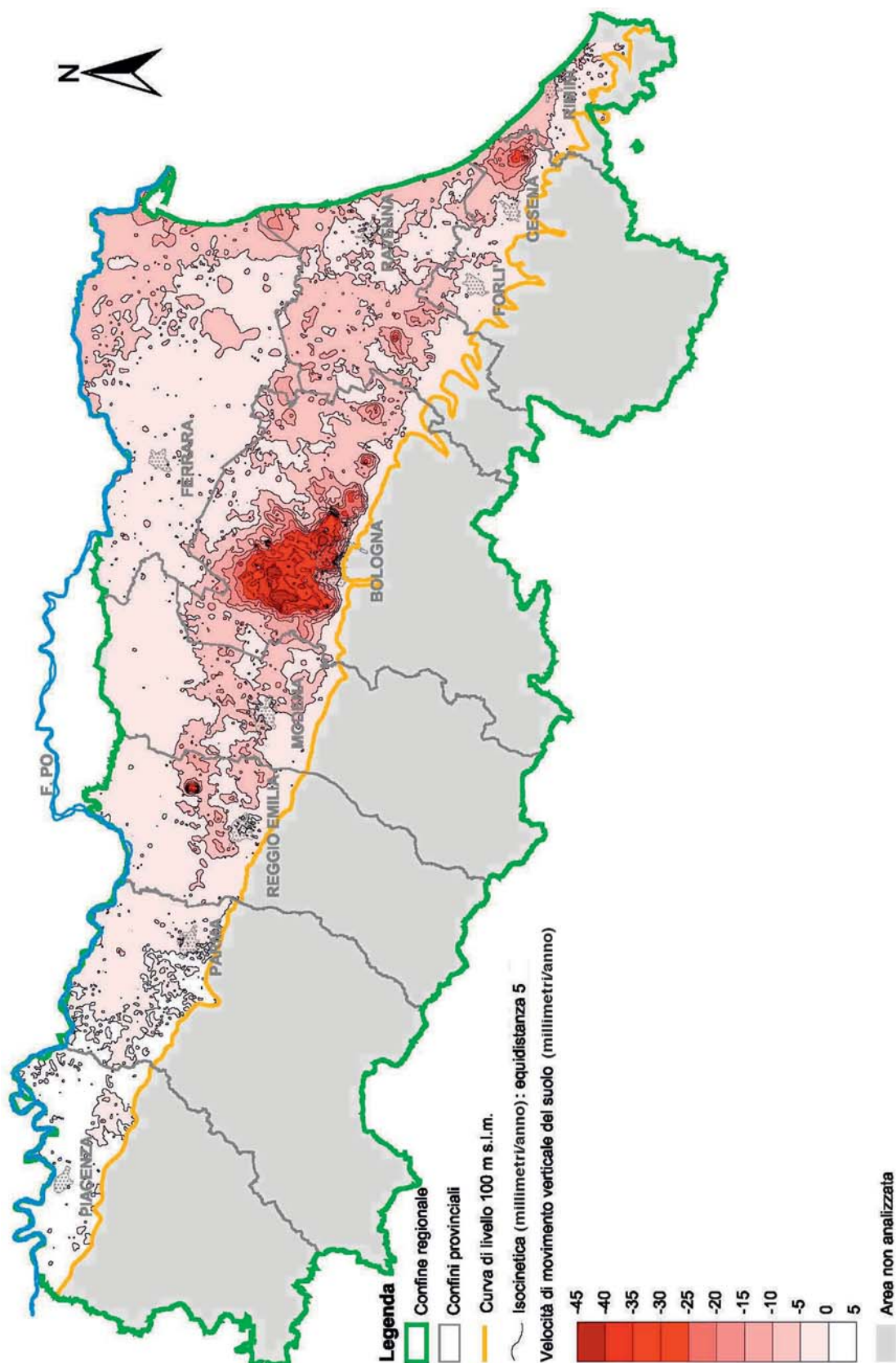
limitata, all'estrazione di gas da formazioni geologiche profonde. L'entità degli abbassamenti dovuti a cause naturali è dell'ordine di alcuni millimetri/anno, mentre la subsidenza antropica può presentare velocità di abbassamento del suolo molto più elevate, variando considerevolmente a seconda delle zone.

Scopo

Evidenziare i movimenti verticali del suolo.

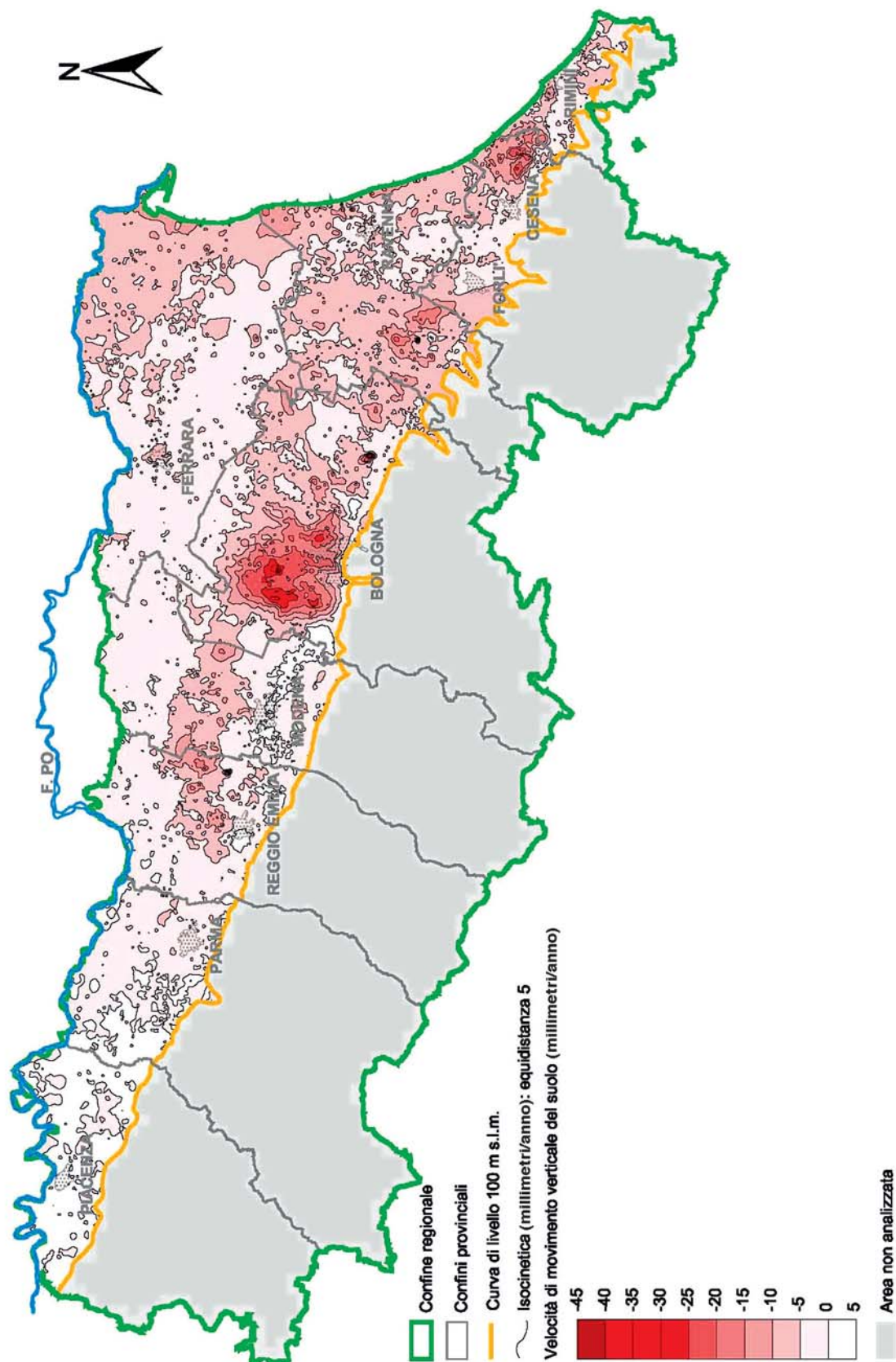
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Subsidenza</i>	DPSIR	<i>I</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Millimetri/anno</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1992-2000 2002-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 152/99</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3A.24: Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 1992-2000



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3A.25: Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2002-2006

Box 1 - Aggiornamento dei dati della Rete regionale di monitoraggio della subsidenza

I risultati delle attività di monitoraggio avviate nel 2004 sono stati consegnati ai committenti (Regione Emilia-Romagna e Provincia di Bologna) nel 2007. Il lavoro ha avuto come principale obiettivo la realizzazione di un quadro conoscitivo, da un punto di vista geometrico, sull'andamento del fenomeno della subsidenza, relativamente all'intero territorio di pianura della regione, circa 11.000 km². L'indagine costituisce l'aggiornamento del primo rilievo della *Rete regionale di controllo della subsidenza*. Come è noto tale rilievo (1999) permise di realizzare la prima carta regionale a curve isocinetiche, utilizzando circa un migliaio di capisaldi di livellazione storici su un totale di oltre 2.300 capisaldi che costituivano la rete di livellazione. L'aggiornamento al 2006 di quella prima carta è stato realizzato affiancando al metodo classico della livellazione geometrica di alta precisione il metodo satellitare dell'analisi interferometrica di dati radar con tecnica PSInSARTTM. Il metodo satellitare risulta particolarmente efficace per la valutazione dei movimenti verticali del suolo, se si può disporre di un congruo *dataset* di punti a terra in funzione di riferimento e controllo del dato radar. A tal fine nel 2005 è stata realizzata la misura di una rete di livellazione – sottoinsieme della Rete regionale – di circa 1.000 km di sviluppo con oltre 1.000 capisaldi. Nel 2006-07 è stata realizzata l'analisi interferometrica e sono state compiute le operazioni necessarie per la validazione e la messa a punto dei dati radar, al fine di un loro concreto utilizzo per la redazione della nuova carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2002-2006. Con le stesse modalità è stata realizzata anche una carta delle velocità di movimento verticale del suolo relativa al periodo 1992-2000, in modo da riuscire a valutare i cambiamenti intervenuti nel periodo più recente con più precisione e coerenza rispetto ai risultati già evidenziati dalla carta prodotta nel 1999, che, come già allora si sottolineava, presentava forti disomogeneità spaziali e temporali.

Commento

I risultati ottenuti, per la prima volta, forniscono un quadro sinottico di dettaglio del fenomeno della subsidenza a scala regionale. In particolare, sulla base della disponibilità dei dati satellitari, sono state realizzate, come si diceva, due diverse cartografie a curve isocinetiche. La prima, relativa al periodo 1992-2000, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti da due satelliti dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), ERS1 e ERS2, e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 160.000 punti. La seconda, riguardante il periodo più recente 2002-2006, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti dai satelliti ENVISAT (ESA) e RADARSAT (Agenzia Spaziale Canadese) e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 140.000 punti.

L'utilizzo del metodo satellitare ha, quindi, permesso di acquisire un'informazione molto più diffusa e capillare rispetto al rilievo terrestre: un numero di punti di ben due ordini di grandezza superiore al numero dei capisaldi di livellazione sui quali poteva contare la precedente cartografia. Dall'osservazione dei risultati ottenuti si evidenzia, nel periodo più recente (2002-2006), una sostanziale assenza del fenomeno nelle province di

Piacenza e Parma, una riduzione degli abbassamenti per le province di Reggio Emilia e Modena, soprattutto per quanto riguarda i capoluoghi ora in buona parte esenti da movimenti significativi, mentre alcune aree di media pianura di tali province, tra cui Correggio, Carpi e Ravarino, continuano a essere interessate da abbassamenti medi intorno a 10 mm/anno. Valori decisamente superiori caratterizzano una vasta area della provincia di Bologna, con abbassamenti medi intorno a 20 mm/anno, sebbene si registri, in generale, un notevole miglioramento rispetto agli anni 90. Altre criticità già note si evidenziano nell'area tra Faenza e Cotignola e a nord di Savignano sul Rubicone, con valori compresi tra 10 e 20 mm/anno. Il territorio ferrarese presenta, in generale, movimenti molto piccoli, con una progressiva accentuazione, approssimandosi all'area deltizia con valori tra 5 e 10 mm/anno. Per il litorale, infine, non sembrano esserci variazioni significative rispetto al periodo precedente: a fronte di qualche leggero miglioramento locale si evidenzia anche qualche peggioramento, per cui, in sostanza, questo delicato paraggio continua a perdere mediamente poco meno di 1 cm di quota all'anno.

Riferimenti

Autori

Donatella FERRI ⁽¹⁾, Marco MARCACCIO ⁽¹⁾, Flavio BONSIGNORE ⁽¹⁾, Andrea CHAHOUD ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARPA DIREZIONE TECNICA

Bibliografia

1. 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*. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009
2. Delibera Giunta Regione Emilia-Romagna n. 2135 del 2 novembre 2004, *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna e integrazioni riguardanti le reti di controllo delle acque superficiali*
3. Delibera Giunta Regione Emilia-Romagna 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 e adozione dei Piani di Gestione dei Distretti idrografici Padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale*. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/temi/piani%20di%20gestione>
4. Direttiva 2000/60/CE - *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
5. Direttiva 2006/118/CE, *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
6. European Commission. *Guidance on groundwater status and trend assessment, guidance document no 18. Technical Report 2009*, ISBN 978-92-79-11374-1 European Communities, Luxembourg, 2009
7. Regione Emilia-Romagna, Arpa 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

Sitografia

1. http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/Acqua/generale_679.asp
2. <http://www.arpa.emr.it/subsidenza/index.asp?idlivello=1414>