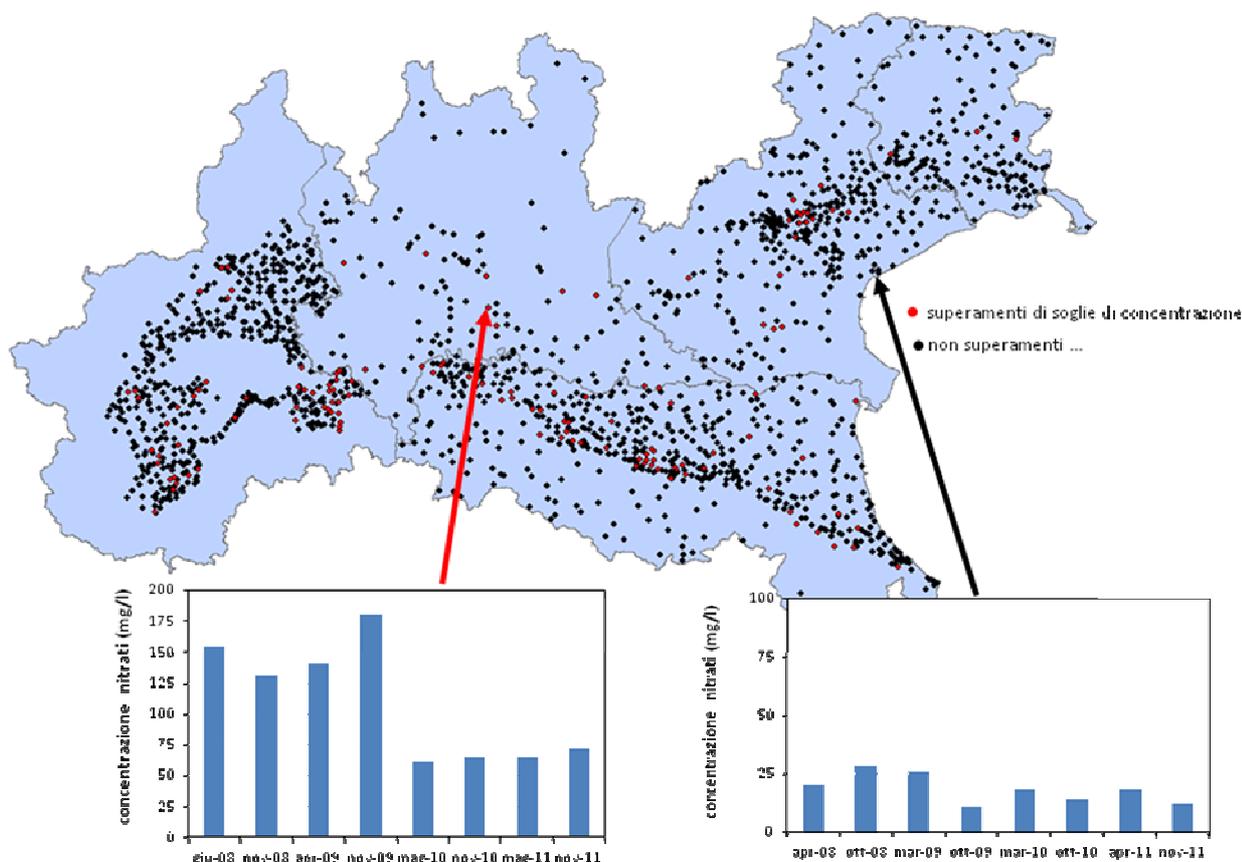


**Applicazione di un modello isotopico nelle Regioni del Bacino del Po, della Pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia**  
(Aggiornamento al 31 ottobre 2014)

Sulla base di quanto previsto nell'accordo Stato-Regioni del 5 maggio 2011 è stata siglata nella primavera del 2012 la Convenzione MIPAAF-ISPRA, finalizzata ad affinare il livello conoscitivo circa l'origine del contenuto dei nitrati nelle acque sotterranee e superficiali presenti nelle Regioni del bacino del Po, della pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia.



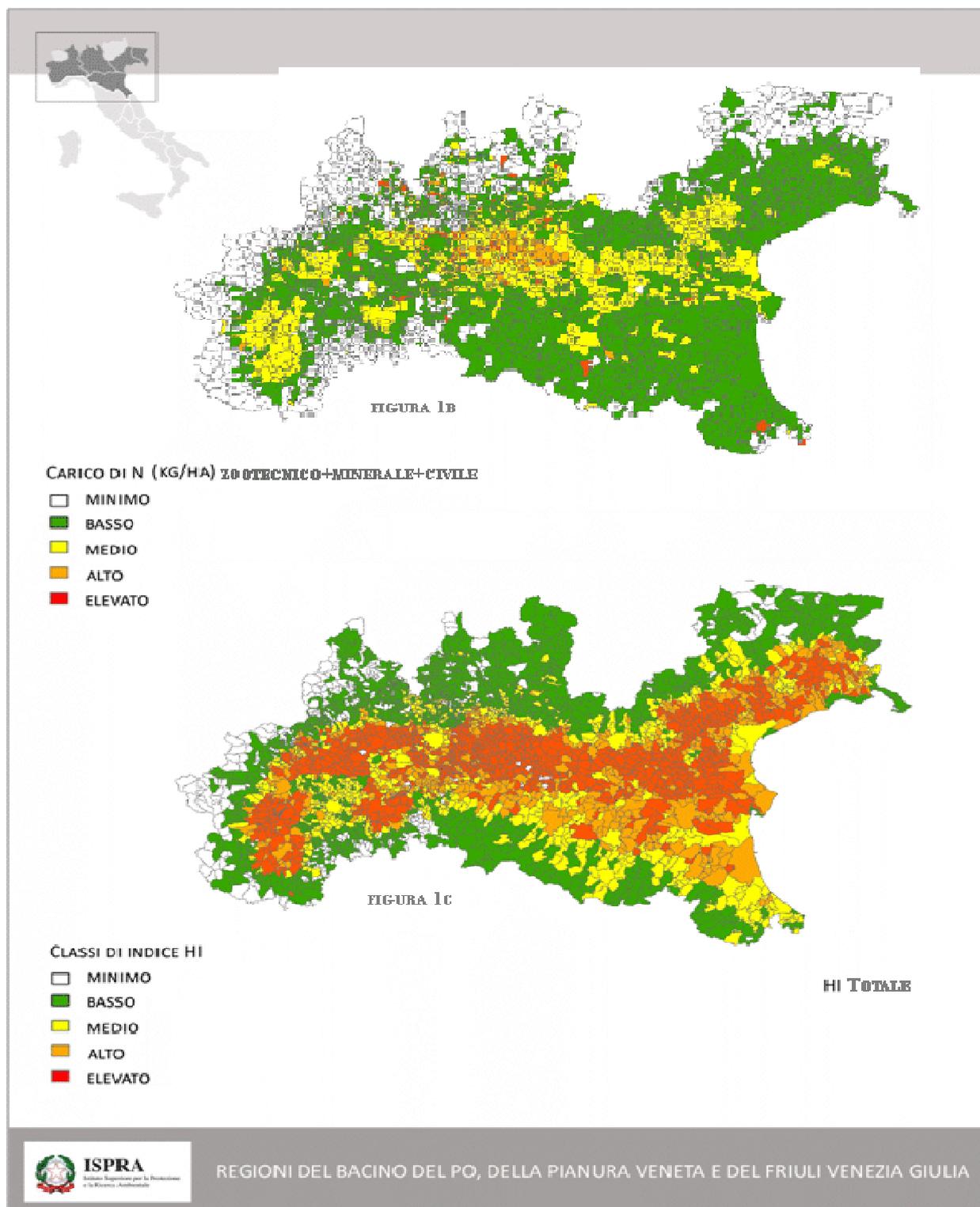
**Figura 1a**

L'approccio adottato nell'ambito della Convenzione MIPAAF-ISPRA, così come già commentato nell'Aggiornamento al 28 maggio 2014, ha preso come riferimento indicatori di tipo parametrico, caratterizzati da un numero limitato di dati d'ingresso reperibili in modo omogeneo anche su vaste porzioni di territorio, e l'uso di indagini isotopiche per quantificare sperimentalmente i contributi delle diverse sorgenti in aree interessate da sorgenti multiple ai punti di monitoraggio (Fig.1a) delle reti osservative di riferimento per il sistema nazionale, SINTAI, e per quello europeo, EioNet.

**La prima fase della Convenzione MIPAAF-ISPRA**

Nella prima fase della Convenzione, ISPRA con le cinque Regioni coinvolte, ha sviluppato un indice HI a scala comunale (Fig.1c), si ricorda, basato sull'assegnazione di punteggi alle sorgenti, al carico totale di azoto (N, Fig.1b) ed alle caratteristiche sito-specifiche legate a parametri climatici, pedologici, idrogeologici e antropici. Tale indice HI rappresenta la pericolosità di contaminazione potenziale delle acque sotterranee

attraverso il suolo, ed i processi fisici, chimici e biologici in esso attivi, per la presenza e l'uso di nitrati alla superficie del suolo stesso, cioè al piano di campagna.



Di seguito, (Fig. 2, 3, 4 e 5), sono riportate anche le rappresentazioni cartografiche dei carichi di N zootecnico, N minerale, N civile con i relativi HI, che concorrono ad ottenere un indice di impatto HI totale.

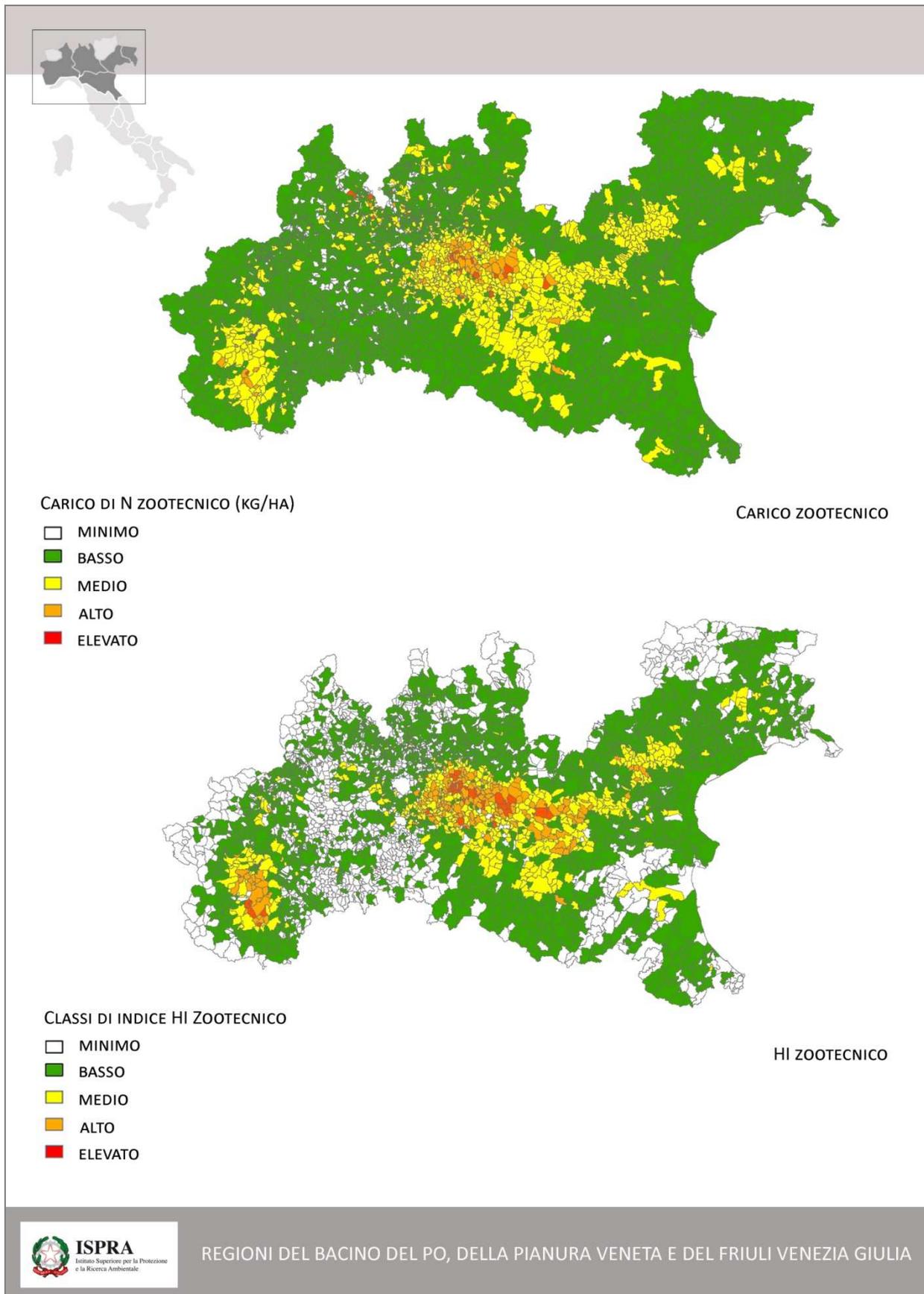


Figura 2

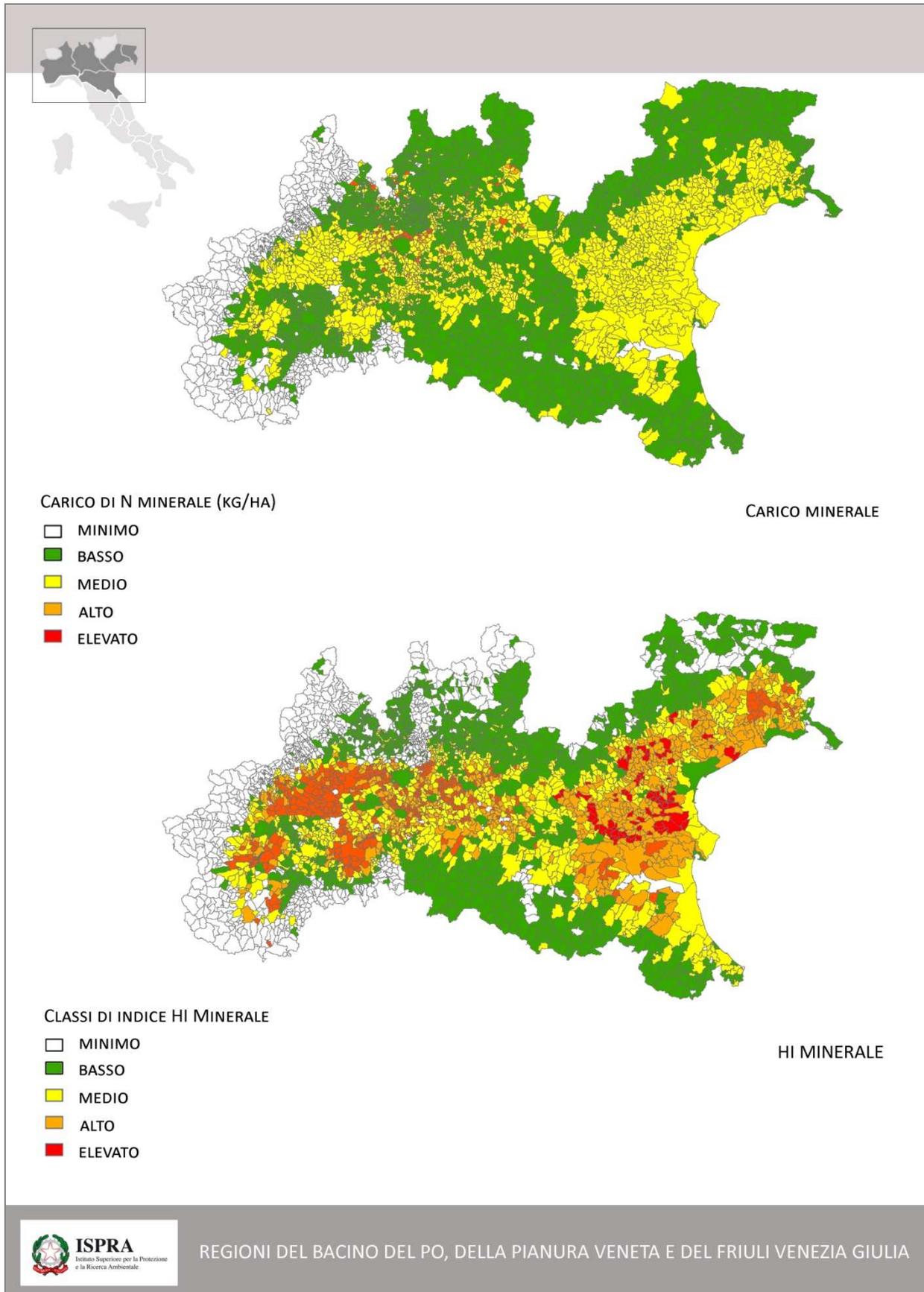


Figura 3

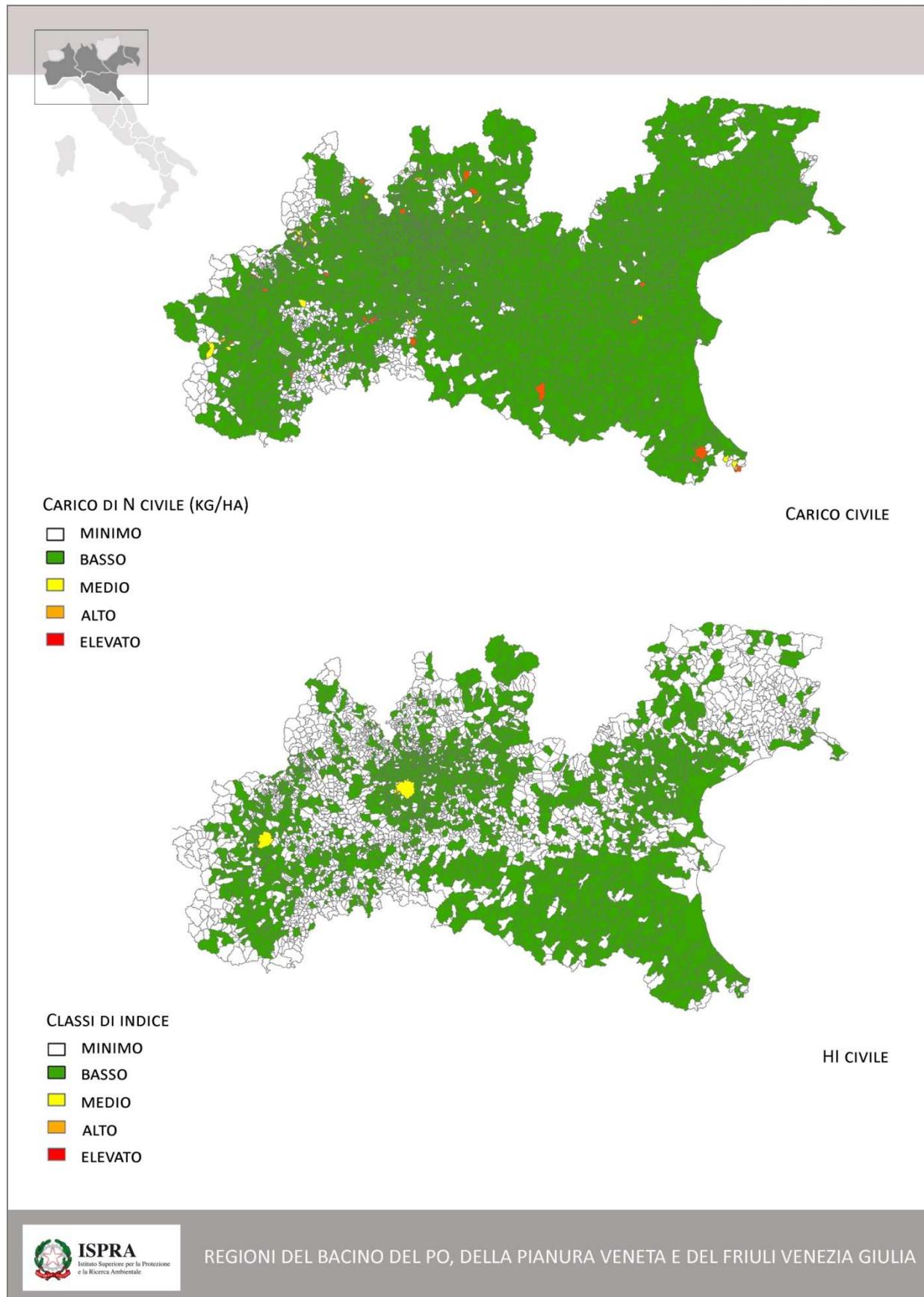


Figura 4

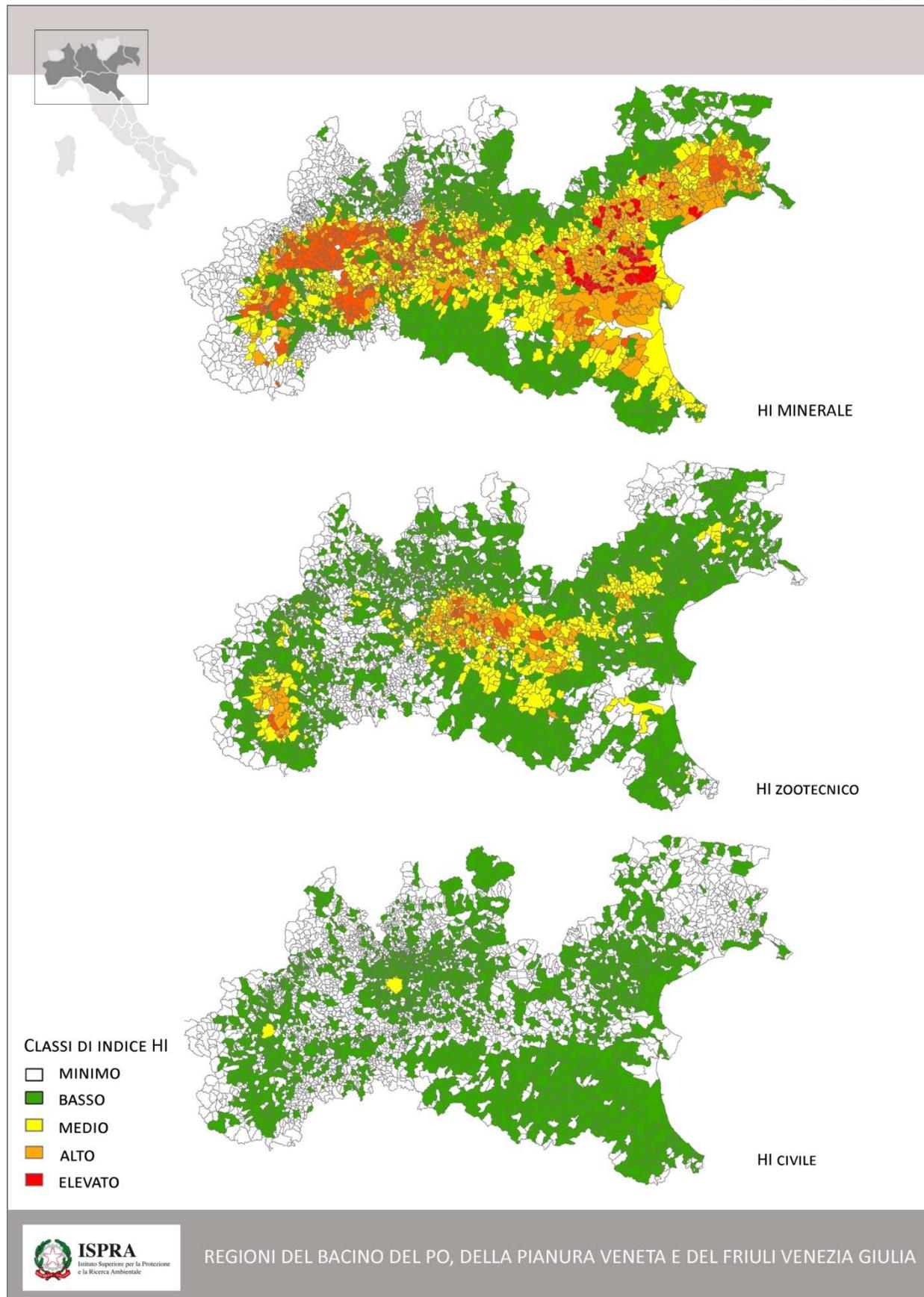


Figura 5

Da tale rappresentazione appare ben evidente quanto già rassegnato nell'Aggiornamento del 28 maggio 2014 e cioè la prevalenza a scala comunale delle pressioni dovute ai fertilizzanti minerali, rispetto a quelle zootecniche, usualmente e erroneamente già indicate queste ultime come causa principale dei processi di contaminazione da nitrati. Le pressioni di origine civile (ed industriale), pur essendo presenti, appaiono tuttavia non raggiungere mai il livello delle precedenti se non in casi specifici e per aree limitate.

E' altresì ben evidente come sia l'occorrenza contemporanea e la combinazione delle tre tipologie di sorgenti la ragione per una crescita significativa della pericolosità e per una sua diffusione areale più ampia, arrivando le sorgenti multiple ad interessare più del 50 % dell'area regionale complessivamente sede delle attività in convenzione.

Nell'ambito dei miglioramenti e degli sviluppi possibili, ISPRA, anche al fine di giungere alla predisposizione di una proposta da sottoporre all'attenzione del Tavolo tecnico di coordinamento, sta valutando la ragionevolezza e gli effetti dell'inclusione nel calcolo di HI di uno o più ulteriori indici legati ai processi dinamici in falda di trasporto e di trasformazione del contaminato dopo l'impatto locale delle sorgenti di nitrati sulle acque della falda stessa: ciò è portato avanti con grande difficoltà e cautela vista la pochezza e la grossolanità degli ulteriori dati ed informazioni disponibili, condivisibili ed omogeneamente necessari a tal fine, a partire dalla stima del gradiente idraulico e della sua distribuzione spaziale.

Relativamente all'uso delle informazioni satellitari, per una più accurata valutazione delle superfici urbane, sta effettuando una analisi di sensibilità tramite l'utilizzo dello strato ad alta risoluzione *Imperviousness Degrees* del servizio di *land monitoring* prodotto nell'ambito del programma *Copernicus*, iniziativa promossa e attuata dall'Unione Europea e dall' Agenzia Spaziale Europea avente lo scopo di implementare i servizi informativi tra cui il *land monitoring*, basati su dati di Earth Observation ed in-situ, di cui ISPRA cura la componente nazionale. Tale attività ha portato ad includere porzioni di territorio urbano a scala anche sub comunale, inizialmente non rilevabili, recuperando significativamente al calcolo numerosissimi insediamenti abitativi e migliaia di abitanti. Esempio tra i molti ne sia Agliano Terme in Piemonte, sul cui territorio comunale l'ISTAT accredita ben 1673 abitanti, ma la cui superficie urbanizzata non è rilevata dallo strato informativo del Corine Land Cover (CLC) del 2006, mentre attraverso lo strato informativo ad alta risoluzione "Imperviousness" di Copernicus relativo all'impermeabilizzazione del suolo nel 2009 (Fig. 6), è possibile accreditarne ben 31 ha.

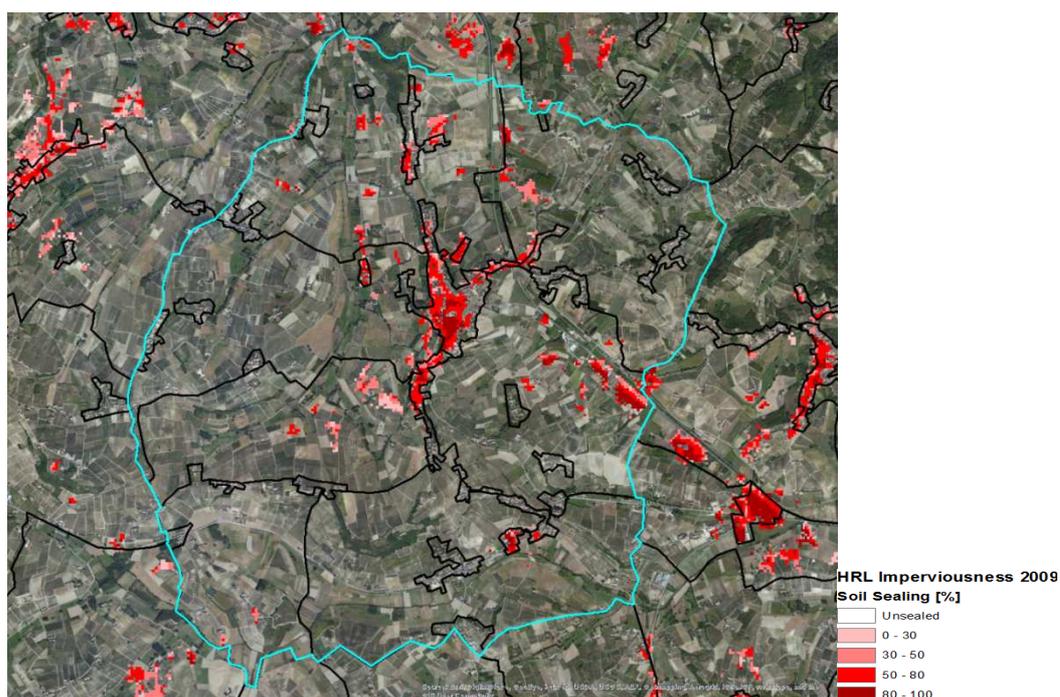


Figura 6

## La seconda fase della Convenzione MIPAAF-ISPRA

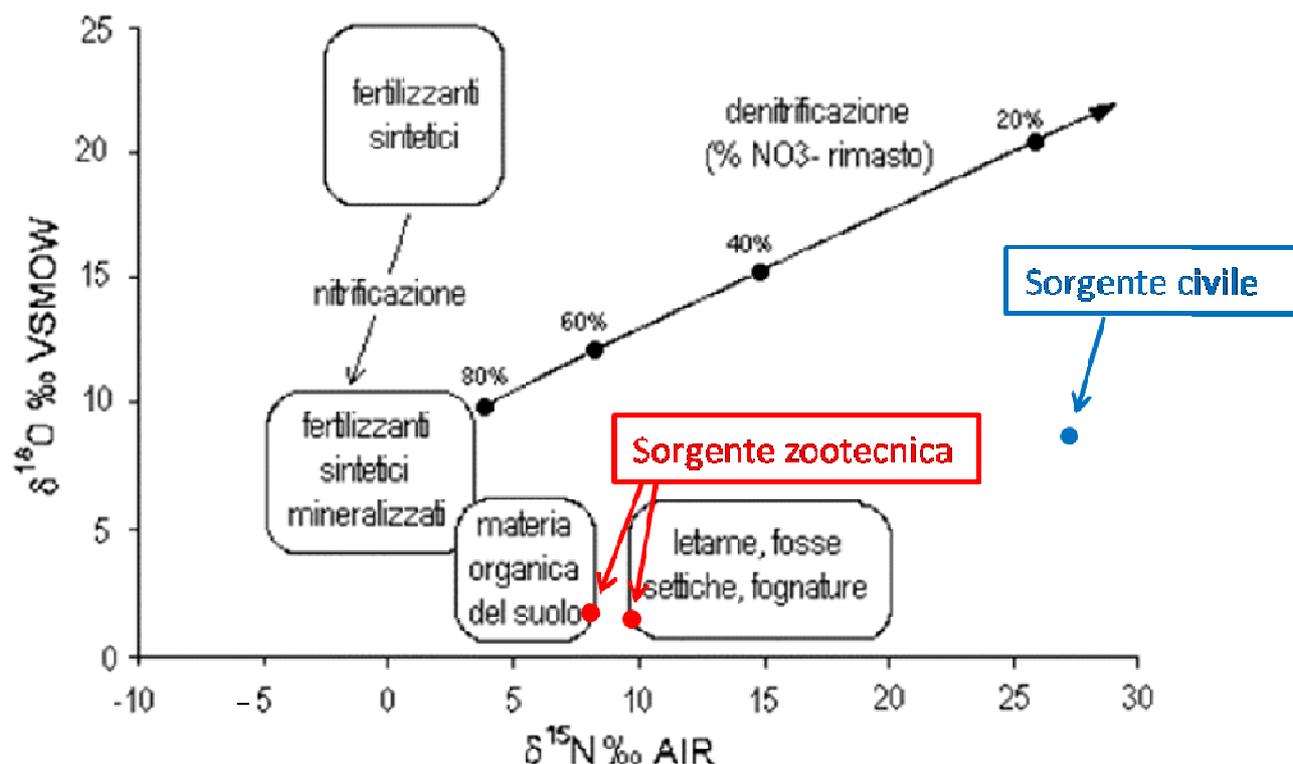
La seconda fase delle attività di progetto, relativa all'identificazione ed all'apportamento sperimentale ai punti di monitoraggio dell'origine dei nitrati rilevati nelle acque, ha preso l'avvio parallelamente alle attività di ottimizzazione del modello.

Come già evidenziato nell'Aggiornamento del 5 maggio 2014, recenti ricerche dimostrano che l'utilizzo delle indagini isotopiche dovrebbero discriminare in maniera "robusta" i contributi delle diverse sorgenti all'impatto da nitrati sull'ambiente. Infatti, i nitrati che originano da diverse sorgenti di inquinamento mostrano una composizione isotopica dell'azoto e/o dell'ossigeno caratteristica della sorgente da cui derivano. Inoltre, altri elementi in traccia (B, Sr, solfati), che hanno un comportamento ambientale simile a quello dei nitrati, possono fornire informazioni aggiuntive su alcune tipologie di sorgenti, quali, in particolare, quelle derivanti da scarichi civili.

A tal fine è stato quindi esteso ed utilizzato l'approccio metodologico (modello) sviluppato dal progetto ISONITRATE, realizzato dall'Istituto francese per le scienze geologiche (BRGM) in collaborazione con altre Istituzioni europee: ogni sorgente di nitrati è infatti caratterizzata da differenti intervalli di rapporti isotopici delle molecole di azoto e quindi la discriminazione tra le diverse sorgenti si basa sulla relazione tra i rapporti isotopici nelle sorgenti con quelli ottenuti nelle acque.

Tuttavia, per rendere più efficace tale discriminazione dei diversi contributi è necessario tarare la metodologia, cioè applicarla preventivamente in aree caratterizzate da sorgenti ben definite, in modo da restringere gli intervalli dei rapporti isotopici che caratterizzano le diverse sorgenti. Primi e preliminari risultati (Fig.7) sembrerebbero confermare la robustezza di tale metodo esteso, apparendo effettivamente capace di distinguere anche tra la sorgente civile e quella zootecnica.

Figura 7



Alla luce di ciò, la seconda fase prevede e sono in corso:

1. le indagini di campo e di laboratorio su sei aree per la taratura del modello ISONITRATE;
2. il trattamento e l'analisi mensile di campioni di acque sotterranee e superficiali prelevati in 80 aree vulnerate (periodo sperimentale giugno-novembre 2014), dove si applicherà il modello, per la determinazione dei rapporti isotopici di  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  nei nitrati disciolti e del  $\delta^{11}\text{B}$ .
3. l'apporzionamento del contributo di nitrati derivanti dalle diverse sorgenti insistenti sul territorio delle 80 aree vulnerate.

Le sei tipologie delle aree di taratura sono state così caratterizzate ed identificate, anche sulla base dei risultati della prima fase della Convenzione:

- “bianco”: area caratterizzata dall'assenza di pressioni antropiche,
- sorgente singola: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali
- sorgente singola: area caratterizzata dall'utilizzo di effluenti zootecnici
- sorgente multipla: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali e effluenti zootecnici
- sorgente multipla: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali e fanghi di depurazione da reflui urbani
- denitrificazione: area caratterizzata dall'assenza di impatto da nitrati nonostante l'insistenza di pressioni antropiche di differente origine.

Altresì, al fine di ridurre i fattori di variabilità tutte le aree di taratura sono state selezionate in zone in cui la coltivazione prevalente è costituita dal mais.

Regione	Aree soggette a denitrificazione	Aree soggette a sorgenti miste/singola e di bianco	TIPOLOGIA											
			Bianco	Torbiera	scarichi civili	fanghi di depurazione	Fertilizzato		Fertilizzato zootecnico			acque		
							minerale	fanghi di depurazione minerale	suino minerale	bufalino	bovino	bovino minerale	superficiali	sotterranee
Piemonte		X	1		1		1						3	4
Lombardia		X									1	1	3	3
Emilia Romagna		X			1				1		1			3
Veneto		X			2	1		1			1		2	3
Friuli V. G.	X			1		1	1		1	1			3	3

In tali aree sono già in corso campionamenti e analisi chimiche con frequenza mensile per le acque sotterranee e con frequenza bimensile per le acque superficiali, mentre per quanto riguarda le potenziali sorgenti di nitrati sono in corso i seguenti campionamenti:

- suolo a due differenti profondità prima e dopo il trattamento agronomico;
- fertilizzanti minerali ed organici;
- scarichi civili.

Tutti i campioni sono sottoposti a caratterizzazione chimica e isotopica.

Ad oggi sono stati effettuati quattro campagne di prelievo delle acque sotterranee, due delle acque superficiali e concluso i prelievi di suolo previsti dal progetto.

### Distribuzione temporale delle attività per area sperimentale

Area sperimentale	Attività	Mese								
		Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre		
Piemonte - Area di bianco (Biella)	Campionamento		■							
	Analisi Chimica			■						
	Analisi Isotopica						■			
Piemonte Area - Singola Minerale (Virle Piemonte)	Campionamento		■							
	Analisi Chimica			■						
	Analisi Isotopica						■			
Lombardia - Area Singola Zootecnica (Calvisano)	Campionamento		■							
	Analisi Chimica			■						
	Analisi Isotopica						■			
Emilia Romagna - Area Mista (Guastalla)	Campionamento	■								
	Analisi Chimica		■							
	Analisi Isotopica						■			
Veneto - Area Mista (Pozzonovo)	Campionamento	■								
	Analisi Chimica			■						
	Analisi Isotopica						■			
Friuli Venezia Giulia - Area di denitrificazione (Moruzzo UD/Pagnacco UD)	Campionamento		■							
	Analisi Chimica			■						
	Analisi Isotopica						■			

Nella Tabella 1 è riportato il numero di misure isotopiche relativamente alle diverse matrici trattate e analizzate al 30/10/2014.

**Tabella 1.**

<i>Fase</i>	$\delta^{15}\text{N-NO}_3$ (‰ vs AIR)	$\delta^{18}\text{O-NO}_3$ (‰ vs VSMOW)	$\delta^{15}\text{N bulk}$ (‰ vs AIR)
<b><i>N° campioni Acque sotterranee</i></b>	<b>137</b>	<b>137</b>	-
<b><i>N° campioni Acque superficiali</i></b>	<b>51</b>	<b>51</b>	-
<b><i>N° campioni Sorgenti di nitrati</i></b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
<b><i>N° campioni Suoli e Soluzione del suolo</i></b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>48</b>
<b><i>Totale analisi</i></b>	<b>201</b>	<b>201</b>	<b>59</b>

Contestualmente alle attività in corso nelle aree di taratura, si sta procedendo alla fase sperimentale di caratterizzazione isotopica e chimica delle 80 aree vulnerate.

I criteri adottati per l'**individuazione delle aree vulnerate** sono:

- caratterizzare punti di monitoraggio con concentrazione di nitrato maggiore di 40 mg/l, il tenore di nitrati è da intendersi come un valore medio calcolato almeno su un triennio di dati consecutivi il più possibile recenti;
- caratterizzare punti di monitoraggio con un trend crescente della concentrazione di nitrati, valutato su un triennio di dati consecutivi il più possibile recenti;
- garantire un'ampia ed omogenea distribuzione dei punti di monitoraggio sul territorio, tenendo in considerazione la definizione dei corpi idrici riportata nei Piani di Gestione regionale;
- garantire una ripartizione delle aree vulnerate tra acque sotterranee e acque superficiali tale da rappresentare la distribuzione percentuale delle non conformità registrate sulla base dei dati della rete di monitoraggio utilizzata per la Direttiva Nitrati;
- selezionare punti di monitoraggio nei corpi idrici superficiali tenendo conto anche delle risultanze ottenute con l'applicazione dell'indicatore LIMECO oltre al tenore e al trend dei nitrati;
- selezionare punti di monitoraggio caratterizzati da un elevato grado di incertezza rispetto alle potenziali pressioni incidenti.

Nelle suddette aree l'attività consiste nel prelievo e analisi di campioni di acque superficiali e sotterranee in 160 punti di campionamento (minimo due punti in ciascuna area vulnerata) a due differenti tempi (campionamento bimensile in quattro mesi complessivi di indagine).

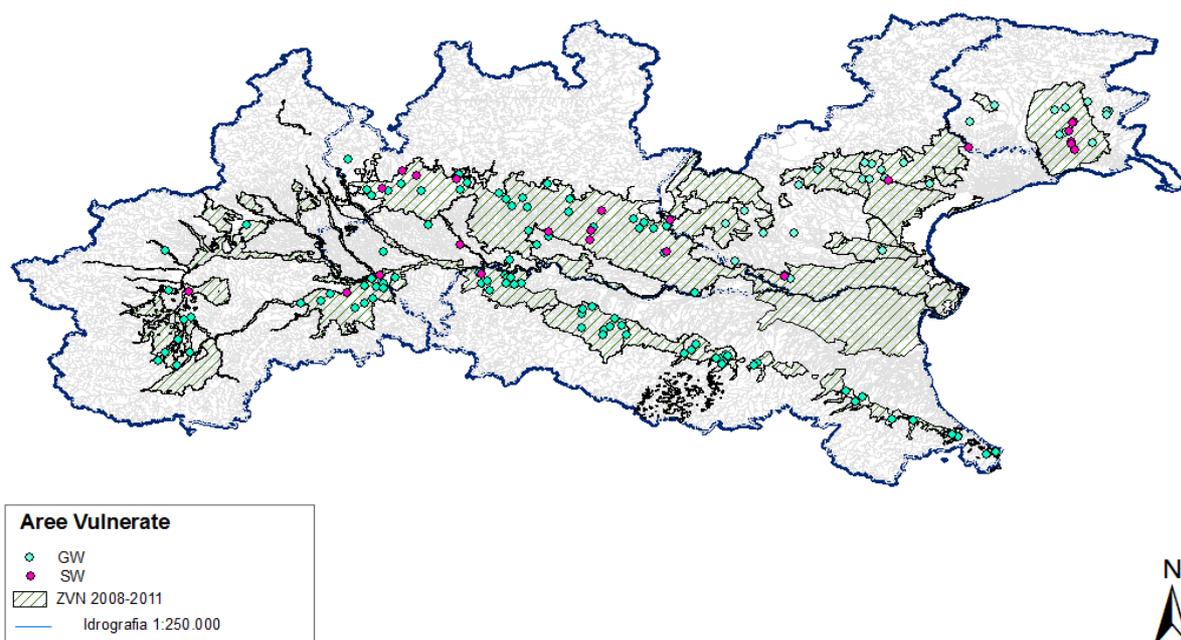
Nelle 80 aree vulnerate verrà quindi applicato il metodo isotopico esteso e validato sulla base dei risultati ottenuti nelle aree di taratura.

**Convenzione MIPAAF-ISPRA**

Nella tabella sottostante è riportata la ripartizione delle aree vulnerate per Regione, dove le attività sono partite nel Giugno 2014 e proseguiranno fino ad Ottobre 2014.

Regione	N° aree vulnerate
Piemonte	18
Lombardia	22
Emilia Romagna	18
Veneto	15
Friuli Venezia Giulia	10

Applicazione del modello Isotopico  
nella Regione del Bacino del Po,  
della Pianura Veneto e del Friuli Venezia Giulia



L'assegnazione di un differente numero di aree vulnerate alle singole Regioni scaturisce dalla necessità di ripartire il più possibile uniformemente il numero complessivo di analisi, a carico di ciascuna ARPA partecipante al progetto, in base alle rilevanze analitiche inerenti la Direttiva Nitrati e al numero di richieste di deroga avanzate dalle singole Regioni.

E' altresì significativo sottolineare che, visto le fruttuosa efficacia del percorso delineato, le stesse ARPA hanno volontariamente aumentato, e significativamente, il numero delle aree di su cui sviluppare le attività al fine, tra l'altro, di definire meglio gli intervalli di variabilità isotopica.

Come già evidenziato nell'Aggiornamento del 5 maggio 2014, infatti, uno degli obiettivi della seconda fase è anche quello di verificare la possibilità di trasferire le metodologie analitiche ulteriormente sviluppate

### **Convenzione MIPAAF-ISPRA**

**e validate nell'ambito della Convenzione in una procedura ordinariamente eseguibile ed eseguita nell'ambito del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale ISPRA, ARPA e APPA.** Infatti il Sistema dovrebbe essere posto in grado, tanto in Lombardia quanto in Puglia, di "qualificare" e "apporzionare" attraverso adeguate metodologie di indagine le diverse sorgenti di contaminazione da nitrati che concorrono alla concentrazione del contaminante complessivamente rilevata in ciascuno dei punti di monitoraggio qualitativo delle acque nel Paese: **obiettivo da perseguire, quindi, ma tutt'altro che agevole da raggiungere.**

Altresì, come ancora già evidenziato nell'Aggiornamento del 5 maggio 2014, lo stabilire sperimentalmente che un'anomalia in un punto di monitoraggio può essere originata dal concorso di diverse sorgenti (qualificate), ed in diverse proporzioni (apporzionate) non significa "identificare" agevolmente, seppur approssimativamente, il punto e le pressioni da cui tale complesso processo di contaminazione potrebbe avere origine. **Solo quindi la combinazione tra "identificazione" e "modellazione" delle pressioni, "costruzione" del modello concettuale e "misura" indipendente degli impatti, può farci sperare di individuare, capire, rappresentare correttamente e dare una risposta efficace alle problematiche oggetto della Convenzione:** anche in questo caso, quindi, **obiettivo da perseguire, ma tutt'altro che agevole da raggiungere**

A tal fine, ISPRA, ha altresì già intrapreso un confronto, continuo e sempre più allargato con quella parte della Comunità scientifica che risulta già impegnata in materia, promuovendo e partecipando a diversi incontri per approfondire ed analizzare congiuntamente le conoscenze reciproche ed oggi disponibili.