

NITRATI D AGRICOLA

AREE VULNERABILI E LORO MO

Dove e come i nitrati di origine agricola raggiungono le falde o le acque superficiali? Quali fattori facilitano il loro rilascio e quali lo limitano? È possibile migliorare le tecniche di gestione dei suoli e delle concimazioni in modo da ridurre la presenza dei composti azotati? I progetti realizzati da Regione Lombardia e Ersaf in questi anni forniscono le prime risposte e programmano i prossimi passi per raggiungere, nei tempi previsti, gli obiettivi di qualità delle acque prefissati dalla direttiva quadro europea sulle acque.

■ Stefano Brenna,
Marco Pastori

S. Brenna, M. Pastori,
Struttura Suoli, Pianificazione,
Sviluppo sostenibile - Ersaf Lombardia

DI ORIGINE

MONITORAGGIO

L'agricoltura viene spesso additata quale principale responsabile dell'inquinamento delle acque superficiali e di falda da fonti diffuse. Ciò a causa di un ampio uso di fertilizzanti, fitofarmaci, reflui zootecnici, fanghi, compost e anche delle stesse pratiche agronomiche, che favoriscono il rilascio nell'ambiente di composti azotati ed altre sostanze inquinanti. Va comunque ricordato che il rilascio di nitrati è in certa misura un fenomeno naturale che avviene in tutti i terreni, compresi quelli non destinati alla produzione agricola. Inoltre i dati sulla qualità delle acque, in particolare per i nitrati nelle acque sotterranee frequentemente indicano il superamento dei limiti di legge (50 mg/l), non sono di per sé in grado di discriminare tra un'origine agricola della contaminazione e una origine invece industriale o civile; anzi, è probabile che queste due ultime fonti abbiano un peso rilevante, soprattutto in aree densamente popolate come il nord Milanese dove infatti molti comuni denotano acque di falda eccessivamente arricchite in nitrati. Per l'agricoltura, in ogni caso, la questione si pone in termini, da un lato, di individuazione delle "aree vulnerabili", cioè delle porzioni di territorio dove maggiori sono i rischi che i nitrati persi dai suoli agricoli raggiungano le falde o le acque superficiali, e, dall'altro, di individuazione e diffusione di tecniche di gestione dei suoli stessi e delle concimazioni che limitino tali rilasci. Sotto il profilo normativo la tematica è stata affrontata a livello europeo con la direttiva 91/676, successivamente recepita in ambito nazionale con il DLvo 152/99.

Individuazione delle aree vulnerabili

In attuazione di queste disposizioni legislative, la Regione Lombardia ha

recentemente predisposto il proprio Programma di Tutela e Uso delle Acque (Dgr n. VII/1939 12/11/04), nell'ambito del quale è stata anche proposta l'individuazione delle aree vulnerabili da nitrati di origine agricola [1]. A tal fine è stata adottata una metodologia che, conformandosi alle indicazioni guida stabilite dallo stesso DLvo 152/99 (Allegato VII/A), ha previsto l'integrazione della "vulnerabilità intrinseca degli acquiferi", a sua volta basata sulla combinazione tra "vulnerabilità idrogeologica" e "capacità protettiva dei suoli", con valutazioni dei carichi zootecnici (assunti come indicatore delle "pressioni" di origine agricola) e dello stato di qualità delle acque.

La "vulnerabilità idrogeologica" è stata valutata, con riferimento al territorio regionale di pianura e alla sola falda superficiale in quanto maggiormente esposta al carico antropico presente in superficie, prendendo in considerazione soggiacenza della falda stessa e spessore dei litotipi a bassa permeabilità all'interno della zona vadosa (metodo Cnr-Gncdi, 1996 modificato) sulla base dei dati di 2.529 pozzi.

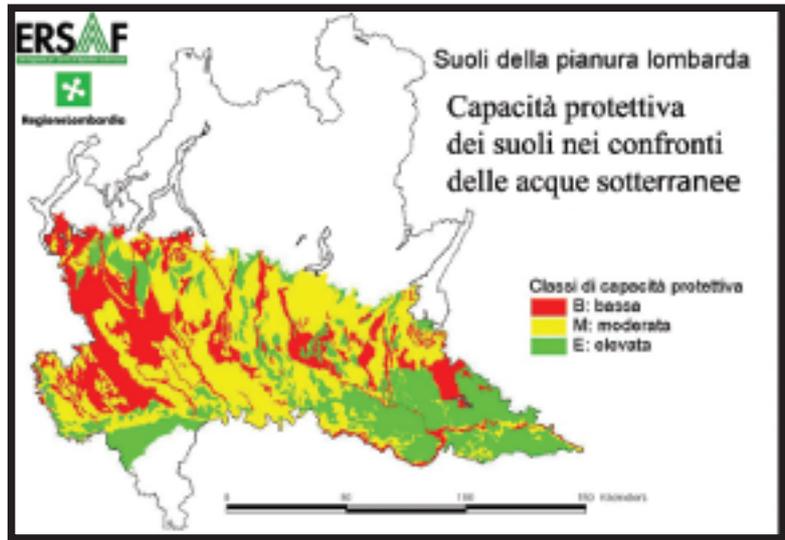
La "capacità protettiva dei suoli", per la stessa area, è stata invece determinata utilizzando uno specifico modello interpretativo [2] che prende in considerazione le principali proprietà dei suoli (permeabilità, caratteristiche tessiturali e chimiche, presenza di falda superficiale) correlate con la loro capacità di controllare, esercitando un'azione di filtro e tamponamento, il trasporto di inquinanti idrosolubili nelle acque di percolazione in profondità verso le risorse idriche sotterranee; l'applicazione del modello interpretativo all'inventario regionale dei suoli in scala 1:250.000 ha quindi portato all'elaborazione della relativa cartografia (Figura 1), dalla quale si evince come, in gene-

documento

rare, la capacità protettiva dei suoli sia minore nella pianura occidentale e nord-occidentale e nella fascia delle risorgive. Come detto, le due cartografie sono state in ultimo incrociate sulla base di un criterio, già sperimentato in precedenti lavori [3] che prevede la ripartizione del territorio in cinque classi di "vulnerabilità intrinseca", da estremamente elevata a bassa. La successiva integrazione con informazioni sui carichi e sullo stato di qualità delle acque ha infine portato all'individuazione proposta di "aree vulnerabili"; sono state così identificate quattro diverse tipologie di situazioni:

- aree vulnerabili da nitrati di prevalente origine agrozootecnica;
- aree vulnerabili, con carichi di prevalente origine urbana;
- aree di attenzione, ove vi è o una predominante vulnerabilità intrinseca elevata o un alto carico zootecnico, ma non, attualmente, uno scadente stato di qualità delle acque;
- aree non vulnerabili.

Le aree vulnerabili così determinate coprirebbero complessivamente il 13% del territorio regionale, superficie che sale al 23% se si considera il solo territorio di pianura e al 26% della Superficie Agricola Utilizzata (Sau). Le aree di attenzione si estenderebbero



invece per il 20% del territorio regionale e il 36% di quello di pianura. La delimitazione delle "aree vulnerabili" non è peraltro che il primo stadio di una più ampia strategia che, nel contesto definito anche dalla nuova direttiva quadro europea sulle acque (Direttiva 2000/60), si proietta in una prospettiva di più lungo periodo; essa comprende la definizione di "programmi d'azione" che consentano di raggiungere nel tempo gli obiettivi di qualità delle acque prefissati e rende necessari, a tale scopo, ulteriori studi ed indagini che, completando ed approfondendo il quadro delle conoscenze, permettano la verifica dei risultati delle politiche attuate e il loro aggiornamento. Gli approfondimenti che riguardano l'agricoltura devono in particolare seguire due direzioni: la prima mirata ad allestire una

rete di siti per misurare e monitorare nelle diverse condizioni pedoclimatiche gli effettivi rilasci di azoto dai sistemi colturali e migliorare la modellistica relativa alla simulazione del movimento dei nutrienti verso i corpi idrici, al fine di integrare tali informazioni con la rete di monitoraggio della qualità delle acque; la seconda deve definire, tenendo conto delle diversità del territorio, pratiche agricole a scala locale realmente applicabili, in termini cioè sia tecnici sia economici, per il contenimento di tali rilasci.

Una rete di siti per monitorare e misurare

Al primo di questi obiettivi si è cominciato a cercare di dare risposte con il progetto Armosa (Attivazione di una Rete di Monitoraggio dei Suoli Agricoli). Il pro-

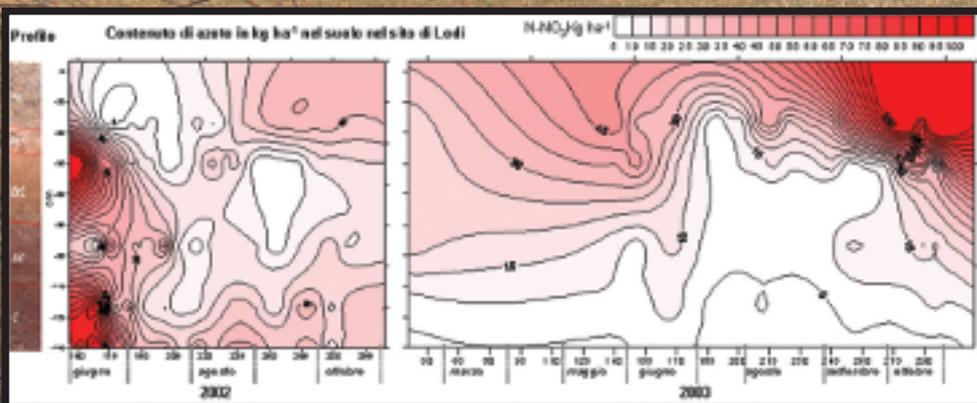


Figura 2 - Grafici a isolinee di concentrazione in kg/ha di N-NO₃ nel sito di Lodi (periodo 2002-2003).

Figura 1 - Carta della capacità
protettiva dei suoli
nei confronti delle acque
sotterranee
1:250.000 (Pianura Lombarda)

getto, realizzato da Ersaf con la cooperazione dell'Istituto Sistemi Agricoli e Forestali Mediterranei del Cnr di Napoli e delle Università di Napoli e Milano e sostenuto dalla Regione Lombardia (Direzioni Generali Servizi di Pubblica utilità e Agricoltura), dopo una fase prototipale durata un paio di anni è entrato nel 2004 nella sua piena operatività [4]. Nel 2004 le attività di monitoraggio hanno portato all'individuazione, in funzione della loro rappresentatività ed eterogeneità per caratteristiche pedoambientali e di conduzione agricola, di otto altri siti, da integrare con i due già avviati nella fase prototipale.

Tre delle stazioni di monitoraggio, classificate come "principali", sono allestite con strumentazioni che consentono di rilevare dati con un alto dettaglio spazio-temporale (diverse profondità nel suolo, circa ogni 10-15 cm, e diversi intervalli temporali,

variabili da 10 minuti ad un'ora). Le altre stazioni, denominate "secondarie", sono state individuate in base a criteri di rappresentatività ed eterogeneità delle caratteristiche pedoambientali e di conduzione agricola (soprattutto in riferimento all'azoto) in modo da consentire un'analisi completa delle principali diverse realtà lombarde. Le strumentazioni utilizzate sono sonde Tdr per la misura in continuo o manuale del contenuto idrico e tensiometri per la misura del potenziale matriciale dei suoli, coppe a suzione per il prelievo della soluzione circolante del suolo, sonde per la misura di temperatura in profondità, sensori per il rilievo dei principali parametri meteorologici e Datalogger/computer per l'archiviazione, direttamente in campagna, dei dati. L'integrazione dei dati di misura del contenuto di azoto nella soluzione circolante con quelli di umidità del suolo permette di calcolare dati quantitativi del contenuto (kg di N/ha) lungo tutto il profilo di suolo monitorato e di effettuare bilanci azotati utili sia da un punto di vista agronomico sia ambientale (Figura 2). Inoltre i dati rilevati consentono di descrivere e comprendere le dinamiche e i movimenti di acqua e azoto nel suolo in determinate condizioni (tipo di suolo, clima e gestione agronomica) e quindi di arrivare ad una migliore modellizzazione dei processi per la loro descrizione ed integrazione in modelli previsionali, essenziali all'analisi di diversi scenari applicativi ed all'integrazione con i dati di monitoraggio puntuale a supporto della pianificazione a livello territoriale.

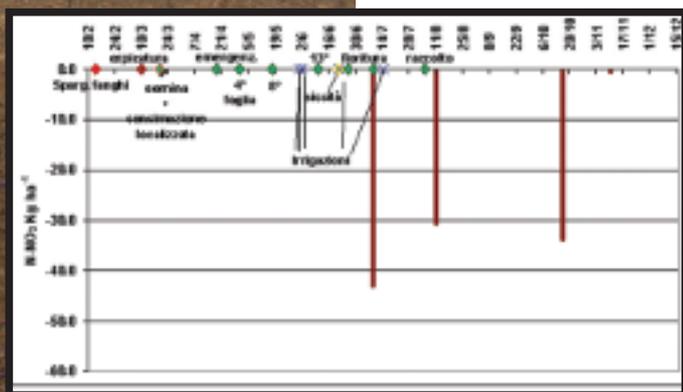
A Lodi e Mantova i due siti in fase prototipale

Allo stato attuale il progetto è ancora in una fase focalizzata alla caratterizzazione ed allestimento dei nuovi siti, mentre analisi dei dati rilevati sono state effettuate per le due stazioni avviate nella fase prototipale che ha interessato il periodo 2002-2003.

Il primo è il sito sperimentale di Caviaga (Lodi), localizzato sul cosiddetto livello fondamentale della pianura (Pleistocene Superiore) nel paesaggio della "bassa pianura sabbiosa" costituita da sedimenti fluviali fini privi di pietrosità; il suolo rappresentativo dell'area (Ultic Haplustalfs, Usda Soil Taxonomy 1998) ha tessitura franco-sabbiosa, permeabilità moderata e drenaggio buono; sono suoli molto profondi, con capacità di ritenzione idrica media ed in generale adatti all'agricoltura (Classe IIs) con moderate limitazioni, adatti allo spandimento di fanghi e reflui con moderate limitazioni e con capacità protettiva per le acque sotterranee moderata a causa di granulometria e permeabilità. L'azienda agricola ha indirizzo cerealicolo-zootecnico e adotta pratiche di *minimum tillage* (concimazioni localizzate). Nel 2003, anno cui si riferiscono i dati riportati nel testo, la coltura praticata è stata il mais, sono stati adottati cinque interventi irrigui da 200 mm cad. e due interventi di concimazione localizzata ad integrazione degli apporti derivati dallo spargimento di fanghi di depurazione urbana per un apporto totale di 242 kg di N/ha nell'anno.

Il secondo è il sito di Virgilio (MN), localizzato anch'esso sul livello fondamentale della pianura pleistocenica nel paesaggio della "bassa pianura" su sedimenti più fini; il suolo rappresentativo (Chromic Calcicustepts, Usda Soil Taxonomy 1998) ha tessitura fine, franco-argillosa, ed è moderatamente profondo, limitato da orizzonti molto ricchi in carbonato di calcio, con alta capacità di ritenzione idrica e moderato rischio di incrostamento superficiale; presenta inoltre comportamenti di tipo "vertico" con for-

Figura 4 - Sito di Lodi (Anno 2003). Eventi di lisciviazione associati a perdite di azoto nitrico nel suolo.



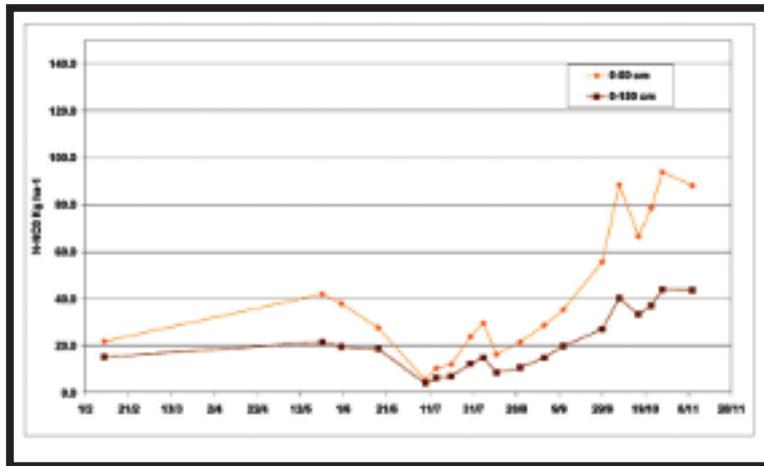


Figura 3 - Sito di Lodi (Anno 2003). Contenuto di azoto nitrico misurato nel suolo lungo il profilo monitorato.

mazione nella stagione asciutta di fessure che possono svilupparsi in profondità determinando vie di flusso preferenziale per le acque di percolazione. Sono in ogni caso suoli adatti all'agricoltura (llw), ma con importanti limitazioni a causa del drenaggio lento. Riguardo alle acque sotterranee, essi hanno invece elevata capacità protettiva e sono inoltre adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione, fatte salve le possibili interferenze che in tal senso possono determinarsi a causa dei flussi preferenziali di cui prima si accennava. L'azienda agricola, ad indirizzo cerealicolo-zootecnico, ha coltivato nel sito nel 2003 il mais prevedendo interventi di aratura del terreno, sette applicazioni irrigue per aspersione (~ 97 mm cad.) e concimazioni organiche in pre-aratura con liquami bovini, suini e con fertilizzanti chimici in post-emergenza, per un totale annuo di apporto di 515 kg di N/ha. Dal punto di vista climatico il 2003 è stato un anno particolare per entrambi i siti essendo caratterizzato da precipitazioni scarse e temperature superiori alle medie. A Lodi le precipitazioni totali sono state di 583 mm (solo 183 mm nella stagione vegetativa) con una temperatura media di 14,2 °C, mentre a Mantova le precipitazioni sono state di 609 mm (323 mm nella stagione vegetativa) con una temperatura media di 15,8 °C.

Suolo e coltura per limitare la lisciviazione

I dati raccolti nel 2003 hanno un carattere preliminare essendo la

rete Armosa ancora nella fase di allestimento e messa a punto. Tuttavia un primo bilancio è stato comunque fatto con i dati a disposizione (relativi al 2003 e, in parte, al 2002) ed ha permesso di individuare e descrivere l'andamento di alcuni eventi di lisciviazione (nelle diverse realtà aziendali analizzate) durante l'anno e di evidenziare l'importanza della presenza della coltura sulla quantità di azoto presente nel suolo e del ruolo di quest'ultima come fattore limitante la lisciviazione stessa. Inoltre si è osservata una diminuzione dell'azoto, più netta negli orizzonti superficiali, dopo le concimazioni nel periodo di maggior crescita della coltura, quando le asportazioni di nutrienti da parte del mais sono più intense. In particolare nel sito di Lodi la diminuzione è consistente sia nello strato superficiale sia nell'intero profilo, mentre in quello di Mantova appare più intensa in superficie e smorzata nell'intero profilo a causa della minore conducibilità idraulica del suolo. Sia a Lodi sia a Mantova nel 2003 i fenomeni di lisciviazione, abbastanza intensi, si sono verificati nel periodo luglio-agosto, mesi in cui, nonostante l'asportazione delle piante, parte dell'azoto apportato per rispondere alle esigenze della coltura viene perso, diventando potenziale fonte di inquinamento per le acque sotterranee (fenomeni evidenziati anche nel 2002). Inoltre si nota in entrambi i siti un fenomeno di lisciviazione nel periodo autunno-invernale (ottobre-novembre). Gli eventi verificatisi nel periodo estivo sembrano correlati

all'irrigazione, mentre quelli invernali alle piogge che "portano via" i nitrati che restano nel suolo dopo l'estate, quando la coltura non c'è e non c'è quindi uptake. In Figura 3 viene illustrato l'andamento del contenuto di azoto nitrico in kg/ha nel sito di Lodi (anno 2003) nello strato superficiale e per l'intero profilo; il contenuto di azoto scende rapidamente dopo le concimazioni sia nello strato superficiale, dove il fenomeno è più evidente, sia lungo tutto il pro-



filo. Sono inoltre ben visibili i contenuti di azoto molto elevati nel periodo autunno-invernale, causati probabilmente dall'intensa mineralizzazione e del mancato assorbimento da parte della coltura, che possono essere facilmente dilavati dalle intense precipitazioni tipiche di questi periodi. Effettivamente, come illustrato in Figura 4, è stato individuato un possibile evento di lisciviazione in ottobre; gli altri eventi, che si evidenziano nel periodo primaverile-estivo, sono probabilmente connessi alle irrigazioni a scorrimento adottate in quel periodo. Prime indicazioni che scaturiscono da questi dati e grafici suggeriscono quindi l'ado-

zione di sistemi irrigui più efficienti (soprattutto per le altezze di intervento) e l'adozione di pratiche colturali che prevedano la presenza di colture anche nei periodi invernali. Le analisi condotte nei primi siti hanno permesso di verificare che effettivamente esistono comportamenti e dinamiche ben differenziate fra i due siti, a prova dell'esigenza di disporre di un'ampia rete di monitoraggio e soprattutto di strumenti a supporto del monitoraggio e ad integrazione delle stazioni fisse di misura. Strumentazioni e metodologie adottate si sono rilevate, dopo un primo periodo di controllo e messa in efficienza, idonee allo studio dei movimenti dell'azoto nel suolo ed in particolare alla quantificazione dei flussi verso la falda o comunque oltre la zona indagata (~150 cm). È comunque evidente che acquisizioni così intense, seppur perfettamente in grado di descrivere e quantificare i fenomeni, non sono direttamente estensibili a

scale più ampie. È dunque necessario replicare le azioni di misura e monitoraggio in altri siti di studio, qualora sia necessario studiare condizioni territoriali e gestionali diverse da quelle finora indagate; inoltre è necessario affiancare il monitoraggio con strumenti modellistici (adattati e verificati nelle aree in esame) che permettano di integrare ed eventualmente verificare eventuali mancanze o dati fuori scala; le prime analisi modellistiche, effettuate con strumenti standard già esistenti, hanno evidenziato difficoltà e problematiche, soprattutto in relazione ai parametri legati alla qualità dell'ambiente e quindi al ciclo azotato, che richiedono lo sviluppo di nuova modellistica specifica adattata alla realtà lombarda; l'elevata quantità e qualità dei dati, rilevati dalla rete Armosa, sta consentendo lo sviluppo di modellistica specifica, che dai primi risultati appare decisamente migliorativa. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] Regione Lombardia, "Piano di gestione del bacino idrografico", www.ors.regione.lombardia.it/OSIEG/AreaAcque/hpAcqua.shtml, 2004.
- [2] S. Brenna, R. Rasio, C. Riparbelli, "La valutazione della capacità protettiva dei suoli nell'individuazione di aree vulnerabili alla percolazione dei prodotti fitosanitari: stato dell'arte in Lombardia", *Quaderni di Geologia Applicata*, 1999, Pubblicazione Gndci-Cnr n.2000, Pitagora Editrice, Bologna.
- [3] Amministrazione Provinciale di Parma, "Nuova Carta della Vulnerabilità del parmense ed indirizzi di tutela delle acque", *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, 15, 2000, Pitagora Editrice, Bologna.
- [4] S. Brenna, F. Malucelli et al., "Il Progetto Armosa: monitoraggio dei flussi di azoto nell'agroecosistema e verso la falda". *Atti del XXXV Convegno della Società Italiana di Agronomia, Portici (NA), 16-18 settembre 2003.*