

S. Brenna, C. Riparbelli
 Ersaf Lombardia.

I NITRATI NEL SUOLO

Una delle risorse più a rischio è l'acqua, in cui frequentemente, nei nostri ambienti, si sono riscontrati livelli di contaminazione oltre i limiti consentiti per legge. Tale inquinamento deriva da due distinti tipi di fonti: puntuali, come insediamenti e scarichi urbani e industriali o discariche; e diffuse, come la produzione agricola su larga scala, cui in particolare viene generalmente attribuita la responsabilità di rilasciare elevate quantità di nitrati che, lisciviati dal suolo, si diffondono nelle acque di falda e in quelle superficiali. La correlazione esistente tra agricoltura e

inquinamento da nitrati è conosciuta da tempo [1, 2]; tuttavia, poiché i nitrati sono la forma in cui prevalentemente l'azoto è assorbito dalle piante e, contemporaneamente, sono la forma più mobile e quindi suscettibile al dilavamento, il loro rilascio dai terreni, da un lato, è controllato dalla capacità di assimilazione delle colture, ma dall'altro è in certa misura fisiologico e non può essere completamente impedito. Pertanto, se in certa misura si può considerare la lisciviazione in un suolo un ottimo indicatore tramite il quale valutare i rischi di peggioramento delle

condizioni ambientali [3], va anche considerato che sulla percolazione dei nitrati, a parità di quantità di azoto apportato, l'uso più o meno corretto dei fertilizzanti, in termini di quantità, tempi e modalità di applicazione, incide in modo determinante. Quantificare l'effettivo contributo attribuibile all'agricoltura è pertanto difficile e risulta necessario, per la definizione e la programmazione di interventi tecnici correttivi orientati al miglioramento della qualità delle acque, disporre di tecniche e strumenti di analisi oggettivi per la valutazione dei rilasci da fonti diffuse.



Negli ultimi anni si registra un notevole aumento dell'attenzione dell'opinione pubblica e delle istituzioni alle tematiche ambientali, favorito da una maggiore consapevolezza dei rischi per la salute correlati ad una cattiva gestione dei problemi di inquinamento di acqua, aria e suolo.

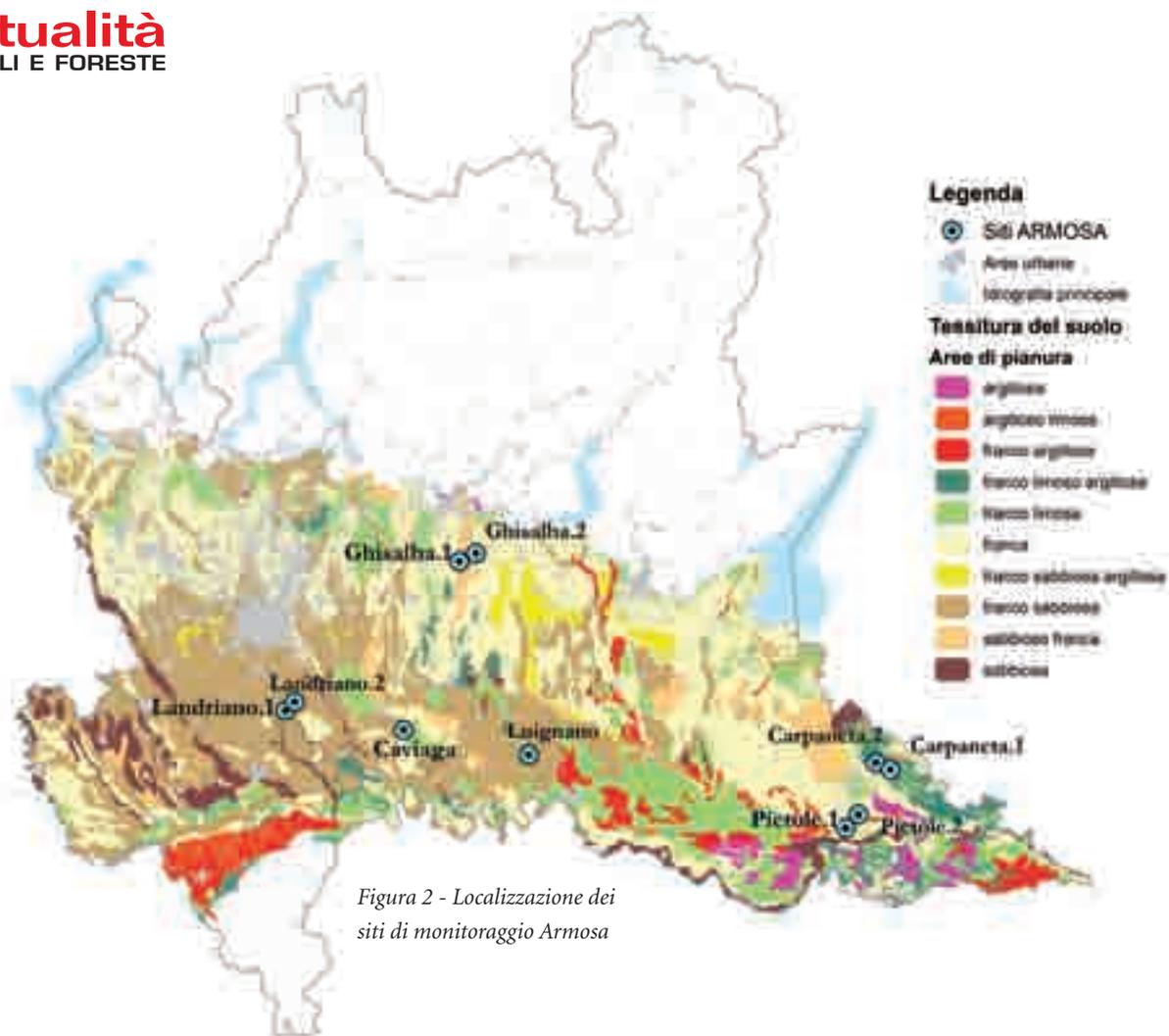


Figura 2 - Localizzazione dei siti di monitoraggio Armosa



geno e il rapporto C/N della sostanza organica. Gli ioni NO_3^- presenti nella soluzione circolante del terreno non vengono tuttavia trattenuti nel suolo e possono così essere allontanati dal profilo pedologico interessato dall'approfondimento radicale in seguito a intensi eventi piovosi e all'irrigazione, specie se a scorrimento e caratterizzata quindi da bassa efficienza; attraverso la lisciviazione gli ioni percolano fino a raggiungere la falda acquifera superficiale. Questo fenomeno rappresenta, insieme alla denitrificazione, il processo che determina le più elevate perdite di azoto dal suolo. Secondo stime da bibliografia [6], in condizioni di suolo sabbio-

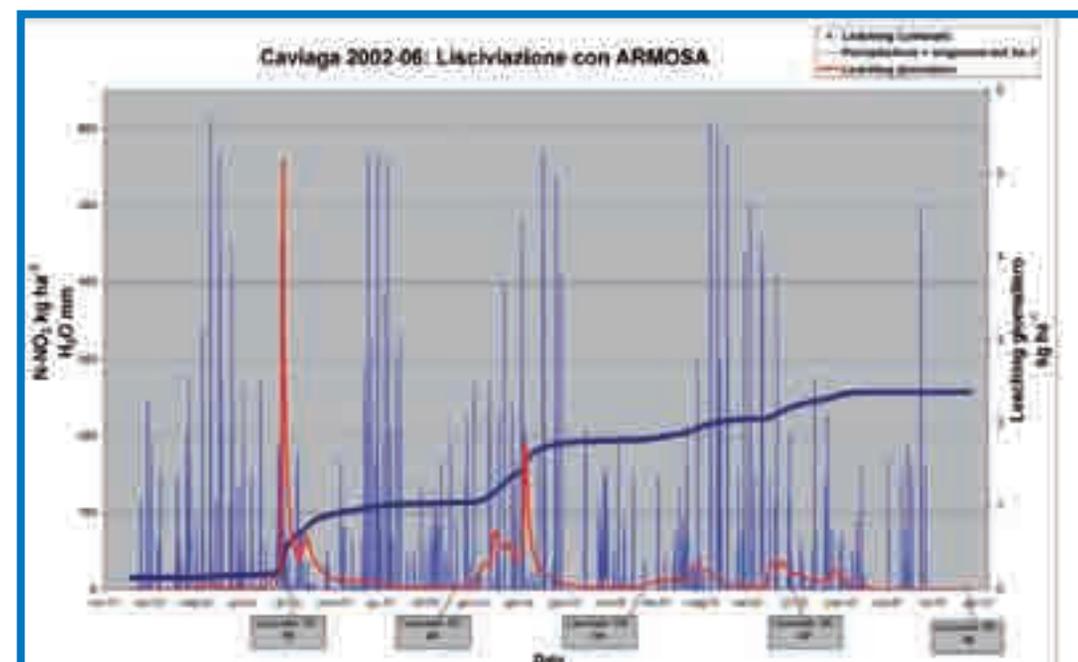
Figura 3 - Profilo attrezzato con sonde Tdr (misura dell'umidità del suolo).

so, irrigato a scorrimento e concimato con 250 kg ha-anno, l'entità dei nitrati lisciviati può arrivare a superare i 100 kg di azoto per ettaro per anno. I fattori che determinano l'entità delle perdite di NO_3^- dal suolo agrario per lisciviazione dipendono in definitiva da caratteristiche naturali quali le proprietà pedologiche (tessitura, struttura e macro porosità, contenuto in sostanza organica, concentrazione di nitrati nel suolo), idrologiche (conducibilità idraulica, contenuto idrico, densità apparente, drenaggio), le caratteristiche meteo-climatiche (precipitazioni, sia in termini di intensità sia di distribuzione annua, temperatura), le caratteristiche fisiologiche della pianta che determinano l'evapotraspirazione (fasi fenologiche, profondità e distribuzione delle radici) e di origine antropica come gli apporti di concimi azotati, la presenza o assenza della coltura o di residui colturali sul terreno, gli apporti irrigui e il tipo di irrigazione, le tipologie e la profondità di aratura e delle lavorazioni del terreno.

Modellizzazione della dinamica dell'azoto nel suolo

Per effettuare una stima affidabile del bilancio dell'azoto nel sistema suolo agricolo, accanto al ciclo biogeochimico e ai processi che avvengono a carico dell'azoto, è necessario conoscere e comprendere il bilancio e le dinamiche dell'acqua, essendo quest'ultima il principale vettore dei nitrati verso le acque sotterranee. Le difficoltà legate alla stima dei movimenti dell'acqua nel suolo sono tuttavia notevoli a causa della complessità e dell'interazione dei processi coinvolti (fisici, chimici e biologici) che avvengono a scale spaziali e temporali differenti. Per descrivere la dinamica dell'acqua nel suolo unitamente alle dinamiche del ciclo dell'azoto sono pertanto necessarie equazioni differenziali complesse, per la cui risoluzione ci si basa sull'utilizzo dei modelli matematici di simulazione [7]. La comprensione dei processi relativi alla dinamica nel suolo di acqua e azoto, integrata e resa possibile dall'utilizzo della modellistica, costituisce oggi uno strumento innovativo sul quale è necessario fare affidamento per la messa a punto di tecniche appropriate di gestione delle colture agrarie. Solo interventi fortemente "site-specific", frutto dell'analisi di dettaglio della complessa interazione tra suolo, clima e sistema colturale, possono infatti conciliare la compatibilità ambientale con la redditività dell'attività agricola. Allo scopo di affrontare in modo organico la tematica, Ersaf (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste della Lombardia), su incarico della Regione Lombardia - Direzione Generale Agricoltura, ha avviato da alcuni anni il progetto Armosa [8]. Gli obiettivi specifici del progetto sono: misurare i rilasci di nitrati verso le acque sotterranee e superficiali dai sistemi agro-pedoclimatici presenti in Lombardia; mettere a punto un sistema modellistico con capacità predittive verificate attraverso il set dei dati misurati in una rete regionale di siti sperimentali.

Dieci siti rappresentativi dell'ambiente pedoclimatico e dei siste-



mi agronomici che contraddistinguono l'agricoltura della pianura lombarda sono stati individuati e attrezzati (Figura 2) con sensori e strumentazioni per la misura del contenuto d'acqua e per il prelievo di campioni di soluzione circolante a diverse profondità, dalla superficie fino a 150 cm. Le attività di rilevamento e misura, e le relative analisi, proseguono da 4 anni in due siti sperimentali e da tre o due anni negli altri. La grande quantità di dati e di informazioni raccolte è stata quindi utilizzata per analizzare e confrontare le potenzialità predittive, applicate alla specifica realtà lombarda, di modelli matematici di simulazione dei flussi idrici (Swap, Cropsyst e Macro) e del destino ambientale dell'azoto (Cropsyst, Leach N, Animo e Soiln). Il risultato finale è stato lo sviluppo di un "sistema modellistico" calibrato sulla realtà regionale idoneo, come dimostrato dai test di verifica resi possibili dai dati rilevati nella rete di siti sperimentali, per effettuare gli approfondimenti sulla vulnerabilità delle acque sotterranee ai nitrati provenienti da fonte agricola richiesti a livello tecnico e normativo (Figura 3).

Le attività progettuali proseguono ora sia allo scopo di continuare a ottimizzare la performance del modello, sia per individuare soluzioni tecniche sempre più sostenibili per la gestione dell'a-

zoto da applicare nelle aziende agricole. Inoltre le indagini sperimentali e le misure di campo saranno estese nei prossimi anni allo studio della dinamica dell'acqua e dell'azoto verso le acque di superficie.

Figura 4 - Esempio di applicazione del sistema modellistico Armosa per la stima del leaching di azoto nel suolo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P.A. Hamilton, D.A. Helsel, Effects of agriculture on ground-water quality in five regions of the United States. *Ground Water*, 1995, **33**, 217.
- [2] D.W. Kolpin. Agricultural chemical in groundwater of the Midwestern United States: relations to nitrate exposure. *J. Environ. Qual.*, 1997, **26**, 1.025.
- [3] T.M. Addiscott, A.P. Whitmore, D.S. Powelson. *Farming, fertilizers and the nitrate problem*. Cab International, Wallingford, 1991.
- [4] F. J. Stevenson. Nitrogen - organic forms. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, 1982, 625.
- [5] P. Sequi, L.V. Antisari, 1989. Dinamismo chimico dell'azoto: aspetti agronomici e ambientali. *Rivista di Agronomia*, 1989, **23** (1), 30.
- [6] M. Acutis, G. Ducco, C. Grignani. Stochastic use of the Leachn model to forecast nitrate leaching in different maize cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 2000, **13**, 191.
- [7] M. Wegehenkel, M. Wilfried. Crop growth, soil water and nitrogen balance simulation on three experimental field plots using the Opus model. A case study. *Ecol. Model.* 2006, **190** (1/2), 116.
- [8] Regione Lombardia - Ersaf, 2007. Modellizzazione della dinamica dell'acqua e dell'azoto nei suoli agricoli lombardi. Quaderni della Ricerca n. 65.