

Inquinamento idrico da nitrati di origine agricola: individuazione di zone vulnerabili in Alto Adige

Roberta Bottarin*, Ulrike Tappeiner

Accademia Europea di Bolzano, Istituto per l'Ambiente Alpino, Viale Druso 1 - 39100 Bolzano

* *Referente per la corrispondenza: Roberta.Bottarin@eurac.edu*

Riassunto

È estremamente difficoltoso valutare e quantificare i meccanismi di rilascio e migrazione di sostanze inquinanti da fonti diversificate e che investono ampie porzioni di territorio. Al fine di controllare e ridurre l'inquinamento idrico da nitrati di origine agricola delle acque superficiali e sotterranee è necessario individuare zone vulnerabili. Sotto il profilo normativo la tematica è stata affrontata a livello europeo con la direttiva 91/676/CEE, successivamente recepita in ambito nazionale con il D.Lgs. 152/2006. In Alto Adige è stata effettuata una prima individuazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola. L'indagine ha voluto focalizzare l'attenzione sul rapporto fra agricoltura e concentrazioni di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee per cercare di definire la situazione attuale sull'intero territorio della Provincia. I dati sono stati elaborati grazie all'utilizzo del programma ArcView (Versione 3.3, ESRI) in relazione ai 116 comuni. Non essendo disponibili sufficienti informazioni geo-pedologiche e idrolitologiche non è stato possibile applicare metodi di zonizzazione per aree omogenee o metodi parametrici quali SINTACS. L'individuazione delle zone vulnerabili è stata effettuata tenendo conto dei carichi inquinanti potenziali di azoto (sia di origine agricola che zootecnica) e dei fattori ambientali (es. analisi delle vie di flusso dell'acqua, distribuzione delle precipitazioni) nonché territoriali (es. pendenza della superficie agricola utilizzata e distanza dai corsi d'acqua) che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione. Sono state definite delle classi di vulnerabilità e calcolate le percentuali nei singoli comuni delle zone vulnerabili a differente grado di rischio.

PAROLE CHIAVE: nitrati / zone vulnerabili / inquinamento idrico / indagine preliminare di riconoscimento

Water pollution from agriculturally derived nitrates: designation of vulnerable areas in South Tyrol (Italy)

It is extremely difficult to evaluate and estimate the release and transport mechanisms of pollutants from different sources, especially when wide land portions are involved. We identified vulnerable zones in order to control and reduce the surface and subsurface water pollution from nitrates of agricultural origin. Legally the theme has been approached at European level with the directive Nr. 91/676/CEE, which has been afterwards included at National level in the legislative decree Nr. 152/2006.

In South Tyrol a first determination of vulnerable zones to nitrates of agricultural origin has been carried out. The survey intended to address the relationship between agriculture and nitrogen contamination in surface and subsurface water bodies in order to define the current situation in the whole provincial territory. Data have been processed with the ArcView Program (version 3.3, ESRI) in 116 municipalities. Since sufficient geo-pedological and hydrolithological information were not available, it was not possible to apply zoning methods for homogeneous areas or parametric methods like SINTACS. The individuation of vulnerable zones has been carried out taking into account the potential nitrogen loads (of agricultural and zootechnical origin), environmental factors (e.g. analysis of water flows, distribution of precipitations) and also landscape factors (e.g. slope of the used agricultural surface and distance from water flows), which can all contribute to determine a contamination status. Vulnerability classes have been defined and their percentages in the single municipalities have been calculated according to a different degree of risk.

KEY WORDS: nitrates / vulnerable zones / water pollution / preliminary recognition survey

INTRODUZIONE

È estremamente difficoltoso valutare e quantificare i meccanismi di rilascio e di migrazione di sostanze inquinanti da fonti diversificate e che, soprattutto, investono ampie porzioni di territorio. A questo propo-

sito, l'art. 92 del Decreto Legislativo 152/2006 stabilisce i criteri e gli aspetti metodologici per l'individuazione delle zone vulnerabili alla percolazione di nitrati di origine agricola. Tale decreto, in recepimento della

Direttiva Nitrati (676/91/CEE), prevede che l'individuazione sul territorio delle zone vulnerabili venga effettuata tenendo conto dei carichi inquinanti potenziali di azoto (specie animali allevate, intensità degli allevamenti e loro tipologia, tipologia di reflui che ne derivano e modalità di applicazione al terreno, coltivazioni e fertilizzazioni in uso) e dei fattori ambientali che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione; il valore massimo ammissibile di concentrazione di nitrati nelle acque, in riferimento alla definizione di aree sensibili, è di 50 mg L⁻¹ (come NO₃⁻), sia per le acque dolci superficiali che per quelle sotterranee.

L'Allegato 7/A-I del citato decreto 152/2006 definisce le zone vulnerabili come: "... le zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali scarichi". Ne deriva che l'individuazione delle zone vulnerabili deve essere effettuata tenendo conto sia dei parametri naturali che potenzialmente possono compromettere la stabilità dei corpi idrici, sia di quelli antropici connessi alla produzione dei carichi inquinanti. L'insieme di fattori si può riassumere in cinque principali categorie.

Idrochimici: definiscono il grado di compromissione delle acque superficiali e sotterranee in relazione alla presenza di nitrati, prendendo a riferimento la concentrazione massima ammissibile per l'uso alimentare (50 mg L⁻¹ come NO₃⁻).

Territoriali: comprendono le caratteristiche intrinseche del territorio quali la pendenza e la distribuzione delle precipitazioni.

Idrogeologici: sono costituiti dalle caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi.

Pedologici: comprendenti tutti gli elementi fisico-chimici primari e idraulici che concorrono a definire la capacità protettiva del suolo;

Antropici: sono riferibili ai carichi di azoto e fosforo generati dalle attività agricole e zootecniche, che sono proporzionali al numero e alle dimensioni delle aziende presenti sul territorio.

Circa il 60% dei carichi di azoto ha origine da fonti diffuse, in primo luogo da quelle agro-zootecniche che sono responsabile dell'80-90% delle emissioni (ASTM, 2002; KAUFFMAN e KREUGER, 1984; KEMP e DODDS, 2001).

Questo lavoro si è posto l'obiettivo di valutare lo stato dei corsi d'acqua altoatesini rispetto alle concentrazioni dei nitrati di origine agricola e di mettere in risalto a livello comunale porzioni di territorio vulnerabili ai nitrati di origine agricola. Particolare attenzione è stata rivolta agli aspetti metodologici e all'analisi dei principali parametri relativi alla situazione in Alto Adige.

MATERIALI E METODI

Il territorio provinciale dell'Alto Adige

Il territorio provinciale altoatesino presenta un'orografia tipicamente alpina, con il 64% della superficie dislocata al di sopra dei 1500 m s.l.m. Questo caratterizza fortemente anche il sistema agricolo, suddiviso in due fasce distinte: il fondovalle e la fascia pedemontana, dove si concentrano le coltivazioni legnose e la zona montana, sopra i 900 m, caratterizzata prevalentemente dalla zootecnia e dalle coltivazioni foraggere. Questa suddivisione in due aree distinte è accentuata anche dall'origine glaciale di molte valli altoatesine che presentano un fondovalle abbastanza ampio, versanti piuttosto ripidi ed altipiani. Le condizioni geografiche e climatiche della Provincia hanno permesso lo sviluppo dell'allevamento, in prevalenza bovino, che è la principale e spesso l'unica forma di sfruttamento efficiente dei territori posti alle quote più elevate.

In Alto Adige l'acqua ad uso potabile viene fornita da oltre 1500 acquedotti, di cui 548 pubblici che servono 116 comuni e 983 privati di interesse pubblico (servizi di ristorazione isolati, rifugi alpini, ecc.). Gli acquedotti pubblici o di interesse pubblico soddisfano il fabbisogno del 95,1% della popolazione, mentre il rimanente 4,9% della popolazione dispone di un proprio acquedotto privato. L'acqua erogata dagli acquedotti proviene prevalentemente da sorgenti (61,5%) e da pozzi (38%) mentre solo lo 0,5% dell'acqua viene prelevato da corsi d'acqua superficiali ed opportunamente potabilizzato.

Scelta dei criteri per l'individuazione delle zone vulnerabili

Analizzando la disponibilità dei dati reperibili per l'intero territorio provinciale dell'Alto Adige è stata constatata una lacuna per quanto riguarda i parametri relativi al sottosuolo, ovvero dati geo-pedologici e idro-litologici. Questo ha condizionato l'approccio metodologico impiegato che, dovendosi basare solo su dati disponibili, si discosta dalle metodologie convenzionali impiegate a livello sia nazionale che internazionale (BALL *et al.*, 2005; BERETTA e MARCHETTI, 2003; COSTANTINI *et al.*, 2002; GRIGNANI, 1996; SIMON *et al.*, 2000).

L'elaborazione dei dati è stata effettuata grazie all'utilizzo del programma ArcView (Versione 3.3, ESRI).

Per la determinazione delle aree vulnerabili sono state scelte ed esaminate tre categorie di fattori.

Fattori idrochimici

Per avere un quadro della situazione di partenza e individuare le zone più a rischio (GRIGNANI e BASSANINO, 2000) sono stati raccolti i valori delle concentra-

zioni di nitrati sia delle acque superficiali che delle acque sotterranee (pozzi e sorgenti) degli ultimi tre anni nell'arco di varie stagioni, rilevati nell'ambito dei monitoraggi eseguiti dagli uffici provinciali.

La cartina (Fig. 1) riporta le 100 stazioni di campionamento prese in considerazione e i dati relativi alle concentrazioni di nitrati delle acque correnti superficiali. Anche i dati delle acque sotterranee sono stati esaminati per gli ultimi tre anni.

Fattori territoriali

Per l'elaborazione del presente studio sono state prese in esame le caratteristiche territoriali di seguito riportate in quanto ritenute, in base ai dati disponibili, le più adeguate per mettere in risalto la predisposizione naturale del territorio in Alto Adige alla vulnerabilità ai nitrati (BASNYAT *et al.*, 2000; CHAUVET e DECAMPS, 1989).

Pendenza della superficie agricola utilizzata (SAU).

La SAU comprende pascoli, prati permanenti, coltivazioni legnose-agrarie e seminativi. La SAU dell'Alto Adige è di 86.700 ha, su una superficie totale di 739.850 ha. La maggior parte delle aziende ha una SAU inferiore ai 5 ha.

Dopo aver individuato la totalità delle superfici agricole in Provincia di Bolzano, sono state selezionate solo quelle con una pendenza del terreno superiore al 10%. Questo non vuol dire che zone con pendenza inferiore non possano contribuire al rischio inquinamento, ma in zone montane, tenendo conto anche delle

pratiche agricole adottate sui pendii vallivi (spargimento di liquami e letame), queste assumono una rilevanza notevole. È stato infatti dimostrato che quanto più elevata è la pendenza della superficie agricola tanto più alto è il rischio che i nitrati raggiungano i corpi idrici per ruscellamento (ACUTIS *et al.*, 1996, 1997; RAGLIONE e LORENZONI, 1997; ZAVATTARO e GRIGNANI, 1999). Tali processi vengono ulteriormente incrementati dalla ridotta permeabilità dei terreni. Infatti, in ragione di queste caratteristiche, lo spargimento di liquami è vietato "...su terreni con pendenza media superiore al 10%, salvo deroghe previste dalla disciplina regionale in ragione di particolari situazioni locali o in presenza di sistemazioni idraulico-agrarie, concesse anche sulla base delle migliori tecniche di spandimento disponibili" (Art. 5 del D.M. 217/06). Per quanto riguarda l'Alto Adige, i terreni agricoli con una pendenza minore del 10% sono dislocati prevalentemente nei fondovalle, nei quali vengono coltivati per la quasi totalità frutteti (meleti e vigneti), coltivazioni che in questi terreni fertili richiedono raramente aggiunta di fertilizzanti (Tab. I).

La figura 2 illustra la pendenza della superficie agricola utilizzata suddivisa in 3 classi dimensionali (espresse in forma percentuale). Queste sono state scelte in quanto corrispondono a valori crescenti nei fenomeni erosivi in aree montane (NAKAO e SOHNGEN, 2000).

Via di flusso (Flow Accumulation). La distanza fra campi coltivati, zone di ruscellamento e corsi d'acqua

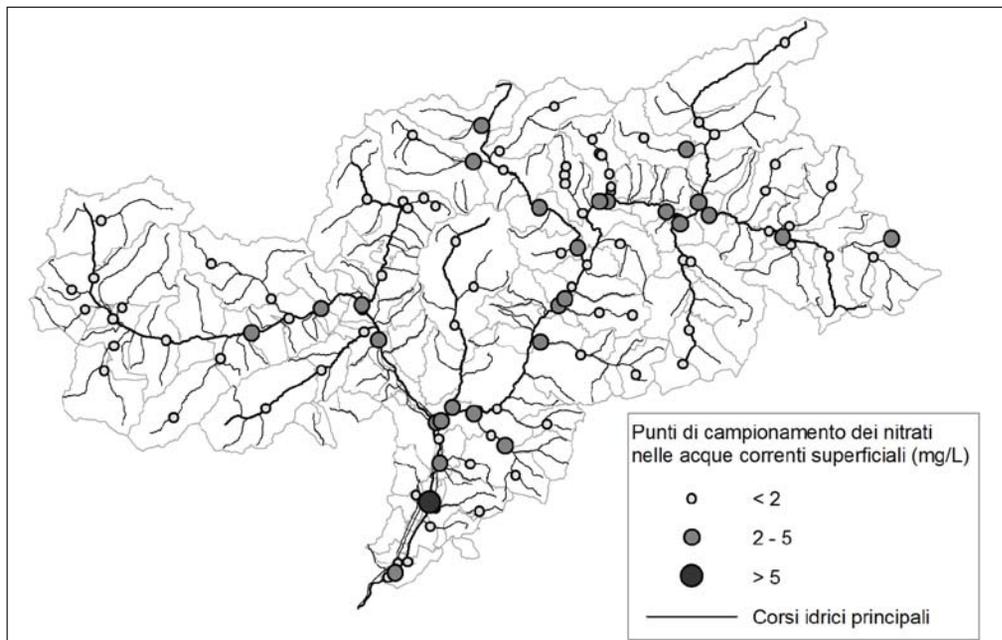


Fig. 1. Punti di campionamento dei nitrati nelle acque correnti superficiali e concentrazioni medie dei nitrati degli ultimi 3 anni (mg L^{-1} come NO_3^-).

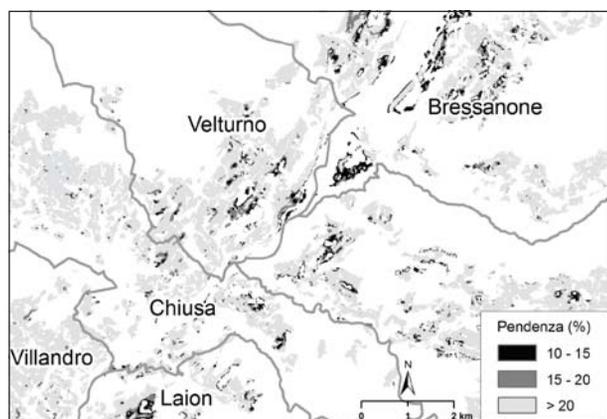
Tab. I. Territorio altoatesino: estensione della superficie totale nonché della superficie agricola utilizzata con diversa pendenza

| | Superficie Totale (km ²) | Superficie pendenza <10% (km ²) | Superficie pendenza > 10% (km ²) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Provincia | 7400 | 532 (7%) | 6869 (93%) |
| Superficie Agricola Utilizzata (SAU) | 867 | 252 (29%) | 616 (71%) |

di dimensioni via via crescenti è indirettamente proporzionale alla possibilità che sostanze inquinanti raggiungano i corpi idrici (CIVITA *et al.*, 2007; SLIVA e WILLIAMS, 2001; ZAVATTARO e GRIGNANI, 2001). Per elaborare questo parametro ci si può servire di un modello idrologico. La base di tale modello è il DEM (*Digital Elevation Model*). Si procede con l'elaborazione mediante il programma ArcView di due tematismi che indicano (1) la direzione del flusso delle acque sulla superficie del DEM (*Grid Direction*) e (2) le zone di accumulo delle acque stesse (*Grid Accumulation*) (STARK *et al.*, 1999).

Per ogni punto del DEM la direzione del flusso idrico viene calcolata secondo la direzione di massima pendenza locale tra le 8 possibili direzioni adiacenti al pixel considerato; con questa elaborazione vengono creati 2 grid: uno contiene la descrizione della rete di drenaggio "pesata" dal numero di pixel "tributari" che rappresenta l'*Accumulating Flow* e l'altro contiene la descrizione della "provenienza" dell'acqua rispetto ai pixel adiacenti, rappresenta cioè la *Flow Direction* (Fig. 3). A titolo di esempio, nella figura 4 è presentato il risultato del calcolo della *Flow Accumulation* per il comune di Lagundo.

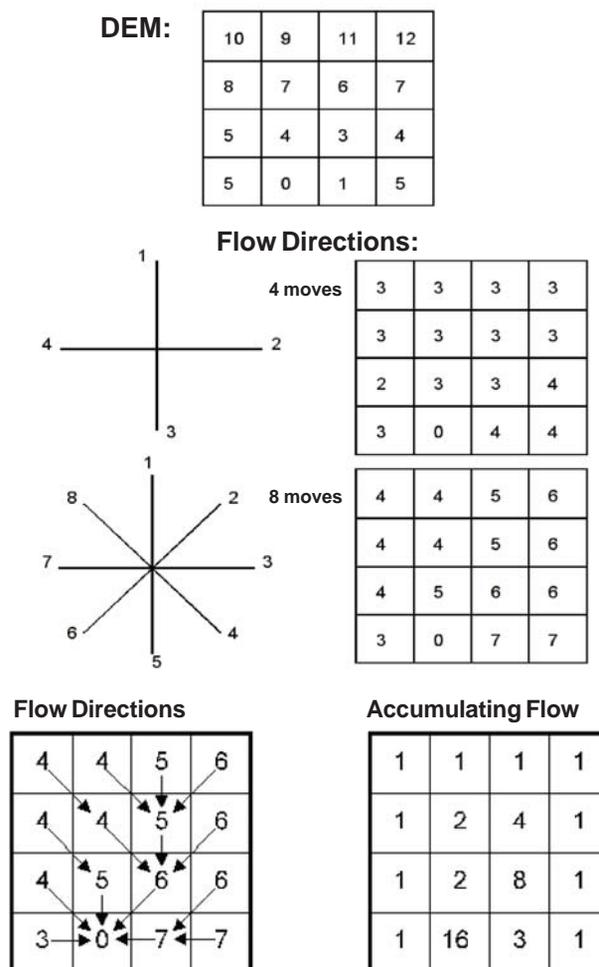
Distribuzione delle precipitazioni. Aree con elevata piovosità hanno di norma anche un alto deflusso idrico e per questa ragione presentano anche un più alto rischio di dilavamento dei nitrati (PAPINI *et al.*, 2001). La distribuzione media delle precipitazioni in Alto Adige è illustrata nella figura 5.

**Fig. 2.** Superficie agricola utilizzata con pendenza >10%.

Fattori antropici

I fattori antropici sono riferibili alle quantità di nutrienti rilasciate da zootecnia e agricoltura (KAUFMAN e KREYER, 1984; KOESTER e SEVERIN, 1988). L'analisi ha riguardato la situazione agricola e zootecnica attuale in Provincia di Bolzano. Sono state considerate la percentuale di SAU rispetto alla superficie totale del comune (Fig. 6a), il numero di aziende agricole (Fig. 6b) ed il numero di aziende zootecniche (SACCO *et al.*, 2006) (Fig. 6c).

In base alla tipologia di allevamento e al numero dei capi allevati è stata calcolata la produzione media di

**Fig. 3.** Schema del calcolo della *flow accumulation*.

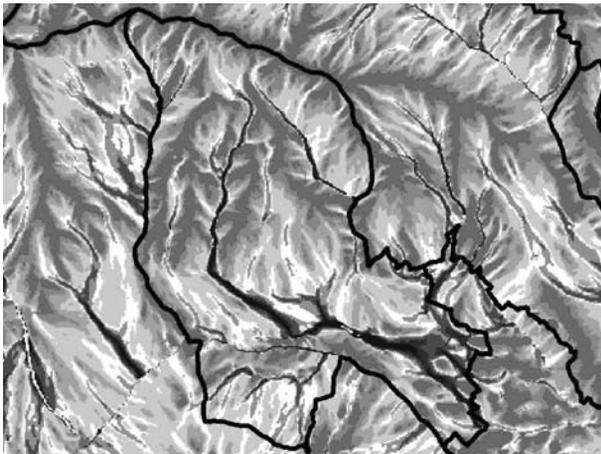


Fig. 4. Flow accumulation esemplificativa per il comune di Lagundo (BZ): più scura la gradazione di grigio più elevato l'accumulo di acqua (la linea nera corrisponde al confine comunale).

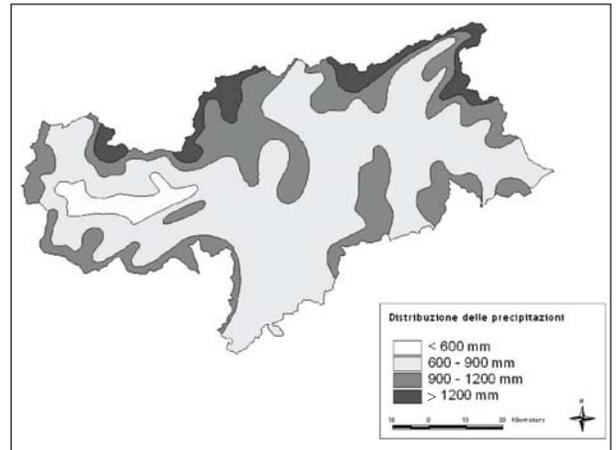


Fig. 5. Distribuzione media delle precipitazioni in Alto Adige.

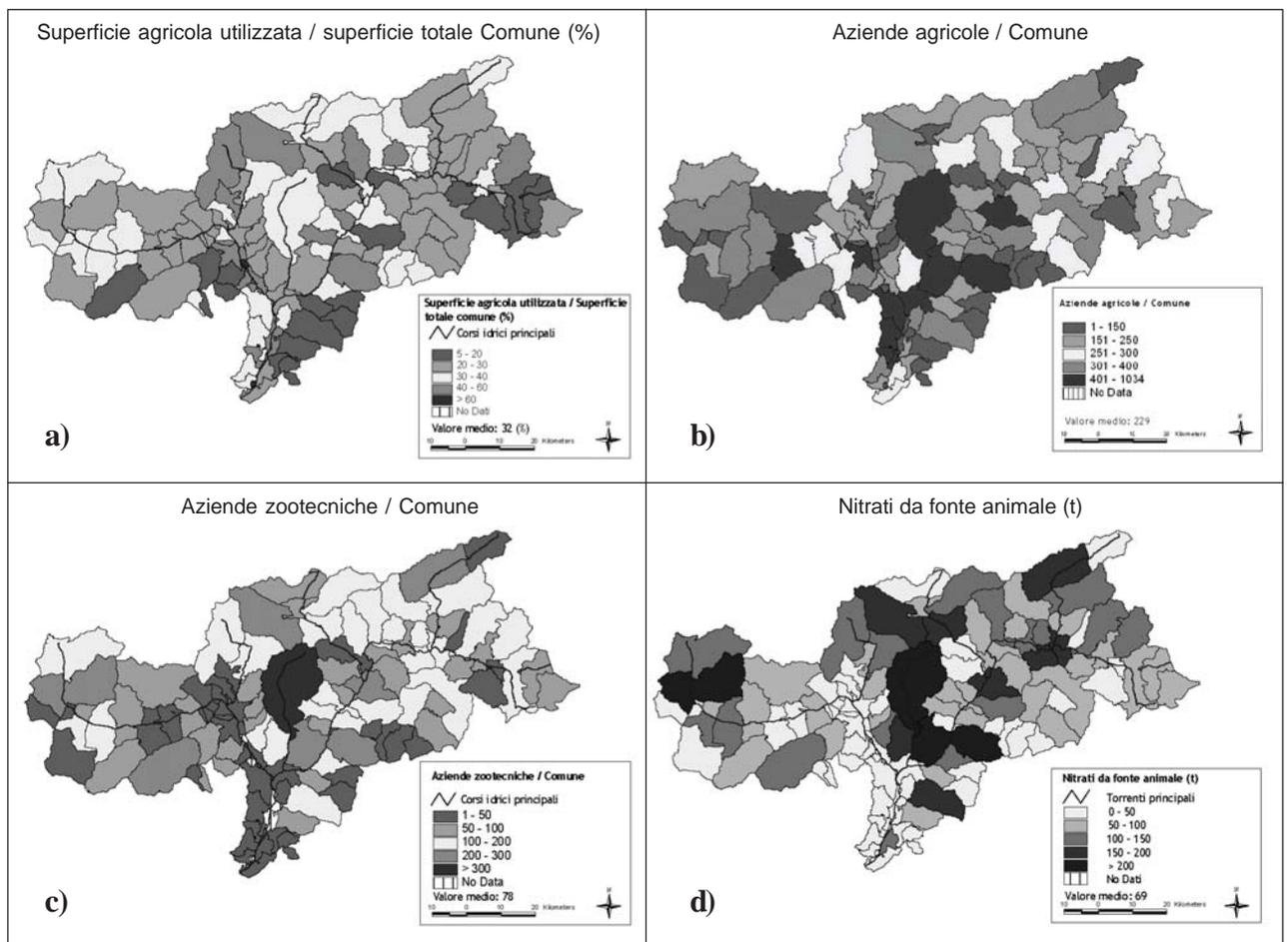


Fig. 6. a) Superficie agricola utilizzata rapportata alla superficie totale del comune; b) Numero di aziende agricole per comune; c) Numero aziende zootecniche per comune (fonte: Carta dei masi); d) Nitrati da fonte animale (t)

azoto per comune. La stima dei quantitativi di azoto apportati al terreno con le deiezioni è stata realizzata utilizzando il modello contenuto nello Studio-ARSIA, "Progetto vulnerabilità da nitrati", che studia gli apporti azotati derivanti da attività agricola. Inoltre sono stati calcolati i nitrati da fonte animale (Fig. 6d). La formula utilizzata è la seguente:

$$Nt = (a \cdot b \cdot c \cdot d) / 100$$

Nt = quantità di azoto apportata con la deiezione;

a = peso medio per capo allevato (pari a 500 kg per capo bovino, a 400 kg per capo equino, a 70 kg per capo ovino, a 65 kg per capo suino e a 2 kg per polli e conigli);

b = numero di capi allevati;

c = letame prodotto per capo in un anno (pari a 22 volte il peso vivo per bovini, equini ed ovini, a 140 volte il peso vivo per suini e a 30 volte il peso vivo per polli e conigli);

d = concentrazione media di azoto della deiezione (considerata pari a 0,4% per i bovini, 0,7% per gli equini, 0,8% per gli ovini, 0,2% per i suini e al 3% per polli e conigli).

I valori-somma per ogni specie di animale calcolati singolarmente per ogni comune (espressi in tonnellate/anno) sono stati rapportati alla SAU ridotta di ogni comune (espressa in ettari) calcolata con lo specifico fattore di riduzione.

La quantità di azoto potenziale apportata al terreno attraverso lo spandimento delle deiezioni animali in tutti i 116 comuni dell'Alto Adige è risultata di 6345 t per le deiezioni bovine, 490 t per quelle ovine, 194 t per quelle caprine, 291 t per quelle equine, 288 t per quelle suine, 50 t per quelle cunicole ed infine 452 t per quelle avicole.

Classi di rischio

Per permettere un'analisi più dettagliata i parametri scelti sono stati suddivisi in tre classi direttamente proporzionali al rischio di inquinamento da nitrati (BASNYAT *et al.*, 2000; SACCO e ZAVATTARO, 1999).

La SAU adibita a coltivazione intensiva con una pendenza maggiore del 10% è stata suddivisa nelle categorie riportate in Tab. I (COOPER *et al.*, 1987;

NUNEZ-DELGADO *et al.*, 2001; VENITE e POESEN, 2005).

Per la *flow accumulation* (x) la classe 1 ($2 \leq x < 4,5$) è stata scelta trascurando le aree in cui non si accumula o vi è solo una piccola quantità d'acqua ($x < 2$), non inserendo tali aree nel calcolo del rischio (valori di *flow accumulation* oltre il 2 corrispondono ad accumulo d'acqua visibile). La seconda classe comprende aree con $4,5 < x < 6$. A questa classe appartengono i piccoli-medi torrenti anche non permanenti. Con $x > 6$ l'accumulo idrico risulta molto elevato e in genere corrisponde ai letti dei corsi d'acqua (Tab. II) (DEVITO *et al.*, 2000).

I valori delle precipitazioni sono stati suddivisi in due classi, considerando solo le zone a più elevata piovosità, nelle quali è stato dimostrato che i fenomeni meteorologici influenzano in modo significativo processi quale l'erosione e la lisciviazione di nutrienti (Tab. II) (CIRMO e McDONNELL, 1997; HAYCOCK e BURT, 1993; SYVERSEN, 2002).

Sovrapponendo mediante analisi GIS i tre fattori selezionati (pendenza della superficie agricola utilizzata, vie di flusso dell'acqua e distribuzione delle precipitazioni) si possono evidenziare porzioni di territorio raggruppate in classi caratterizzate da una crescente incidenza dei fattori che concorrono a generare fenomeni erosivi e di lisciviazione dei nitrati dal terreno verso i corpi idrici (BECKER e BUGMANN, 1997). Le zone così individuate (Fig. 7) sono state qui definite come zone con crescente vulnerabilità territoriale (REMESAN e PANDA, 2008). Per evidenziare il grado di vulnerabilità del singolo comune, i valori delle tre classi di vulnerabilità sono stati successivamente trasformati in percentuali relative ad ogni singolo comune. Le tre categorie di rischio sono state infine sommate per ottenere un unico valore alla scala comunale (Fig. 8).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee dell'Alto Adige ha messo in evidenza concentrazioni che non superano mai i 25 mg L⁻¹, valore che è ampiamente inferiore al limite di 50 mg L⁻¹ (come NO₃-) posto nella direttiva 2000/60/CE. I valori delle concentrazioni dei nitrati nelle acque superficiali vanno da 0,11 a 3,03 mg L⁻¹. I valori più alti si rintracciano nella zona nord-est della Provincia, in particolare sono state individuate 7 stazioni con valori al di sopra dei 2 mg L⁻¹:

Tab. II. Classi di vulnerabilità territoriale crescente determinate sulla base di pendenza della SAU, *flow accumulation* e precipitazioni

| FATTORI | classe 1 | classe 2 | classe 3 |
|-----------------------|---------------|-----------------|------------|
| Pendenza SAU (p) | 10% < p ≤ 15% | 15% < p e ≤ 20% | >20% |
| Flow Accumulation (x) | 2 ≤ x < 4,5 | 4,5 ≤ x < 6 | 6 ≤ x < 12 |
| Precipitazioni | 900 - 1200 mm | 900 - 1200 mm | >1200 mm |

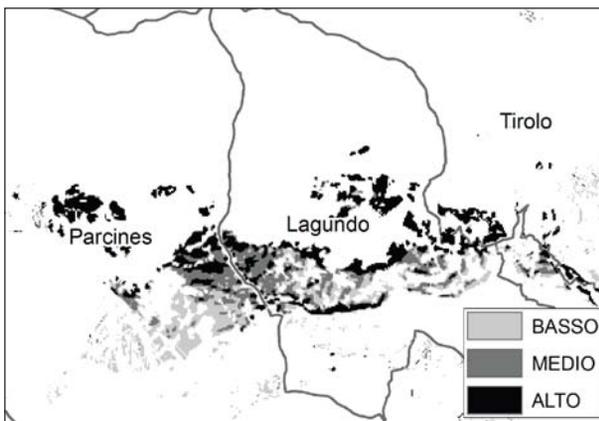


Fig. 7. Zone a crescente rischio di vulnerabilità territoriale (in maggior dettaglio nei comuni di Parcines, Lagundo e Tirolo).

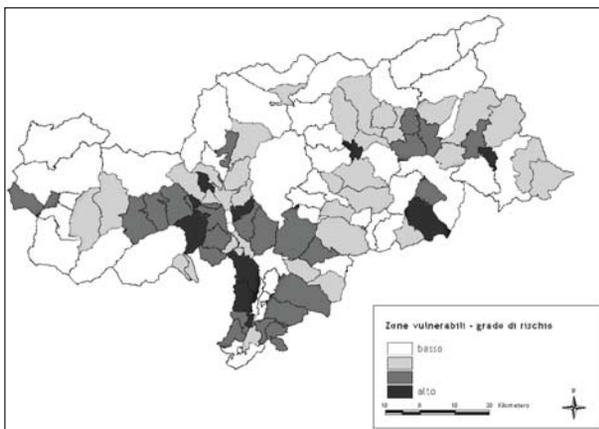


Fig. 8. Vulnerabilità territoriale a livello comunale derivata dalla sommatoria delle tre classi di vulnerabilità. Il valore viene assegnato all'intero comune. Si veda il testo per maggiori dettagli.

Rienza (a monte di Brunico) con 3,03, Rio Selva dei Molini con 2,98, Rio Ega con 2,49, Rio Adige (a monte di Castelbello) con 2,34, Rio Passirio con 2,11, Rio Gardena con 2,09 ed infine Rio Fundres con 2,03.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, sono stati rilevati valori superiori a 15 mg L^{-1} a Caldaro ed Egna, che presenta il valore più alto. L'unico punto più a nord è rappresentato da Brunico con $21,9 \text{ mg L}^{-1}$ (come NO_3^-). Anche se elevati, tutti i valori sono molto al di sotto della soglia prevista dalla legge.

Variazioni di portata significative dovute a fenomeni sia naturali (periodi di magra e periodi di piene) sia artificiali, come ad esempio la gestione a intermittenza legata alle numerose centrali idroelettriche presenti sul territorio, potrebbero facilmente causare incrementi delle concentrazioni di nitrati in certi periodi dell'anno (HAMILTON e BRUINZEEL, 1997).

Nell'intera Provincia per il momento la contaminazione delle acque da nitrati risulta poco importante.

L'individuazione delle aree vulnerabili ai nitrati e gli eventuali piani d'azione per ridurre i carichi di azoto, non sarebbero perciò necessari.

Nonostante ciò, l'individuazione di aree potenzialmente vulnerabili almeno dal punto di vista territoriale servirà come strumento nella pianificazione territoriale ed è già stata inserita nell'elaborazione del piano tutela delle acque della Provincia di Bolzano.

Le aziende agricole sono molto numerose in tutta la Provincia, in particolare quelle con un'estensione inferiore ai 5 ettari. Ve ne sono in media 124 per comune, ma con una distribuzione molto eterogenea, con massimi di 953 aziende ad Appiano, 830 a Aldino e minimi di 5 a Fortezza e 3 a Ponte Gardena. Solo in due comuni, Cortina s.s.d.v. e Gargazzone, la percentuale di SAU supera il 60% del territorio complessivo. È comunque elevata anche nei comuni di Andriano, Ora e Terlano. Le aziende con estensione maggiore si trovano soprattutto a nord.

Numerose aziende zootecniche con unità di bestiame adulto (UBA) si riscontrano soprattutto nella parte alta del bacino dell'Adige, dell'Isarco e del fiume Rienza. Renon, Sarentino e Malles Venosta sono i Comuni in cui si rintracciano i più alti valori di UBA, in questi ultimi due vi è anche la maggior estensione di superficie agricola utilizzata. I comuni lungo la parte alta dell'Adige, in particolare lungo il Rienza alla confluenza con il torrente Aurino, presentano invece valori elevati di nitrati da fonte animale rapportati alla SAU.

Dei 116 comuni altoatesini dieci comuni presentano aree con vulnerabilità territoriale compresa tra il 6% e il 10% circa del territorio comunale. Lagundo (10,2%), Villabassa (7,6%), S. Pancrazio (7,6%), Caldaro (7,4%), Appiano (6,7%), Badia (6,5%), Verano (6%), Naz Sciaves (5,9%) hanno una predisposizione territoriale-geografica elevata che, associata ad altri fattori, può causare un aumento del rischio di inquinamento da nitrati. In alcuni casi infatti una zona, pur presentando una superficie a rischio di vulnerabilità territoriale modesta, può presentare un numero di aziende agricole o zootecniche elevato e/o avere una SAU molto estesa (KEMP e DODDS, 2001; MALARD *et al.*, 2002).

Il quadro complessivo dei fattori chiave analizzati in questo lavoro e delle diverse condizioni di rischio di contaminazione da nitrati è riportato nell'allegato 1. Nella tabella III vengono riportati quei comuni che sono da considerare a rischio a causa delle concentrazioni dei nitrati nelle acque superficiali e sotterranee, delle zone risultate potenzialmente vulnerabili dal punto di vista territoriale nonché secondo i diversi parametri agricoli analizzati. Questi comuni sono stati suddivisi in due gruppi. Il primo include quelli maggiormente a rischio, tenendo comunque presente che si tratta –almeno per la situazione degli ultimi anni– di valori ampiamen-

te al di sotto della soglia limite imposta dalla direttiva. Il secondo, pur non evidenziando concentrazioni di nitrati elevate né una predisposizione territoriale significativa, comprende comuni a minor rischio, che essendo caratterizzati da più parametri agricoli elevati, si è ritenuto comunque opportuno segnalare per garantire anche in futuro un impatto agricolo sostenibile.

Non sono da trascurare nemmeno le condizioni intrinseche dei tratti fluviali. Un fiume oppure un tratto fluviale con caratteristiche strutturali, vegetazione ripariale ed idrodinamismo naturali sarà in grado di rispondere meglio ai carichi dei nutrienti rispetto a

tratti fluviali compromessi, dove per esempio un fondo cementificato o compattato, l'assenza di strutture di ritenzione o una gestione ad intermittenza possono compromettere irreversibilmente la capacità autodepurativa dell'ecosistema (MALARD *et al.*, 2002).

Nelle aree montane, più che altrove, si può riscontrare una polarizzazione territoriale che provoca inevitabilmente disparità tra aree favorite e meno favorite. Il sistema agricolo sta subendo anche un cambiamento strutturale con l'integrazione verticale, che rende l'agricoltura sempre più dipendente da input esterni (es. carburanti, fertilizzanti e macchine), dalla lavorazione

Tabella III. Elenco dei comuni che presentano un diverso rischio da inquinamento da nitrati.

| Cod. Istat | Comuni più a rischio | Spiegazione |
|-------------------|-------------------------------|--|
| 4 | Appiano s.s.d.v. | Presenta una percentuale alta di zone vulnerabili territoriali e anche un alto numero di aziende agricole. |
| 6 | Badia | Presenta una percentuale alta di zone vulnerabili territoriali e anche un alto numero di aziende agricole. |
| 11 | Bressanone | Concentrazione più elevata dei nitrati nelle acque sotterranee e parametri zootecnici elevati: numero di aziende e carico di azoto. |
| 13 | Brunico | Concentrazione più elevata dei nitrati nelle acque, zone a rischio di vulnerabilità territoriale e per i carichi di azoto zootecnico. |
| 15 | Caldaro s.s.d.v. | Carichi zootecnici bassi ma zona sensibile anche per la presenza del lago. |
| 20 | Cermes | Ha una superficie agricola utilizzata estesa e zone a rischio di vulnerabilità territoriale. |
| 35 | Gargazzone | Presenta valori alti sia nei parametri agricoli sia nei nitrati nelle acque. |
| 41 | Lana | Vi si rintracciano valori alti nei nitrati, sostenuta percentuale di zone vulnerabili territoriali e elevato numero di aziende agricole. |
| 53 | Montagna | Presenta una percentuale alta di zone vulnerabili territoriali e anche un alto numero di aziende agricole. |
| 57 | Naz Sciaives | Presenta una percentuale alta di zone vulnerabili territoriali e anche un alto numero di aziende agricole. |
| 59 | Nova Ponente | Presenza sostenuta di zone vulnerabili territoriali ed un alto carico di azoto zootecnico. |
| 60 | Ora | Presenza più cospicua di nitrati nelle acque ed alla superficie agricola utilizzata estesa. |
| 64 | Plaus | Presenta estese zone vulnerabili territoriali e molte aziende agricole. |
| 72 | Renon | Presenta estese zone vulnerabili territoriali e alti valori nei parametri agricoli. |
| 79 | S. Genesio Atesino | Presenta estese zone vulnerabili territoriali ed alti valori nei parametri agricoli: numero di aziende e carico zootecnico. |
| 81 | S. Lorenzo di Sebato | Presenza sostenuta di zone vulnerabili territoriali ed un alto carico di azoto zootecnico. |
| 97 | Terlano | Presenza più cospicua di nitrati nelle acque ed alla superficie agricola utilizzata estesa. |
| 98 | Termeno s.s.d.v. | Da tenere sotto controllo per le zone vulnerabili territoriali e per i fattori agricoli: aziende e superficie agricola utilizzata. |
| 70 | Racines | Evidenzia concentrazioni di nitrati particolarmente alte nelle acque sorgive, e numerosi parametri agricoli elevati. |
| 86 | Sarentino | Pur non evidenziando concentrazioni di nitrati alte, è da tenere sotto controllo in quanto presenta valori alti dei parametri agricoli. |
| Cod. Istat | Comuni a minor rischio | Spiegazione |
| 19 | Castelrotto | A rischio dal punto di vista dei fattori agricoli. |
| 46 | Malles Venosta | Ha molte aziende e di conseguenza un carico di azoto zootecnico elevato. |
| 54 | Moso in Passiria | Presenta una superficie agricola utilizzata estesa ed un alto carico di azoto zootecnico. |
| 104 | Ultimo | Ha molte aziende e di conseguenza un carico di azoto zootecnico elevato. |
| 105 | Vadena | Numerose aziende agricole e superficie agricola utilizzata estesa. |
| 108 | Valle Aurina | Ha molte aziende e di conseguenza un carico di azoto zootecnico elevato. |
| 109 | Valle di Casies | Presenta una superficie agricola utilizzata estesa ed un alto carico di azoto zootecnico. |
| 116 | Velturmo | Numerose aziende agricole e superficie agricola utilizzata estesa. |

industriale e dalla distribuzione commerciale dei prodotti agricoli. Questi fattori possono aumentare il rischio di inquinamento idrico.

Secondo l'analisi svolta sul territorio altoatesino è stata chiaramente evidenziata l'assenza di aree vulnerabili ai nitrati secondo la definizione indicata nella direttiva europea. Di conseguenza attualmente nella Provincia Autonoma di Bolzano non sono necessari piani d'azione legati al superamento dei valori limite

delle concentrazioni dei nitrati. Anche se non esistono al momento condizioni di rischio, il monitoraggio della situazione resta comunque uno strumento utile per poter avere, ad esempio, una sufficiente capacità di previsione.

Ringraziamenti

Questo studio è stato realizzato anche con il supporto finanziario della Provincia Autonoma di Bolzano.

BIBLIOGRAFIA

- ACUTIS A., ARGENTI G., BULLITTA P., CAREDDA S., CAVALLERO A., GIORDANI C., GRIGNANI C., PARDINI A., PORQUEDDU C., REYNERI A., ROGGERO P.P., SULAS L., TALAMUCCI P., ZANCHI C., 1996. Effetti di tipologie di suolo e colture foraggere sulle perdite per ruscellamento di azoto, fosforo e potassio in differenti areali italiani. *Rivista di Agronomia*, **3** suppl.: 329-338.
- ACUTIS A., ARGENTI G., CAREDDA S., CAVALLERO A., DUCCO G., FARA G., GRIGNANI C., PARDINI A., PORQUEDDU C., REYNERI A., SULAS L., TALAMUCCI P., ZANCHI C., 1997. Modellizzazione della percolazione profonda dell'acqua nel terreno: calibrazione e validazione dei codici CREAMS e LEACHW in diversi suoli e colture foraggere. *Rivista di Agronomia*, **1**: 33-41.
- ASTM, 2002. Standard guide for selection of methods for assessing ground water or aquifer sensitivity and vulnerability. ASTM D6030-96, Philadelphia, ASTM.
- BALL D.F., MACDONALD A.M., LILLY A., 2005. Agriculture and diffuse pollution: groundwater nitrate vulnerable zones in Scotland. *Scottish Journal of Geology*, **41**: 61-68.
- BASNYAT P., TEETER L.D., LOCKABY B.G., FLYNN K.M., 2000. The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point pollution problems. *Forest Ecol. Manage.*, **128**: 65-73.
- BECKER A., BUGMANN H., 1997. Predicting global change impacts on mountain hydrology and ecology: integrated catchment hydrology/altitudinal gradient studies. *IGBP Report* No. 43, IGBP Secretariat, Stockholm, Sweden.
- BERETTA G.P., MARCHETTI G., 2003. Criteri di impostazione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee in diverse condizioni idrogeologiche e socio-economiche relative al progetto PR.I.S.M.A.S. In: "Il monitoraggio delle acque sotterranee a scala regionale: approccio tradizionale ed innovazione tecnologica applicati agli acquiferi dell'Umbria". *Ingegneria e Geologia degli Acquiferi*, 16/2001, Torino.
- CHAUVET E., DECAMPS H., 1989. Lateral interactions in a fluvial landscape: the river Garonne, France. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **8**: 9-17.
- CIRMO C.P., MCDONNELL J.J., 1997. Linking the hydrologic and biogeochemical controls of nitrogen transport in near-stream zones of temperate-forested catchments: a review. *Journal of Hydrology*, **199**: 88-120.
- CIVITA M.V., FIORUCCI A., VIGNA B., 2007. The Spatial-Temporal Variability of Nitrates in a Section of the Cuneo Plain (North West Italy). *American Journal of Environmental Sciences*, **3**: 111-116.
- COOPER, A.B., J.E. HEWITT, COOKE J.G., 1987. Land use impacts on stream water nitrogen and phosphorus. *N. Z. J. Forest Sci.*, **17**: 179-192.
- COSTANTINI E.A.C., ANGELONE M., NAPOLI R., 2002. Soil geochemistry and pedological processes. The case of study of the Quaternary soils of the Montagnola Senese (Central Italy). *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, **15**: 53-68.
- DEVITO K.J., FITZGERALD D., HILL A.R., ARAVENA R., 2000. Nitrate dynamics in relation to lithology and hydrologic flow path in a river riparian zone. *Journal of Environmental Quality*, **29**: 1075-1084.
- GRIGNANI C., 1996. Influenza della tipologia di allevamento e dell'ordinamento culturale sul bilancio di elementi nutritivi di aziende padane. *Rivista di Agronomia*, **3** suppl.: 414-422.
- GRIGNANI C., BASSANINO M., 2000. A fertilization balance sheet: limits and quality of information required. Ninth International Workshop of the European Coop. Res. Network "Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture", Gargnano, Italy, 6-9 Settembre, 2000.
- HAMILTON S., BRUIJNZEEL L.A., 1997. Mountain watersheds - integrating water, soils, gravity, vegetation, and people. In: Messerli, B. & Ives, J.D. (eds.), *Mountains of the world - a global priority*. The Parthenon Publishing Group: 337-370.
- HAYCOCK N.E., BURT T.P., 1993. Role of floodplain sediments in reducing the nitrate concentration of subsurface runoff: a case study in the Cotswolds, UK. *Hydrol. Process*, **7**: 287-295.
- KAUFFMAN J.B., KREUGER W.C., 1984. Livestock impacts on riparian ecosystems and streamside management implica-

- tions – A review. *J. Range Manage.*, **37**: 430-438.
- KEMP M.J., DODDS W.K., 2001. Spatial and temporal patterns of nitrogen concentrations in pristine and agriculturally-influenced prairie streams. *Biogeochemistry*, **53**:125-141.
- KÖSTER W., SEVERIN K., 1988. Stickstoff-, Phosphor-und Kaliumbilanzen landwirtschaftlich genutzter Böden der Bundesrepublik Deutschland von 1950-1986. *Landwirtschaftskammer Hannover*, LUFA-Hameln.
- MALARD F., TOCKNER K., DOLE-OLIVIER M.-J., WARD J.V., 2002. A landscape perspective of surface-subsurface hydrological exchanges in river corridors. *Freshwater Biology* **47**: 621-640.
- NAKAO M., SOHNGEN B., 2000. The effect of site quality on the costs of reducing soil erosion with riparian buffers. *J. Soil Water Conserv.*, **55**: 231-237.
- NUNEZ-DELGADO A., LOPEZ-PERIAGO E., QUIROGA-LAGO F., VIQUEIRA D.-F., 2001. Surface runoff pollution by cattle slurry and inorganic fertilizer spreading: chemical oxygen demand, ortho-phosphates, and electrical conductivity levels for different buffer strip lengths. *Water Science & Technology*, **44**:173-180.
- PAPINI R., PANICHI A., PIOVANELLI C., BRANDI G., MONTAGNA G., 2001. Influenza del tipo di lavorazione sulla dinamica stagionale e sulla lisciviazione invernale dei nitrati in vari ordinamenti culturali. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo. Supplemento al volume 50* – Numero speciale 2001: 175-183.
- RAGLIONE P., LORENZONI C., 1997. Valutazione della sensibilità delle aree attraverso lo studio di parametri ambientali, uso e caratteri funzionali del suolo. *Agricoltura e Ricerca*, **164-165-166**, luglio/dicembre 1997.
- REMESAN R., PANDA K., 2008. Groundwater vulnerability assessment, risk mapping, and nitrate evaluation in a small agricultural watershed: Using the DRASTIC model and GIS. *Environmental Quality Management*, **17**: 53-75.
- SACCO D., ZAVATTARO L., 1999. Analisi geostatistica e fuzzy per la descrizione della variabilità territoriale sulla base della tessitura dei suoli. Atti del convegno “*Strumenti informatici e statistici per la valutazione delle risorse agro-ambientali*”, Udine 24-25 novembre 1999.
- SACCO D., ZAVATTARO L., GRIGNANI C., 2006. Regional-scale predictions of agricultural losses in an area with a high livestock density. *Italian Journal of Agronomy*, **4**: 689–703.
- SIMON J.C., GRIGNANI C., JAQUET A., LE CORRE L., PAGES J., 2000. Typologie des bilans d’azote de divers types d’exploitation agricole: recherche d’indicateurs de fonctionnement. *Agronomie*, **20**: 175-195.
- SLIVA L., WILLIAMS D.D., 2001. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Research*, **35**: 3462-3472.
- STARK S.L., NUCKOLS J.R., RADA J., 1999. Using GIS to Investigate Septic System Sites and Nitrate Pollution Potential. *Journal of Environmental Health*, **61**: 66-87.
- SYVERSEN N., 2002. Effect of a cold-climate buffer zone on minimising diffuse pollution from agriculture. *Water Science & Technology*, **45**: 69-76.
- VENTE DE J., POESEN J., 2005. Prediction Soil Erosion and Sediment Yield at the Basin Scale: Scale Issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, **71**: 95–125.
- ZAVATTARO L., GRIGNANI C., 1999. Rappresentatività di lisimetri a percolazione di grandi dimensioni per lo studio dei consumi idrici delle colture. Atti del convegno: “*L’agrometeorologia per il monitoraggio dei consumi idrici*”, Sassari 3-5 novembre 1999: 349-356.
- ZAVATTARO L., GRIGNANI C., 2001. Deriving hydrological parameters for modeling water flow under field conditions. *Soil Science Society of America Journal*, **65**: 655-667.

ALLEGATO 1

Tabella riassuntiva dei parametri calcolati ai fini della determinazione della vulnerabilità a livello comunale (Comuni elencati in base al codice ISTAT).

Cl.1 = % di vulnerabilità territoriale, classe 1

Cl.2 = % di vulnerabilità territoriale, classe 2

Cl.3 = % di vulnerabilità territoriale, classe 3

TVT % vulnerabilità territoriale (= Cl.1 + Cl.2 + Cl.3)

nitrati acque superficiali >5 mg L⁻¹ = concentrazioni nitrati nelle acque superficiali >5 mg L⁻¹nitrati acque sotterranee >5 mg L⁻¹ = concentrazioni nitrati nelle acque sotterranee >5 mg L⁻¹

NAA >300: più di 300 aziende agricole nel rispettivo comune

NAZ >200: più di 200 aziende agricole nel rispettivo comune

Carichi di azoto >140 t: carichi di azoto calcolato che superano le 140 t.

| Cod. Istat | Comuni | Cl.1 (%) | Cl.2 (%) | Cl.3 (%) | TVT (%) | nitrati acque superf. >5 mg L ⁻¹ | nitrati acque sotter. >5 mg L ⁻¹ | NAA > 300 | NAZ >200 | carichi di azoto >140 t |
|------------|--------------------|----------|----------|----------|---------|---|---|-----------|----------|-------------------------|
| 1 | Aldino | 2.27 | 2.34 | 0.02 | 4.64 | | | | | |
| 2 | Andriano | 0.16 | 2.60 | 0.00 | 2.76 | | | | | |
| 3 | Anterivo | 2.01 | 1.84 | 0.02 | 3.88 | | | | | |
| 4 | Appiano s.s.d.v. | 1.37 | 5.24 | 0.13 | 6.74 | | | ● | | |
| 5 | Avelengo | 1.14 | 1.95 | 0.02 | 3.12 | | | | | |
| 6 | Badia | 1.79 | 1.44 | 3.24 | 6.48 | | | ● | | |
| 7 | Barbiano | 0.37 | 0.58 | 0.14 | 1.10 | | | | | |
| 8 | Bolzano | 0.03 | 0.66 | 0.16 | 0.84 | | ● | | | |
| 9 | Braies | 0.51 | 0.98 | 0.03 | 1.52 | | | | | |
| 10 | Brennero | 0.38 | 0.31 | 0.12 | 0.80 | | | | | |
| 11 | Bressanone | 0.60 | 2.39 | 0.13 | 3.12 | | ● | | ● | ● |
| 12 | Bronzolo | 0.02 | 0.83 | 0.01 | 0.86 | | | | | |
| 13 | Brunico | 0.18 | 3.91 | 0.08 | 4.17 | | ● | | | ● |
| 14 | Caines | 0.12 | 4.33 | 0.06 | 4.52 | | | | | |
| 15 | Caldaro s.s.d.v. | 2.69 | 4.61 | 0.07 | 7.36 | | ● | | | |
| 16 | Campo di Trens | 0.26 | 0.87 | 0.66 | 1.79 | | | | | ● |
| 17 | Campo Tures | 0.17 | 0.21 | 0.10 | 0.48 | | | | | |
| 18 | Castelbello | 0.27 | 2.46 | 1.12 | 3.85 | | | ● | | |
| 19 | Castelrotto | 0.93 | 2.34 | 0.24 | 3.51 | | | | ● | ● |
| 20 | Cermes | 1.14 | 3.70 | 0.54 | 5.38 | | | | | |
| 21 | Chienes | 0.19 | 2.21 | 0.18 | 2.59 | | | ● | | |
| 22 | Chiusa | 0.46 | 0.64 | 0.10 | 1.21 | | | ● | ● | |
| 23 | Cornedo all'Isarco | 1.14 | 1.67 | 0.55 | 3.36 | | | | | |
| 24 | Cortaccia s.s.d.v. | 1.84 | 2.13 | 0.28 | 4.25 | | | | | |
| 25 | Cortina s.s.d.v. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 26 | Corvara in Badia | 0.92 | 1.17 | 0.47 | 2.55 | | | | | |
| 27 | Curon Venosta | 0.18 | 0.74 | 0.23 | 1.15 | | | | | |
| 28 | Dobbiaco | 0.81 | 1.05 | 0.07 | 1.93 | | | | | |
| 29 | Egna | 0.38 | 1.63 | 0.14 | 2.15 | | | ● | | |
| 30 | Falzes | 0.23 | 4.11 | 0.17 | 4.51 | | | | | |
| 31 | Fie' allo Sciliar | 0.77 | 2.95 | 0.37 | 4.09 | | | | | |

| Cod. Istat | Comuni | Cl.1 (%) | Cl.2 (%) | Cl.3 (%) | TVT (%) | nitrati acque superf. >5 mg L ⁻¹ | nitrati acque sotter. >5 mg L ⁻¹ | NAA > 300 | NAZ >200 | carichi di azoto >140 t |
|------------|--------------------|----------|----------|----------|---------|---|---|-----------|----------|-------------------------|
| 32 | Fortezza | 0.04 | 0.12 | 0.05 | 0.21 | | | | ● | |
| 33 | Funes | 1.32 | 1.27 | 0.17 | 2.77 | | | | ● | |
| 34 | Gais | 0.18 | 1.84 | 0.11 | 2.13 | | | | | |
| 35 | Gargazzone | 0.12 | 0.77 | 0.18 | 1.07 | | | ● | ● | |
| 36 | Glorenza | 0.14 | 4.52 | 0.02 | 4.68 | | | | | |
| 37 | Laces | 0.09 | 5.02 | 0.15 | 5.25 | | | | | |
| 38 | Lagundo | 3.11 | 1.66 | 5.42 | 10.19 | | | | | |
| 39 | Laion | 0.27 | 2.26 | 0.46 | 2.99 | | | | ● | |
| 40 | Laives | 0.22 | 1.02 | 0.26 | 1.50 | | ● | | | |
| 41 | Lana | 1.95 | 1.91 | 1.45 | 5.31 | | ● | ● | | |
| 42 | Lasa | 0.06 | 2.24 | 0.11 | 2.41 | | | | | |
| 43 | Lauregno | 1.41 | 1.10 | 0.34 | 2.86 | | | | | |
| 44 | Luson | 0.79 | 0.81 | 0.18 | 1.77 | | | | | |
| 45 | Magre' s.s.d.v. | 0.55 | 1.21 | 0.00 | 1.76 | | | ● | | |
| 46 | Malles Venosta | 0.26 | 1.34 | 0.19 | 1.79 | | | | ● | ● |
| 47 | Marebbe | 0.16 | 0.29 | 0.05 | 0.50 | | | ● | | |
| 48 | Marlengo | 0.24 | 2.35 | 0.18 | 2.77 | | | | | |
| 49 | Martello | 0.03 | 0.23 | 0.09 | 0.35 | | | | | |
| 50 | Meltina | 1.57 | 3.03 | 0.08 | 4.68 | | | | | |
| 51 | Merano | 0.25 | 2.21 | 0.50 | 2.96 | | ● | | | |
| 52 | Monguelfo | 0.86 | 2.87 | 0.21 | 3.93 | | | | | |
| 53 | Montagna | 0.92 | 3.13 | 0.13 | 4.19 | | | ● | | |
| 54 | Moso in Passiria | 0.25 | 0.23 | 0.09 | 0.57 | | | | | ● |
| 55 | Nalles | 1.26 | 1.79 | 0.02 | 3.07 | | | | | |
| 56 | Naturno | 0.58 | 1.82 | 2.21 | 4.61 | | | | | |
| 57 | Naz-Sciaves | 0.09 | 5.76 | 0.08 | 5.93 | | | ● | | |
| 58 | Nova Levante | 1.09 | 1.52 | 0.03 | 2.64 | | | | | |
| 59 | Nova Ponente | 2.38 | 2.74 | 0.04 | 5.17 | | | | | ● |
| 60 | Ora | 0.01 | 0.27 | 0.00 | 0.28 | ● | ● | | | |
| 61 | Ortisei | 0.73 | 0.40 | 0.15 | 1.28 | | | | | |
| 62 | Parcines | 0.84 | 1.56 | 1.23 | 3.62 | | | ● | | |
| 63 | Perca | 0.47 | 0.97 | 0.05 | 1.49 | | | ● | | |
| 64 | Plaus | 0.34 | 0.13 | 4.95 | 5.42 | | | ● | | |
| 65 | Ponte Gardena | 0.22 | 0.69 | 0.74 | 1.64 | | | | | |
| 66 | Postal | 0.26 | 0.88 | 0.40 | 1.54 | | | ● | | |
| 67 | Prato allo Stelvio | 0.15 | 0.69 | 0.20 | 1.04 | | | | | |
| 68 | Predoi | 0.46 | 0.35 | 0.16 | 0.98 | | | | | |
| 69 | Proves | 1.38 | 0.95 | 0.04 | 2.37 | | | ● | | |
| 70 | Racines | 0.71 | 0.66 | 0.24 | 1.61 | | | | ● | ● |
| 71 | Rasun Anterselva | 0.86 | 2.43 | 0.08 | 3.38 | | | | | |
| 72 | Renon | 2.05 | 3.31 | 0.11 | 5.47 | | | | ● | ● |
| 73 | Rifiano | 0.19 | 0.55 | 0.18 | 0.93 | | | | | |
| 74 | Rio di Pusteria | 0.53 | 1.45 | 0.05 | 2.03 | | | | | |

| Cod. Istat | Comuni | Cl.1 (%) | Cl.2 (%) | Cl.3 (%) | TVT (%) | nitrati acque superf. >5 mg L ⁻¹ | nitrati acque sotter. >5 mg L ⁻¹ | NAA > 300 | NAZ >200 | carichi di azoto >140 t |
|------------|--------------------|----------|----------|----------|---------|---|---|-----------|----------|-------------------------|
| 75 | Rodengo | 0.26 | 2.39 | 0.20 | 2.86 | | | | | |
| 76 | Salorno | 0.95 | 0.74 | 0.16 | 1.85 | ● | | | | |
| 77 | S.Candido | 0.90 | 1.07 | 0.06 | 2.03 | | | | | |
| 79 | S.Genesio | 2.23 | 2.33 | 0.09 | 4.64 | | | ● | | ● |
| 80 | S.Leonardo Pass. | 0.93 | 0.93 | 0.27 | 2.13 | | | | | |
| 81 | S.Lorenzo Sebato | 0.20 | 3.89 | 0.42 | 4.51 | | | | | ● |
| 82 | S.Martino in B. | 0.50 | 0.64 | 0.19 | 1.33 | | | ● | | |
| 83 | S.Martino Passiria | 1.28 | 1.02 | 1.56 | 3.87 | | | | | |
| 84 | S.Pancrazio | 0.68 | 0.42 | 6.45 | 7.55 | | | | | |
| 85 | S.Cristina | 0.79 | 0.83 | 0.25 | 1.88 | | | ● | | |
| 86 | Sarentino | 0.85 | 0.78 | 0.27 | 1.89 | | | | ● | ● |
| 87 | Scena | 0.44 | 1.07 | 1.32 | 2.83 | | | | | |
| 88 | Selva dei Molini | 0.49 | 0.39 | 0.31 | 1.18 | | | | | |
| 89 | Selva Val Gardena | 0.48 | 0.59 | 0.35 | 1.42 | | | | | |
| 91 | Senales | 0.10 | 0.10 | 0.24 | 0.43 | | | | | |
| 92 | Sesto | 0.84 | 1.16 | 0.05 | 2.05 | | | | | |
| 93 | Silandro | 0.03 | 2.87 | 0.05 | 2.95 | | ● | | | |
| 94 | Sluderno | 0.10 | 0.84 | 0.45 | 1.39 | | | ● | | |
| 95 | Stelvio | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.59 | | | | | |
| 96 | Terento | 0.41 | 1.90 | 0.11 | 2.42 | | | | | |
| 97 | Terlano | 0.08 | 2.37 | 0.07 | 2.51 | | ● | | | |
| 98 | Termeno | 1.59 | 3.13 | 0.26 | 4.98 | | | ● | | |
| 99 | Tesimo | 2.49 | 2.37 | 0.09 | 4.95 | | | | | |
| 100 | Tires | 0.82 | 0.59 | 0.31 | 1.72 | | | ● | | |
| 101 | Tirolo | 0.13 | 2.00 | 1.04 | 3.16 | | | | | |
| 102 | Trodèna | 2.07 | 2.15 | 0.12 | 4.34 | | | | | |
| 103 | Tubre | 0.76 | 3.76 | 0.32 | 4.84 | | | | | |
| 104 | Ultimo | 0.39 | 0.31 | 0.77 | 1.46 | | | | ● | ● |
| 105 | Vadena | 0.13 | 0.47 | 0.26 | 0.86 | | | ● | | |
| 106 | Valdaora | 0.48 | 1.77 | 0.07 | 2.32 | | | | | |
| 107 | Val di Vizze | 0.66 | 0.93 | 0.15 | 1.74 | | | | | ● |
| 108 | Valle Aurina | 0.48 | 0.46 | 0.23 | 1.18 | | | | ● | ● |
| 109 | Valle di Casies | 1.07 | 1.39 | 0.06 | 2.52 | | | | | ● |
| 110 | Vandòies | 0.44 | 0.69 | 1.25 | 2.38 | | | | | |
| 111 | Varna | 0.10 | 0.69 | 0.04 | 0.83 | | | | | |
| 112 | Verano | 2.22 | 3.62 | 0.11 | 5.95 | | | | | |
| 113 | Villabassa | 2.98 | 4.33 | 0.25 | 7.56 | | | | | |
| 114 | Villandro | 0.71 | 0.53 | 0.12 | 1.37 | | | | | |
| 115 | Vipitèno | 1.17 | 1.54 | 0.14 | 2.85 | | ● | | | |
| 116 | Velturèno | 0.37 | 1.92 | 0.17 | 2.45 | | | ● | | |
| 117 | La Valle | 1.63 | 1.76 | 2.51 | 5.90 | | | | | |
| 118 | Senale-S.Felice | 1.79 | 1.90 | 0.09 | 3.78 | | | | | |