

Attività di monitoraggio dei nutrienti nelle acque e nei suoli pugliesi a supporto delle strategie gestionali per la riduzione e razionalizzazione del consumo dei fertilizzanti

Valeria Ancona^{1*}, Vito Uricchio¹, Nicola Lopez¹, Giuseppe Caniglia², Salvatore Ripa²

Riassunto: L'assistenza al mondo agricolo scientificamente supportata dalla disponibilità di dati analitici riferiti alle matrici suolo agrario ed acque ad uso irriguo, integrata con le informazioni agro-meteorologiche, costituisce l'elemento fondante per una gestione agricola sostenibile sia sul piano ambientale che economico. In tale direzione l'Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA) con la collaborazione del CNR-IRSA, ha svolto nel corso degli ultimi anni, azioni progettuali finalizzate al supporto tecnico-scientifico, all'informazione ed all'aggiornamento delle conoscenze ed all'assistenza agli operatori agricoli, con l'obiettivo di sostenere e favorire la diffusione di pratiche agricole eco-compatibili, basate sull'uso razionale delle risorse agro-ambientali e sulla riduzione di input chimici ed energetici, nel rispetto dell'ambiente e della salute dei consumatori. Nello specifico, sono state realizzate attività di monitoraggio dei nutrienti (nitrati nelle acque sotterranee e fosfati nei suoli) i cui risultati hanno rivelato, per i primi, la presenza di situazioni di criticità, con particolare riferimento alle aree della regione maggiormente interessate da produzioni agricole di tipo intensivo; per i secondi, invece, è stata evidenziata una concentrazione inferiore a quella osservata nelle campagne di monitoraggio precedenti. Entrambi i monitoraggi sono risultati utili per indirizzare gli operatori agricoli verso una gestione eco-sostenibile delle risorse ambientali

Parole chiave: monitoraggio, nitrati, fosfati, riduzione input chimici.

Abstract: Technical support in agricultural field, supported by availability of analytical data referred to soil and irrigation water resources, integrated with meteorological information, represents the fundamental element for a sustainable agricultural management, both on environmental and economic level. In this direction Regional Association of Apulia Defence Consortium (ASSOCODIPUGLIA) in collaboration with Water Research Institute of National Research Council (IRSA-CNR), in the last years, has planned actions aimed to give technical scientific support, to inform and to promote the knowledge updating for agricultural workers; They also sustain and encourage the diffusion of eco-sustainable agricultural practices, based on rational use of natural resources, and on reduction of chemical and energetically input, in respect of the Environment and consumers health. Several nutrients monitoring activities have been conducted (nitrates in groundwater and phosphate in soil samples) whose results have demonstrated, for the first pollutant, the presence of critical situations on regional territory, with regards to those areas which are mainly affected by intensive crop productions; for the second ones, phosphate concentration was due to be minor that the one observed in previous monitoring campaign. Both these activities resulted useful to direct farmers towards a sustainable management of natural resources.

Key words: monitoring, nitrates, phosphate, chemical input reduction

INTRODUZIONE

Nel corso dell'ultimo decennio l'Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA) ha svolto, in collaborazione con l'Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche e l'Università degli Studi di Bari, attività finalizzate all'erogazione di servizi specialistici in materia di agrometeorologia, lotta integrata e assistenza agronomica alle colture agrarie, e di informazioni ambientali necessarie alle scelte decisionali e di programmazione. L'utilizzo

indiscriminato di fertilizzanti ha promosso l'incremento delle produzioni agricole ma al contempo, ha creato alterazioni della qualità dei suoli e delle acque. L'accumulo di nutrienti, quali nitrati e fosfati, rispettivamente nelle acque sotterranee e nei suoli, possono causare seri problemi di eutrofizzazione (notevole proliferazione di alghe e piante acquatiche), che sono persistenti ed il cui processo di recupero è lento (Carpenter *et al.*, 1998). L'inquinamento delle acque di falda in aree ad intensa attività agricola è, infatti, una conseguenza delle pratiche agricole che impiegano larghe quantità di fertilizzanti e pesticidi; l'impatto di tali pratiche di gestione sulla contaminazione delle acque sotterranee in Europa è stato ampiamente dimostrato da

* Corresponding author: valeria.ancona@cnr.it

¹ Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR,

² Associazione Regionale Consorzi di Difesa della Puglia

Gustafson (1983), Andersen e Kristiansen (1984), Strebel *et al.* (1989), Bernhard *et al.* (1992) e Bijay-Singh *et al.* (1995) tra gli altri.

I nitrati sono considerati dei contaminanti delle acque di falda, la cui particolare rilevanza è dovuta alla loro larga diffusione negli acquiferi e agli impatti negativi che essi hanno sulla salute umana e sull'ambiente (Masetti *et al.*, 2008). Il nitrato è un composto solubile, possiede carica negativa, pertanto presenta un'elevata mobilità e potenziale perdita dalla zona insatura per lisciviazione (DeSimone e Howes, 1998; Chowdary *et al.*, 2005). Diversi studi hanno dimostrato un'elevata correlazione ed associazione tra l'attività agricola e la concentrazione dei nitrati nelle acque sotterranee (Ling and El-Kadi, 1998; Joosten *et al.*, 1998; Harter *et al.*, 2002; Shrestha and Ladha, 2002; Jordan e Smith, 2005; Dunn *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2005). Per quanto concerne i fosfati, pur non essendo mobili, un loro accumulo nei suoli aumenta il loro potenziale trasferimento in soluzione ed eventualmente nelle acque superficiali. Inoltre, la loro presenza aumenta il rischio eutrofizzazione mettendo a rischio l'uso in altri settori delle acque contaminate (Carpenter *et al.*, 1998).

Nel presente lavoro sono presentati i risultati relativi alle attività di monitoraggio di: (a) nitrati nelle acque ad uso irriguo in Puglia, condotte nell'ambito del "Piano di ampliamento della rete agrometeorologica regionale" per il periodo 2006-2007; (b) fosfati nei suoli pugliesi, realizzate nell'ambito del "Piano Agrometeorologico Regionale - Terza Fase 2009". Tale tipologia di attività consente di fornire indicazioni sullo stato di qualità delle risorse idriche e dei suoli agrari e di valutarne l'impatto delle attività agricole; inoltre, le informazioni derivanti da tali attività possono assumere valenza strategica ai fini del supporto alle scelte tecniche di gestione del territorio, che mirino non solo al raggiungimento di maggiore efficienza economica (aumento della produttività e diminuzione dei costi) ma anche, attraverso la razionalizzazione del consumo di fertilizzanti, alla riduzione degli input chimici ed energetici nell'ambiente.

MATERIALI E METODI

Campioni di acque sotterranee

Sono stati analizzati campioni di acqua irrigua provenienti da 473 pozzi, appartenenti ad aziende agricole rappresentative (per distribuzione territoriale, tipologie di colture e pratiche agronomiche) della complessa realtà produttiva regionale. Le analisi chimico-fisiche sono state eseguite secondo i "Metodi ufficiali di analisi delle acque per

uso agricolo e zootecnico" (D.M. del 23/03/2000) e secondo la normativa in materia di tutela delle risorse idriche sia nazionale (D.Lgs. 152/99; Dir. 2000/60/CE; D.Lgs. 152/06, ecc.) che regionale (D.G.R. N. 2036/2005 della Regione Puglia). Ciascun campione è stato analizzato in triplicato ed è stata successivamente calcolata la deviazione standard.

Campioni di suoli

Sono stati prelevati 60 campioni di suolo (12 per ciascuna provincia della Regione Puglia), campionati per azienda e per area omogenea e sottoposti ad analisi dei fosfati. La determinazione del fosforo assimilabile è stata realizzata con il Metodo Olsen secondo le indicazioni fornite dai "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo - D.M. del 13/09/1999". È stata effettuata la valutazione agronomica dei valori di concentrazione del fosforo assimilabile sulla base

Tab. 1 - Valutazione agronomica del fosforo nei suoli sulla base dei valori di fosforo assimilabile determinato con il Metodo Olsen (Regione Campania, 2000).

Tab. 1 - Agricultural evaluation of soil phosphorous based on assimilable phosphorous determination by Olsen method (Regione Campania, 2000).

P ₂ O ₅ [mg/kg]	Valutazione
Inferiore a 34	Molto basso
Tra 34 e 69	Basso
Tra 69 e 103	Medio
Tra 103 e 160	Alto
Superiore a 160	Molto alto

Tab. 2 - Acque sotterranee pugliesi contaminate da nitrati nell'anno 2006 ([NO₃] superiore al valore soglia di 50 mg/l).

Tab. 2 - Apulian groundwaters polluted by nitrates on 2006 ([NO₃] major than legal limit of 50 mg/l).

Località	Concentrazione nitrati (mg/L)
Trinitapoli (FG)	63
Noicattaro (BA)	59,7
Capurso (BA)	93,3
Polignano a Mare (BA)	110,9

Tab. 3 - Acque sotterranee pugliesi contaminate da nitrati nell'anno 2007 ([NO₃] superiore al valore soglia di 50 mg/l).

Tab. 3 - Apulian groundwaters polluted by nitrates on 2007 ([NO₃] major than legal limit (50 mg/l).

Località	Concentrazione nitrati (mg/L)
Monopoli (BA)	53,1
Polignano a Mare (BA)	60,3
Binetto (BA)	89,3

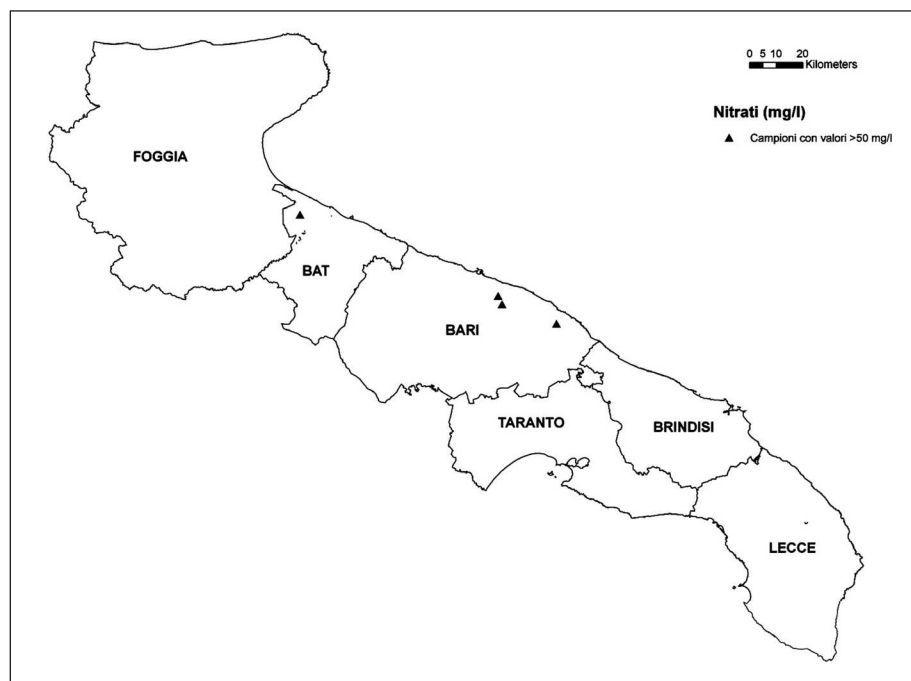


Fig. 1 - Carta della distribuzione dei valori di NO_3 superiori a 50 mg/l sul territorio pugliese (periodo primaverile-estivo 2006).
Fig. 1 - Map of NO_3 value distribution on Apulia territory on spring-summer 2006.

delle indicazioni (tabella 1) fornite dalla “Guida alla concimazione” (Regione Campania, 2000).

RISULTATI

Monitoraggio nitrati nelle acque sotterranee

La campagna di monitoraggio condotta nel periodo primaverile estivo dell'anno 2006 ha rivelato la presenza di una situazione di criticità nel territorio foggiano, relativamente all'agro di Trinitapoli (concentrazione di nitrati pari a 63 mg/l), e di diffusa criticità nel territorio della provincia di Bari (Fig. 1). Le analisi condotte nell'anno successivo hanno evidenziato che la zona maggiormente interessata dal superamento del limite normativo (50 mg/l) è esclusivamente localizzata nel territorio della provincia di Bari (nell'agro di Binetto, Polignano a Mare e di Monopoli, Fig. 2). Il riscontro di isolati siti caratterizzati da un sovraccarico di sostanze azotate sostiene la presenza di fenomeni di inquinamento di tipo diffuso delle acque, riconducibili in alcuni casi, all'impatto delle attività agricole (Novotny and Olem, 1993). Nello specifico, l'esistenza di tali situazioni di degrado è maggiormente evidente nelle aree interessate da produzioni agricole di tipo intensivo, come confermato anche dalla designazione delle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola della Regione Puglia (Deliberazione della Giunta Regionale n°2036/2005), realizzata in adempimento alla direttiva 676/91/CE. Pertanto, le concentrazioni di nitrati superanti il valore soglia di 50 mg/l potrebbero essere il risultato della lisciviazione di

fertilizzanti azotati distribuiti in quantità superiori rispetto alle reali esigenze nutritive delle colture agricole (Piva, 2004), con la loro conseguente mobilitazione verso il sottosuolo e la falda acquifera. In tal senso, l'effettiva divulgazione delle informazioni dei risultati del monitoraggio realizzato nell'anno 2006, ha consentito di attuare una gestione più razionale del territorio e di ottenere di conseguenza una riduzione della contaminazione da nutrienti azotati di origine agricola, come evidenziato dai valori espressi in tabella 3.

Monitoraggio fosfati nei suoli

Le analisi condotte hanno permesso di evidenziare una situazione molto diversa da quella registrata nel precedente periodo di analisi (2008) che indicava un'elevata dotazione fosfatica per i suoli pugliesi indagati (dati non mostrati), in particolare per le province di Bari, Foggia e Brindisi, in cui è stato registrato frequentemente un alto valore di P_2O_5 assimilabile (> 103 mg/kg).

Il monitoraggio effettuato con la campagna 2009 ha rivelato per i suoli indagati una dotazione fosfatica prevalentemente bassa, (valore di P_2O_5 < a 34 mg/kg), specialmente nelle province di Brindisi, Lecce, Taranto e Foggia, con eccezione di alcuni suoli della provincia di Bari (Fig. 3). In questi campioni, sono stati riscontrati alti valori di P_2O_5 superiori al valore di 160 mg/kg relativo ad una dotazione fosfatica dei suoli “molto alta”. I risultati relativi ai suoli della provincia di Bari hanno evidenziato una diffusa “bassa” dotazione

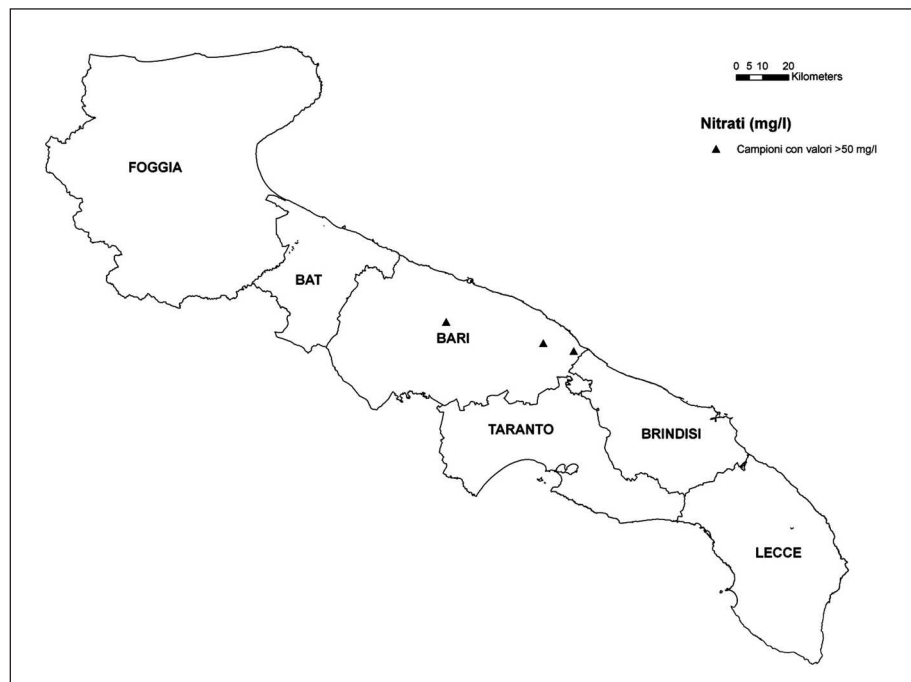


Fig. 2 - Carta della distribuzione dei valori di NO_3 superiori a 50 mg/l sul territorio regionale (periodo primaverile-estivo 2007).

Fig. 2 - Map of NO_3 value distribution on Apulia territory on spring-summer 2007.

fosfatica dei suoli e nello stesso tempo, la presenza di valori anche elevatissimi di P_2O_5 (348 e 1112 mg/kg) che possono essere imputati ad un uso eccessivo di fertilizzanti fosfatici che ha causato accumuli di tale nutriente. Liu *et al.* (2007), hanno evidenziato che l'eccessiva concimazione fosfatica sia di natura inorganica che minerale incrementa il grado di saturazione dell'assorbimento del fosforo da parte del suolo, che conduce

ad una potenziale perdita del fosforo per lisciviazione nel suolo così come suggerito anche da Sheng *et al.*, 2004. I grafici delle figure 4 e 5 riportano la distribuzione delle classi di valori di fosforo assimilabile per i suoli della provincia di Bari (analisi 2008 e 2009). I risultati relativi alla campagna di monitoraggio 2008 hanno evidenziato la presenza di un'elevata dotazione fosfatica dei suoli indagati (il 17,14% del totale dei campioni

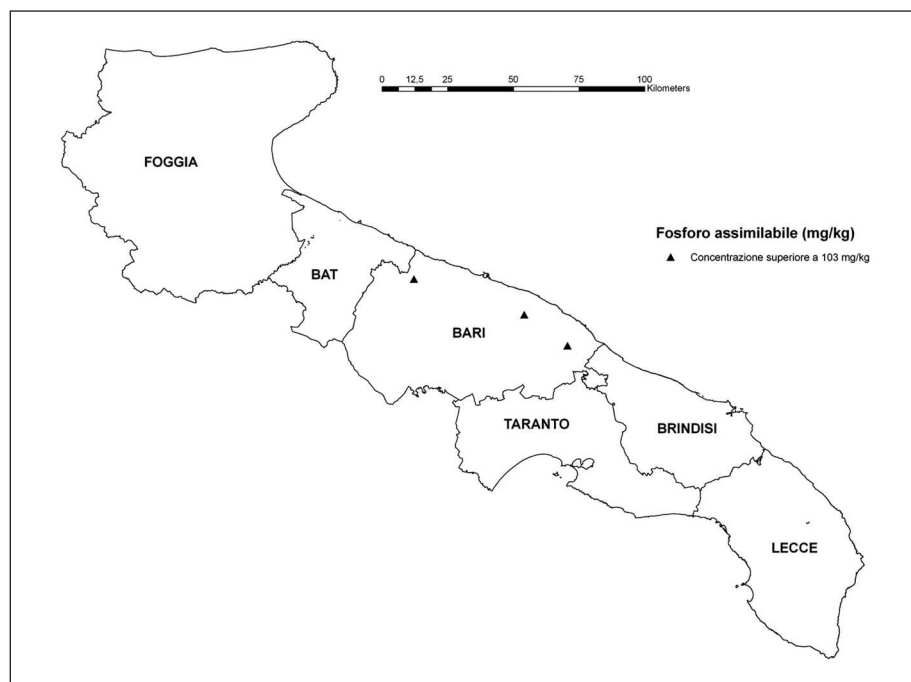


Fig. 3 - Carta della distribuzione dei valori di fosforo assimilabile (P_2O_5) superiori a 160 mg/l sul territorio pugliese (campagna di monitoraggio 2009).

Fig. 3 - Map of P_2O_5 values distribution on Apulia territory on 2009.

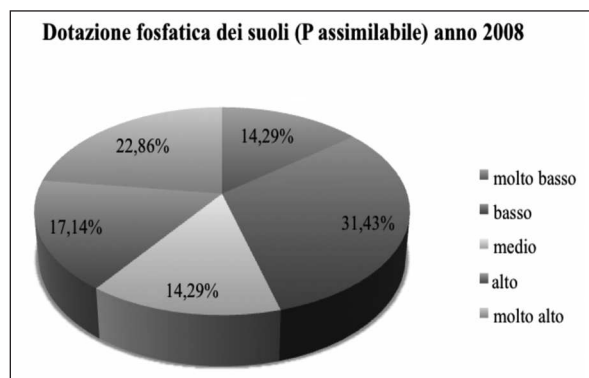


Fig. 4 - Distribuzione delle classi di valori di P_2O_5 relativi ai suoli della provincia di Bari per la campagna di monitoraggio 2008.

Fig. 4 - Class distribution values of P_2O_5 in soils of Bari Province on 2008 monitoring.

ha registrato valore di P_2O_5 superiore a 103 mg/kg ed il 22,86% superiore a 160 mg/kg). Nell'anno successivo è stato osservato, invece, un andamento opposto; predomina, infatti, una dotazione bassa di fosfati (il 75% dei campioni di suoli esaminati). Pertanto, si evince che le attività di concimazione fosfatica, condotte alla luce delle risultanze osservate con le analisi del periodo 2008, sono state realizzate in maniera razionale, nell'ottica di una riduzione degli input chimici nell'ambiente. La diffusione dei risultati di monitoraggio, realizzata mediante le attività ed i mezzi di divulgazione (sito web "www.agrometeopuglia.it") ad opera dell'Associazione Regionale dei Consorzi di Difesa della Puglia (ASSOCODIPUGLIA), ha promosso, infatti, presso gli operatori agricoli, la riduzione dei fertilizzanti fosfatici sul territorio con conseguente abbassamento dei valori di fosfati nei suoli esaminati.

CONCLUSIONI

Le attività di monitoraggio dei nutrienti rappresentano un valido strumento per la comprensione dei possibili fenomeni di inquinamento diffuso delle acque di falda ed al contempo forniscono informazioni utili alla comprensione dello stato di qualità dei suoli agrari indagati. Tali attività consentono di promuovere l'individuazione di strategie atte a mitigare l'eventuale presenza di processi degradativi del territorio e di proporre azioni per garantire la tutela e la conservazione delle risorse acqua e suolo, indispensabili per la realizzazione delle produzioni agrarie. In tal senso, le informazioni derivanti dalle campagne di monitoraggio dei nutrienti possono consentire di individuare e promuovere una razionale somministrazione di fertilizzanti (azotati e fosfatici) in funzione delle effettive necessità colturali,

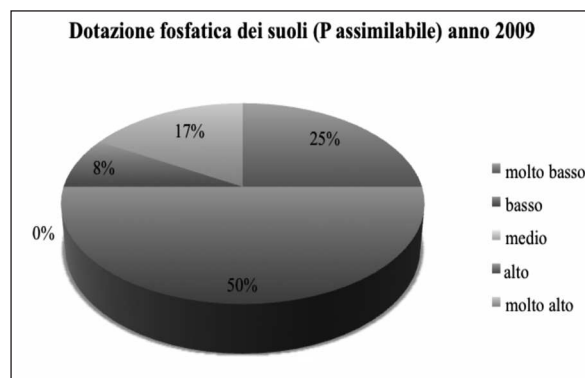


Fig. 5 - Distribuzione delle classi di valori di P_2O_5 relativi ai suoli della provincia di Bari per la campagna di monitoraggio 2009.

Fig. 5 - Class distribution values of P_2O_5 in soils of Bari Province on 2009 monitoring.

risultando vantaggiose sia in termini di una riduzione dei costi di gestione, sia in riferimento ad un incremento della qualità delle produzioni ed alla conquista di una maggiore sostenibilità ambientale.

Bibliografia

- Andersen L.J., Kristiansen H., 1984. Nitrate in groundwater and surface water related to land use in the Karup basin, Denmark. *Environ Geol* 1984, 5: 207-212.
- Bernhard C., Carbiener R., Cloots A.R., Froehlicher R., Schenk C., Zilliox L., 1992. Nitrate pollution of groundwater in the Alsatian plain (France). A multidisciplinary study of an agricultural area: the central ried of the Ill river. *Environ Geol Water. Sci*, 20: 125-137.
- Bijay-Singh, Yadvinder-Singh, Sekhon G.S., 1995. Fertilizer-N use efficiency and nitrate pollution of groundwater in developing countries. *J Contam Hydrol*, 20: 167-184.
- Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N. & Smith V.H., 1998. Non point pollution of surface waters with phosphorous and nitrogen. *Ecological Applications*, 8: 559-568.
- Chowdary V.M., Rao N.H., Sarma P.B.S., 2005. Decision support framework for assessment of non-point-source pollution of groundwater in large irrigation projects. *Agric Water Manag*, 75: 194-225.
- DeSimone L., Howes B., 1998. N transport and transformations in shallow aquifer receiving wastewater discharge: a mass balance approach. *Water Resour Res*; 34(2): 2171-85.
- Decreto del Ministro delle Politiche Agricole e Forestali del 23 marzo 2000 n. 10342 - "Approvazione ed ufficializzazione dei metodi di

- analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico”.
- Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152. “Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258”. G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000 - Supplemento Ordinario n. 172.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale. G.U. n. 88 del 14/04/2006 - S.O. n. 96).
- Deliberazione della Giunta della Regione Puglia, n. 2036 del 30.12.2005. Designazione e Perimetrazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola (ZVN) nel territorio della regione Puglia.
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque. Gazzetta ufficiale n. L 327 del 22/12/2000 pag. 0001-0073.
- Dunn S.M., Vinten A.J.A., Lilly A., DeGroot J., McGeachan M., 2005. Modelling nitrate losses from agricultural activities on a national scale. *Water Sci Technol*, 51(3-4): 319-327.
- Gustafson A., 1983. Leaching of nitrate from arable land into ground-water in Sweden. *Environ. Geol.*, 5: 65-71.
- Harter T., Davis H., Mathews M., Meyer R., 2002. Shallow groundwater quality on dairy farms with irrigated forage crops. *J Contam Hydrol*, 55: 287-315.
- Joosten L.T.A., Buijze S.T., Jansen D.M., 1998. Nitrate in sources of drinking water? Dutch drinking water companies aim at prevention. *Environ. Pollut.*, 102: (S1)487-92.
- Jordan C., Smith R.V., 2005. Methods to predict the agricultural contribution to catchment nitrate loads: designation of nitrate vulnerable zones in Northern Ireland. *J Hydrol*, 301(1-4): 316-329.
- Ling G., El-Kadi A., 1998. A lumped parameter model for N transformation in the unsaturated zone. *Water Resour. Res.*, 34(2): 203-212.
- Liu A., Ming J., Ankumah Ramble O., 2005. Nitrate contamination on private wells in rural Alabama, United States. *Sci Total Environ*, 346: 112-120.
- Liu J., Liao W., Zhang Z., Zhang H., Wang X. and Meng N., 2007. Effect of phosphate fertilizer and manure crop yield, soil accumulation, and the environmental risk assessment. *Agric Sci in China*, 6(9): 1107-1114.
- Masetti M, Poli S, Sterlacchini S, Beretta GS, Facchi A., 2008. Spatial and statistical assessment of factors influencing nitrate contamination in groundwater. *J Environ Manag*, 86: 272-281.
- Ministero per le Politiche Agricole (1999). Metodi ufficiali di analisi di chimica del suolo. D.M. del 13/09/99, Gazzetta Ufficiale n.185 del 21.10.99
- Novotny V., Olem H., 1993. *Water quality*. VNR - New York.
- Piva C., 2004. *Agronomia e nitrati: cause ed effetti sull’ambiente coltivato*. Genio rurale.
- Regione Campania, Assessorato all’Agricoltura, AGC Sviluppo Attività Settore Primario-SIRCA, Ottobre 2000. Guida alla concimazione, Manuale 33.
- Sheng H.J., Xia X.Y., Yang L.Q., Zhao H.T., Luan S., Feng K., 2004. Effect of phosphorous application on soil available P and different P form in runoff. *Acta Ecologica Sinica*, 24: 2837-2840.
- Shrestha R.K., Ladha J.K., 2002. Nitrate pollution in groundwater and strategies to reduce pollution. *Water Sci Technol*, 45(9): 29-35.
- Strebel O., Duynisveld W.H.M., Bottcher J., 1989. Nitrate pollution of groundwater in western Europe. *Agric. Eco. Environ.*, 26: 189-214.