



REGIONE LIGURIA



REPUBBLICA ITALIANA



COMMISSIONE EUROPEA

Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2007-2013 - LIGURIA  
Misura 111 - Azione "PROGETTI DIMOSTRATIVI"  
"Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali"  
PROGETTO DIMOSTRATIVO STRATEGICO

## RIDUZIONE DEL PROBLEMA DELL'INQUINAMENTO DA NITRATI DEI SUOLI E DELLE FALDE IDRICHE



ACRONIMO

# "NUTRIECO"



# GUIDA ALL'EMERGENZA NITRATI IN AGRICOLTURA

## APPLICAZIONI E SOLUZIONI PER L'ORTOFLOROVIVAISMO LIGURE

### INTRODUZIONE

### OBIETTIVI DEL PROGETTO

#### Obiettivi generali

- Contenere l'inquinamento dei suoli e delle falde idriche derivante dall'uso inappropriato ed eccessivo di fertilizzanti distribuiti sulle colture in vaso ed in particolare ridurre la diffusione nell'ambiente dei nitrati;
- Migliorare la sensibilità ambientale degli imprenditori agricoli compatibilmente con le attività produttive aziendali;
- Illustrare le alternative tecnicamente applicabili rispetto all'uso di sistemi di distribuzione molto inquinanti, al fine di sviluppare un approccio integrato per la protezione dell'ambiente e della produzione agricola;
- Validare in campo soluzioni tecniche e impiantistiche innovative per ridurre la diffusione nell'ambiente di fertilizzanti, in particolare di nitrati, e contemporaneamente garantire la salvaguardia del reddito di impresa;
- Validare in campo sistemi di controllo e monitoraggio aziendali e comprensoriali.

#### Obiettivi specifici

Con queste premesse, le necessità delle imprese sono piuttosto chiare:

- conoscere ed utilizzare gli strumenti e gli impianti per l'irrigazione più idonei e più efficienti per ogni ambiente di coltivazione e tipo di specie coltivata;
- conoscere ed applicare i prodotti e le strategie di concimazione più adatti per ridurre, da un lato, la dispersione di elementi nutritivi nell'ambiente - e in particolare di azoto - e dall'altro per dosare al meglio gli stessi in relazione alle necessità delle colture nell'ambito dei diversi cicli colturali;
- conoscere, almeno per gli elementi nutritivi principali, gli asporti delle colture ornamentali e in particolare quelle "aromatiche" maggiormente diffuse;
- ridurre, conseguentemente, i costi di produzione, sia quelli economici, che ambientali e rendere possibile il successo delle produzioni;
- sensibilizzare le imprese agricole relativamente alle possibilità d'uso delle acque meteoriche e di acque provenienti dalla depurazione degli scarichi fognari (acque di depuratore).

## I NITRATI - CARATTERISTICHE GENERALI E IGIENICO-SANITARIE

### PREMESSA GENERALE

Da alcuni anni sono andati sviluppandosi gli studi sul ciclo dell'azoto nei suoli: l'argomento è di interesse per gli agronomi, che intendono ottimizzare la qualità e la quantità dei concimi da apportare alle colture, ma è anche entrato di prepotenza ad interessare gli idrogeologi, che spesso trovano i nitrati al disopra dei limiti di potabilità nelle acque di falda superficiale in zone intensamente coltivate.

L'azoto è un elemento biologicamente attivo e partecipa a molte reazioni importanti per la vita. I nitrati sono composti a base di azoto che vengono trattenuti poco dal terreno e pertanto possono essere facilmente dilavati ed andare ad inquinare le falde. I nitrati sono il prodotto finale della degradazione dei composti azotati ad opera dei microrganismi secondo i seguenti passaggi:



A concentrazioni superiori ai 10 mg N/l, il nitrato interferisce con la capacità dell'emoglobina di trasportare ossigeno nei neonati (metemoglobinemia). I nitrati possono anche essere implicati nella formazione di composti nitrosamminici, cancerogeni per l'essere umano. Lo ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) è invece tossico per molte forme di vita acquatica. La legislazione italiana, così come quella comunitaria, indica come valore guida per la concentrazione dei nitrati nelle acque ad uso idropotabile 5 mg/l, mentre la concentrazione massima ammissibile è di 50 mg/l (D.P.R. n. 236 del 24/05/1988). Inoltre, le recenti normative nazionali e regionali (D. Lgs. n. 152 del 11/05/99 e D.P.G.R. 18/10/2002 n. 9/R) forniscono indicazioni precise per il trattamento delle acque reflue urbane e la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, individuando altresì le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e i relativi programmi d'azione. In particolare, il D.Lgs. 152/99, fissa a 25 mg/l il limite per la seconda classe di qualità dei corpi idrici sotterranei, ad impatto antropico ridotto e con buone caratteristiche idrochimiche.

### IL CICLO NATURALE DELL'AZOTO

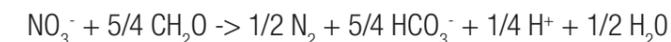
L'azoto viene incorporato nelle cellule delle forme viventi, anche le più semplici. La fissazione dell'azoto nei gruppi amminici biodisponibili ( $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_2$ ), richiede energia per rompere il legame N-N dell'azoto atmosferico ( $\text{N}_2$ ). La fissazione dell'azoto è effettuata dalle alghe blu-verdi così come dai batteri azoto-fissatori presenti nelle radici delle leguminose. La maggior parte delle piante invece deriva l'azoto dall'ammonio presente nel suolo, a partire dal quale esse sintetizzano l'azoto organico. Quando la materia organica muore, l'azoto organico viene ritrasformato in ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ), per essere riciclato: questa è la ragione per la quale compost e letame sono ottimi fertilizzanti. In condizioni aerobiche, parte dell'ammonio si ossida a nitrato secondo la reazione di nitrificazione:



Il nitrato è la forma più stabile dell'azoto, dopo il gas  $\text{N}_2$ , nelle acque sotterranee.

Concentrazioni minori della forma intermedia di nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) possono anche essere presenti.

Poiché i sali nitrici sono altamente solubili, non esistono praticamente limiti alla presenza di nitrati in acqua. I processi di attenuazione della concentrazione in nitrati sono esclusivamente la diluizione e la denitrificazione. Quest'ultima è una reazione organica che avviene in assenza di ossigeno (condizioni anaerobiche) ed in presenza di un substrato organico, generalmente costituito da carbonio organico disciolto (denitrificazione):



La denitrificazione avviene in genere ad opera di un batterio, il *Thiobacillus denitrificans*, anche se altri organismi possono operare la denitrificazione anche in assenza di carbonio organico.

#### Il ciclo dell'azoto

L'azoto è d'importanza fondamentale per le forme di vita sulla terra e il ciclo dell'azoto è uno dei cicli dei nutrienti più rilevanti per gli ecosistemi naturali. Le piante assorbono azoto dal suolo e gli animali, a loro volta, utilizzano le piante per alimentarsi. Quando muoiono e si decompongono, l'azoto ritorna al suolo e viene trasformato dai batteri, cosicché il ciclo riparte. Le attività agricole possono disturbare l'equilibrio di tale ciclo, ad esempio attraverso l'uso eccessivo di fertilizzanti, che causa da un lato l'inquinamento delle acque e l'eutrofizzazione, dovuti a un carico eccessivo di nutrienti, e dall'altro l'acidificazione e gli effetti indotti dai gas serra a causa delle emissioni gassose.



## FONTI D'INQUINAMENTO

Le fonti di nitrati nelle acque sono:

- di tipo agricolo, in particolare sono legate allo spargimento sul terreno dei liquami prodotti dagli allevamenti e all'uso di concimi chimici;
- di tipo civile, legato alla presenza di fosse di spandimento di liquami civili (acque nere e acque bianche).

## CONSEGUENZE DELL'INQUINAMENTO

La presenza eccessiva di nitrati nell'acqua può recare in generale grave danno agli ecosistemi acquatici, si ricorda ad esempio che l'azoto assieme al fosforo è uno dei principali responsabili dell'eutrofizzazione dei corpi idrici. Inoltre la presenza di nitrati nelle falde può rendere inutilizzabile la principale risorsa idrica per l'uomo. I nitrati possono essere molto pericolosi per la salute umana. L'assunzione di nitrati e nitriti negli adulti può essere pericolosa in quanto, a certe concentrazioni, questi composti all'interno dell'organismo umano possono dare origine a nitrosammine e nitrosammidi che sono temibili sostanze cancerogene. Nei neonati i nitrati sono molto più pericolosi che negli adulti: nel loro intestino i nitrati vengono trasformati in nitriti, questi ultimi reagiscono con l'emoglobina, la proteina dei globuli rossi che trasporta l'ossigeno, e la rendono inattiva; mentre negli adulti questo problema non si manifesta in quanto è presente un enzima che riesce a ripristinare l'emoglobina funzionante, nei neonati questo enzima viene prodotto solo dopo il terzo mese di vita. Si ricorda che i nitrati, oltre che nell'acqua, possono essere presenti anche negli insaccati, dove vengono utilizzati come coloranti e conservanti, e nelle verdure a foglia larga (es. insalate).

## NORMATIVA VIGENTE

- Secondo il D.Lgs. 152/99, che recepisce la direttiva 91/676/CEE, nota come direttiva nitrati, vanno individuate come zone vulnerabili quelle in cui le acque di falda contengono oltre 50 mg/l di nitrati; per tali zone si devono prevedere programmi intesi a limitare l'impiego in agricoltura di tutti i fertilizzanti contenenti azoto e a stabilire restrizioni specifiche nell'impiego di concimi organici animali.
- Lo stesso limite massimo di 50 mg/l di nitrati è posto anche dal D.Lgs. 31/2001, che regola la qualità delle acque destinate al consumo umano. Secondo alcuni esperti tale limite sarebbe troppo alto per alcune categorie più sensibili come i neonati. La normativa precedente (DPR 236/88) oltre al valore massimo, rimasto invariato, riportava anche il valore guida, che era pari a 5 mg/l di nitrati.

## L'EMERGENZA NITRATI IN AGRICOLTURA: MONITORAGGIO, STRATEGIE E PIANI D'AZIONE DEI PAESI UE

Come già descritto l'acqua pulita è essenziale per la salute e il benessere dell'uomo, nonché per gli ecosistemi naturali, pertanto la salvaguardia della qualità dell'acqua rappresenta uno degli elementi chiave della politica ambientale europea. Poiché l'acqua non si ferma ai confini nazionali, è essenziale che vi sia un approccio europeo per far fronte ai problemi dell'inquinamento. La direttiva Nitrati del 1991 rappresenta uno dei primi strumenti legislativi dell'Unione europea (UE) che si pone l'obiettivo di controllare l'inquinamento e migliorare la qualità dell'acqua.

Sebbene l'azoto sia un elemento nutritivo vitale per la crescita delle piante, in concentrazioni elevate può risultare dannoso per l'uomo e la natura. L'uso di nitrati in agricoltura in fertilizzanti organici e chimici ha rappresentato un'importante fonte d'inquinamento in Europa. Il consumo di fertilizzanti minerali ha registrato per la prima volta una progressiva riduzione agli inizi degli anni novanta e si è stabilizzato negli ultimi quattro anni nell'UE-15, mentre il consumo di azoto è aumentato del 6% nell'UE-27. In generale, è possibile affermare che l'agricoltura è all'origine di oltre il 50% degli scarichi di azoto nelle acque superficiali.



La direttiva Nitrati (1991) mira a proteggere la qualità delle acque in Europa prevenendo l'inquinamento delle acque sotterranee e superficiali provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e favorendo l'uso di corrette pratiche agricole. La direttiva sta dimostrando la sua efficacia: nel periodo 2004-2007 le concentrazioni di nitrati nelle acque superficiali sono rimaste stabili o sono diminuite nel 70% dei siti sottoposti a monitoraggio rispetto al periodo precedente (2000-2003). Relativamente alle acque sotterranee, il 66% dei punti di monitoraggio evidenzia concentrazioni di nitrati stabili o in diminuzione. Tutti gli Stati membri hanno elaborato programmi d'azione: ve ne sono oltre 300 in tutta l'Unione europea, di qualità sempre più elevata. Nei 27 Stati membri dell'Unione europea il 39,6% del territorio è soggetto all'attuazione di

programmi d'azione. Gli agricoltori guardano sempre più favorevolmente alla protezione dell'ambiente e sperimentano nuove tecniche come il trattamento degli effluenti di allevamento. L'agricoltura resta una fonte notevole di problemi per le acque ed è necessario che gli agricoltori continuino a adottare pratiche più sostenibili. Occorrono ancora enormi sforzi affinché si possa ripristinare una qualità ottimale delle acque in tutta l'Unione europea.

## I NITRATI - AZIONI OBBLIGATORIE IN CAPO AGLI STATI MEMBRI

### IL MONITORAGGIO

Ai sensi della direttiva, gli Stati membri sono tenuti ad analizzare i livelli di concentrazione di nitrati e lo stato trofico delle loro acque. A tal fine è essenziale la realizzazione di un'appropriata attività di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee, superficiali e marine. Nell'Unione Europea vi sono attualmente 31 000 e 27 000 siti di monitoraggio, rispettivamente per le acque sotterranee e superficiali. Belgio, Danimarca e Malta presentano le reti di monitoraggio più dense. Ogni quattro anni la Commissione Europea redige una relazione sull'attuazione della direttiva, sulla base delle informazioni ricevute dalle autorità nazionali. Nel 2008-2009, per la prima volta tutti i 27 Stati membri hanno effettuato la trasmissione ufficiale di tali informazioni relativamente al periodo 2004-2007.

La relazione della Commissione relativa al periodo 2004-2007 evidenzia che nel 15% delle stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee dei 27 Stati membri dell'UE sono stati registrati livelli di concentrazione di nitrati superiori al limite di 50 mg/l. D'altro canto, il 66% di esse ha evidenziato livelli inferiori a 25 mg/l. Poiché la maggior parte degli Stati membri dell'UE-12 ha trasmesso i dati per la prima volta, i trend di concentrazione sono stati valutati solo per gli Stati membri dell'UE-15. In questi ultimi, due terzi delle stazioni di monitoraggio hanno fatto registrare livelli di concentrazione di nitrati costanti o in calo rispetto al periodo 2000-2003. In Bulgaria, Cipro, Estonia e Ungheria il 91% dei siti di monitoraggio ha evidenziato livelli costanti o in diminuzione. Le concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee sono inferiori a profondità crescenti; in effetti, la percentuale più elevata di acque contaminate è compresa tra cinque e quindici metri al di sotto della superficie. In base ai dati sulle acque dolci superficiali, nel 21% delle stazioni di monitoraggio dell'UE-27 sono state registrate concentrazioni di nitrati inferiori a 2 mg/l e solo il 3% di esse ha evidenziato valori superiori

a 50 mg/l. Nell'UE-15, il 70% delle stazioni ha fatto registrare livelli di concentrazione di nitrati stabili o in diminuzione rispetto al periodo 2000-2003. In Austria, Finlandia, Germania, Grecia, Irlanda, Lussemburgo, Portogallo e Svezia non sono stati rilevati livelli di concentrazione di nitrati superiori a 50 mg/l. I diversi criteri utilizzati per valutare lo stato trofico rendono difficile una comparazione dei risultati ottenuti nei diversi Stati membri. In generale, l'attività di contrasto al fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque lacustri e marine resta una sfida importante in gran parte d'Europa.

### LE STRATEGIE DEI PAESI UE

Gli Stati membri hanno designato come zone vulnerabili i bacini drenanti in acque soggette o potenzialmente soggette all'inquinamento da nitrati o a eutrofizzazione. Austria, Danimarca, Finlandia, Germania, Irlanda, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi e Slovenia hanno deciso di garantire lo stesso livello di protezione a tutto il loro territorio e non hanno designato zone vulnerabili ai nitrati. Gli Stati membri sono stati chiamati a definire codici di buone pratiche agricole, da attuarsi su base volontaria nel rispettivo territorio, nonché a sviluppare programmi d'azione specifici che gli agricoltori sono obbligatoriamente tenuti ad attuare nelle zone vulnerabili ai nitrati. La designazione delle zone vulnerabili deve essere rivista periodicamente, al fine di monitorare l'efficacia dei programmi d'azione ed eventualmente modificarli, con lo scopo di garantire che tali programmi siano in linea con gli obiettivi della direttiva; gli Stati membri sono, infine, tenuti a presentare alla Commissione Europea i risultati di tali verifiche.

### I PIANI D'AZIONE

I programmi d'azione devono includere una serie di misure previste dalla direttiva, relative, ad esempio, ai periodi in cui è proibita l'applicazione di fertilizzanti, alla capacità minima richiesta di stoccaggio degli effluenti di allevamento e alle regole volte a controllare l'applicazione dei fertilizzanti sui terreni adiacenti ai corpi idrici o sui terreni in forte pendenza, al fine di ridurre il rischio di contaminazione delle acque.

Tutti gli Stati membri hanno elaborato uno o più programmi d'azione. La maggior parte di tali programmi comprende tutte le misure fondamentali richieste dalla direttiva, incluso il limite di 170 kg di azoto per ettaro all'anno proveniente dagli effluenti di allevamento. È tuttavia necessario che alcuni programmi stabiliscano delle regole più stringenti in materia di disposizioni concernenti lo stoccaggio di effluenti d'allevamento, applicazione equilibrata di fertilizzanti e definizione di periodi in cui l'applicazione degli stessi è proibita.

La direttiva consente agli Stati membri di derogare al limite di 170 kg di azoto per ettaro all'anno a determinate condizioni particolarmente stringenti. Gli Stati membri devono dimostrare di essere in grado di raggiungere gli obiettivi della direttiva migliorando le altre misure definite dai

programmi d'azione e riducendo le perdite di nutrienti in altri modi. La deroga per l'impiego di quantitativi di effluenti di allevamento superiori a 170 kg di azoto per ettaro all'anno previsti dalla direttiva deve essere giustificata da criteri obiettivi quali, ad esempio, stagioni di crescita prolungate, colture ad elevato assorbimento di azoto, elevate precipitazioni o condizioni eccezionali dei terreni. La deroga è autorizzata con decisione della Commissione, previo parere del comitato nitrati.

Fino al dicembre 2009 sono state concesse deroghe a sette Stati membri: Austria (deroga scaduta alla fine del 2007), Belgio (due decisioni della Commissione, per le Fiandre e la Vallonia), Danimarca, Germania, Irlanda, Paesi Bassi e Regno Unito (due decisioni della Commissione per Inghilterra, Scozia e Galles e per l'Irlanda del Nord).

Cipro, Spagna e Ungheria associano le disposizioni in materia di applicazione dei fertilizzanti alle norme sui sistemi d'irrigazione. Ad esempio, l'85-90% degli agricoltori ciprioti applica tecniche avanzate d'irrigazione adattate alle effettive esigenze delle colture.

## LE INNOVAZIONI PER GLI AGRICOLTORI

La maggior parte degli agricoltori rispetta facilmente le disposizioni dei programmi d'azione. Gli eventuali problemi sono dovuti essenzialmente alla tenuta non accurata dei registri e alla mancanza di conoscenze, specialmente fra i piccoli agricoltori. In numerosi Stati Membri si registra tuttavia un sostegno crescente da parte degli agricoltori alle azioni di protezione ambientale.

La capacità di stoccaggio è aumentata rispetto all'ultimo periodo di monitoraggio, ma continua a rappresentare un problema diffuso. Questa deve essere sufficiente per far fronte ai periodi in cui l'applicazione di effluenti al terreno è vietata o impedita dalle condizioni climatiche. Poiché la mancanza di risorse finanziarie viene indicata come il principale ostacolo per gli agricoltori alla realizzazione di adeguata capacità di stoccaggio, investimenti ulteriori in tal senso potrebbero essere necessari.

Si evidenzia un crescente interesse per le iniziative riguardanti il trattamento degli effluenti di allevamento. Nelle regioni ad allevamento intensivo e con elevate eccedenze di nutrienti, i reflui zootecnici vengono trasformati dagli agricoltori in modo da essere facilmente trasportabili e gestibili. Le tecniche di trasformazione vanno dalla semplice separazione solido-liquido a tecniche quali l'essiccazione, il compostaggio o l'incenerimento di frazioni solide, la filtrazione su membrana o il trattamento biologico, che permette alla frazione liquida di essere immessa nei sistemi idrici. Queste tecniche sono spesso associate a processi di digestione in impianti a biogas per la produzione di energia. Gruppi di agricoltori hanno investito nella costruzione di impianti di trattamento in cooperative, in particolare in Belgio, nei Paesi Bassi e in Spagna. Gli allevatori sono altresì impegnati nella sperimentazione di nuove tecniche di alimentazione, come diete a basso tenore di azoto e gestione avanzata dell'alimentazione, che migliorano l'efficienza della trasformazione dei mangimi e riducono l'escrezione dei nutrienti.

## LA RICADUTA DEI PIANI D'AZIONE SUL PIANO LEGISLATIVO

La direttiva Nitrati è strettamente correlata alle altre politiche dell'Unione Europea in materia di acqua, aria, cambiamenti climatici e agricoltura e la sua attuazione porta benefici a ciascuna di queste aree:

- la riduzione dei nitrati è parte integrante della direttiva quadro sulle acque (2000), che prevede un approccio integrato e transfrontaliero, mirato alla protezione delle acque ed organizzato sulla base di distretti idrografici, con l'obiettivo di conseguire un buono stato per tutti i corpi idrici europei entro il 2015;
- la nuova direttiva sulle acque sotterranee (2006) conferma che le concentrazioni di nitrati non devono superare la soglia di 50 mg/l. Numerosi Stati membri hanno fissato dei limiti ancor più stringenti, con l'obiettivo di conseguire il buono stato delle proprie acque;
- qualità dell'aria e del suolo: le attività agricole e di allevamento sono causa, fra le altre cose, di emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) — che hanno un impatto sulla salute umana e sull'ambiente in quanto contribuiscono al processo di acidificazione del suolo, eutrofizzazione delle acque e inquinamento da ozono troposferico — e di altre sostanze inquinanti, quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili. La completa attuazione della direttiva Nitrati dovrebbe contribuire alla riduzione delle emissioni di ammoniaca del 14% rispetto ai livelli del 2000 entro il 2020, perché, ad esempio, le misure volte a limitare le quantità di fertilizzanti utilizzati hanno effetti positivi in termini di riduzione sia delle perdite di nitrati nelle acque, sia delle emissioni di ammoniaca nell'aria;
- cambiamenti climatici: tutte le attività legate all'allevamento e alla gestione dei fertilizzanti rilasciano protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>), gas a effetto serra con un potenziale di riscaldamento globale pari rispettivamente a 310 e 21 volte quello della CO<sub>2</sub>. In caso di completa attuazione, la direttiva Nitrati determinerebbe la riduzione delle emissioni di N<sub>2</sub>O del 6% rispetto ai livelli del 2000 entro il 2020 e contribuirebbe così ad attenuare i cambiamenti climatici; la politica agricola comune (PAC) fornisce un contributo all'attuazione della direttiva Nitrati attraverso il sostegno diretto e le misure di sviluppo rurale. Fra le varie misure agroambientali, per le quali gli agricoltori possono ottenere pagamenti, numerosi Stati membri hanno previsto misure di gestione dei nutrienti come, ad esempio, l'introduzione di fasce tampone attorno ai corsi d'acqua, più larghe rispetto a quelle previste dai programmi d'azione. Il sostegno diretto è soggetto alla condizionalità con la legislazione ambientale dell'UE, compresa la direttiva Nitrati;

- la direttiva sulle acque reflue urbane (1991) fissa gli standard per la raccolta e il trattamento delle acque reflue domestiche e di alcuni settori industriali.

## RISULTATI GENERALI

Nell'Unione Europea migliora la qualità delle acque e cresce la qualità e l'efficacia dei programmi d'azione. Si è esteso il territorio dell'Unione Europea soggetto all'attuazione dei programmi d'azione, in particolare nell'UE-15, in cui ha raggiunto il 44,6% della superficie complessiva. Dal 2004 la superficie delle aree vulnerabili è aumentata in particolare in Belgio, Italia, Portogallo e Spagna. Tuttavia, la designazione di aree vulnerabili deve essere ancora ampliata in numerose regioni d'Europa. Complessivamente il 70% delle acque superficiali e il 66% delle acque sotterranee mostrano segni di miglioramento. Nonostante la riduzione del numero di capi d'allevamento e nell'uso di fertilizzanti fornisca un importante contributo in termini di riduzione di pressione ambientale, le attività agricole costituiscono ancora oggi un'importante fonte di azoto per le acque superficiali. È necessario che molti Stati membri intensifichino i propri sforzi per quanto attiene le attività di monitoraggio, di identificazione delle regioni particolarmente inquinate e di applicazione di programmi d'azione più stringenti. La Commissione Europea continuerà a collaborare con gli Stati membri e a sostenerli al fine di conseguire gli obiettivi della direttiva.

## LE ANALISI TERRITORIALI DEL PROGETTO NUTRIECO E LE INNOVAZIONI PROPOSTE

### LE ANALISI TERRITORIALI

La conoscenza approfondita delle caratteristiche dell'area ingauna e della presenza dei nitrati nelle porzioni più superficiali del suolo è premessa fondamentale per conoscere il loro destino nelle falde più profonde.

Per tale ragione, in alcune zone della piana di Albenga sono state posizionate sonde a diversa profondità - ma sempre in posizione superficiale rispetto alle falde idriche - disposte adottando i seguenti criteri generali:

- Delimitazione dell'area "vulnerabile" identificata nella piana ingauna da Regione Liguria e ARPAL;
- Presenza delle coltivazioni ritenute medie e rappresentative per la zona (coltivazioni di aromatiche, coltivazioni specie da fiore, oliveto, specie orticole);
- Prelievo nei periodi di maggiore rischio di dispersione dei nitrati (fase di sviluppo e accrescimento delle colture);
- Presenza diffusa e omogenea di aziende che producono gli stessi prodotti; le zone di prelievo, quando ritenuto necessario per la rappresentatività del campionamento, risultano baricentriche all'area di coltivazione e alla destinazione produttiva della stessa.

Sulla base di tale logica operativa, sono state individuate:

- Cinque zone di prelievo;
- Due profondità per zona di prelievo (30 e 50 cm);
- Prelievi con frequenza settimanale (in relazione anche agli andamenti pluviometrici).

Zone selezionate:

Aziende	N° tubo	Profondità
Bossaro Davide (pieno campo, aromatiche)	1	30 cm
	2	50 cm
Poggi Roberto (aromatiche e floricoltura)	3	30 cm
	4	50 cm
CeRSAA (oliveto)	5	30 cm
	6	50 cm
Aldo Alberto (floricoltura)	7	30 cm
	8	50 cm
CeRSAA (tunnel orticoltura)	11	30 cm
	12	50 cm

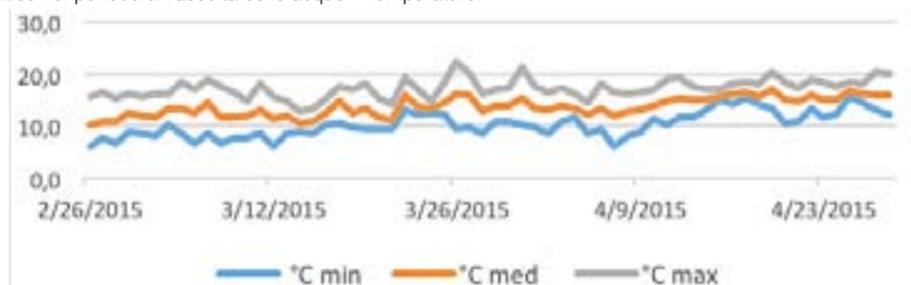
I prelievi sono stati concentrati tra febbraio e aprile 2015.

Lo studio della localizzazione dei punti di prelievo è stata effettuata nel 2014 in aree individuate come segue.

- **Azienda Bossero Davide:** Azienda che produce prevalentemente specie di piante aromatiche. Segue specifiche procedure per la limitazione del drenaggio dell'acqua utilizzata per la fertirrigazione;
- **Azienda Poggi Roberto:** Azienda floricola specializzata; le superfici sono prevalentemente protette e la produzione di maggiore rilievo è quella floricola. Si tratta di una azienda mediamente rappresentativa per la piana di Albenga e al centro di un'area di intensa coltivazione florovivaistica;
- **CeRSAA:** Il Centro di Sperimentazione e Assistenza Agricola si trova al centro di una vasta area ove si trovano prevalentemente colture ornamentali. Sono anche presenti coltivazioni di specie orticole nelle aree immediatamente confinanti con un lato del Centro, mentre al proprio interno da alcuni anni è presente un oliveto stabile. Per queste ragioni due punti di prelievo sono stati fissati in due zone all'interno del Centro;
- **Azienda Aldo Alberto:** Azienda floricola specializzata nella produzione floricola in serra e in pieno campo. Essa si trova al centro di una vasta area di produzione floricola, altimetricamente molto bassa, per cui raccoglie le acque delle zone circostanti.

Nel corso del periodo di raccolta dei campioni, sono state monitorate le condizioni meteorologiche, di seguito riportate. Va detto che, in precedenza al periodo prescelto, nell'area interessata dallo studio si sono susseguite condizioni meteorologiche che hanno visto prolungati e insistenti periodi di pioggia che, almeno in linea di principio, avrebbero potuto far prevedere un notevole dilavamento dei nitrati presenti negli strati più superficiali del suolo.

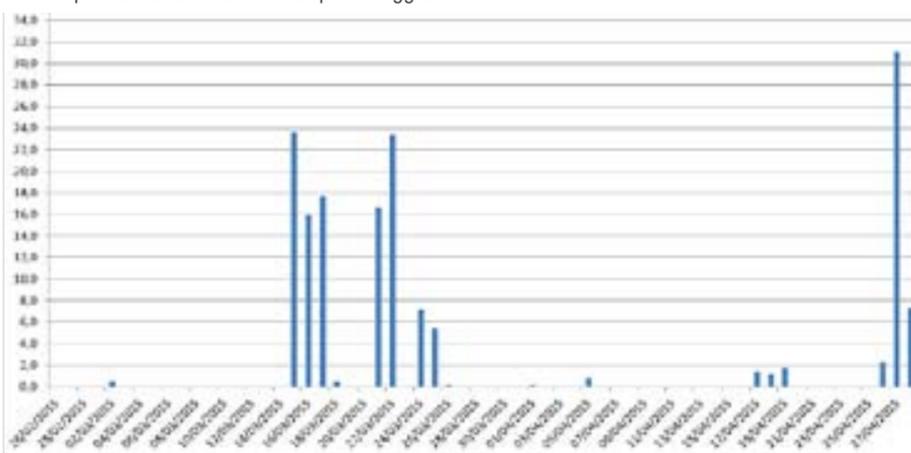
Andamento climatico nel periodo di raccolta delle acque - Temperature:



Andamento climatico nel periodo di raccolta delle acque - Umidità:



Andamento climatico nel periodo di raccolta delle acque - Pioggia:



## RISULTATI

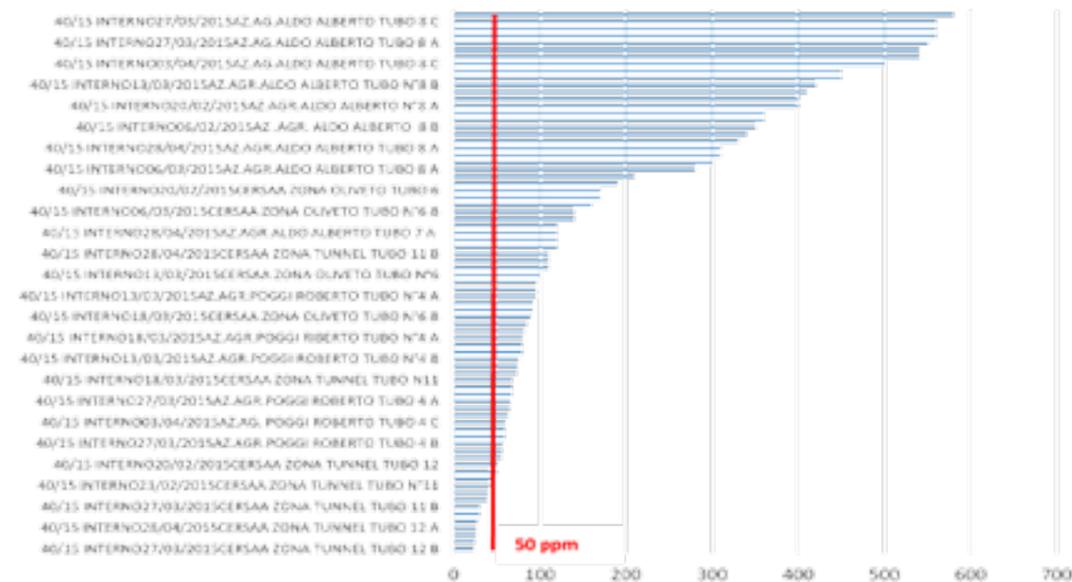
Non tutti i punti di prelievo hanno fornito volumi di acqua sufficienti per l'analisi, sia a causa della scarsità degli eventi meteorici, sia a seguito degli accorgimenti messi in atto dagli agricoltori per limitare il drenaggio delle acque di fertirrigazione. Complessivamente, sono state fatte 77 analisi i cui risultati sono di seguito illustrati.

Aziende	Profondità	Valore medio (ppm)	Valore massimo (ppm)	Valore minimo (ppm)
Bossero Davide (pieno campo, aromatiche)	30 cm	0	0	0
	50 cm	0	0	0
Poggi Roberto (aromatiche e floricoltura)	30 cm	0	0	0
	50 cm	68,3	81,0	55,0
CeRSAA (oliveto)	30 cm	135,0	160,0	110,0
	50 cm	118,5	170,0	90,5
Aldo Alberto (floricoltura)	30 cm	115,0	110,0	120,0
	50 cm	402,7	556,7	255,0
CeRSAA (tunnel orticoltura)	30 cm	86,3	170,0	28,0
	50 cm	61,6	84,0	23,5

Come è possibile osservare dai dati raccolti, il contenuto in nitrati negli strati più superficiali del terreno, all'interno di aziende produttrici che a loro volta si trovano al centro di aree floricole e/o orticole molto attive dal punto di vista produttivo, hanno messo in evidenza valori di contenuto di nitrati molto elevati. In modo particolare, i punti di raccolta posti a quote altimetricamente inferiori (azienda agricola Aldo Alberto) forniscono i dati più alti, presumibilmente anche per l'effetto di impluvio che viene a manifestarsi. A giustificazione del fatto che è l'intera area a soffrire di una ricchezza elevata di nitrati, anche indipendentemente dall'esecuzione, in loco, di interventi di concimazione, sono i dati raccolti all'interno dell'oliveto del CeRSAA. Di quest'area, infatti – opportunamente inserita come testimone – si conosce bene la storia, ed è nota e tracciata l'assenza di qualsiasi concimazione effettuata negli ultimi due anni. In precedenza, tra il 2010 e il 2013, sono stati apportati soltanto acque di vegetazione (residui della lavorazione delle olive), in dosi molto basse e anch'esse tracciate. Precedente all'oliveto, nella stessa area venivano effettuate prove sperimentali che non prevedevano l'uso di fertilizzanti; ancora prima, la superficie era saltuariamente dedicata alla coltivazione dell'aneto e del carciofo.

I dati raccolti hanno messo in evidenza una situazione particolarmente difficile in termini di contenuto di nitrati in superficie al suolo. La linea rossa riportata nel grafico sopra riportato evidenzia il limite di legge che deve essere rispettato nei corpi d'acqua per uso irriguo. In questo caso, l'analisi non riguarda - è necessario rammentarlo - il contenuto di nitrati in falde, ma quello presente nelle acque di primo sgrondo a seguito di un intervento di fertirrigazione o a seguito di una pioggia.

Nel suo complesso, i dati raccolti sono distribuiti come illustrato nel grafico seguente.

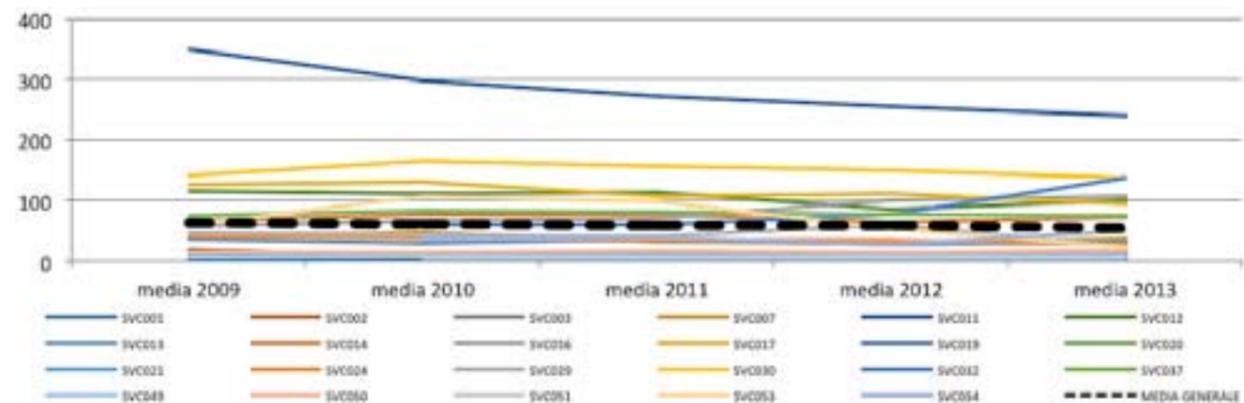


A questi dati va aggiunto anche quello dell'acqua piovana. L'analisi, come di seguito riportato, mette in evidenza un dato molto importante: 3 mg/l (pari a 3 ppm) è il valore dei nitrati apportato.

Data	Nome Prova	Metodo analitico	Valore	Annotazione
12/02/201pH		EPA 9040B 1995	6,4 Unità di pH	
12/02/201Conducibilità elettrica (*)		DM 23/03/2000 GU n° 87 13/04/2000 pag 13	44 microS/cm-1	
12/02/201Anioni: Nitrati (*)		Rapporti ISTISAN 2000/14 Pio 1 Pag 35	3,0 mg/L	
12/02/201Anioni: Solfati (*)		Rapporti ISTISAN 2000/14 Pio 1 Pag 35	2 mg/L	
12/02/201Anioni: Fosfati (*)		Rapporti ISTISAN 2000/14 Pio 1 Pag 35	0,3 mg/L	
12/02/201Ammonio (*)		APAT CNR IRSA 4030 A2 Mar 29 2003	0,20 mg/L	
12/02/201Potassio		APAT CNR IRSA 3240 A Mar 29 2003	0 mg/L	
12/02/201Fosforo totale (espresso come P) (*)		DM 23/03/2000 GU n° 87 13/04/2000 pag 107	NR(< 1 mg/L)	

Tenendo conto che 1 mm di pioggia corrisponde a 1 m<sup>3</sup> di acqua per ha, e considerata una piovosità media annua per la zona di Albenga pari a circa 800 mm di pioggia, l'apporto annuo di nitrati con l'acqua meteorica risulta pari a 2400 g/ha, pari a 0,24 g/m<sup>2</sup> per anno, ovvero 240 mg/m<sup>2</sup> per anno. Tale valore appare non trascurabile e capace di entrare in maniera significativa nel bilancio generale degli apporti di azoto al suolo. Raffrontando questi dati con quelli rilevati, nel corso del tempo, in alcuni punti di prelievo coincidenti con quelli più frequentemente campionati da ARPAL e dal Laboratorio Regionale Analisi Terreni e Produzioni Vegetali di Sarzana (Regione Liguria), appare evidente come il contenuto in nitrati nei corpi idrici sia ancora elevato, anche se è osservabile una progressiva diminuzione dei valori (figura seguente).

Variazione del contenuto di nitrati in alcuni corpi idrici dell'area ingauna dal 2009 al 2013:



Parallelamente, se nel 2010 tra i 23 corpi idrici campionati il 39,1% risultava avere un contenuto in nitrati superiore al valore-soglia di 50 ppm, nel 2013 la percentuale era scesa al 34,8%.

## L'ANALISI ISOTOPICA

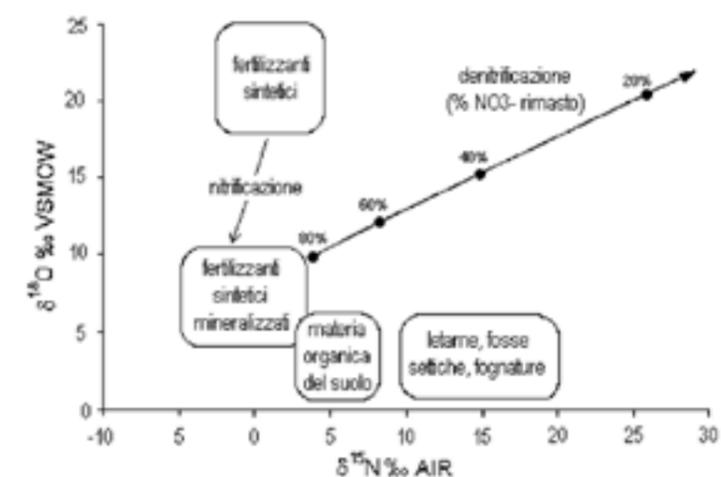
A completamento della valutazione del contenuto di azoto nitrico nelle acque sottosuperficiali, una valutazione ulteriore è stata fatta per determinare, entro i limiti del possibile, la presunta provenienza dei nitrati. La tracciabilità delle emissioni di azoto può essere effettuata con una metodica innovativa, utilizzando le variazioni isotopiche naturali dell'azoto. In un bacino o in una regione naturale, le fonti principali di nitrati sono:

1. i nitrati sintetizzati nel suolo dai processi microbici di mineralizzazione (e nitrificazione) della materia organica dei suoli;
2. i nitrati provenienti dall'ossidazione della materia organica legata alle attività antropiche, agricole (letame) o urbane (rifiuti domestici);
3. i nitrati (più in generale l'azoto) di sintesi industriale (concimi).

Le variazioni isotopiche naturali dell'azoto (rapporto <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N) si sono rivelate un utile strumento per distinguere le diverse fonti di nitrati. In particolare, i concimi industriali sintetizzano l'urea a partire dall'azoto atmosferico: questo processo è accompagnato da uno scarso frazionamento, e la loro composizione isotopica rimane prossima a quella atmosferica. Invece, la metabolizzazione dell'azoto attraverso la catena alimentare è accompagnata da un frazionamento sempre maggiore, proporzionale al livello trofico dell'organismo: ne risulta che i nitrati provenienti dall'ossidazione di materia organica prodotta da organismi superiori sono arricchiti in <sup>15</sup>N fino a 20%. È dunque possibile, sulla base della composizione isotopica dei nitrati in soluzione, distinguere quelli in provenienza dai concimi sintetici, da quelli originati dalla materia organica naturale del suolo, da quelli ancora provenienti da concimi organici (letame), fosse settiche e reticoli fognari perdenti.

Individuazione delle diverse fonti dei nitrati in soluzione sulla base della loro composizione isotopica (modificato da Clark e Fritz, 1997)

Una ulteriore possibilità offerta dagli isotopi è basata sull'utilizzo accoppiato dell'analisi isotopica dell'ossigeno della molecola del nitrato. Infatti, a causa della diversa origine dell'ossigeno incorporato nella molecola (in parte atmosferico, in parte proveniente dall'acqua), i nitrati originati dai concimi sintetici mostrano una composizione isotopica diversa rispetto a quelli provenienti da altre fonti. Inoltre, gli isotopi dell'ossigeno si sono dimostrati ottimi traccianti del processo di denitrificazione, che avviene con un arricchimento costante del nitrato rimasto secondo lo schema reazionale di Rayleigh. È quindi possibile sfruttare questa informazione per la definizione del pennacchio di inquinante in provenienza da una sorgente puntuale, ed identificare i processi di attenuazione in corso, ovvero distinguere tra una semplice diluizione della contaminazione ed una più auspicabile riduzione per denitrificazione.

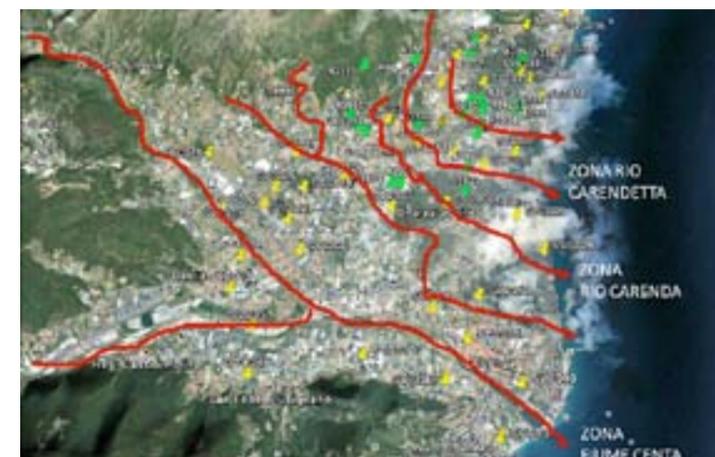


Sono stati, pertanto, individuati alcuni punti di prelievo di acque sottosuperficiali importanti per tale tipo di analisi.

La scelta dei punti (pozzi) di prelievo è stata effettuata incrociando diverse esigenze:

1. punti di prelievamento per i quali vi sia una storia analitica già nota (prelievi per analisi dei nitrati effettuati da ARPAL o dal Laboratorio Regionale Analisi Terreni e Produzioni Vegetali di Sarzana (Regione Liguria);
2. punti di prelievamento distribuiti secondo le principali linee di scorrimento superficiale e/o sottosuperficiale dei corpi idrici (figura sottostante);

Principali linee di scorrimento superficiale e/o sottosuperficiale dei corpi idrici.



3. punti di prelievamento nei quali il contenuto di nitrati sia noto, quantificato recentemente e, nell'insieme, siano rappresentati i diversi valori tipicamente presenti nei corpi idrici dell'area ingauna (figura sottostante)

Punti di prelievamento da corpi idrici dell'area ingauna:



Nel dettaglio della tabella sottostante si riportano i dati relativi ai diversi punti di prelievo sopra indicati.

Dati relativi ai diversi punti di prelievo dell'area ingauna:

pozzo	media 2009	media 2010	media 2011	media 2012	media 2013	analisi isotopica 2015	N. campioni
SVC007	39,5	48,33	31,23	30,47	36,03	SVC007	2
						SVC010	1
SVC011	350,5	297	273,13	254,98	240,13	SVC011	2
SVC012	115,7	110,67	111,63	84,70	100,07	SVC012	2
SVC013	36	29,67	38,1	29,03	33,47	SVC013	2
SVC014	65,5	77	77,27	64,27	72,83	SVC014	2
SVC016	57	66	69,97	100,30	108,27	SVC016	2
SVC017	125,5	131,33	106,9	110,80	94,70	SVC017	2
SVC024	42	38,67	34,7	33,43	29,13	SVC024	2
SVC029	47	43	41,47	60,97	24,40	SVC029	2
SVC030	143	166,67	157,23	149,67	137,73	SVC030	2
SVC032		61,33	60,07	78,67	138,87	SVC032	2
SVC037	74,5	83,67	80,63	76,87	73,23	SVC037	2
SVC050	15,5	14,33	16,33	14,63	18,33	SVC050	1
SVC051		4,33	4,7	4,50	3,97	SVC051	1
SVC053	60,5	108,33	98,55	54,55	24,60	SVC053	2
SVC054		34,33	37,9	27,10	49,20	SVC054	2
	62,54	60,04	57,5	57,40	54,70	Totale analisi	31

## LE INNOVAZIONI

### FERTILIZZANTI E SCAMBIATORI CATIONICI

Il contenimento della diffusione ambientale dei nitrati può essere efficacemente contenuta all'origine mediante l'adozione di strategie e di prodotti specifici. Tenuto conto della rilevanza, per il territorio ingauno, dell'impatto sull'ambiente delle produzioni floricole, alcuni saggi sono stati effettuati secondo il seguente schema generale:

- Impiego di due specie floricole di interesse per la Liguria: margherita e ranuncolo;
- Impiego di differenti tipologie di fertilizzazione;
- Aggiunta o meno di zeolititi nel substrato di coltivazione per l'incremento della CSC;
- Adozione del sistema di irrigazione a goccia.

Tra	Osmocote 5-6 mesi (15-9-12) miscelato al substrato	Osmocote Permanente in copertura (19-7-12)	Osmocote Top Dress 5-6 mesi in copertura (19-6-11)	Zeolite (2% p/p)
1				
2				X
3	4 g/l			
4	4 g/l			X
5		60 g/m <sup>2</sup>		
6		60 g/m <sup>2</sup>		X
7			4 g/l	
8			4 g/l	X
9	2 g/l	60 g/m <sup>2</sup>		
10	2 g/l	60 g/m <sup>2</sup>		X
11	Fertilizzante standard (fosforo 18-18-18 - 2 g/m <sup>2</sup> - solo nitrico)			



L'introduzione delle zeolititi all'interno dei saggi sopra sinteticamente descritti è motivata dalle specifiche caratteristiche di questa famiglia di minerali. Si tratta, infatti, di minerali con una struttura cristallina regolare e microporosa caratterizzati da una enorme quantità di volumi vuoti interni ai cristalli e quindi da una vasta superficie di scambio interna (spugne molecolari).

Chimicamente si tratta di Alluminosilicati e tetrossilicati, in cui il silicio o l'alluminio sono siti al centro di un tetraedro ai cui vertici sono disposti gli atomi di ossigeno. L'impalcatura così creata lascia all'interno dei cristalli varie cavità che possono essere riempite da acqua. I cationi vengono, pertanto, intrappolati all'interno di cavità a "tunnel" o a "gabbia" e possono muoversi all'interno di tale struttura. È dunque possibile uno scambio del catione contenuto all'interno della struttura cristallina con ioni presenti in soluzione e che possiedono dimensioni e proprietà elettrostatiche compatibili con la struttura entro la quale vanno ad inserirsi. Ad esempio, zeoliti naturali contenenti cationi Na<sup>+</sup> o K<sup>+</sup> sono in grado di scambiare specie ioniche quali Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. La Clinoptilolite è un tipo di zeolite che non si decompone nel tempo e incrementa la ritenzione di nutrienti. Inoltre è ammendante in grado di stabilizzare e mantenere il tenore di S.O. nel suolo grazie all'incremento dell'aerazione del suolo e del conseguente aumento dell'attività dei microrganismi che decompongono la S.O.. Infine, la sua azione la rende simile ad un fertilizzante a "Lento rilascio", grazie alla sua struttura "porosa" in cui può essere catturato e ceduto il K scambiabile e altri metalli disponibili (Fe, Mn, Cu), neutralizzando, ove presente, l'eventuale eccesso di reazione acida del suolo.

La miscelazione di zeolite nel suolo è in grado di ridurre il tasso di nitrificazione, probabilmente perché gli ioni NH<sub>4</sub><sup>+</sup> vengono intrappolati all'interno del reticolo. È pertanto possibile prevedere una riduzione della lisciviazione dell'azoto inorganico (nitrico) ed un possibile incremento della capacità idrica del suolo.

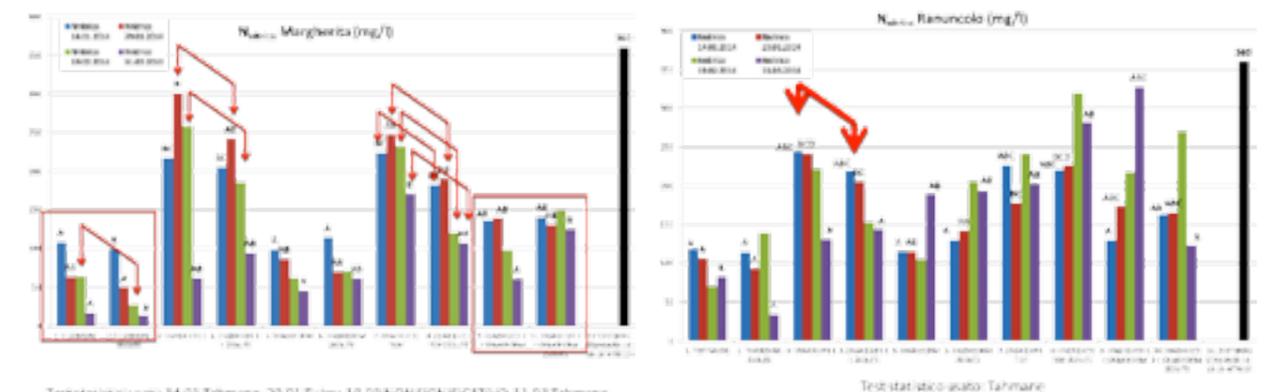
L'unica attenzione da porre è alle clinoptiloliti che, in quanto contenenti Na, potrebbero essere una fonte di tale elemento e dovrebbero essere sottoposte ad una lisciviazione prima dell'inizio della coltivazione.

Al fine di verificare le prove realizzate sono state effettuate differenti analisi chimiche sul percolato raccolto:

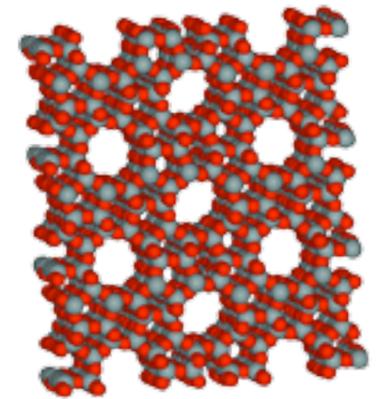
- Azoto nitrico;
- Azoto ammoniacale;
- Azoto totale;
- pH;
- C.E.

### I RISULTATI

I principali risultati raggiunti mettono in evidenza il chiaro effetto di alcune combinazioni tra fertilizzanti a rilascio controllato e le zeolititi. Effetti stabili e ripetibili si hanno unendo un fertilizzante a cessione controllata (Osmocote 5-6 M) alla dose di 4 g/l, oppure un lenta cessione (Osmocote top dress 5-6 M) alla dose di 4 g/l (figura sottostante).



Tale soluzione ha garantito, oltre ad una riduzione della dispersione ambientale dell'azoto per percolamento, anche una buona riuscita delle



produzioni, con caratteristiche estetiche del tutto simili a quelle osservate sulle piante allevate con l'uso di fertilizzanti idrosolubili.

Pertanto, la soluzione individuata rappresenta un interessante spunto di riflessione e una importante indicazione per le imprese agricole e i produttori di substrati, che possono applicare le indicazioni derivanti dal progetto, preparando substrati già contenenti le zeolititi - o aggiungendole al momento dell'invasamento - ed utilizzando fertilizzanti a cessione controllata, anch'essi pre-miscelati al substrato o aggiunti anch'essi al momento del trapianto.

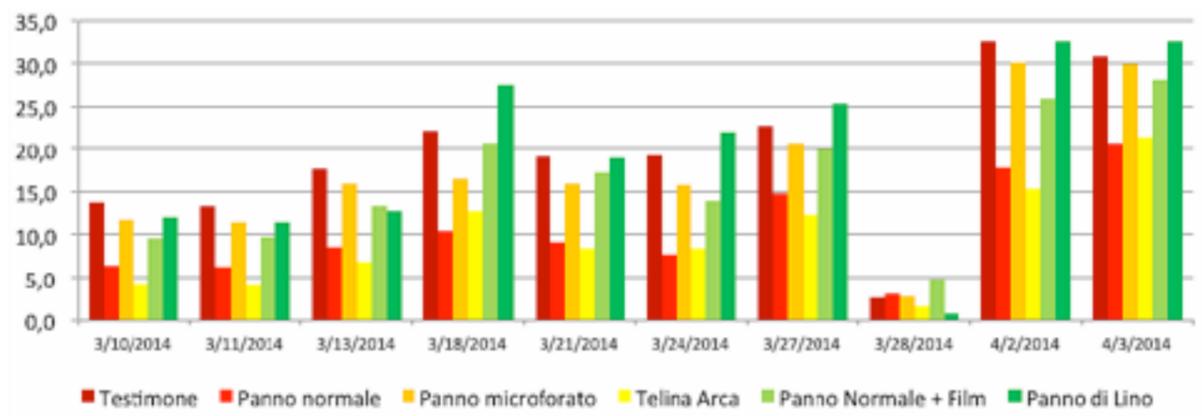
## TAPPETI A RITENZIONE IDRICA

Una seconda innovazione caratterizzata da un certo interesse, è legata alla recente comparsa sul mercato di tappetini dotati di capacità di ritenzione idrica e, parzialmente, minerale.

Tali tappeti sono normalmente realizzati utilizzando uno o due strati di polietilene microforato sul quale viene incollato, o graffettato, o, ancora, agugliato, uno strato (panno) sottile di materiale naturale (fibra di cocco), oppure di origine minerale (fibra di vetro), oppure a base polimerica (schiume o tessuti-non-tessuti).

Sul mercato sono stati reperiti alcuni materiali, tra i più interessanti e innovativi e sono stati saggiati sia per quanto riguarda la capacità di ritenzione dell'acqua distribuita in fertirrigazione, sia per quanto riguarda il riflesso sullo sviluppo delle colture, un indicatore diretto della capacità di ritenzione idrica e dei nutrienti (figura sottostante).

Percentuale di acqua percolata dai diversi sistemi di contenimento del percolato

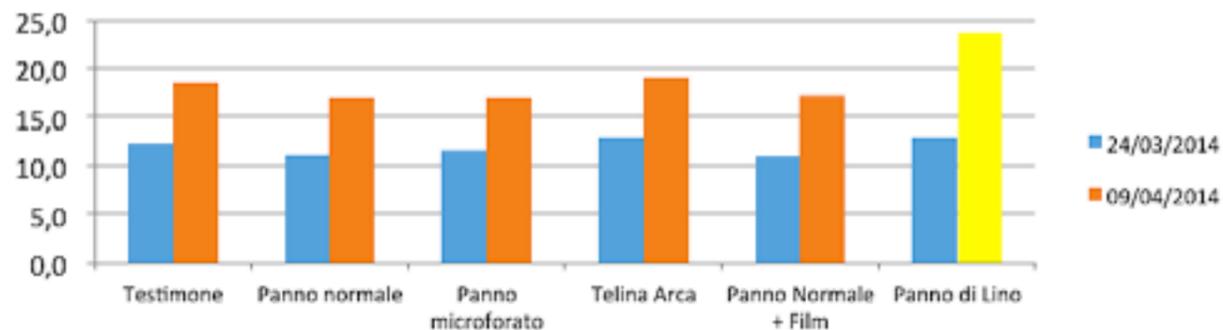


I migliori risultati di ritenzione idrica sono stati raggiunti utilizzando la telina antialga commercializzata da Arca e da un panno in fibra polimerica di recente introduzione sul mercato. Percentuali di percolato molto alte sono state osservate in presenza di sistemi convenzionali (nessun sistema di ritenzione idrica sottovaso) e di materiali a base di lino, o di panni microforati. Tuttavia, differenze statisticamente significative sono state rilevate solo in alcune date, a testimonianza della non costante efficacia di questi sistemi, se impiegati da soli, in assenza di una precisa strategia di apporto acqua e, conseguentemente, di fertilizzanti.

Dal punto di vista dell'accrescimento delle colture (margherita), le differenze osservate non sono sempre state significative; tra esse è possibile rammentare:

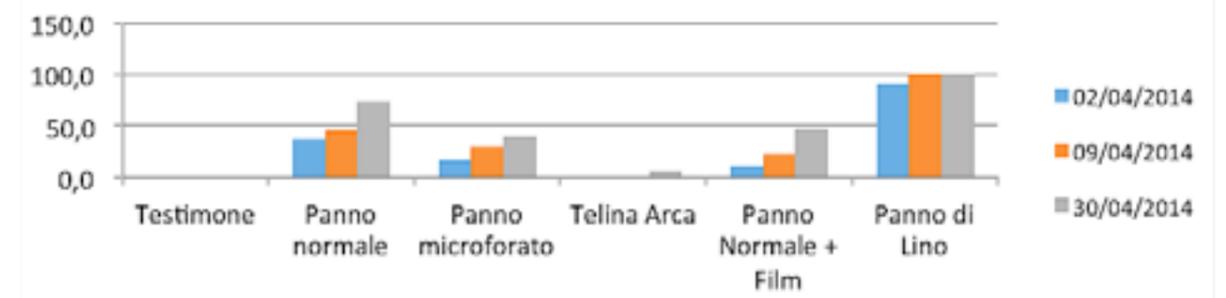
1. la maggiore altezza delle piante accresciutesi su panno di lino (figura sottostante) rispetto alle altre soluzioni

Altezza delle piante di margherita coltivate su bancale ricoperto con panni di diversa tipologia

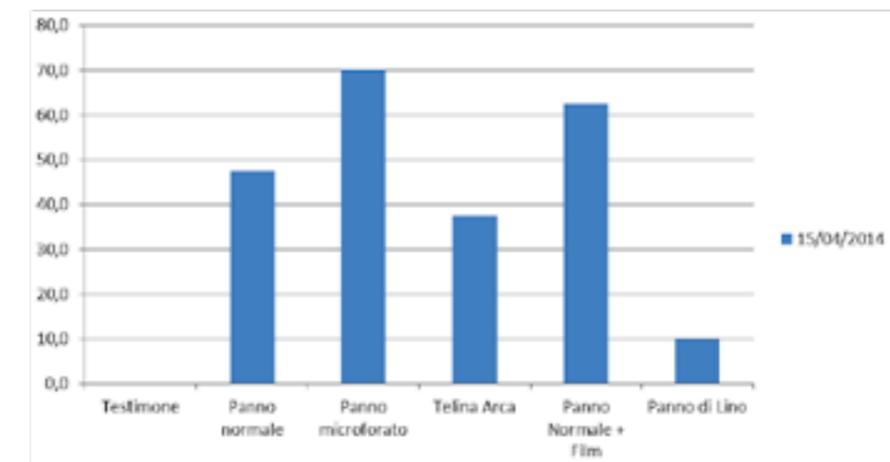


2. Una differente presenza di alghe, che normalmente rappresentano un problema per le colture, è stata rilevata sui diversi materiali. Peraltro, un maggiore sviluppo in altezza delle piante allevate su panno di lino, e allo stesso momento il maggiore accrescimento in larghezza comunque non significativamente diverso dal punto di vista statistico dalle altre soluzioni confrontate, va considerato tenendo conto il superiore accrescimento di alghe osservato su tale materiale (Figura sottostante). Tale comportamento, in condizioni di normale coltivazione, potrebbe dare problemi all'apparato radicale e problemi diversi di gestione colturale (condizioni ideali per lo sviluppo di larve di insetti, riduzione locale dell'ossigeno nella soluzione di fertirrigazione, ...). Risultati interessanti sono stati ottenuti con l'uso degli altri materiali, sui quali spicca la telina antialga dell'Arca.

Presenza di alghe sviluppatesi in superficie al materiale pacciamante:



3. Il dato relativo all'accrescimento di radici che fuoriescono dal vaso e che si affrancano sul materiale si sottofondo del bancale - o nel suolo - ha messo in evidenza che il panno di lino risulta essere un ambiente particolarmente sfavorevole allo sviluppo radicale. In misura minore, la stessa cosa può essere detta per il telo antialga dell'Arca, mentre un certo accrescimento delle radici è stato osservato negli altri casi:



4. Infine, nessuna differenza statisticamente significativa è stata osservata sul numero di fiori prodotti e sulla biomassa complessivamente prodotta dalle piante allevate sui diversi materiali, a testimonianza del fatto che la presenza di un materiale capace di limitare lo sgrondo dell'acqua e, quindi, la dispersione di azoto, non ha influenza sullo sviluppo delle piante, né in positivo, né, soprattutto, in negativo.

## CONCLUSIONI

Le attività sviluppate dal progetto hanno messo in evidenza quanto segue:

- a. Le attività agricole, nel loro insieme, influiscono significativamente sul contenuto di nitrati in superficie al terreno;
- b. Il contenuto di azoto nitrico nei corpi idrici sottosuperficiali deve essere tenuto molto sotto controllo e costantemente monitorato;
- c. La riduzione nel tempo del contenuto di nitrati nei corpi idrici sottosuperficiali si riduce, ma molto lentamente;
- d. Sono possibili alcune combinazioni tra fertilizzanti a rilascio controllato e zeolititi che garantiscono una riduzione della dispersione ambientale dell'azoto per percolamento ed una buona riuscita delle produzioni;
- e. L'adozione di teline poste tra il vaso in coltivazione e il suolo - o il bancale di coltivazione - può contribuire alla limitazione del drenaggio dell'acqua e, quindi, può limitare la dispersione di azoto nitrico, senza interferire con lo sviluppo delle colture.



AZIENDA SPECIALE CeRSAA  
Reg. Rollo 98, 17031 Albenga (sv)  
tel. / fax 0182 554949 / 0182 50712  
e-mail: [cersaa.albenga1@sv.camcom.it](mailto:cersaa.albenga1@sv.camcom.it)