



# REGIONE LAZIO

Direzione Regionale Agricoltura, Promozione della Filiera e della Cultura del  
Cibo, Caccia e Pesca  
Area programmazione comunitaria, monitoraggio e sviluppo rurale

## SERVIZIO DI VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2022 DEL LAZIO

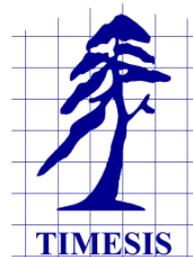
**CIG 7426539DD8**

**Rapporto tematico Ambiente e Clima: Effetti della gestione agronomica nelle aziende beneficiarie delle misure agro-ambientali ricadenti all'interno delle Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) e del loro grado di consapevolezza su questa tematica.**

**Novembre 2024**



*Consulenti per la Gestione Aziendale*



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2. LE ZVN DELLA REGIONE LAZIO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. AMBITO 1 - INDAGINE SULLA CONSAPEVOLEZZA DELLE AZIENDE BENEFICIARIE DELLE MISURE 10 E 11 DEL PSR SULLA TEMATICA DELLA GESTIONE DELL'AZOTO</b> .....	<b>8</b>
3.1 Ambito di riferimento .....	8
3.2 Approccio metodologico: la selezione del campione e il questionario .....	12
3.3 La localizzazione dei rispondenti.....	14
3.4 Il profilo dei rispondenti.....	16
3.5 La consapevolezza di ricadere in ZVN e dei vincoli connessi .....	18
3.6 L'opinione dei rispondenti sulla tutela delle acque e del suolo in agricoltura .....	20
3.7 L'utilizzazione agronomica dei fertilizzanti in azienda.....	21
3.8 L'utilizzo di tecniche dell'agricoltura di precisione .....	25
3.9 La modalità di gestione dei reflui in azienda .....	26
3.10 Le pratiche agronomiche .....	27
3.11 Il fabbisogno di assistenza tecnica .....	32
<b>4. AMBITO 2 – IL CICLO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE UBICATE IN ZVN</b> .....	<b>34</b>
4.1 Ambito di riferimento .....	34
4.2 Approccio metodologico .....	34
4.3 Le aziende-tipo.....	40
4.4 I risultati aziendali .....	43
<b>5. SINTESI DEI RISULTATI EMERSI NEI DUE AMBITI DI ANALISI</b> .....	<b>49</b>
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	<b>51</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b> .....	<b>53</b>

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 - Le ZVN della Regione Lazio in base agli anni di istituzione..... 7

Figura 2 – Localizzazione nel territorio regionale delle ZVN oggetto dell’indagine dell’ambito 1..... 9

Figura 3 – Localizzazione nel territorio regionale del campione ..... 15

Figura 4 – Localizzazione nel territorio regionale dei rispondenti ..... 15

Figura 5 – Indirizzo produttivo delle aziende che hanno risposto al questionario ..... 17

Figura 6 – Percentuale di risposta affermativa alla domanda n. 1 in relazione al ruolo ricoperto in azienda del rispondente ..... 18

Figura 7 – Percentuali di risposta alla domanda n. 1 in relazione alla ZVN di appartenenza..... 19

Figura 8 - La risposta alla domanda n. 1 in relazione all’adesione alle misure del PSR ..... 20

Figura 9 – Il ruolo dell’agricoltore per la tutela delle acque (valori in % sul totale dei rispondenti) ..... 20

Figura 10 – Tipi di fertilizzanti azotati utilizzati ..... 22

Figura 11 – Aziende che hanno dichiarato di utilizzare letami e liquami per ZVN di appartenenza..... 23

Figura 12 – Aziende che hanno dichiarato di utilizzare ammendanti organici e compost per ZVN di appartenenza..... 23

Figura 13 – L’approvvigionamento dei fertilizzanti azotati ..... 24

Figura 14 – Modalità di distribuzione dei fertilizzanti ..... 24

Figura 15 – Strumenti e tecniche di agricoltura di precisione adottati in azienda..... 25

Figura 16 – Pratiche adottate in azienda per la gestione dei reflui..... 26

Figura 17 – Pratiche agronomiche adottate in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati ..... 28

Figura 18 – Pratiche agronomiche adottate per limitare il rischio di inquinamento da nitrati nelle ZVN: rotazioni e minime lavorazioni ..... 29

Figura 19 – Pratiche agronomiche adottate per limitare il rischio di inquinamento da nitrati nelle ZVN: efficienza irrigua, colture di copertura, agricoltura di precisione ..... 30

Figura 20 - Pratiche agronomiche che si vorrebbero adottare in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati (percentuale sul totale dei rispondenti) ..... 31

Figura 21 – Risposta alla domanda “Fruisce di qualche forma di assistenza tecnica e/o consulenza aziendale per la gestione delle pratiche adottate?” ..... 32

Figura 22 – Aziende che usufruiscono di qualche forma di assistenza tecnica e/o consulenza aziendale per la gestione delle pratiche adottate per indirizzo produttivo. .... 33

Figura 23 – Importanza nel sostegno della Regione Lazio per consulenza e formazione ..... 33

Figura 24 – Schema generale del modello ARMOSA ..... 37

Figura 25 – Struttura in moduli del modello ARMOSA con lista input e output ..... 37

Figura 26 – Struttura in moduli del modello ARMOSA con lista input e output ..... 38

Figura 27 – Localizzazione delle aziende-tipo ..... 40

**INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 1 - Le ZVN della Regione Lazio .....	6
Tabella 2 – Il contesto zootecnico nelle ZVN 1-11.....	11
Tabella 3 – Il contesto agricolo nelle ZVN 1-11 .....	11
Tabella 4 – Distribuzione del campione di aziende afferenti alle operazioni delle Misure M10 e M11, con riferimento agli interventi a superficie ammissibili a finanziamento (anno 2022). .....	12
Tabella 5 - Operazioni con domande di finanziamento ammissibili all’interno delle ZVN 1-11 (anno 2022) .	13
Tabella 6 – Le domande inserite nel questionario .....	13
Tabella 7 – Numero di risposte ricevute e percentuale sul campione, suddivisi per ZVN di appartenenza...	16
Tabella 8 – Distribuzione dei rispondenti in relazione alle operazioni delle Misure M10 e M11 ammissibili a finanziamento (anno 2022) e percentuale di risposta rispetto al campione. ....	16
Tabella 9 – Numero di risposte ricevute per indirizzo produttivo e ZVN di appartenenza.....	17
Tabella 10 – Le risposte alla domanda n. 1 per indirizzo produttivo dei rispondenti .....	19
Tabella 11 – Le risposte alla domanda n. 3 per indirizzo produttivo dei rispondenti .....	21
Tabella 12 – Strumenti e tecniche dell’agricoltura di precisione in relazione all’ordinamento produttivo ...	26
Tabella 13 – Modalità di gestione dei reflui in relazione all’ordinamento produttivo .....	27
Tabella 14 – Pratiche agronomiche adottate in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati per orientamento produttivo (numero di risposte).....	30
Tabella 15 – Le aziende-tipo.....	40
Tabella 16 – Surplus/deficit di azoto nelle aziende-tipo .....	44
Tabella 17 – Output di dettaglio modello ARMOSA.....	46

**GLOSSARIO**

AdG	Autorità di Gestione
CAA	Centri di Assistenza Agricola
CAWI	Computer Assisted Web Interviewing
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
C.S.R.	Complemento per lo Sviluppo Rurale della regione Lazio per il periodo 2023-2027
D.G.R.	Deliberazione di Giunta Regionale
MAS	Massimi Apporti Standard. Quantità massima di azoto efficiente ammessa per singola coltura
PUA	Piano di Utilizzazione Agronomica
ZVN	Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola

## 1. PREMESSA

Questo documento costituisce il secondo Rapporto tematico di valutazione sull'ambiente e clima del PSR del Lazio 2014-2022 ed è realizzato nell'ambito del processo di valutazione del Programma, affidato alla COGEA S.r.l. con Timesis S.r.l.

Dal confronto con i referenti regionali dell'Autorità di Gestione (AdG) è emersa una domanda di valutazione specifica, rivolta alla tematica generale della tutela e risanamento delle risorse idriche, e in particolare della protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola, con riferimento alla Direttiva europea 91/676/CEE, anche in relazione al recente notevole ampliamento della perimetrazione regionale delle Zone Vulnerabili all'inquinamento da Nitrati di origine agricola (ZVN), ultimato con la Deliberazione di Giunta regionale (D.G.R.) 719 del 14/11/2023.

La tutela delle risorse idriche dall'inquinamento da fonti diffuse costituisce un problema rilevante, in campo ambientale, su tutto il territorio nazionale. In particolare, i nitrati di origine agricola sono considerati una componente significativa di questa forma di inquinamento delle acque.

Il PSR della Regione Lazio, attraverso la Priorità 4, Focus Area 4B (*Miglioramento della gestione delle risorse idriche, compresa la gestione dei fertilizzanti e dei pesticidi*), contribuisce a diminuire l'impiego dei nitrati in agricoltura attraverso il finanziamento di una serie di operazioni che limitano l'utilizzo di fertilizzanti. Il contributo primario per questa tematica è incentrato nella misura dedicata all'agricoltura biologica (Misura 11), che permette una maggiore sostenibilità ambientale rispetto alle tradizionali pratiche agricole, grazie alla forte riduzione nell'uso di fertilizzanti e pesticidi. Anche altre operazioni, in particolare la Misura 10, comportano limitazioni all'uso dei fertilizzanti e possono quindi dare un contributo significativo alla protezione della qualità delle acque.

L'AdG ha espresso una concreta esigenza di approfondimento per due specifici ambiti di valutazione:

1. acquisizione di conoscenze sulla consapevolezza degli agricoltori che operano all'interno delle zone a elevata vulnerabilità all'inquinamento da nitrati sulle pratiche e sulle limitazioni che tale condizione comporta;
2. acquisizione di dati e informazioni tecniche dettagliate in aziende reali che operano in aree ZVN, sulla gestione agronomica e valutazione degli effetti sulla dinamica dei nitrati e analisi attraverso una simulazione modellistica.

Avendo finalità e approcci metodologici molto diversi i due ambiti di approfondimento valutativo sono presentati nel presente Rapporto in due sezioni separate, descritte nei capitoli 3 e 4.

## 2. LE ZVN DELLA REGIONE LAZIO

L'inquinamento da nitrati nelle acque è un fenomeno che è stato registrato in corrispondenza di zone industriali, aree fortemente urbanizzate e aree ad agricoltura intensiva. Questa forma di inquinamento ha conseguenze negative sia per la salute umana che per gli ecosistemi acquatici, causando l'esaurimento dell'ossigeno e il fenomeno dell'eutrofizzazione. A livello comunitario il principale riferimento normativo al riguardo è la "Direttiva Nitrati" (Direttiva 91/676/CEE) del dicembre del 1991, che ha lo scopo di proteggere la qualità delle acque dall'inquinamento causato dai nitrati di origine agricola. I meccanismi attraverso i quali nell'attività agricola l'azoto può essere disperso nell'ambiente sono vari. L'azoto nitrico è una forma di azoto molto mobile, solubile in acqua, e la quota che non viene utilizzata dalle colture liscivia verso le acque sotterranee, rappresentando una significativa fonte d'inquinamento delle falde acquifere.

La Direttiva Nitrati ha richiesto agli Stati membri la designazione di ambiti di vulnerabilità, cioè di "Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola" (ZVN), nelle quali la gestione dell'azoto è regolamentata attraverso specifici Programmi di Azione regionali, che definiscono quantitativi, modalità e periodi per la distribuzione

di effluenti di allevamento e fertilizzanti assimilati. Il limite più significativo riguarda la quantità massima di azoto da effluenti di allevamento spandibile, che viene fissato in 170 kg N/ha per anno.

L'Italia ha recepito la Direttiva Nitrati con il Decreto Legislativo n. 152/2006, nel quale vengono definiti i criteri per la perimetrazione delle ZVN, demandata alle Regioni.

È dell'agosto 2004 la perimetrazione di un primo nucleo di ZVN nella Regione Lazio. La Deliberazione della Giunta Regionale n.767 del 6 agosto del 2004 individuava una superficie di 33.742 ha di aree vulnerabili, pari a poco meno del 2% del territorio regionale, ricadenti nelle aree della Pianura Pontina-Settore Meridionale e della Maremma Laziale-Tarquinia-Montalto di Castro. Nel 2020 la Regione Lazio ha istituito altre 3 ZVN Tre Denari, Aturia, Area Pontina, portando al 3,3% il territorio regionale interessato. L'anno successivo ha registrato un ulteriore, consistente, aumento delle aree vulnerabili, per ulteriori 196.850 ha, con l'istituzione di altre 6 ZVN. Tra queste, la più consistente in termini di superficie è quella della valle del Sacco, che si estende per più di 115.000 ha. Nel 2021 dunque le ZVN del Lazio erano 11 e il territorio regionale interessato era salito al 14,7%.

Infine, nel 2023 i territori inclusi nelle ZVN sono più che raddoppiati, con la perimetrazione di altre 11 zone vulnerabili. Attualmente, la superficie regionale inclusa nelle ZVN è poco meno del 32%. Nella tabella successiva sono riportate le ZVN regionali, la loro superficie, la data di istituzione e i riferimenti degli atti istitutivi.

**Tabella 1 - Le ZVN della Regione Lazio**

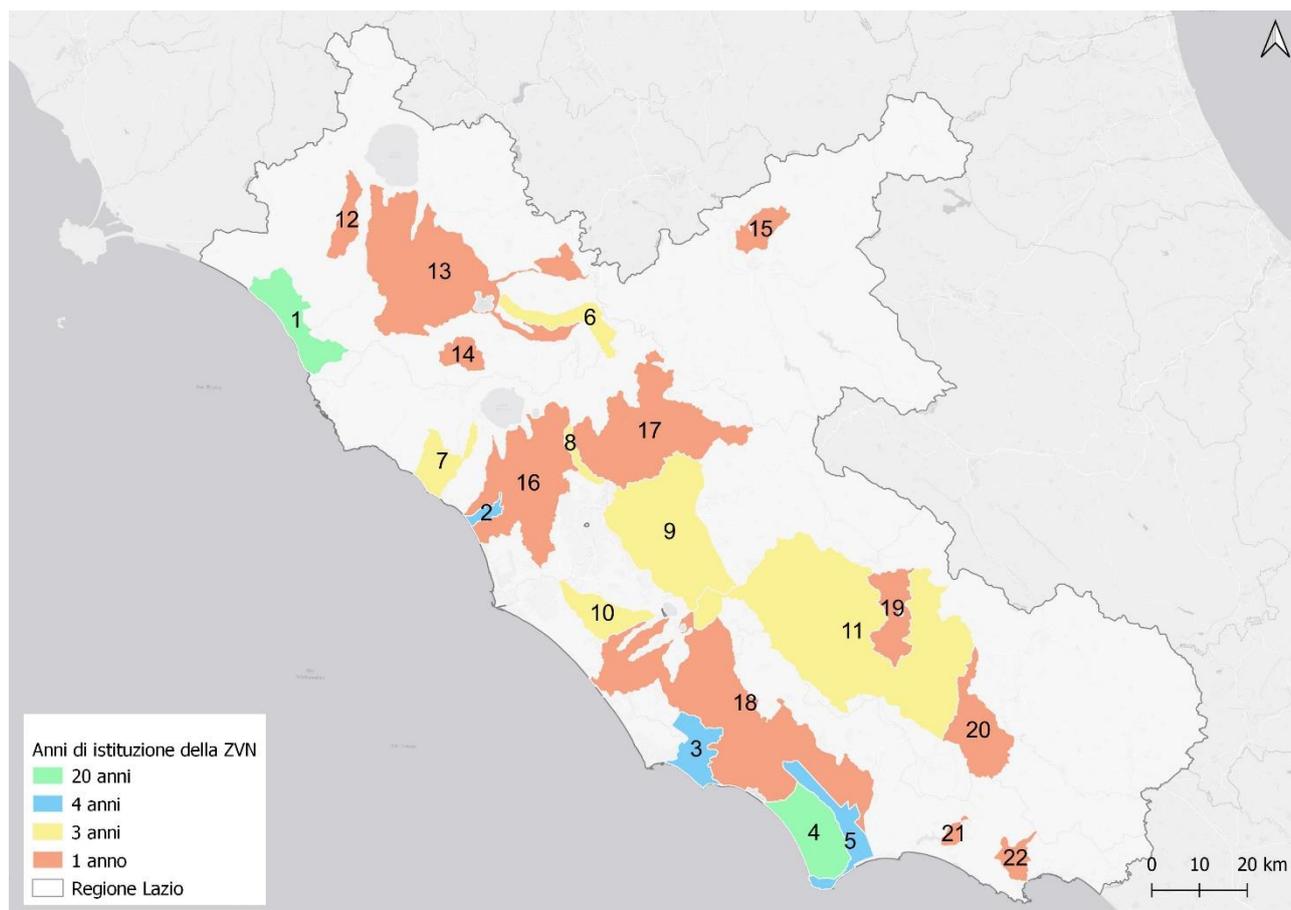
Zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola della Regione Lazio		Superficie (ha)	Data di istituzione	Riferimento normativo
Codice	Denominazione			
ZVN 1	Maremma laziale-Tarquinia Montalto di Castro	15.538	06/08/2004	D.G.R. n. 767 del 6 agosto 2004
ZVN 4	Pianura pontina - settore meridionale	18.204		
ZVN 2	Tre Denari	1.938	30/01/2020	D.G.R. n. 25 del 30 gennaio 2020
ZVN 3	Astura	9.922		
ZVN 5	Area Pontina	10.551		
ZVN 6	Treja	9.864	18/06/2021	D.G.R. n. 374 del 18 giugno 2021
ZVN 7	Vaccina	9.516		
ZVN 8	Valchetta	2.676		
ZVN 9	Aniene	48.906		
ZVN 10	Malafede	10.575		
ZVN 11	Sacco	115.314		
ZVN 12	Mignone	5.148	14/11/2023	D.G.R. n. 719 del 14 novembre 2023
ZVN 13	Rio D'Itri	4.851		
ZVN 14	Acque Chiare	1.914		
ZVN 15	Arrone	6.777		
ZVN 16	Lungo-Ripasottile	6.657		
ZVN 17	Sacco Sud	18.131		
ZVN 18	Marta-Vico	65.196		
ZVN 19	Tevere	46.861		
ZVN 20	Arrone-Galeria	42.262		

ZVN 21	Nemi-Ufente	85.253		
ZVN 22	Alabro-Canterno	12.731		
Superficie totale		548.783		

Fonte: Geoportale della Regione Lazio

Mentre le prime due aree istituite nel 2004 hanno ormai 20 anni di tutela, la maggior parte delle ZVN ha un’istituzione molto più recente. Nella figura seguente le 22 zone vulnerabili sono visualizzate in base all’anno di istituzione.

**Figura 1 - Le ZVN della Regione Lazio in base agli anni di istituzione**



Fonte: elaborazione del Valutatore dal Geoportale della Regione Lazio

I criteri e le norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato sono stati definiti dal Decreto Ministeriale n. 5046 del 25 febbraio 2016.

Il Piano d’Azione per le zone vulnerabili da Nitrati di origine agricola della Regione Lazio attualmente in vigore è stato approvato con la Deliberazione del Consiglio regionale del 3 aprile 2024 n. 3. Questo documento disciplina l’utilizzazione agronomica degli effluenti da allevamento, delle acque reflue, del digestato e dei concimi azotati e ammendanti organici, nell’ottica di:

- a) proteggere e risanare le zone vulnerabili dall'inquinamento provocato da nitrati di origine agricola;
- b) limitare l'applicazione al suolo dei fertilizzanti azotati sulla base dell'equilibrio tra il fabbisogno prevedibile di azoto delle colture e l'apporto alle colture di azoto proveniente dal suolo e dalla fertilizzazione, in coerenza anche con il Codice di Buona Pratica Agricola;

c) promuovere strategie di gestione integrata degli effluenti zootecnici, acque reflue e digestato per il riequilibrio del rapporto agricoltura-ambiente, tra cui l'adozione di modalità di allevamento e di alimentazione degli animali finalizzate a contenere, già nella fase di produzione, le escrezioni di azoto.

### **3. AMBITO 1 - INDAGINE SULLA CONSAPEVOLEZZA DELLE AZIENDE BENEFICIARIE DELLE MISURE 10 E 11 DEL PSR SULLA TEMATICA DELLA GESTIONE DELL'AZOTO**

#### **3.1 Ambito di riferimento**

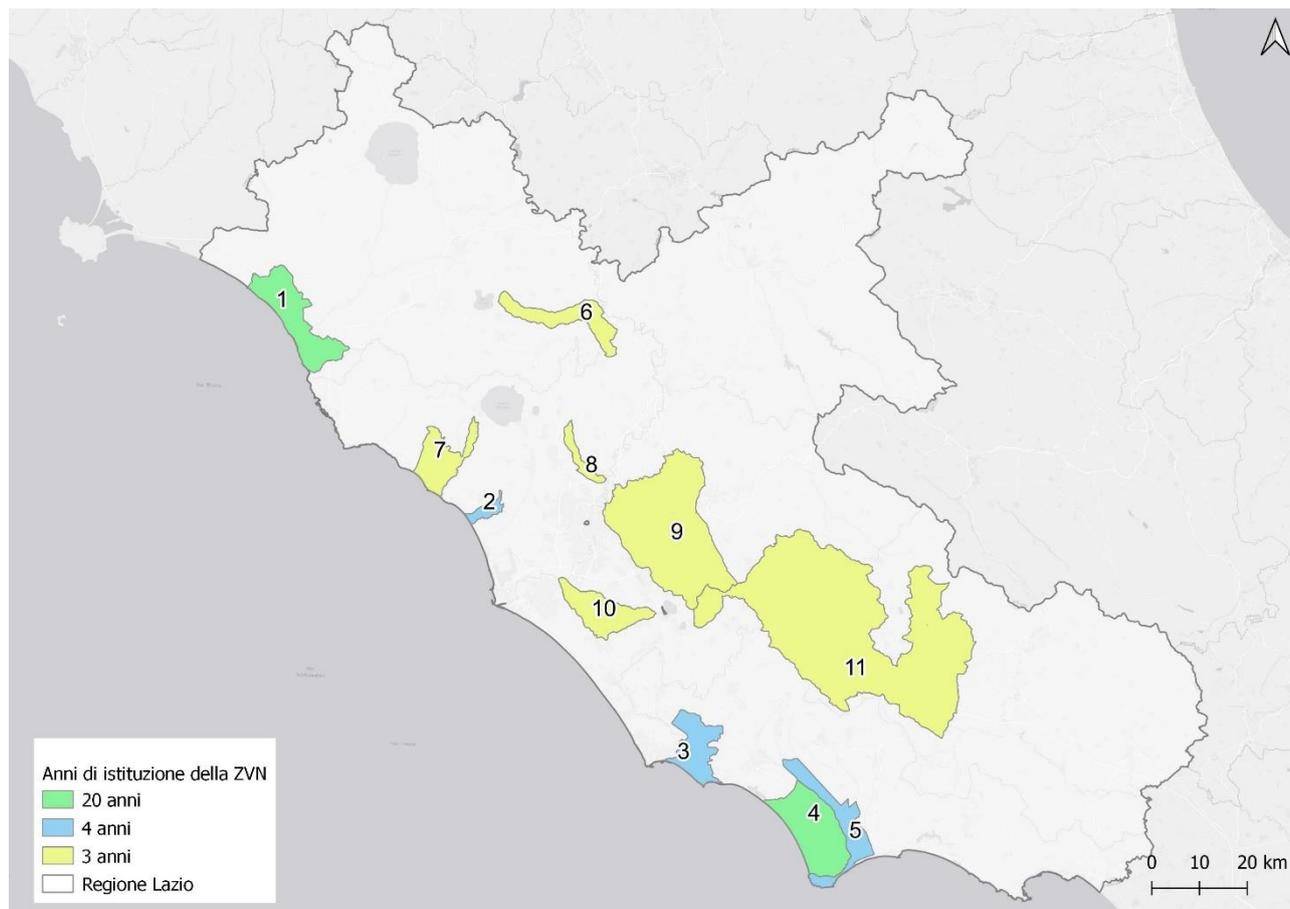
Scopo dell'ambito 1 è indagare sulla consapevolezza dei beneficiari delle misure agroambientali del PSR (Misura 10) e del sostegno all'agricoltura biologica (Misura 11), che ricadono in aree ZVN, sulla tematica della gestione dei nitrati in agricoltura, nonché le pratiche che essi hanno adottato o che intendono adottare per ridurre il rischio di inquinamento delle acque da nitrati. La crescita della consapevolezza tra gli agricoltori è infatti una condizione indispensabile affinché il settore operi nella direzione di una gestione sostenibile dal punto di vista ambientale.

Per ottenere un quadro conoscitivo della situazione e delle opinioni degli operatori agricoli, l'indagine ha riguardato i seguenti aspetti:

- la consapevolezza dei beneficiari di ricadere in aree ZVN e del fatto di essere per questo soggetti a vincoli aggiuntivi rispetto alla gestione agronomica ordinaria;
- l'opinione dei beneficiari sul tema della tutela delle acque in agricoltura;
- una verifica delle sostanze fertilizzanti attualmente utilizzate dalle aziende e della loro modalità di approvvigionamento;
- una verifica delle pratiche adottabili/adottate in azienda rispetto a diverse opzioni: utilizzo di colture di copertura, rotazione e diversificazione delle colture, adozione delle minime lavorazioni del terreno o della semina su sodo, adozione di strumenti dell'agricoltura di precisione, miglioramento dell'uso dell'irrigazione;
- la segnalazione di pratiche agricole ritenute efficaci dai beneficiari per migliorare la gestione dell'azoto in azienda che non sono riconosciute/finanziate dal PSR;
- la verifica di fabbisogni di assistenza tecnica in azienda.

L'universo di riferimento è costituito dalle aziende localizzate nelle ZVN istituite da più tempo, cioè dalle 11 ZVN che operano dal 2004 (ZVN 1 e 4), dal 2020 (ZVN 2, 3 e 5) e dal 2021 (ZVN dalla 6 alla 11). L'ultimo ampliamento delle aree vulnerabili, avvenuto alla fine del 2023, è troppo recente per aver prodotto effetti significativi ai fini della presente indagine. Le aree nelle quali ricade l'universo di riferimento sono visualizzate nella figura seguente.

Figura 2 – Localizzazione nel territorio regionale delle ZVN oggetto dell'indagine dell'ambito 1



Fonte: Geoportale della Regione Lazio

Facendo riferimento ai dati contenuti nel Rapporto Ambientale del novembre 2021, allegato al Piano d'azione per le ZVN della Regione Lazio, le 11 ZVN oggetto di indagine presentano differenze significative per quanto riguarda l'utilizzazione del suolo. Alcune informazioni desunte dal citato documento per quanto concerne il contesto zootecnico e il contesto agricolo sono riassunte nelle tabelle 2 e 3.

Le prime due aree vulnerabili, istituite nel 2004, hanno caratteristiche molto simili essendo interessate da un'agricoltura specializzata improntata all'orticoltura. La ZVN 1 (**Maremma laziale-Tarquinia Montalto di Castro**) è un'area costiera della provincia di Viterbo ad impronta marcatamente agricola: il 90% della sua superficie è ad uso agricolo, e l'orticoltura caratterizza l'87% della superficie agricola. Nella **Pianura Pontina** (ZVN 4), anch'essa un'area costiera situata in provincia di Latina, le aree agricole si attestano invece al 63% della superficie. Anche in questo caso l'orticoltura è preponderante, in quanto interessa più del 90% della superficie agricola. In queste due aree la componente zootecnica è sostanzialmente assente.

I seminativi costituiscono l'uso del suolo dominante in alcune ZVN della provincia di Roma. Nell'area **Tre Denari** (ZVN 2) i seminativi costituiscono il 90% della superficie agricola. Di questi, il 54% è in aree irrigue. La densità delle aziende zootecniche, che allevano bovini, ovini e ovicaprini, è di 1 azienda ogni 124 ha di superficie agricola. Il numero di capi è consistente: se si rapporta il numero di capi alla superficie agricola totale della ZVN, si ottiene un carico di 2,1 capi per ettaro (1,1 bovini e 1,0 ovini e ovicaprini). Nell'area **Valchetta** (ZVN 8) i seminativi, essenzialmente non irrigui, si estendono per l'80% della superficie agricola. Gli oliveti caratterizzano la parte restante, coprendo il 14% della superficie agricola. La densità delle aziende zootecniche è di 1 ogni 54 ha di superficie agricola. L'allevamento prevalente è di ovini e caprini, con 2.807 capi (1,5 capi per ha di superficie agricola totale della ZVN), seguita dai suidi (812 capi). Come nella

precedente, anche nell'area **Malafede** (ZVN 10) i seminativi, che interessano il 78% della superficie agricola, sono in grande prevalenza non irrigui. Per quanto riguarda le altre colture, si tratta soprattutto di prati pascolo, che coprono il 9% della superficie agricola. L'allevamento di ovini e caprini è preponderante e molto consistente. La densità delle aziende zootecniche è di 1 ogni 221 ha, il numero di capi corrisponde a un carico di 4 capi per ettaro di superficie agricola totale della ZVN.

L'area **Astura** (ZVN 3), anch'essa situata in provincia di Roma, è caratterizzata da una grande diffusione dei vigneti, che ricoprono il 48% della superficie agricola. Sono presenti anche molti seminativi (32% della superficie agricola, dei quali oltre la metà (il 55%) si trovano in aree irrigue. L'attività zootecnica vede una notevole incidenza del settore avicolo (oltre 217.000 capi), seguito dal settore ovino e ovicaprino. In minor misura sono presenti allevamenti di bovini e di bufalini. La densità delle aziende zootecniche è di 1 ogni 212 ha di superficie agricola.

Il **settore meridionale dell'Area Pontina** (ZVN 5), in provincia di Latina, si caratterizza per la forte presenza di aree irrigue, utilizzate a seminativo (il 58% della superficie agricola) e orticoltura (il 29% della superficie agricola). Il comparto zootecnico è costituito in prevalenza da allevamenti di bovini, seguiti da ovini e caprini. Il numero di aziende zootecniche è elevato, e raggiunge una densità di 1 azienda ogni 37 ettari di superficie agricola. Il numero di capi allevati è consistente: rapportato alla superficie totale della ZVN è di 1,9 a ettaro (1,4 capi bovini + 0,5 capi ovini e caprini).

Le aree irrigue nella zona denominata **Vaccina**, in provincia di Roma, interessano il 22%, e sono costituite in prevalenza da seminativi (94% delle aree irrigue) e in minor misura da orticole (6%). I seminativi in aree non irrigue sono la coltura prevalente, essendo presenti sul 44% della superficie agricola, seguiti da vigneti e prati pascolo, entrambi all'11%. Gli allevamenti di ovini e caprini sono di gran lunga i più diffusi in quest'area, nella quale è presente 1 azienda zootecnica ogni 132 ettari di superficie agricola.

Le ZVN 6, 9 e 11, localizzate in aree interne, sono caratterizzate dalla prevalenza di seminativi non irrigui associati a colture arboree. Nell'area che prende il nome dal fiume **Treja** (ZVN 6) i seminativi occupano il 65% della superficie agricola. In quest'area è presente una significativa diffusione dell'arboricoltura da frutto, che interessa quasi 1.900 ha, il 26% della superficie agricola. Per quanto riguarda l'attività zootecnica, prevale nettamente l'allevamento di ovini e caprini, e la densità è di 1 azienda ogni 171 ha. L'area **Aniene** (ZVN 9) è la seconda per dimensione delle ZVN oggetto di indagine, e ricopre il 19% della superficie delle ZVN 1-11. I seminativi costituiscono il 52% della superficie agricola. Le altre colture sono rappresentate da oliveti (15%), vigneti (13%), prati pascolo (11%). I seminativi e le colture orticole in aree irrigue, pur interessando meno del 4% della superficie agricola, investono comunque una superficie di oltre 1.000 ha (983 ha i seminativi, 27 ha le orticole). L'allevamento di ovini e caprini prevale nettamente su quello dei bovini, e la densità delle aziende zootecniche è pari a 1 azienda ogni 215 ha di superficie agricola. Il numero di ovini e caprini è consistente: 1 capo ovino/caprino per ettaro di superficie agricola totale della ZVN. Infine, l'area **Sacco** (ZVN 11) è la più estesa tra quelle oggetto di studio, con il 46% della superficie totale delle ZVN 1-11. In questa zona le aree agricole coprono meno della metà (il 47%) della superficie totale, interessata da aree boscate molto estese. L'agricoltura è caratterizzata in prevalenza da seminativi non irrigui, che coprono il 59% della superficie agricola totale. Molto diffusi sono gli oliveti, che riguardano il 19% della superficie, e i prati pascolo (11%). Gli oltre 2.000 ha di seminativi in aree irrigue occupano poco meno del 4% della superficie della ZVN. Il settore zootecnico è caratterizzato da un elevato numero di aziende (1 ogni 40 ettari di superficie agricola totale). In termini di numero di capi, prevalgono gli ovini e i caprini (poco meno di 36.000 capi), seguiti dai bovini e bufalini (in totale quasi 15.000 capi), e dai suidi (quasi 1.800 capi). Sono presenti anche allevamenti avicoli (43.000 capi). Il numero dei capi, rapportato alla superficie agricola totale della ZVN, è di 0,7 capi ovini e caprini ad ettaro e 0,3 capi bovini e bufalini ad ettaro.

Tabella 2 – Il contesto zootecnico nelle ZVN 1-11

ZVN		Superficie (ha)	N. aziende	Numero di capi				
Codice	Denominazione			Bovini	Bufalini	Ovini e caprini	Suidi	Avicoli
ZVN 1	Maremma laziale-Tarquinia Montalto di Castro	15.538						
ZVN 2	Tre Denari	1.938	12	1.613		1.450		
ZVN 3	Astura	9.922	34	262	290	3.337		217.471
ZVN 4	Pianura pontina - settore meridionale	18.204						
ZVN 5	Area Pontina	10.551	191	9.962		3.825	76	543
ZVN 6	Treja	9.864	43	600		8.782		24
ZVN 7	Vaccina	9.516	44	839		5.122	79	
ZVN 8	Valchetta	2.676	32	483		2.807	812	450
ZVN 9	Aniene	48.906	132	1.809		29.514	25	670
ZVN 10	Malafede	10.575	27	671		23.822	74	1.548
ZVN 11	Sacco	115.314	1.337	14.227	728	35.688	1.781	43.044

Fonte: Piano d'azione per le ZVN della Regione Lazio, Rapporto Ambientale

Tabella 3 – Il contesto agricolo nelle ZVN 1-11

ZVN codice	Superficie agricola (ha)	Colture (ha)									
		Semi-nativi in aree non irrigue	Seminativi in aree irrigue	Orticole *	Orticole in aree irrigue **	Arboricoltura da frutto	Arboricoltura da legno	Vigneti	Oliveti	Prati pascolo	Sistemi colturali complessi
ZVN 1	13.967			12.135	1.406					426	
ZVN 2	1.484	609	730	5	25	16			30	64	5
ZVN 3	7.203	1.037	1.289		309	399		3.465	11	685	8
ZVN 4	11.483			9.152	1.979					352	
ZVN 5	7.075		4.100		2.084	114	57	125	39	404	153
ZVN 6	7.340	4.640	113	1		1.899		59	311	103	213
ZVN 7	5.818	2.540	1.196	279	72	127		634	196	655	120
ZVN 8	1.844	1.478				21			260	85	
ZVN 9	28.384	13.863	983	94	27	818	36	3.679	4.218	3.315	1.350
ZVN 10	5.974	4.523	121	59	14	31		428	87	562	148
ZVN 11	54.130	29.951	2.103	525	4	405	16	406	10.229	5.756	4.735

\* comprendono anche vivai, vivai in pieno campo, in serra e sotto plastica

\*\* comprendono anche orticole in serra, vivai, vivai in pieno campo, in serra e sotto plastica

Fonte: Piano d'azione per le ZVN della Regione Lazio, Rapporto Ambientale

## 3.2 Approccio metodologico: la selezione del campione e il questionario

Le metodologie di rilevamento adottate sono state le seguenti:

1. compilazione di un questionario fornito attraverso un link inviato ai destinatari tramite posta elettronica certificata (metodologia CAWI - Computer Assisted Web Interviewing);
2. interviste telefoniche condotte con la metodologia CATI (Computer Assisted Telephone Interview), per la compilazione assistita del questionario, al fine di incrementare il tasso di risposta.

Il tasso di risposta atteso di una indagine CAWI è generalmente del 30-35%. Per poter ottenere una risposta più elevata, è necessario rafforzare l'indagine con la realizzazione di interviste telefoniche (metodologia CATI). L'incertezza sul livello di risposta ha suggerito di adottare tale metodologia mista, che applica le tecniche CAWI e CATI nella somministrazione in fasi successive dello stesso questionario. In una prima fase il campione è contattato via PEC, una modalità che garantisce una maggiore attenzione da parte di chi la riceve. Sulla base delle risposte ottenute si passa, in una seconda fase, all'indagine con metodologia CATI al fine di sollecitare risposte, assistere alla compilazione del questionario e aumentare il tasso di risposta.

### La selezione del campione

All'interno delle aree ZVN oggetto di analisi sono state individuate 765 domande di sostegno nell'ambito delle misure agro-climatico ambientali e dell'agricoltura biologica, 210 per operazioni della Misura 10 e 555 per la Misura 11 (dati al 2022).

Al netto delle sovrapposizioni (alcune aziende hanno fatto domanda per più operazioni) si tratta di 699 aziende. Le sovrapposizioni sono dovute al fatto che le aziende del biologico, oltre a essere beneficiarie della M11, hanno presentato domande anche per operazioni della M10, in particolare per l'operazione 10.1.1 (60 aziende) e 10.1.8 (6 aziende).

In considerazione dello scopo specifico dell'indagine, che è soprattutto quello di valutare la consapevolezza degli agricoltori di ricadere all'interno della zonazione ZVN e dei vincoli che questo comporta, l'indagine è stata rivolta all'intero universo delle aziende individuate.

Grazie al supporto dei funzionari regionali è stato possibile reperire la quasi totalità degli indirizzi PEC delle aziende selezionate (694 su 699) e 415 numeri di telefono. Il campione oggetto dell'indagine è costituito quindi da tutte le 694 aziende per le quali si disponeva del contatto. Le operazioni delle misure a superficie agro-climatico ambientali (M10) e dell'agricoltura biologica (M11) alle quali queste aziende afferiscono sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 4 – Distribuzione del campione di aziende afferenti alle operazioni delle Misure M10 e M11, con riferimento agli interventi a superficie ammissibili a finanziamento (anno 2022).**

	10.1.1	10.1.3	10.1.4	10.1.5	10.1.8	11.1.1	11.2.1
Domande ammissibili	118	5	9	60	17	184	367

Fonte: AGEA (dati TESTDSS2\_4068\_2022\_12)

Le operazioni così selezionate sono riassunte nella tabella seguente.

Tabella 5 - Operazioni con domande di finanziamento ammissibili all'interno delle ZVN 1-11 (anno 2022)

Operazioni	
10.1.1	Inerbimento degli impianti arborei
10.1.3	Conversione dei seminativi in prati, prati-pascoli e pascoli
10.1.4	Conservazione della sostanza organica del suolo
10.1.5	Tecniche di agricoltura conservativa
10.1.8	Conservazione in azienda, in situ o ex situ, della biodiversità agraria vegetale
11.1.1	Pagamento al fine di adottare pratiche e metodi di produzione biologica
11.2.1	Pagamento per il mantenimento del biologico

La Regione Lazio ha fornito al valutatore anche una lettera di presentazione dell'indagine, nella quale era compresa anche la clausola di riservatezza.

Lo studio è stato realizzato secondo le fasi di lavoro di seguito illustrate:

1. selezione del campione, messa a punto del questionario; verifica della copertura;
2. informatizzazione del questionario e invio delle PEC: la versione definitiva del questionario è stata caricata e resa disponibile su piattaforma web cui tutti i destinatari PEC potevano accedere per rispondere;
3. compilazione delle risposte al questionario da parte dei rispondenti (CAWI - compilazione via web);
4. realizzazione delle interviste telefoniche e compilazione del questionario assistita (CATI - compilazione telefonica);
5. elaborazione dati e stesura del rapporto finale.

Le fasi 2 e 3 dell'indagine sono state realizzate nel periodo dal 18 giugno al 10 settembre 2024, data nella quale è partita la fase delle interviste telefoniche (fase 4). Questa fase si è conclusa il 3 ottobre.

## Il questionario

Il questionario predisposto per la realizzazione dell'indagine è stato condiviso preliminarmente con l'AdG e il Gruppo di Pilotaggio. Si tratta di un questionario strutturato con domande prevalentemente a risposta chiusa e con opzione di risposta multipla. Nella tabella seguente è riportato l'elenco delle domande.

Tabella 6 – Le domande inserite nel questionario

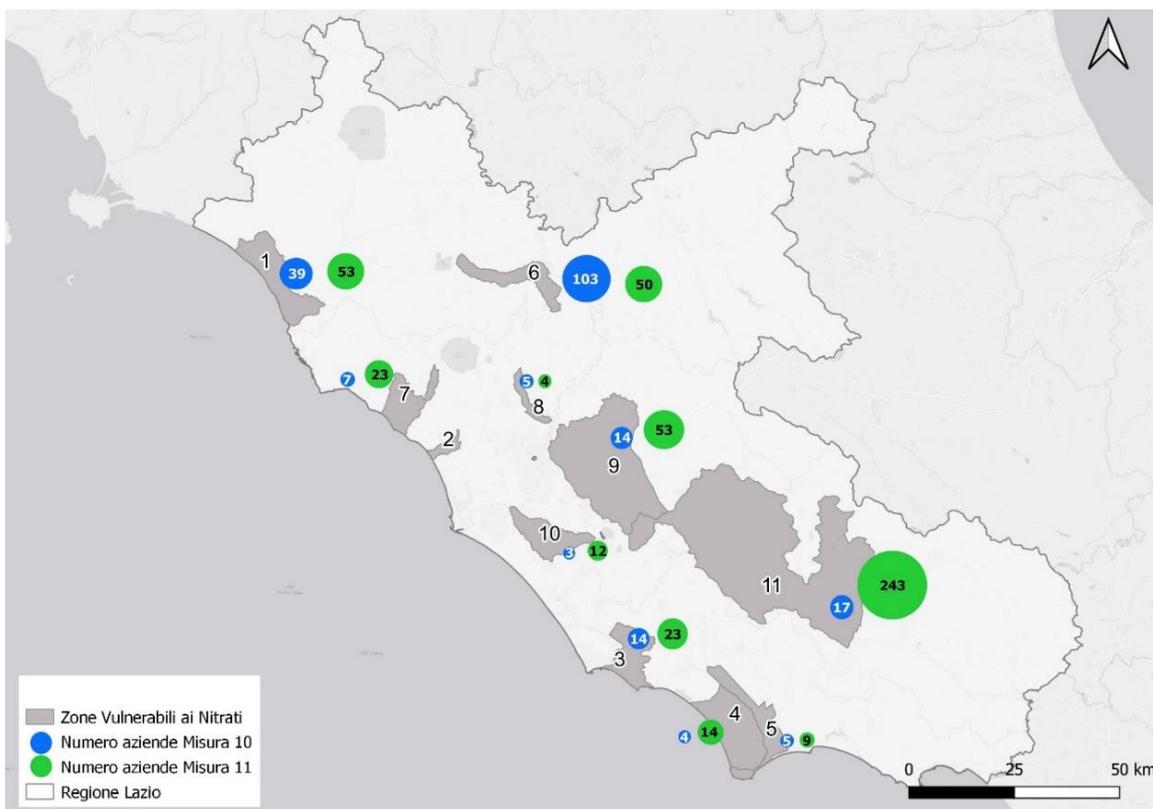
Le domande del questionario	
Profilo del rispondente	Ruolo nell'azienda di chi compila il questionario
	Indirizzo produttivo, ordinamento colturale
Consapevolezza di ricadere in ZVN e dei vincoli connessi	1 - Il 14,7% del territorio della Regione Lazio (circa 253.000 ha) ricade in aree definite particolarmente vulnerabili ai Nitrati (ZVN). È a conoscenza che la sua azienda rientra all'interno di queste aree?
	2 - È a conoscenza delle limitazioni aggiuntive che la norma prescrive nella gestione agronomica delle aziende che ricadono nelle aree ZVN?
L'opinione sulla tutela delle acque e del suolo in agricoltura	3 - Quanto concorda sulla seguente affermazione? Le pratiche agricole che adotta nella sua azienda hanno un ruolo fondamentale nella qualità dell'ambiente, e in particolare delle acque.

L'utilizzazione agronomica dei fertilizzanti in azienda	4 - Nella sua azienda utilizza una o più di queste sostanze fertilizzanti? Possono essere selezionate più voci: effluenti di allevamento – liquami - letami; acque di vegetazione dei frantoi oleari; acque reflue; compost; digestato; residui dell'agroindustria; concimi minerali azotati; ammendanti organici.
	5 - Come effettua l'approvvigionamento dei materiali e delle sostanze sopra selezionate?
	6 - Come effettua la distribuzione degli effluenti?
L'utilizzo di tecniche dell'agricoltura di precisione	7 - Nella sua azienda Lei adotta gli strumenti dell'agricoltura di precisione per dosare in maniera più razionale fertilizzanti e acqua di irrigazione, con notevoli risparmi di costi e di mezzi tecnici? Scelta tra: spandiconcime di precisione – irrigazione differenziata – fertirrigazione differenziata – sonde per rilevazione dell'umidità del suolo – sistemi di guida assistita delle macchine operatrici.
La modalità di gestione dei reflui in azienda	8 - Quali pratiche adotta nella sua azienda per migliorare la gestione dei reflui?
Le pratiche agronomiche	9 - Quali pratiche adotta nella sua azienda per limitare il rischio di inquinamento delle acque da nitrati?
	10 - Quali pratiche per limitare il rischio di inquinamento delle acque da nitrati vorrebbe adottare nella sua azienda?
	11 - Ritieni che esistano altre pratiche agricole efficaci per migliorare la gestione dell'azoto in azienda che attualmente non sono sovvenzionate dal PSR e che potrebbero essere di suo interesse qualora lo fossero?
Il fabbisogno di assistenza tecnica	12 - Fruisce di qualche forma di assistenza tecnica e/o consulenza aziendale per la gestione delle pratiche adottate?
	13 - Ritieni utile che la Regione sostenga la consulenza e la formazione in queste tematiche: colture di copertura; minima lavorazione o semina su sodo; agricoltura di precisione; uso più efficiente dell'irrigazione; tecniche innovative di stoccaggio e distribuzione dei reflui; strumenti per impostare il bilancio dei nutrienti; altro.

### 3.3 La localizzazione dei rispondenti

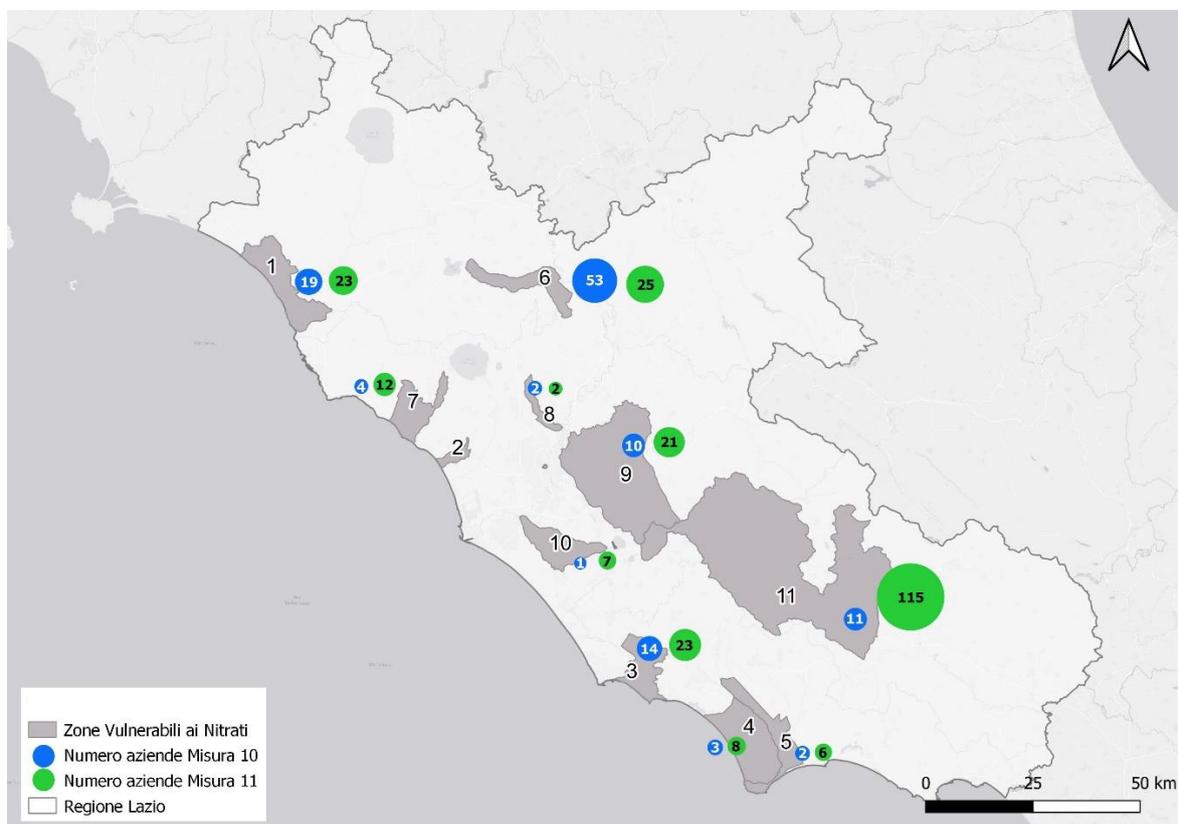
In totale sono stati raccolti 348 questionari compilati, ottenendo un tasso di risposta del 50,1%, certamente soddisfacente. La localizzazione nel territorio regionale del campione selezionato di aderenti alle misure M10 e M11 e delle risposte ricevute è visualizzata nelle due figure seguenti.

Figura 3 – Localizzazione nel territorio regionale del campione



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati AGEA e Geoportale della Regione Lazio

Figura 4 – Localizzazione nel territorio regionale dei rispondenti



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati AGEA e Geoportale della Regione Lazio

Non è stato possibile intercettare nessuna azienda che ricadesse all'interno della ZVN 2 (Tre Denari).

Nella tabella seguente è riportato il confronto tra la distribuzione del campione e dei rispondenti per ZVN di appartenenza.

**Tabella 7 – Numero di risposte ricevute e percentuale sul campione, suddivisi per ZVN di appartenenza.**

	ZVN di appartenenza										Totale
	Maremma laziale	Astura	Pianura pontina	Area pontina	Treja	Vaccina	Valchetta	Aniene	Malafede	Sacco	
Numerosità del campione	92	37	17	14	153	30	9	67	15	260	694
N° di risposte ricevute	42	24	11	8	78	16	4	31	8	126	348
Tasso di risposta %	45,7	64,9	64,7	57,1	51,0	53,3	44,4	46,3	53,3	48,5	50,1

I tassi di risposta più elevati si riscontrano nelle aree Astura (ZVN 3), tra le prime ad essere istituite, e Pianura pontina - settore meridionale (ZVN 4), istituita nel 2004, mentre quelli più bassi si sono verificati in due ZVN istituite nel 2021 (Valchetta ed Aniene, ZVN 8 e 9) e nella Maremma laziale-Tarquini-Montalto di Castro (ZVN 1), che invece è stata istituita nel 2004.

Nella tabella seguente le risposte ricevute sono distribuite in relazione alle operazioni delle Misure 10 e 11 alle quali i rispondenti afferiscono.

**Tabella 8 – Distribuzione dei rispondenti in relazione alle operazioni delle Misure M10 e M11 ammissibili a finanziamento (anno 2022) e percentuale di risposta rispetto al campione.**

	Intervento						
	10.1.1	10.1.3	10.1.4	10.1.5	10.1.8	11.1.1	11.2.1
Domande ammissibili	31	2	5	33	12	88	176
% di risposta rispetto al campione	54,4	33,3	55,6	55,0	70,6	47,6	48,6

Fonte: AGEA (dati TESTDSS2\_4068\_2022\_12)

Complessivamente i beneficiari delle misure agroambientali hanno risposto più numerosi rispetto agli aderenti al biologico. In media, il 55,7% dei beneficiari delle M10 interpellati ha risposto al questionario, mentre i beneficiari delle M11 hanno risposto al 48,3%.

I risultati dell'indagine sono di seguito riportati e commentati.

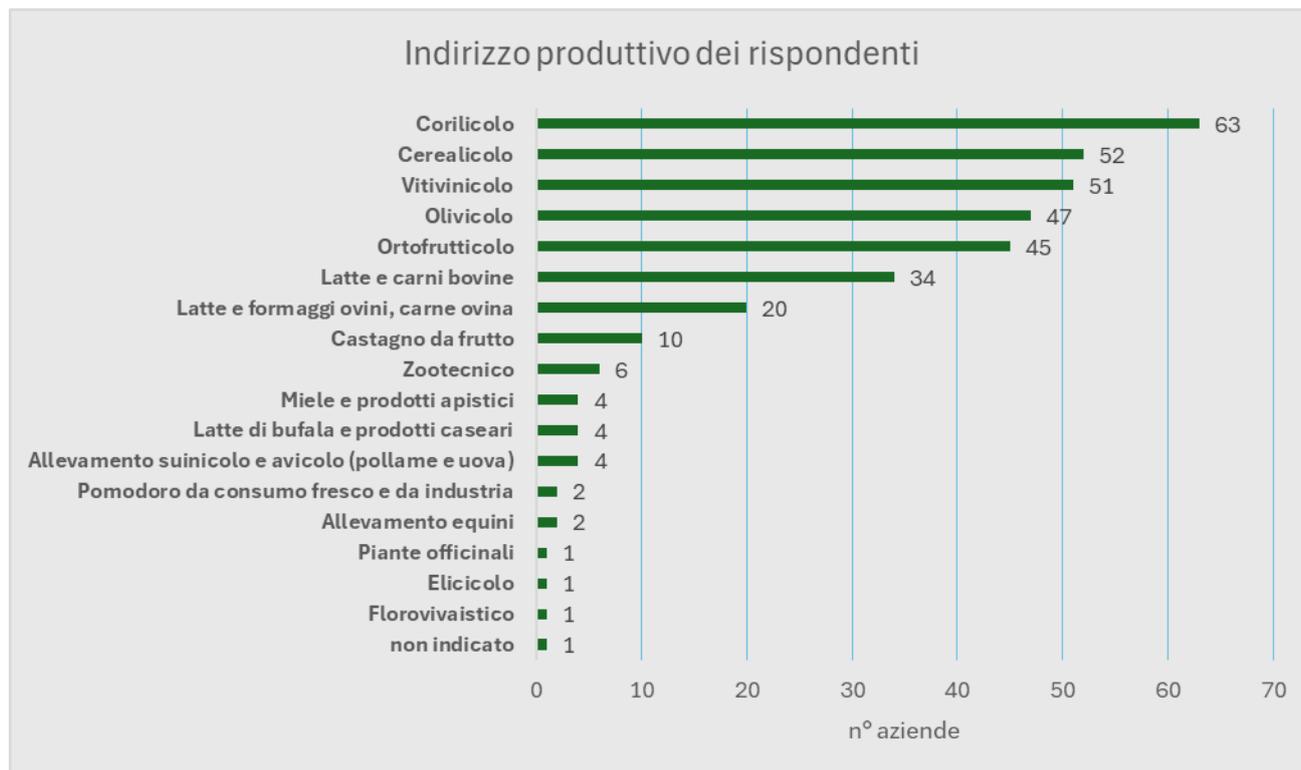
### 3.4 Il profilo dei rispondenti

La prima sezione del questionario mira a raccogliere informazioni sul profilo dei rispondenti, in termini di ruolo di chi ha compilato il questionario e indirizzo produttivo prevalente dell'azienda.

I partecipanti all'indagine risultano in grande maggioranza (78,4%) proprietari o proprietari-conduttori. Seguono i conduttori (14,1% delle risposte), e i tecnici (7,5%).

Gli indirizzi produttivi delle aziende che hanno risposto sono visualizzati nella figura seguente.

Figura 5 – Indirizzo produttivo delle aziende che hanno risposto al questionario



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Nel complesso, le aziende del settore zootecnico che hanno risposto rappresentano il 20,2% dei rispondenti. Nel comparto vegetale, il maggior numero di rispondenti è costituito da aziende corilicole (il 18,2% dei rispondenti); seguono le aziende del comparto cerealicolo e vitivinicolo, che rappresentano ciascuno circa il 15% delle risposte, e quelle olivicole e ortofrutticole (intorno al 13% ciascuna). La distribuzione delle risposte ricevute nelle varie ZVN è riportata nella tabella seguente.

Tabella 9 – Numero di risposte ricevute per indirizzo produttivo e ZVN di appartenenza.

Indirizzo produttivo	ZVN di appartenenza										Totale
	Marem-ma laziale	Astura	Pianura pontina	Area pontina	Treja	Vaccina	Valchetta	Aniene	Malfede	Sacco	
Zootecnico	5		2	4	7	10	2	1	1	38	70
Corilicolo					57					6	63
Cerealicolo	22	2	1		7	3	2	8	3	4	52
Vitivinicolo	2	12						11	2	24	51
Ortofrutticolo, piante officinali	8	10	6	3	1	1		2	1	16	48
Olivicolo	5		2	1	5	2		9		23	47
Castagno da frutto					1					9	10
Apistico										4	4
Florovivaistico									1		1
Elicicolo										1	1

Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Le risposte delle aziende che producono frutta a guscio (nocciole, castagne) provengono da due sole ZVN, la Treja e Sacco. Nella ZVN Sacco, la più ampia in termini di superficie, sono state raccolte risposte da tutti i principali indirizzi produttivi.

### 3.5 La consapevolezza di ricadere in ZVN e dei vincoli connessi

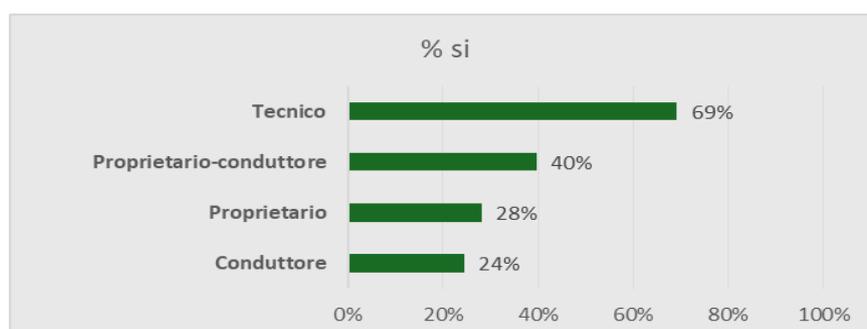
Le prime due domande del questionario hanno indagato il grado di consapevolezza delle aziende che ricadono in ZVN sull'esistenza di questo vincolo e sul fatto che ciò comporta delle limitazioni alla gestione agronomica.

La prima domanda introduce immediatamente la tematica del sondaggio, chiedendo se chi risponde è a conoscenza del fatto che la propria azienda è situata all'interno di una zona vulnerabile all'inquinamento da nitrati (ZVN). La seconda domanda è volta a verificare se l'agricoltore è a conoscenza delle limitazioni aggiuntive che la norma prescrive nella gestione agronomica delle aziende che ricadono nelle aree ZVN.

La risposta alla prima domanda evidenzia che la maggioranza dei rispondenti (61%) non è consapevole del fatto che la propria azienda ricade in una zona vulnerabile all'inquinamento da nitrati. La categoria che ha dimostrato maggiore consapevolezza è stata quella dei tecnici: il 69% di loro ha risposto affermativamente alla domanda (vedi figura seguente). Seguono i proprietari-conduttori (40% di sì), mentre i conduttori sono all'ultimo posto (24% di sì).

Si osserva che la maggioranza di coloro che sono consapevoli di ricadere in zona ZVN (86%) è (coerentemente) anche consapevole dei vincoli aggiuntivi derivanti dal fatto di essere in una ZVN (domanda 2). Il 15% delle aziende che hanno risposto "no" alla domanda n. 1 (31 aziende su 214) ha tuttavia dichiarato di essere al corrente delle limitazioni poste da questo vincolo. In definitiva, coloro che hanno risposto "no" a entrambe le domande, dichiarando di non essere informati sulla presenza di questa tutela, costituiscono il 53% del campione. La percentuale di tecnici che ha risposto "sì" ad almeno una delle due domande si è attestata al 77%.

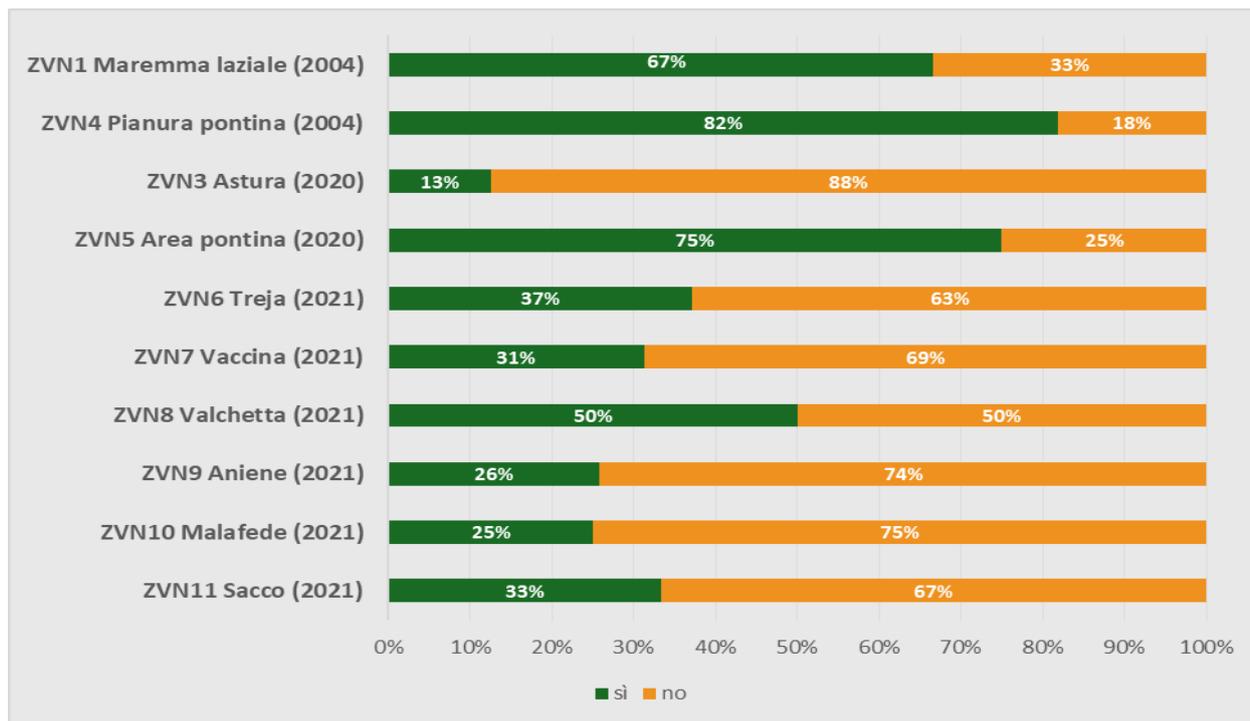
**Figura 6 – Percentuale di risposta affermativa alla domanda n. 1 in relazione al ruolo ricoperto in azienda del rispondente**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Se si esaminano le risposte in base alla ZVN di appartenenza, emerge chiaramente che la consapevolezza è nettamente superiore nelle aziende che ricadono nelle ZVN istituite da più tempo (vedi tabella seguente). Cumulando le risposte ottenute dalle aziende delle ZVN con 20 anni di istituzione (ZVN1 e ZVN4), e tutte le altre, di istituzione molto più recente, questa differenza appare ancora più marcata, in quanto si ottiene una percentuale di risposte affermative nel primo caso del 70% (37 "sì" su 53 risposte), nel secondo del 33% (97 "sì" su 295 risposte).

Figura 7 – Percentuali di risposta alla domanda n. 1 in relazione alla ZVN di appartenenza



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Nella tabella seguente i risultati sono stati raggruppati in riferimento all'indirizzo produttivo delle aziende. I cerealicoltori hanno risposto di essere consapevoli di essere all'interno di una ZVN per quasi il 54%, seguiti a breve distanza da ortofrutticoltori, castanicoltori e apicoltori. Hanno risposto affermativamente meno di un terzo dei corilicoltori, olivicoltori e viticoltori.

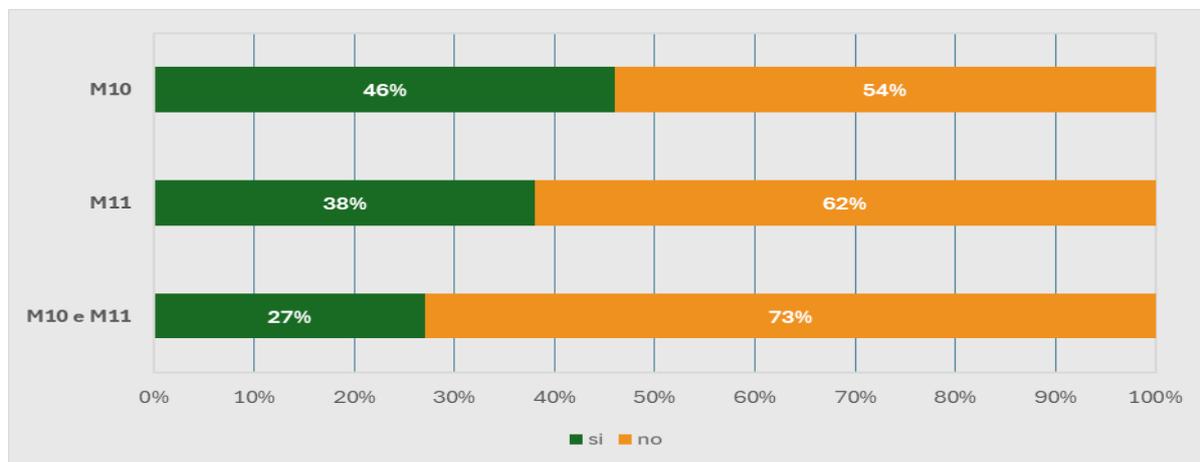
Tabella 10 – Le risposte alla domanda n. 1 per indirizzo produttivo dei rispondenti

Indirizzo produttivo	si	no	totale	% si
Cerealicolo	28	24	52	53,8%
Ortofrutticolo	24	23	47	51,1%
Castagno da frutto	5	5	10	50,0%
Miele e prodotti apistici	2	2	4	50,0%
Zootecnico	32	38	70	45,7%
Corilicolo	19	44	63	30,2%
Olivicolo	13	34	47	27,7%
Vitivinicolo	11	40	51	21,6%
Altro	0	4	4	0,0%
Totale	134	214	348	38,51%

Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Gli aderenti alla misura M10 che hanno risposto affermativamente alla domanda sono percentualmente di più rispetto agli aderenti alla misura M11. Sorprendentemente, sono risultati meno consapevoli le aziende che hanno aderito ad ambedue le misure (vedi figura seguente).

**Figura 8 - La risposta alla domanda n. 1 in relazione all'adesione alle misure del PSR**

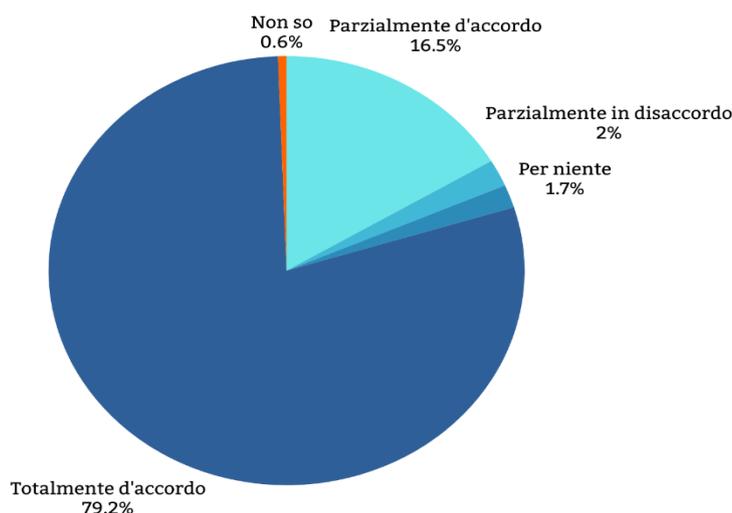


Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

### 3.6 L'opinione dei rispondenti sulla tutela delle acque e del suolo in agricoltura

La terza domanda del questionario - *“Quanto concorda sulla seguente affermazione: Le pratiche agricole che adotta nella sua azienda hanno un ruolo fondamentale nella qualità dell’ambiente e in particolare delle acque”* - ha lo scopo di cogliere la sensibilità e il grado di consapevolezza degli operatori rispetto al ruolo che gli agricoltori ricoprono per la tutela dell’ambiente e delle acque. Le risposte sono visualizzate nella figura seguente.

**Figura 9 – Il ruolo dell’agricoltore per la tutela delle acque (valori in % sul totale dei rispondenti)**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

La grande maggioranza (il 96,3%) dichiara di essere totalmente o parzialmente d'accordo sul fatto di ricoprire un ruolo importante nella tutela dell'ambiente e delle acque, mentre i totalmente o parzialmente contrari sono soltanto il 3,7%.

Tutti gli operatori del settore zootecnico che hanno risposto alla domanda riconoscono di avere tale ruolo. Solo tra gli allevatori di ovini ve ne sono alcuni che hanno manifestato disaccordo su questo tema. Tra gli agricoltori, non sono d'accordo alcuni rispondenti dei settori cerealicolo, ortofrutticolo, viticolo e corilicolo (vedi tabella seguente).

**Tabella 11 – Le risposte alla domanda n. 3 per indirizzo produttivo dei rispondenti**

Indirizzo produttivo	total- mente d'accordo	parzial- mente d'accordo	parzial- mente in disaccordo	per niente	non so	% d'accordo (totalmente o parzialmente)
Latte e carni bovine	25	9				100,0%
Latte di bufala	2	2				100,0%
Allevamento equini	1	1				100,0%
Allevamento suinicolo e avicolo	3	1				100,0%
Allevamento ovini	12	5	1	1	1	85,0%
Zootecnico (non specificato)	6					100,0%
Cerealicolo	38	9	3	1		92,2%
Ortofrutticolo	38	6	2	1		93,6%
Viticolo	43	6		2		96,1%
Olivicolo	38	9				100,0%
Miele e prodotti apistici	4					100,0%
Corilicolo	53	7	1	1	1	95,2%
Castagno da frutto	7	2				100,0%
Altri	3					100,0%

Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

L'attenzione diffusa verso la tematica ambientale che si coglie dalle risposte degli operatori può costituire un terreno fertile per la realizzazione di attività informative e formative volte ad aumentare la consapevolezza di risiedere in zone vulnerabili all'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, e ad agire di conseguenza.

### 3.7 L'utilizzazione agronomica dei fertilizzanti in azienda

Tre domande del questionario sono dedicate a reperire informazioni sull'utilizzazione agronomica dei fertilizzanti in azienda. Gli operatori potevano selezionare la tipologia di fertilizzanti azotati da un elenco diversificato, avendo la possibilità di fornire più risposte.

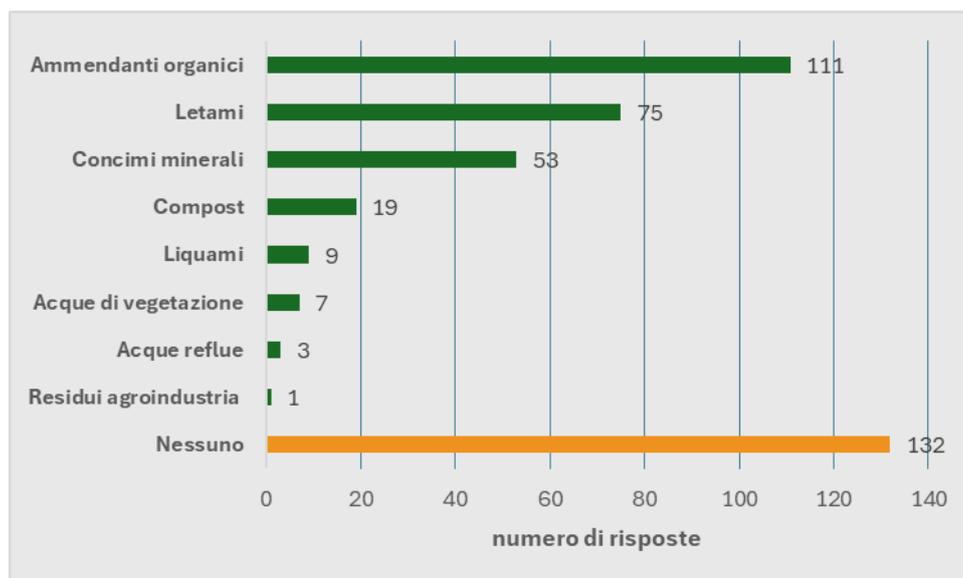
Con la prima domanda (domanda n. 4) è stato chiesto se e quali fertilizzanti vengono utilizzati. Il 38% dei rispondenti (132 aziende) ha dichiarato di non utilizzare fertilizzanti azotati. Si tratta dei castanicoltori (la totalità di coloro che hanno risposto), e della maggioranza (il 62%) degli olivicoltori. Molte aziende zootecniche (30 aziende su 70, il 43%) dichiarano di non fare uso di fertilizzanti azotati, come anche il 34% dei viticoltori, il 33% delle aziende cerealicole, il 24 % di quelle corilicole e il 21% delle ortofrutticole.

Il dato relativo alle aziende a indirizzo zootecnico sembra in controtendenza rispetto a quanto normalmente avviene in aziende con allevamenti intensivi, nelle quali, oltre ai propri reflui aziendali (ammendanti),

vengono utilizzati abbondantemente altri fertilizzanti azotati. Queste risposte potrebbero riferirsi ad aziende con allevamenti estensivi, e impiego di superfici destinate a pascolo.

Il 62% delle aziende che ha risposto al sondaggio utilizza uno o più fertilizzanti azotati. Gli ammendanti organici sono i più diffusi, utilizzati dal 32% delle aziende che fa uso di fertilizzanti organici. Seguono i letami (22% delle aziende), i concimi minerali azotati (15%), il compost (5%) e i liquami (2%). Il dettaglio delle risposte è riportato nella figura seguente.

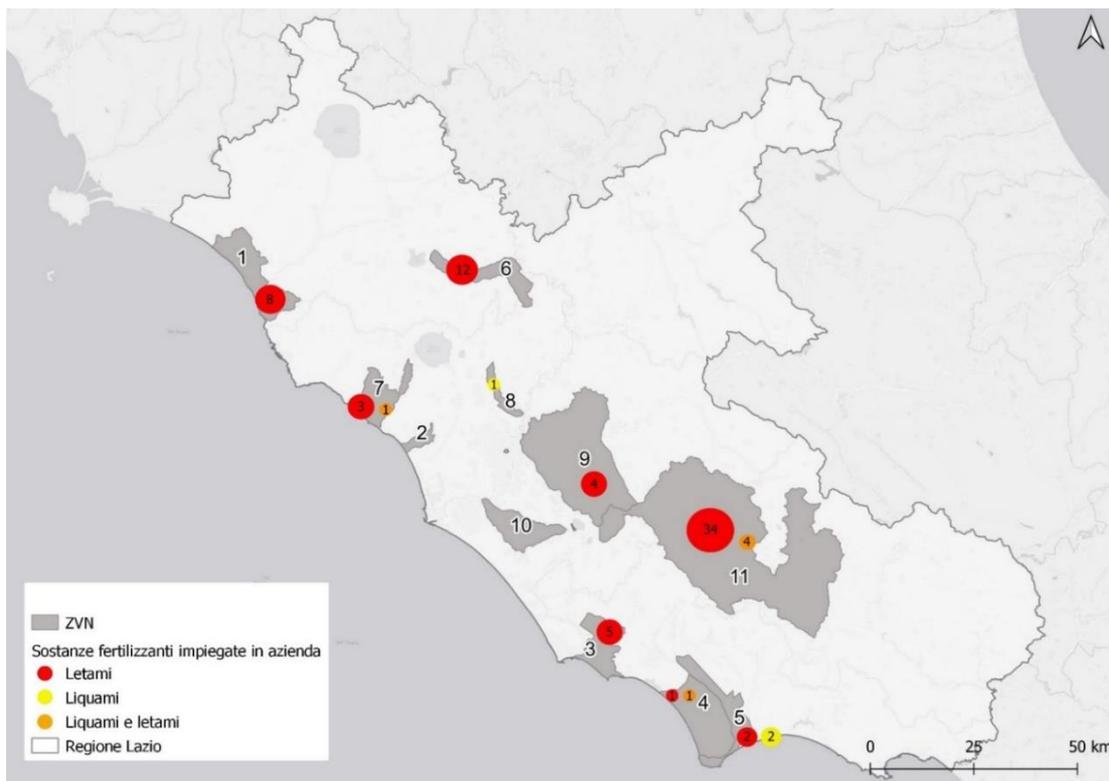
**Figura 10 – Tipi di fertilizzanti azotati utilizzati**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

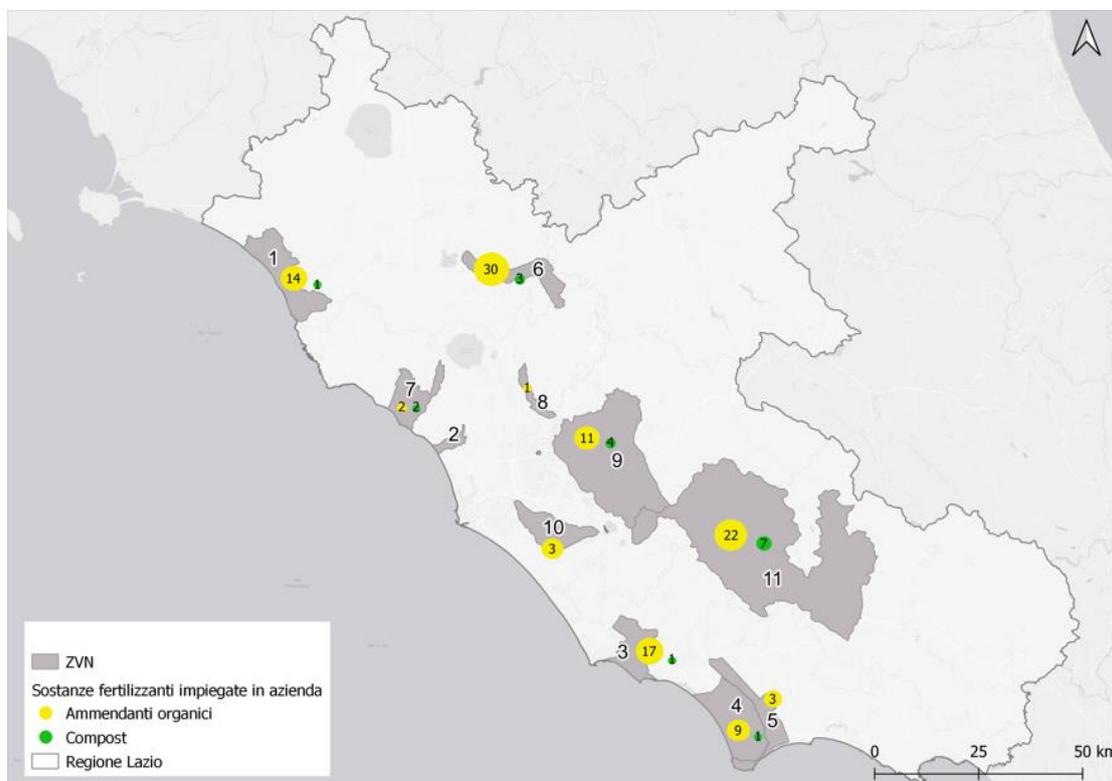
Nelle due figure seguenti è visualizzata rispettivamente la risposta ricevuta sull'utilizzo di letami e liquami (figura 11), e di ammendanti organici e compost (figura 12) all'interno delle ZVN oggetto dell'indagine.

Figura 11 – Aziende che hanno dichiarato di utilizzare letami e liquami per ZVN di appartenenza



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari e Geoportale della Regione Lazio

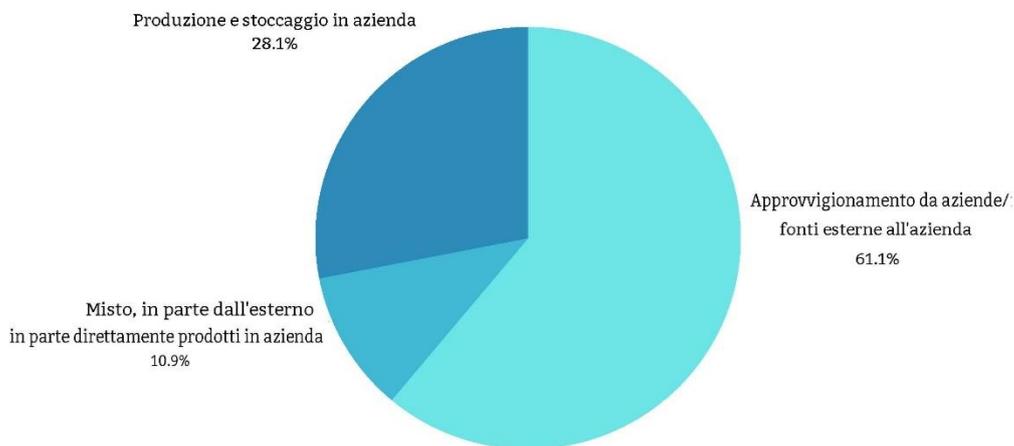
Figura 12 – Aziende che hanno dichiarato di utilizzare ammendanti organici e compost per ZVN di appartenenza



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari e Geoportale della Regione Lazio

Per quanto riguarda la provenienza dei fertilizzanti (domanda n. 5), prevale l'approvvigionamento da fonti esterne, anche se la produzione e lo stoccaggio in azienda, totale o parziale, è effettuato dal 40% delle aziende (figura 13).

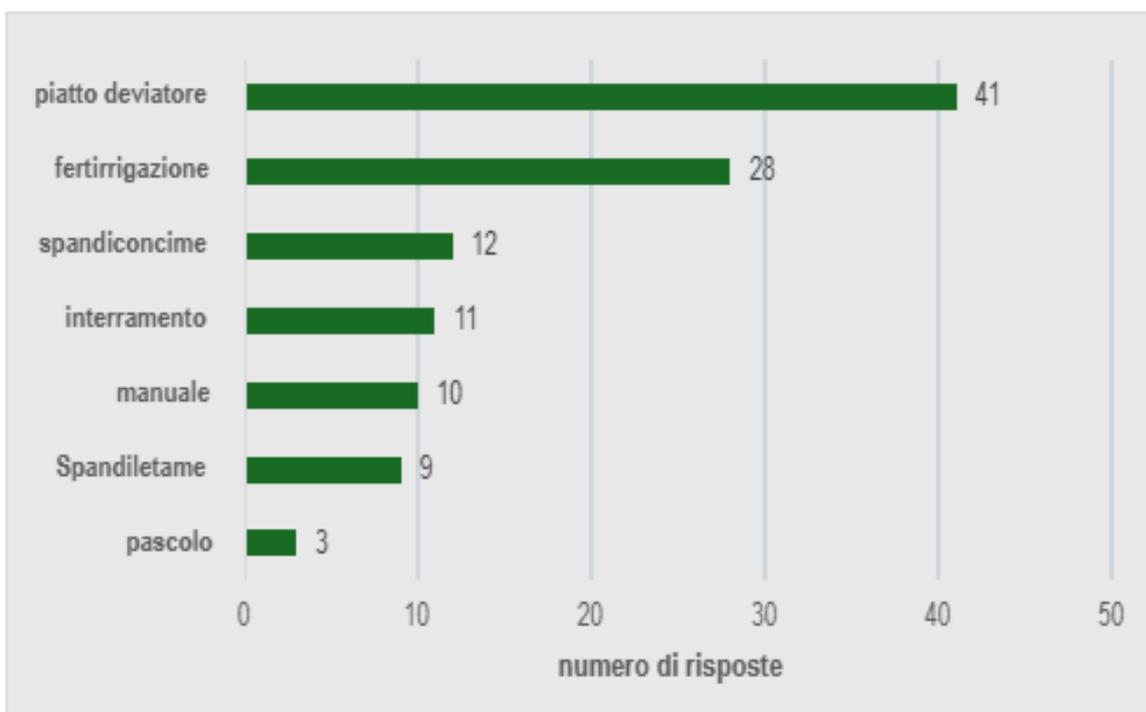
**Figura 13 – L'approvvigionamento dei fertilizzanti azotati**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Le risposte sulla modalità di distribuzione dei fertilizzanti (domanda 6), riassunte nella figura 14, evidenziano come la fertirrigazione sia abbastanza diffusa (è il secondo sistema indicato dalle aziende), mentre l'interramento sia ancora poco praticato.

**Figura 14 – Modalità di distribuzione dei fertilizzanti**



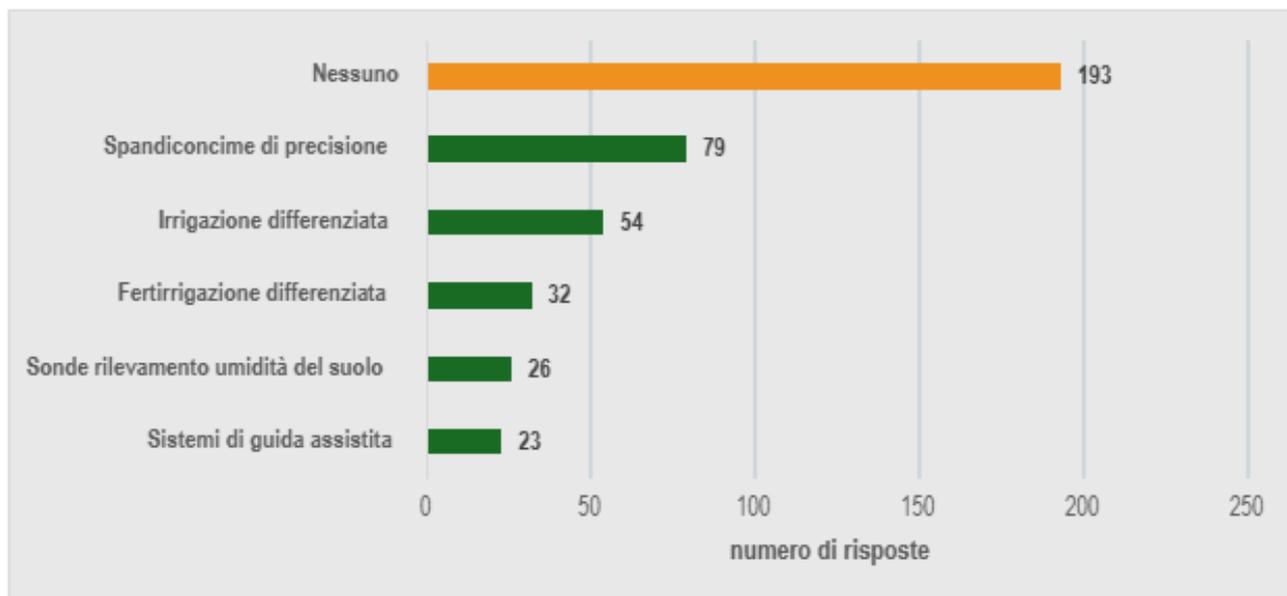
Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

### 3.8 L'utilizzo di tecniche dell'agricoltura di precisione

La domanda n. 7 è volta a conoscere se le aziende adottano gli strumenti e le tecniche dell'agricoltura di precisione per dosare in maniera razionale fertilizzanti e acqua di irrigazione, con notevoli risparmi di costi e di mezzi tecnici. Il 44,5% delle aziende che hanno risposto al questionario hanno dichiarato di adottare almeno una tecnica di agricoltura di precisione.

Lo strumento più adottato è lo spandiconcime di precisione (vedi figura seguente). Più della metà (il 51%) delle aziende che hanno risposto positivamente alla domanda ha indicato di avere questo strumento. L'irrigazione differenziata è la seconda tecnica più applicata (35%). I sistemi di guida assistita sono i meno applicati (15%).

**Figura 15 – Strumenti e tecniche di agricoltura di precisione adottati in azienda**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Il 55% delle aziende aderenti alla Misura 10 che hanno compilato il questionario ha dichiarato di adottare strumenti e tecniche dell'agricoltura di precisione, mentre tra le aziende del biologico (Misura 11) la percentuale scende al 41 %.

Nella tabella seguente sono riportate le tecniche adottate dalle aziende distinte per ordinamento produttivo. Il settore orto-frutticolo risulta essere molto propenso ad adottare tali tecniche, in particolare i sistemi di irrigazione e fertirrigazione differenziata. Questo risultato conferma quanto emerso dall'analisi dell'adesione ai bandi del PSR che sostengono i progetti di filiera (Misure 16 e 4), che vede la progettualità della filiera ortofrutticola emergere nettamente rispetto agli altri settori, avendo attivato da sola il 44,7% degli investimenti finanziati, in termini di spesa (dati dal Rapporto Annuale di Valutazione 2024). Le indagini condotte in sede di Valutazione Intermedia (RVI 2021) tra l'altro hanno evidenziato che fra i vantaggi riportati nelle filiere ortofrutticole sostenute, si evidenzia anche la riduzione dei costi di produzione per la riduzione degli input chimici, fertilizzanti e antiparassitari, anche grazie al controllo centralizzato degli input e all'adozione di disciplinari di produzione.

Nei settori corilicolo, viticolo e cerealicolo è lo spandiconcime di precisione ad essere il più adottato. L'irrigazione differenziata risulta adottata in tutti i settori, a testimonianza del fatto che il risparmio della risorsa idrica sta diventando un'esigenza per tutte le aziende agricole.

Tabella 12 – Strumenti e tecniche dell'agricoltura di precisione in relazione all'ordinamento produttivo

Strumenti e tecniche dell'agricoltura di precisione	Ordinamento produttivo								
	Orto-frutticolo	Corilicolo	Viticolo	Cerealicolo	Olivicolo	Zoo-tecnico	Apistico	Castanicolo	Altro
Spandiconcime di precisione	13	22	10	17	8	8			1
Irrigazione differenziata	17	7	7	3	8	6	2	2	2
Fertirrigazione differenziata	14	1	2	2	9	3			
Sonde umidità del suolo	11	2	6	1	1	3	1		
Sistemi di guida assistita	5	2	2	7		6	1		
Totale	54	34	27	30	26	26	4	2	3

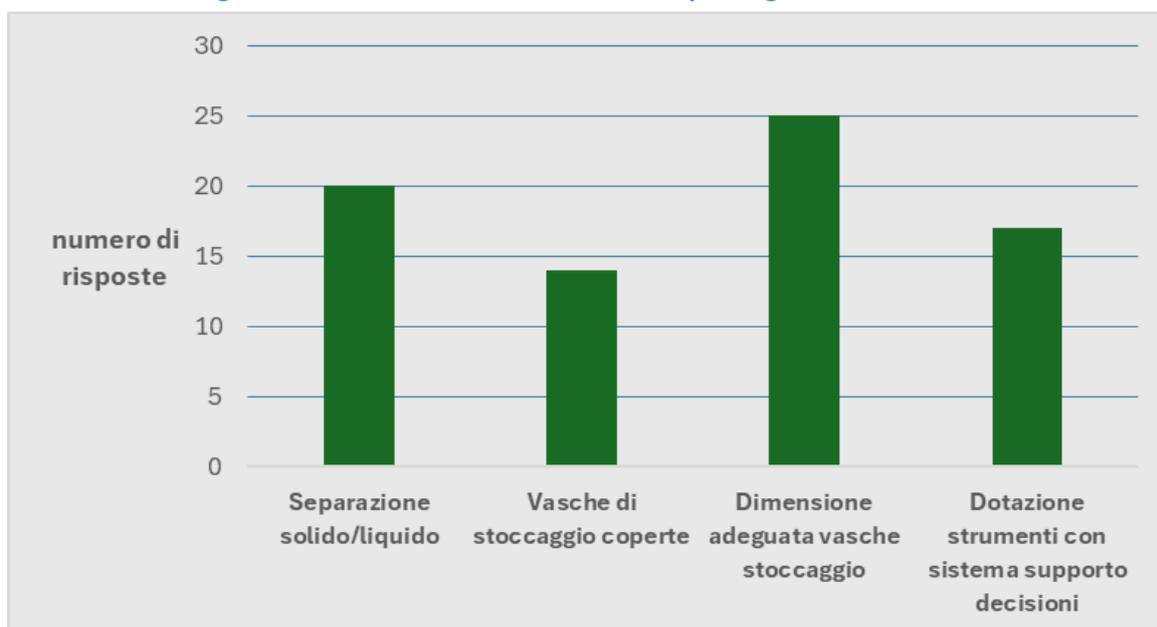
Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

### 3.9 La modalità di gestione dei reflui in azienda

La domanda n. 8 riguarda le pratiche adottate in azienda per la gestione dei reflui. Anche in questo caso gli operatori potevano scegliere tra più opzioni di un elenco, avendo la possibilità di fornire più risposte e di indicare altre modalità a compilazione libera.

Hanno risposto positivamente a questa domanda 68 aziende appartenenti a vari comparti produttivi. La tecnica più utilizzata risulta la dotazione di vasche di stoccaggio di misure adeguate, mentre la copertura delle vasche di stoccaggio è risultata la meno diffusa.

Figura 16 – Pratiche adottate in azienda per la gestione dei reflui



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Nella tabella seguente sono riportate le tecniche adottate in relazione all'ordinamento produttivo principale dell'azienda.

**Tabella 13 – Modalità di gestione dei reflui in relazione all'ordinamento produttivo**

Modalità di gestione dei reflui in azienda	Ordinamento produttivo							
	Orto-frutticolo	Corilicolo	Viticolo	Cerealicolo	Olivicolo	Zoo-tecnico	Castanicolo	Elicicolo
Separazione solido/liquido	1		4	2	5	7		1
Vasche di stoccaggio coperte	1		6		1	5	1	
Dimensione adeguata vasche stoccaggio	1		1	3		19		
Dotazione strumenti con sistemi supporto decisioni	5	4	2	2	1	3		
Totale	8	4	13	7	7	34	1	1

Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

La dotazione di strumenti per la corretta impostazione del bilancio dei nutrienti, attraverso la redazione del Piano di concimazione e con l'adozione di sistemi di supporto alle decisioni risulta più diffusa nelle aziende ortofrutticole.

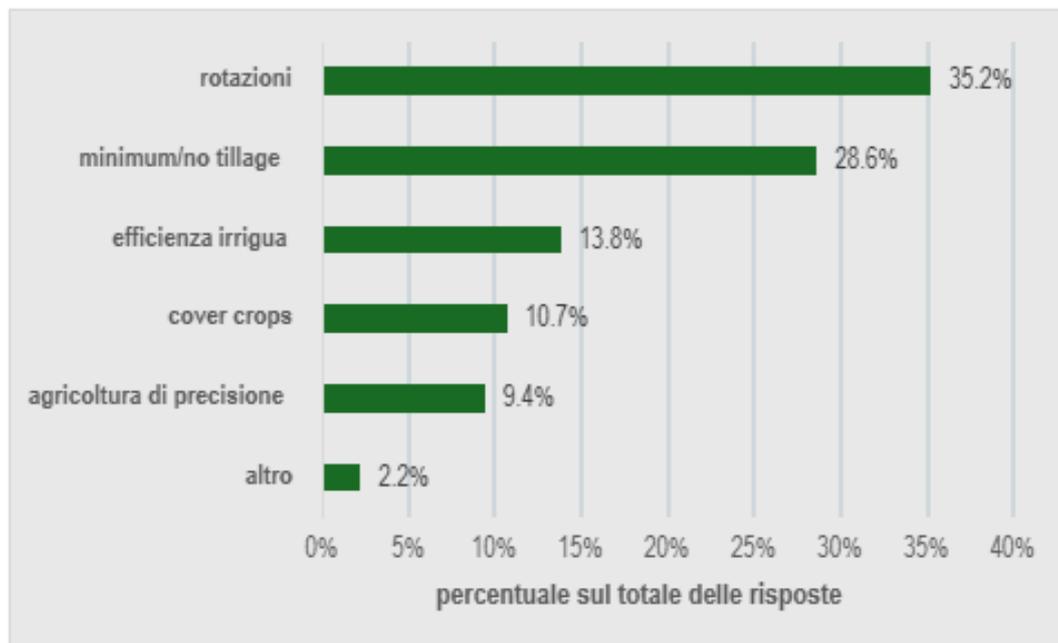
### 3.10 Le pratiche agronomiche

Tre domande del questionario sono rivolte a conoscere le pratiche agronomiche che le aziende adottano o vorrebbero adottare allo scopo di limitare l'inquinamento delle acque da nitrati. La prima di queste (domanda 9) chiede di indicare le pratiche agronomiche che l'azienda sta già adottando, fornendo un elenco di scelte che vengono qui di seguito brevemente descritte.

Le colture di copertura (cover crops) hanno lo scopo di tenere il terreno coperto soprattutto nel periodo autunno-invernale, evitando la degradazione del suolo per erosione superficiale, con un impatto positivo sulla fertilità del suolo e sulla sua capacità protettiva nei confronti delle falde. L'applicazione della minima lavorazione del terreno (*minimum tillage*) o la semina su sodo (*no tillage*) hanno un impatto positivo sulla fertilità chimica e fisica del suolo, sul suo contenuto di umidità, sull'aumento della biofauna terricola e sulla diminuzione dei fenomeni di erosione e ruscellamento. La rotazione e la diversificazione delle colture aumenta l'efficienza dei nutrienti e migliora la fertilità dei suoli. L'adozione di strumenti dell'agricoltura di precisione consente di dosare in maniera più razionale semi, ma anche agrofarmaci e fertilizzanti, alleggerendo la loro pressione sui sistemi ambientali. Infine, la razionalizzazione e l'efficientamento dell'irrigazione consente di evitare gli sprechi e di limitare l'inquinamento delle acque superficiali e profonde.

Un primo dato è che oltre i due terzi dei rispondenti (il 68,4%) dichiara di adottare almeno una pratica finalizzata a limitare il rischio di inquinamento delle acque da nitrati. Questo risultato è certamente correlato al fatto che le aziende del campione assumono impegni in relazione all'adesione alle misure a superficie del PSR, tuttavia è interessante esaminare il dettaglio delle risposte ottenute, riassunto nella figura seguente.

Figura 17 – Pratiche agronomiche adottate in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati



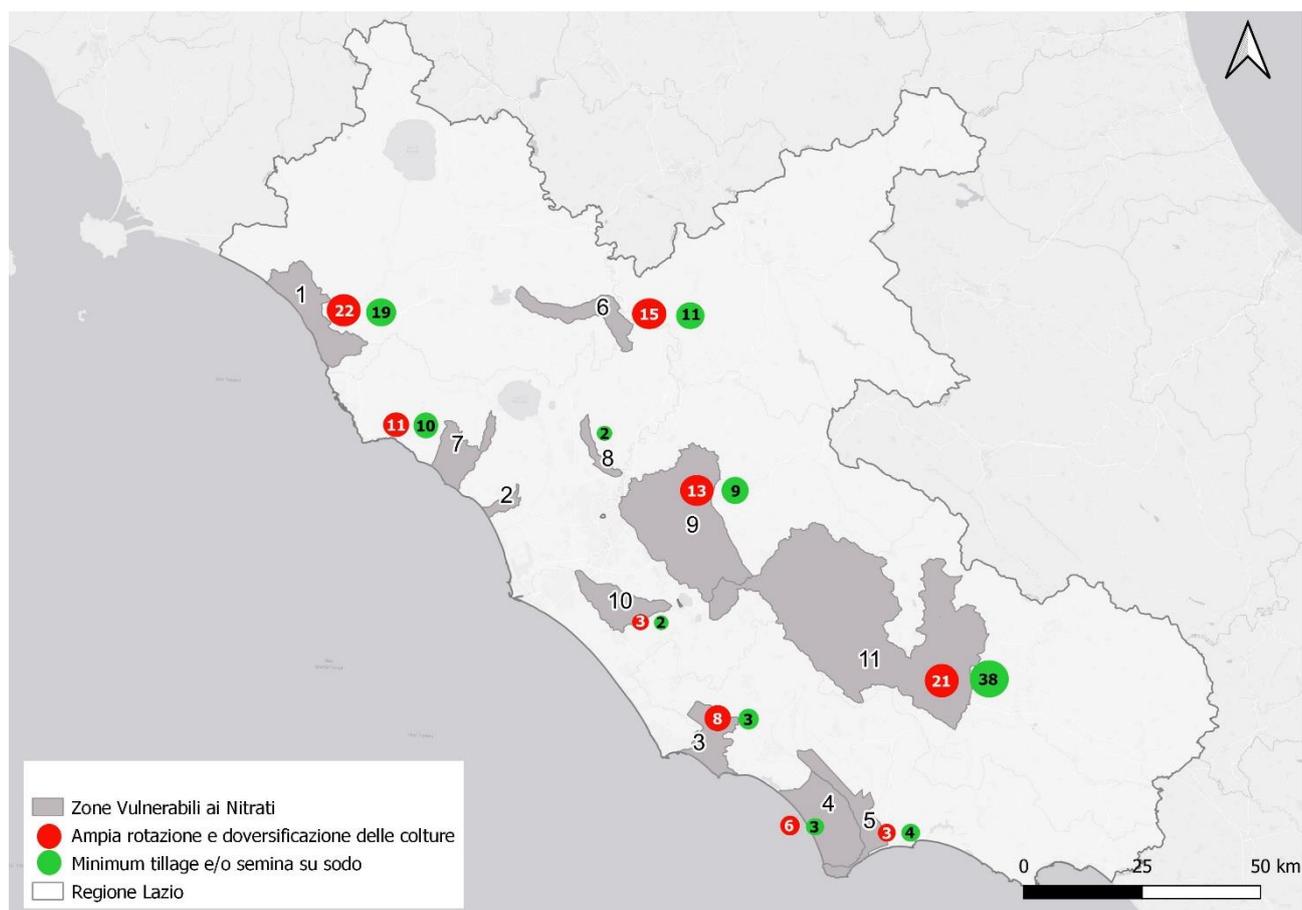
Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Le principali pratiche adottate sono le rotazioni colturali o le diversificazioni delle colture, seguite dalla riduzione delle lavorazioni (minime lavorazioni, semina su sodo). Netamente meno adottati sono i sistemi di efficientamento dell'irrigazione e l'introduzione di colture di copertura. Nella categoria "altro" molte risposte sono riconducibili alle categorie preindicate, altre no. Tra queste, può essere citato l'aumento delle superfici a pascolo, inteso probabilmente come un cambiamento di uso del suolo che potrebbe ridurre gli impatti dell'agricoltura tradizionale.

L'agricoltura di precisione è indicata all'ultimo posto dai rispondenti. Questo fatto, posto in relazione alle risposte fornite alla domanda n. 7, che invece evidenziano un significativo livello di adozione di queste tecniche tra i rispondenti stessi, fa presupporre che tali tecniche siano identificate più come innovazioni valide ai fini della sostenibilità economica e tecnica, che non ambientale. Inoltre, il fatto che un certo numero di aziende si sia dotata di uno spandiconcime di precisione non garantisce che questo strumento sia effettivamente utilizzato sfruttandone le specifiche caratteristiche e potenzialità. L'acquisto di attrezzatura innovativa, se non è accompagnato da una idonea assistenza tecnica, può non rivelarsi efficace in termini di un uso razionale e efficiente delle risorse.

Nelle figure seguenti è visualizzata la localizzazione delle risposte in relazione alla ZVN di appartenenza dell'azienda. Per quanto riguarda le due pratiche più adottate, le rotazioni delle colture e le minime lavorazioni, la prima è più rappresentata rispetto alla seconda, tranne che nella ZVN Sacco, nella quale è la seconda a prevalere (figura 18).

**Figura 18 – Pratiche agronomiche adottate per limitare il rischio di inquinamento da nitrati nelle ZVN: rotazioni e minime lavorazioni**

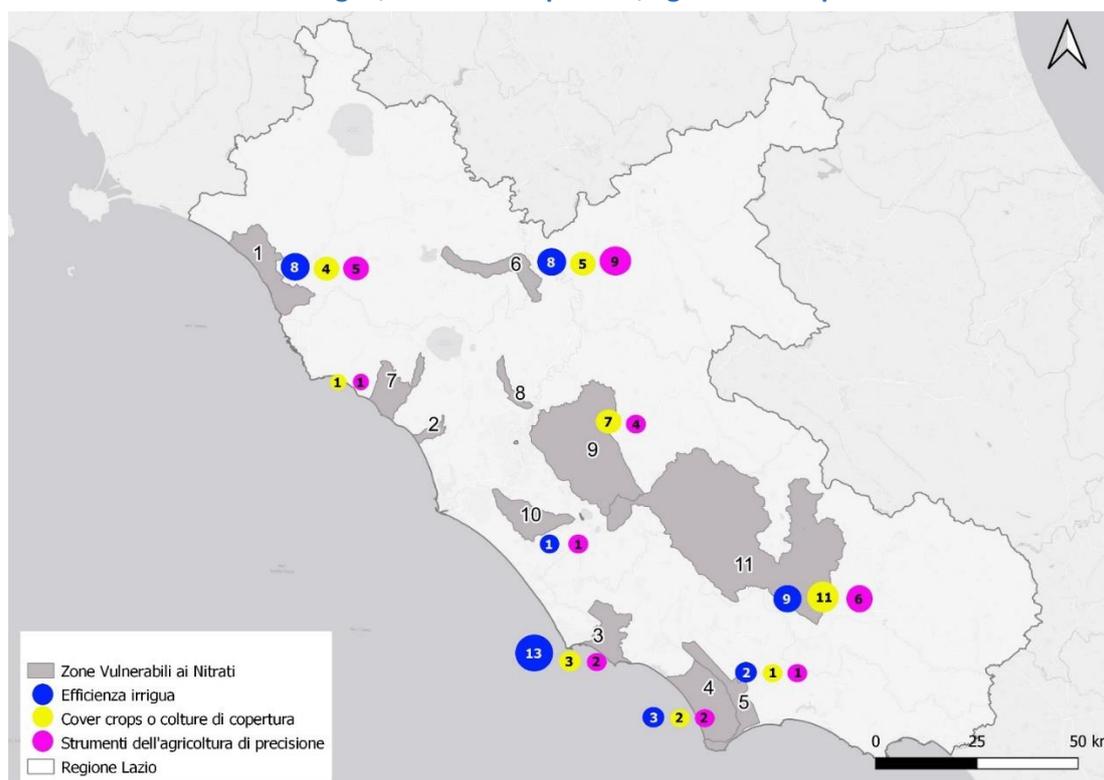


Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari e Geoportale della Regione Lazio

L'attenzione all'efficienza irrigua è particolarmente attuata nella ZVN Astura (ZVN 3), da aziende prevalentemente ad indirizzo vitivinicolo (7 aziende) e ortofrutticolo (5 aziende); per completezza, l'azienda restante è cerealicola. Nella Maremma laziale (ZVN 1), l'irrigazione è indicata prevalentemente da aziende ortofrutticole (4 aziende), seguite da olivicole (2 aziende) e cerealicole (2 aziende), mentre nella ZVN Treja (ZVN 6) prevalgono nettamente le aziende corilicole. Infine, nella ZVN Sacco (ZVN 11), l'efficienza irrigua è perseguita soprattutto da aziende dei settori olivicolo e ortofrutticolo.

L'utilizzo di colture di copertura è più presente tra i rispondenti della ZVN Aniene (ZVN 9), adottate da aziende con vari indirizzi produttivi, e nella ZVN Treja (ZVN 6), prevalentemente ad opera di colture perenni (corilicole e olivicole). Infine, le aziende che adottano tecniche dell'agricoltura di precisione sono relativamente più presenti nelle ZVN Sacco, Treja e Maremma laziale (ZVN 11, 6 e 1).

**Figura 19 – Pratiche agronomiche adottate per limitare il rischio di inquinamento da nitrati nelle ZVN: efficienza irrigua, colture di copertura, agricoltura di precisione**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari e Geoportale della Regione Lazio

È da sottolineare il fatto che quasi un terzo degli intervistati (il 31,6%) dichiara di non adottare alcuna pratica per limitare l’inquinamento delle acque da nitrati.

Il settore cerealicolo è quello che, secondo i risultati del questionario, applica tali pratiche in misura maggiore: il 90% delle aziende cerealicole che hanno composto il campione ha risposto di applicare almeno una delle pratiche considerate, seguito dal settore ortofrutticolo con il 75% delle aziende rispondenti. Le aziende del settore zootecnico che hanno risposto positivamente alla domanda sono il 61%, come anche quelle del settore vitivinicolo. Hanno risposto meno del 50% le aziende olivicole (47%) e corilicole (37%).

Il dettaglio delle pratiche adottate in relazione agli ordinamenti colturali dei rispondenti è riassunto nella tabella seguente.

**Tabella 14 – Pratiche agronomiche adottate in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati per orientamento produttivo (numero di risposte)**

Modalità di gestione dei reflui in azienda	Ordinamento produttivo						
	Ortofrutticolo	Corilicolo	Viticolo	Cerealicolo	Olivicolo	Zootecnico	Altro
Rotazioni e diversificazioni delle colture	27	5	5	33	10	28	1
Minime lavorazioni e semina su sodo	9	7	13	29	8	24	1
Miglioramento efficienza irrigazione	17	7	8	5	5	1	1
Colture di copertura	8	5	7	8	3	3	
Agricoltura di precisione	5	6	6	9	1	3	
<b>Totale</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>84</b>	<b>27</b>	<b>59</b>	<b>3</b>

Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Tra i cerealicoltori, oltre alla rotazione delle colture, si sta diffondendo in maniera significativa la minima lavorazione e la semina su sodo. Nel comparto ortofrutticolo, oltre alle rotazioni si assiste a una maggiore attenzione all'irrigazione, avvertita anche da corilicoltori e viticoltori. La minima lavorazione è praticata anche in maniera significativa dai viticoltori e dalle aziende del settore zootecnico.

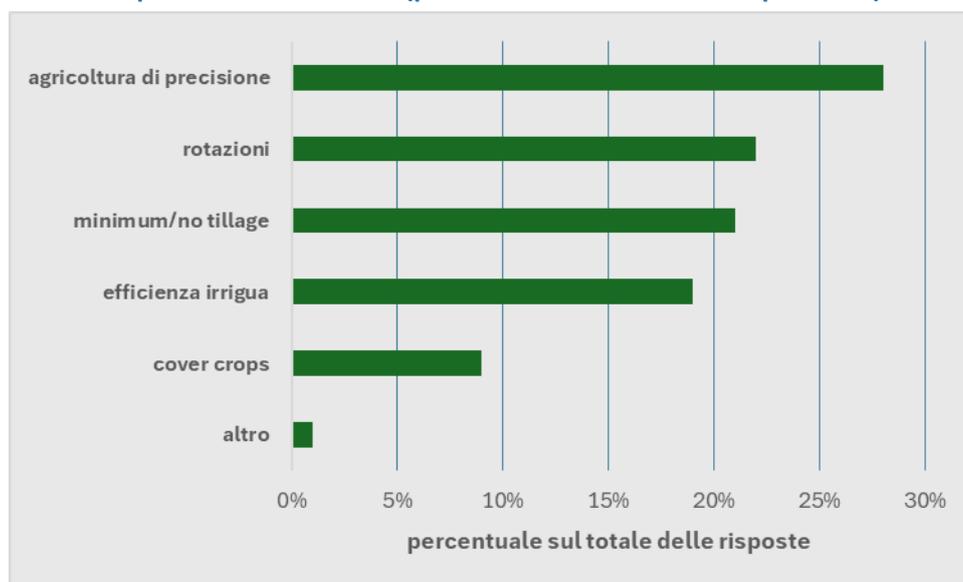
Il questionario chiedeva anche di fornire dettagli sulle pratiche specifiche adottate in azienda. Per quanto riguarda le rotazioni, quelle di gran lunga più adottate sono l'avvicendamento di graminacee e leguminose, seguite a distanza da graminacee/leguminose/colture da rinnovo. Trova una certa diffusione anche l'avvicendamento graminacee/leguminose/orticole. Per quanto riguarda le colture avvicendate, le indicazioni sono riconducibili ad alcune categorie: rotazioni quinquennali quali orzo/favino/grano/girasole/colza, quadriennali quali grano/trifoglio/pisello proteico/girasole, oppure triennali quali farro/cece/grano saraceno.

Tra i sistemi per migliorare l'efficienza irrigua, i più menzionati sono i sistemi di irrigazione a goccia, in alcuni casi gestiti mediante centraline automatizzate. La fertirrigazione e la subirrigazione sono utilizzati, anche se in misura molto minore.

Per quanto riguarda le colture di copertura, le leguminose sono le più adottate, seguite dalle graminacee (avena), e da altre colture quali la senape. Molti rispondenti hanno indicato la pratica dell'inerbimento, spontaneo o tramite semine, pratica molto utile allo scopo di proteggere il suolo. Anche la pacciamatura è stata indicata in questo contesto. Tra le tecniche dell'agricoltura di precisione, i più citati sono gli spandiconcime a dose regolabile. In misura minore sono menzionate le seminatrici a dosaggio differenziato, gli impianti di fertirrigazione, le tecniche di guida assistita e i sensori per monitorare le caratteristiche dei suoli.

La domanda successiva (domanda 10) ha riguardato le pratiche agronomiche che l'azienda vorrebbe adottare in futuro. La pratica che è in cima ai desideri delle aziende che hanno risposto a questa domanda è l'agricoltura di precisione (28% delle risposte), seguita dalle rotazioni e dalle minime lavorazioni/semina su sodo, e a poca distanza, dal miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione. L'utilizzo delle colture di copertura si colloca all'ultimo posto, con meno del 10% delle risposte (vedi figura successiva).

**Figura 20 - Pratiche agronomiche che si vorrebbero adottare in azienda per limitare il rischio di inquinamento da nitrati (percentuale sul totale dei rispondenti)**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

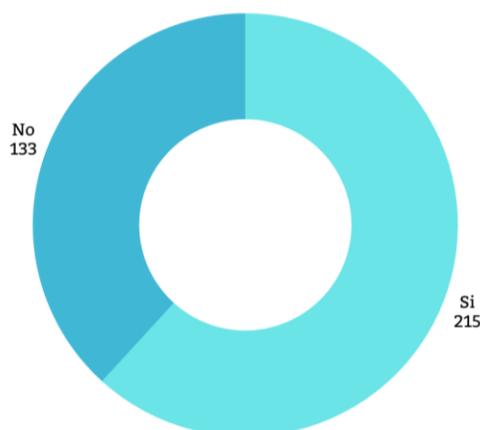
Con la terza domanda di questa sezione del questionario (domanda 11) è stato richiesto se ci siano altre pratiche agricole efficaci per migliorare la gestione dell'azoto in azienda che attualmente non sono sovvenzionate dal PSR, e che potrebbero essere di interesse qualora lo fossero. La maggioranza dei rispondenti (84,6%) non ha dato indicazioni.

Le indicazioni fornite da chi ha risposto positivamente alla domanda sono risultate molto diversificate. In molti casi hanno riguardato pratiche colturali che già sono, anche se indirettamente, incentivate dal PSR. In molti casi è stata indicata in modo specifico la pratica del sovescio; altre indicazioni riguardano ad esempio l'interramento del letame o le colture di copertura. Alcuni vorrebbero che fosse incentivata l'adozione di rotazioni colturali più ampie, o la pulizia dei pascoli. Sono stati menzionati alcuni sistemi di produzione agricola quali l'agricoltura integrata, la quale compare più volte nelle risposte, denotando un interesse specifico rivolto a questo tema e suggerendo l'attivazione di misure specifiche. Compaiono, anche se solo sporadicamente, proposte riguardanti tecniche quali la biodinamica e la permacultura, l'agricoltura rigenerativa e l'utilizzo di microrganismi. In alcuni casi è indicata l'agricoltura di precisione, sia in senso lato o indicando alcune tecniche specifiche.

### 3.11 Il fabbisogno di assistenza tecnica

Le domande conclusive del questionario sono inerenti al tema del fabbisogno di assistenza tecnica. La prima (domanda n. 12), chiedeva se l'azienda si avvale di assistenza o di consulenza, in particolare per la gestione delle pratiche agronomiche oggetto di indagine. Il 62% dei rispondenti ha risposto positivamente.

**Figura 21 – Risposta alla domanda “Fruisce di qualche forma di assistenza tecnica e/o consulenza aziendale per la gestione delle pratiche adottate?”**

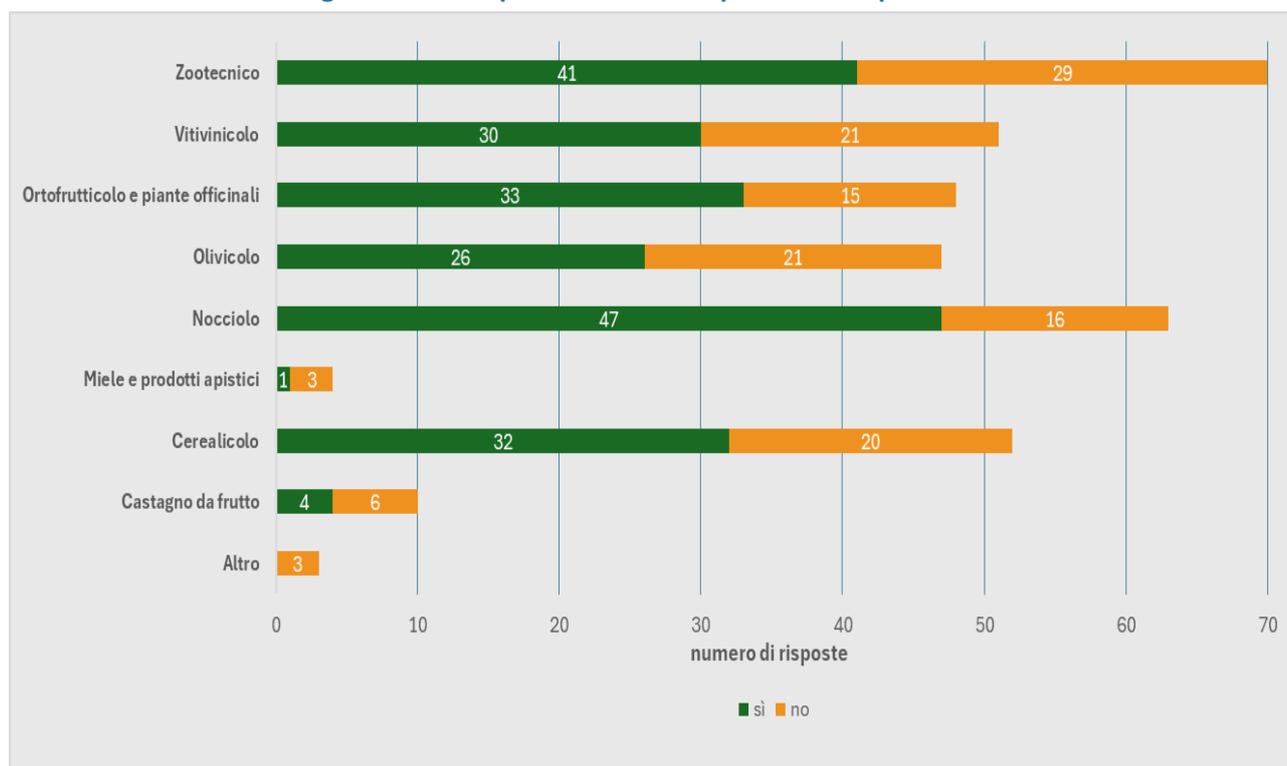


Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Dall'analisi delle risposte in relazione alle misure del PSR alle quali l'azienda si rivolge, risulta che il 68% delle aziende afferenti alla misura 10 (80 aziende su un campione di 117) usufruisce forme di assistenza o consulenza, mentre per le aziende biologiche (misura 11) la percentuale è inferiore, attestandosi al 59% (158 aziende su 268).

Analizzando la risposta prendendo in considerazione l'indirizzo produttivo delle aziende, il quadro è quello visualizzato nella figura seguente. È interessante notare che una coltura emergente, la corilicoltura, è quella che si avvale maggiormente di assistenza tecnica, a conferma del fatto che nel Lazio questo comparto è notevolmente avanzato, essendo caratterizzato da una forte struttura associativa.

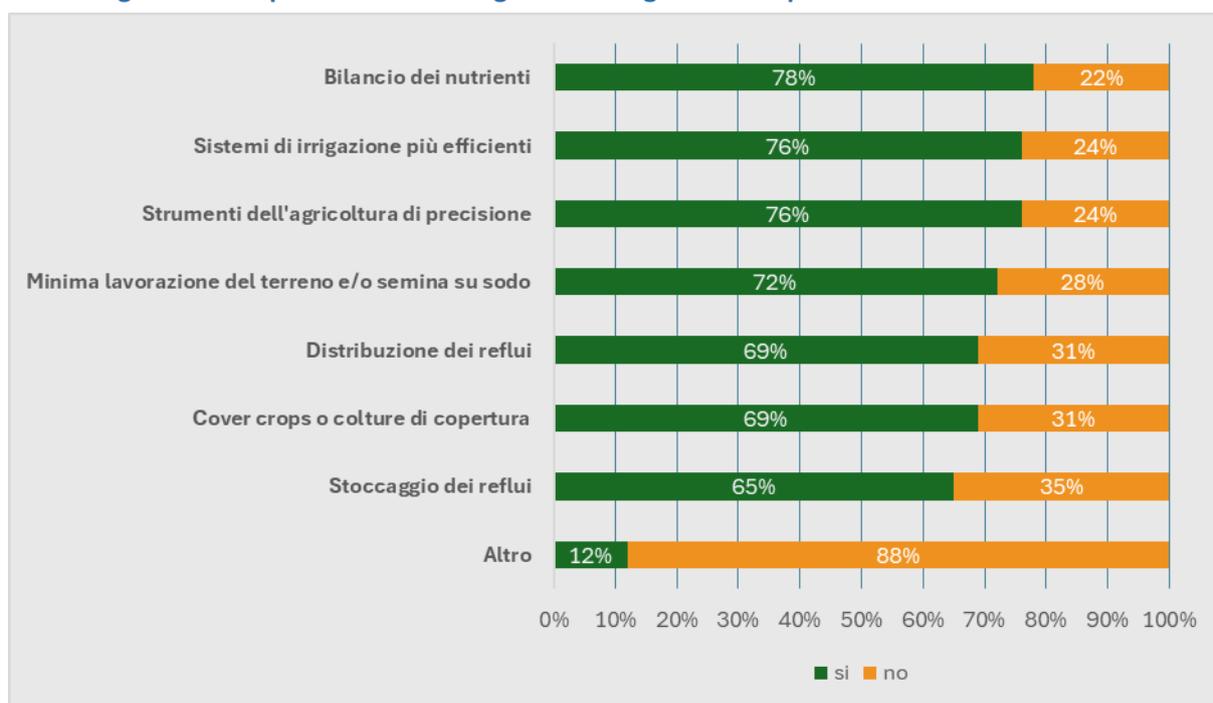
**Figura 22 – Aziende che usufruiscono di qualche forma di assistenza tecnica e/o consulenza aziendale per la gestione delle pratiche adottate per indirizzo produttivo.**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Con la seconda domanda (domanda 13) è stata richiesta l’opinione dei rispondenti sull’utilità che la Regione sostenga la consulenza e la formazione per un elenco di tematiche, con la possibilità di fornire risposte multiple, e anche di inserire altre tematiche di interesse a compilazione libera.

**Figura 23 – Importanza nel sostegno della Regione Lazio per consulenza e formazione**



Fonte: Elaborazione del Valutatore su dati primari

Complessivamente i rispondenti al questionario esprimono una elevata necessità di formazione e consulenza sulle tematiche proposte, con differenze di limitata entità tra un argomento e l'altro. In particolare, l'impiego di strumenti per impostare il bilancio dei nutrienti è la tipologia di intervento che ha ricevuto maggiore approvazione con 271 aziende favorevoli su un totale di 348.

Alcuni agricoltori, precisamente 30, hanno proposto altre tematiche sulle quali avviare attività di formazione e consulenza. I più richiesti sono servizi di formazione relativi alle tecniche agronomiche riconducibili al metodo biologico, come la consociazione, o che, comunque, favoriscano e ripristinino la fertilità e la componente biologica dei suoli. Tra queste compaiono l'impiego di biochar, ammendante organico ottenuto dalla pirolisi di biomassa di origine sia vegetale che animale, l'utilizzo del cippato e l'impiego di micorrize (associazione simbiotica che si crea a livello radicale tra un fungo ed una pianta, che permette tra l'altro un incremento nella pianta della resistenza ai patogeni). Anche la consulenza e la formazione in campo fitopatologico è una tematica proposta dai rispondenti, specialmente in ambito biologico, con approfondimenti sulla lotta biologica.

Sono, inoltre, richiesti servizi di consulenza e formazione sulle tecniche che favoriscono una razionale gestione e riutilizzo delle acque meteorologiche come forma di adattamento ai cambiamenti climatici, come semplici sistemi di raccolta e riutilizzo dell'acqua piovana oppure l'adozione del metodo di coltivazione "Keyline", un sistema di progettazione del territorio rurale finalizzato ad una migliore gestione delle acque meteorologiche con conseguente riduzione dei fenomeni di ruscellamento ed erosione. In ambito zootecnico un'azienda ha manifestato l'esigenza di consulenza e formazione riguardante gli allevamenti estensivi.

## 4. AMBITO 2 – IL CICLO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE UBICATE IN ZVN

### 4.1 Ambito di riferimento

L'ambito 2 si propone di valutare l'effetto che le pratiche agronomiche attuali hanno sulla dinamica dei nitrati in aziende reali, attraverso la selezione di aziende-tipo nelle quali effettuare una raccolta di dati primari di dettaglio inerenti alla gestione agronomica e in particolare delle pratiche che hanno impatto sulla tematica analizzata. Lo scopo è di approfondire diversi contesti ambientali e produttivi significativi, utilizzando le aziende selezionate per acquisire una conoscenza più accurata della realtà territoriale laziale, e alimentare con i dati primari raccolti gli schemi e il modello individuati per la quantificazione del bilancio dei nitrati e dell'impatto della gestione agronomica dei campi agricoli sulle falde, in termini di potenziale accumulo di nitrati. Questo studio si propone quindi di ottenere un primo quadro conoscitivo diretto sulla tematica di riferimento a beneficio della programmazione regionale.

L'oggetto dello studio sono le attività gestionali che hanno rilevanza nel ciclo dei nitrati presso le aziende "tipo", svolto attraverso la compilazione di un questionario effettuata tramite interviste dirette agli operatori dell'azienda, volte a raccogliere le informazioni rilevanti.

L'ambito di riferimento è costituito dalle aziende localizzate nelle ZVN istituite nel Lazio (vedi tabella 1 e figura 1, al capitolo 2).

### 4.2 Approccio metodologico

L'indagine ha cercato di accrescere le conoscenze sulla situazione attuale nella regione effettuando una fotografia dell'impatto da nitrati potenziale a livello di singola azienda agricola, attraverso un'analisi di casi

concreti (casi reali acquisiti), rappresentati da aziende agricole con diversi ordinamenti colturali, nelle quali sono stati rilevati i dati primari necessari al calcolo del ciclo dell'azoto a scala di campo ed azienda.

I dati raccolti ed elaborati sono pertanto stati utilizzati per stimare le perdite di azoto nel suolo e nelle acque utilizzando un modello previsionale, per poter valutare l'impatto del comparto agricolo sulla tematica dei nitrati in falda, su scala aziendale.

### La selezione delle aziende tipo

Attraverso l'analisi dei dati inventariali ISTAT sono stati individuati 5 indirizzi produttivi che rappresentano una realtà significativa dell'agricoltura della regione, e che sono suscettibili di generare impatti:

- cerealicolo e altre colture arabili;
- vitivinicolo;
- ortofrutticolo, compreso pomodoro da consumo fresco e da industria;
- frutticolo;
- latte e carni bovine, latte di bufala e prodotti caseari.

Questi comparti produttivi costituiscono il campo di analisi dell'Ambito 2 del presente approfondimento tematico.

Sulla base dell'analisi territoriale preliminare e attraverso una serie di confronti con vari stakeholders (tecnici dei CAA - Centri di Assistenza Agricola, consulenti aziendali ed esperti del settore) sono state selezionate 16 aziende tipo dislocate nelle ZVN, e una azienda localizzata in area esterna allo scopo di analizzare anche una situazione nella quale non operano i vincoli aggiuntivi. Nella selezione delle aziende da sottoporre ad analisi, in aggiunta alla necessità di acquisire esempi relativi ai sopra citati indirizzi produttivi, è stata posta attenzione nel reperire aziende che adottassero pratiche sostenibili oppure tradizionali, più che la semplice adesione alle misure 10 e 11 del PSR.

La ricerca e la selezione delle aziende hanno richiesto molto tempo per essere portate a termine, sia per ottenere la disponibilità da parte degli agricoltori a fornire i dati e le informazioni richiesti, sia per organizzare la fase di raccolta dei dati in azienda in relazione agli impegni degli intervistati. Nella maggioranza dei casi, infatti, si è preferito intervistare direttamente in azienda gli agricoltori e i tecnici, in modo da poter effettuare anche sopralluoghi aziendali e visite dirette in campo.

### La raccolta dati e le interviste

L'acquisizione dei dati e delle informazioni presso le aziende è stata effettuata attraverso la compilazione di una check-list predisposta ad hoc, la quale veniva esposta durante l'intervista. La check-list, molto dettagliata, riguarda tutte le attività gestionali che hanno rilevanza nel ciclo dell'azoto aziendale a scala di campo.

La predisposizione della check-list ha comportato un'accurata analisi degli indicatori e delle informazioni funzionali alla descrizione della realtà aziendali in termini agro-ambientali. Si è deciso di effettuare la compilazione attraverso la modalità dell'intervista al fine di affiancare l'agricoltore o il tecnico e ottenere in questo modo dati quantitativi e qualitativi il più possibile verificati, rappresentativi e funzionali.

La struttura della check-list è composta da 8 sezioni, in cui sono presenti domande sui dati medi aziendali per ogni coltura, così organizzate:

- 1) Parte generale
- 2) Ordinamento colturale e agro tecnica adottata (lavorazioni)
- 3) Calendario gestione dei campi e delle colture da Quaderno di Campagna
- 4) Semine e raccolte
- 5) Rese

- 6) Piano di concimazione adottato per ogni singola coltura e bilancio nutrienti
- 7) Piano irriguo per ogni singola coltura
- 8) Attività zootecnica e gestione reflui aziendali

Verificata la disponibilità delle aziende selezionate, dopo una prima intervista introduttiva, i dati sono stati raccolti attraverso una intervista di profondità, procedendo alla compilazione della check-list da parte dell'agronomo che conduceva l'intervista.

Qualora l'agricoltore fosse stato in possesso di elaborati di maggior dettaglio, tra i quali il fascicolo aziendale e il quaderno di campagna, il registro trattamenti, il piano di concimazione, le analisi del suolo e le analisi dei reflui/digestati, ecc., è stata fatta richiesta di fornire copia di tali documenti, utili alla raccolta dati, per semplificare la compilazione del questionario ed evitare di inserire informazioni ridondanti.

Nel caso in cui alcune informazioni rilevanti non fossero reperibili in azienda, come ad esempio informazioni pedologiche e dati meteorologici di dettaglio, queste sono state reperite utilizzando banche dati disponibili, con riferimento ai siti selezionati (carte pedologiche, SOILGRIDS, dati meteorologici del Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio – SIARL, Open-Meteo e Agri4cast).

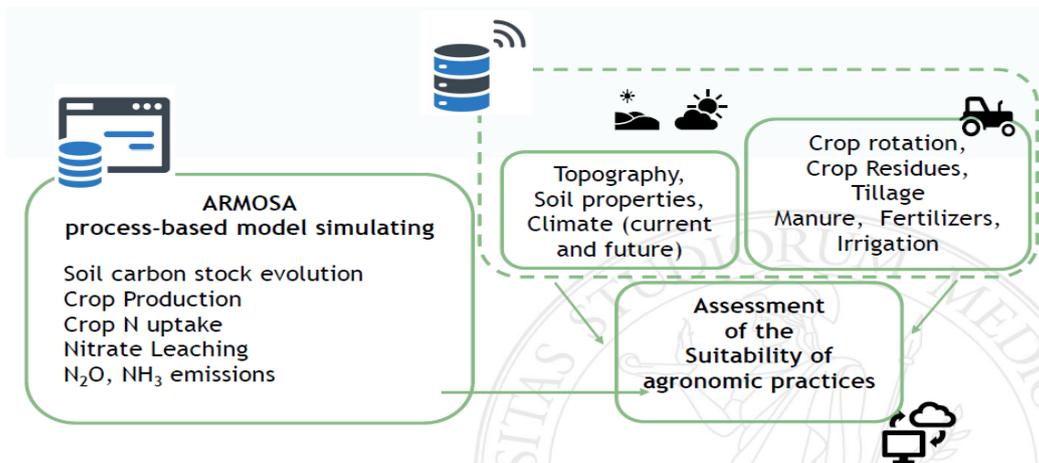
### **Il bilancio dell'azoto in azienda. Il modello ARMOSA**

Per il calcolo del bilancio del ciclo dell'azoto nelle aziende-tipo è stato utilizzato il modello ARMOSA (Perego *et al.*, 2013; Valkama *et al.*, 2020). Il modello rappresenta uno strumento di predizione delle dinamiche azotate nel suolo, nella pianta coltivata e nell'atmosfera, e fornisce una stima dell'impatto che le pratiche agronomiche hanno sulla qualità delle acque profonde e superficiali. Il modello ARMOSA (Analysis of cRopping systems fo rManagement Optimization and Sustainable Agriculture) è stato sviluppato da ricercatori dell'Università Statale di Milano (DISAA – Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali) nell'ambito di un progetto che porta lo stesso nome, progetto finalizzato all'attivazione di una rete di monitoraggio dei carichi di nutrienti nelle acque sotterranee provenienti da fonti diffuse (Brenna *et al.*, 2003 e 2005) in Lombardia. Il progetto, condotto da ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste della Regione Lombardia) è stato realizzato con la collaborazione delle Università di Milano e Napoli e del CNR di Napoli e sostenuto dalla Regione Lombardia. Il risultato principale di questo progetto è stato lo sviluppo di un modello dinamico di simulazione la cui affidabilità è garantita dalla sua parametrizzazione, calibrata e validata, condotta impiegando un ampio data set acquisito in siti di monitoraggio in aziende agricole reali. Inoltre, i risultati della rete sperimentale ARMOSA, hanno fornito un importante contributo alla documentazione tecnico-scientifica presentata a supporto della richiesta di deroga al limite di 170 kg/ha di azoto da effluenti presentata dall'Italia alla Commissione Europea nell'ambito dell'applicazione della Direttiva.

A partire dai dati raccolti e dalle interviste ai conduttori e ai tecnici delle aziende è stato condotto uno studio approfondito su ogni singola azienda, indagando per ogni fase della gestione agronomica dei campi agricoli (lavorazioni del suolo, fertilizzazioni, gestione reflui, irrigazioni, performance produttive, epoche di semina e raccolta e calendario interventi e lavorazioni in funzione dello stadio fenologico dei crescita delle colture), le potenziali perdite di azoto nel sistema suolo-pianta-falda.

Nella figura seguente sono schematizzati il flusso e l'elaborazione dei dati e delle informazioni utilizzati per la realizzazione delle simulazioni su scala di campo per ogni azienda. I dati primari dei questionari sono stati integrati da banche dati di riferimento al fine di ottenere il bilancio dell'azoto e del carbonio. Da questi ultimi è stato possibile stimare le perdite su base aziendale e ottenere degli indicatori idonei alla valutazione reale di potenziale impatto sulle falde nelle aree oggetto di maggior tutele sulle reti idriche interessate dalle ZVN. Il modello calcola su base giornaliera le variabili relative al suolo (ad esempio il contenuto di carbonio organico, azoto nitrico e ammoniacale, la lisciviazione, l'emissione di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O) e alle colture (ad esempio resa, biomassa aerea, contenuto in azoto).

Figura 24 – Schema generale del modello ARMOSA

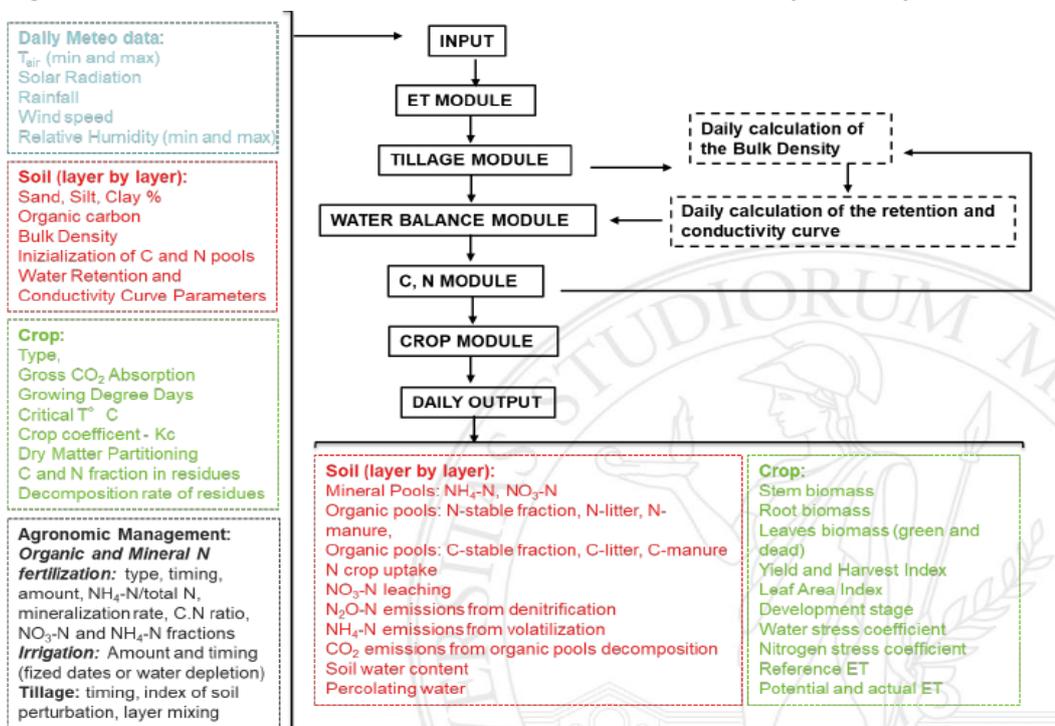


Le quattro componenti che costituiscono il modello sono:

- un modello micrometeorologico che simula il bilancio energetico a partire da dati meteo giornalieri;
- un modello di sviluppo e crescita colturale che utilizza radiazione e temperatura in uscita dalla componente micrometeorologica;
- un modello di bilancio idrico del suolo;
- un modello di bilancio dell’azoto e del carbonio nel suolo.

Al fine di generare dati simulati, il modello richiede dati in ingresso che rappresentano variabili, parametri, costanti e coefficienti che rientrano negli algoritmi del codice, i quali sono derivati dalle interviste aziendali: la rotazione colturale, le epoche di semina e raccolta, le epoche, i quantitativi e il tipo di fertilizzanti, le epoche ed i volumi irrigui. Nella figura seguente è schematizzata la struttura del modello e la lista degli input e degli output.

Figura 25 – Struttura in moduli del modello ARMOSA con lista input e output



I dati pedologici rappresentano anch’essi dati input al modello, e sono stati reperiti dal portale online SOILGRID nel quale sono disponibili parametri fisici, come tessitura e densità apparente, chimici, come percentuale in peso del carbonio organico e kg di carbonio presente nella frazione stabile della sostanza

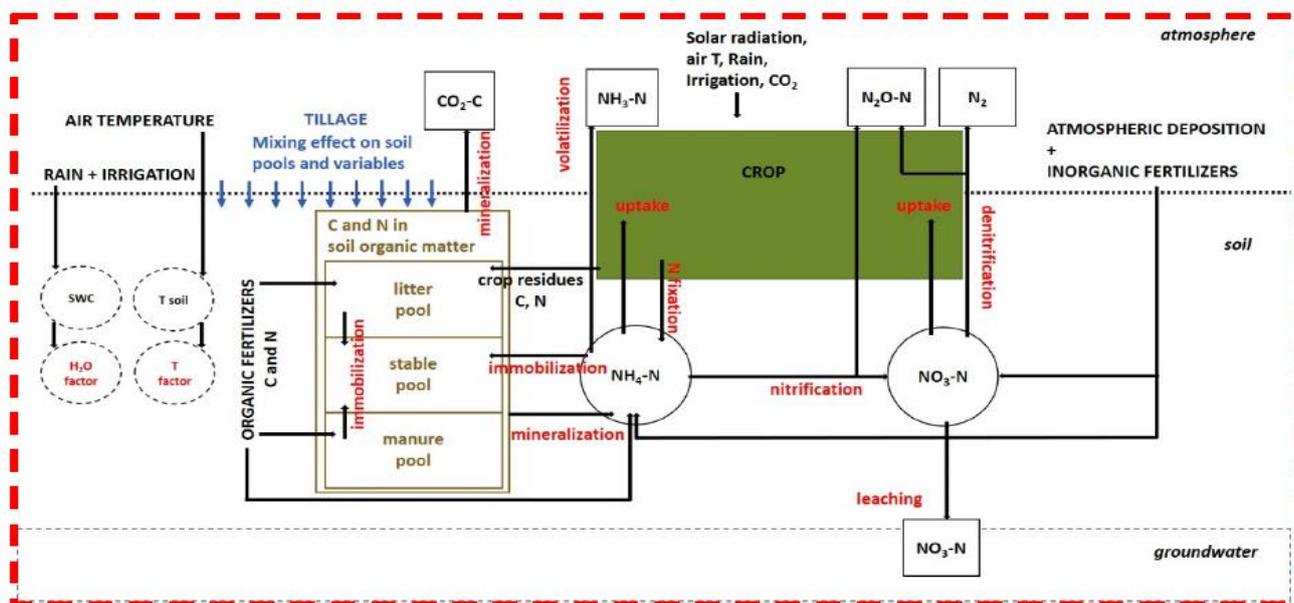
organica, oltre ai parametri che rientrano negli algoritmi che descrivono le dinamiche idriche nel suolo. Ogni suolo, all'interno del modello ARMOSA, è caratterizzabile, inoltre, in termini di dinamica azotata in base alle sue proprietà fisiche e chimiche. All'interno del medesimo data base sono riportati, infatti, i parametri che descrivono le dinamiche dell'azoto nel suolo. Tra questi troviamo i descrittori dei processi di mineralizzazione, denitrificazione, volatilizzazione, deposizione atmosferica secca ed umida, immobilizzazione. Inoltre, compaiono i parametri utilizzati nel calcolo dell'incidenza dei fattori ambientali, quali temperatura e contenuto idrico del suolo, sui tassi di mineralizzazione della sostanza organica.

Per quanto riguarda la voce "coltura" il database del calcolatore è costituito da differenti tabelle contenenti tutti i parametri colturali di crescita, costituita da 74 parametri che regolano l'assimilazione della CO<sub>2</sub>, la fotosintesi, lo sviluppo del LAI (*Leaf Area Index*) e SLA (*Specific Leaf Area*), la ripartizione della sostanza secca, le perdite per respirazione, la vernalizzazione, la curva di diluizione e i parametri di sviluppo fenologico sulla base dell'accumulo dei gradi giorno, i coefficienti relativi alla ripartizione della biomassa fra frazione epigea e ipogea, i coefficienti relativi alla ripartizione della biomassa fra i vari organi della pianta, i coefficienti colturali per la stima dell'evapotraspirazione e i parametri dei residui colturali usati nel modello del bilancio dell'azoto, specifici per ogni coltura e stadio fenologico.

I "concimi minerali" sono descritti dal contenuto percentuale di azoto nella forma nitrica e ammoniacale mentre i fertilizzanti organici sono descritti attraverso il rapporto C/N, la percentuale di carbonio sulla sostanza organica delle frazioni "litter" e "manure" e la percentuale di azoto ammoniacale sull'azoto totale.

Uno schema dei processi sul bilancio dell'azoto e del carbonio sviluppati dal modello è riportato nella figura seguente.

Figura 26 – Struttura in moduli del modello ARMOSA con lista input e output



Il modello è sviluppato usando il paradigma Object Oriented Programming (OOP) al fine di garantire modularità e riutilizzo dei vari componenti ed il linguaggio di programmazione utilizzato è Visual Basic 6.0; nel 2022 il codice è stato interamente riscritto in Java. Questo approccio garantisce la possibilità di estensione del modello per nuove colture ed il suo aggiornamento attraverso la traduzione in software di approcci alternativi allo stesso processo. Oltre all'output giornaliero di tutte le variabili di stato relative alla coltura e al suolo (queste ultime, strato per strato) ARMOSA produce output che sono aggregati secondo indicatori agro-ecologici di rischio (*risk indicators*) relativi alla crescita e sviluppo della pianta e alle pratiche agronomiche eseguite.

Di seguito vengono descritti i principali output del modello ARMOSA:

- **Leaching (Lisciviazione): kg di azoto lisciviati all'ettaro annui**

In ARMOSA il *leaching* annuale dei nitrati ( $\text{NO}_3$ ) viene simulato usando come informazione di base:

- i flussi di acqua all'interno del profilo di suolo;
- le quantità di  $\text{NO}_3$  presenti alle diverse profondità del suolo.

Entrambi questi aspetti sono simulati dal modello suddividendo il profilo di suolo in strati ideali di 5 centimetri e calcolando le informazioni per ognuno di questi strati. La lisciviazione viene ricavata su scala giornaliera calcolando la concentrazione di  $\text{NO}_3$  nell'acqua presente in ogni strato; usando la concentrazione per litro calcolata si ricava la quantità di  $\text{NO}_3$  presente nei flussi di acqua che si spostano da uno strato di suolo a quello immediatamente sottostante. Grazie a questo meccanismo ARMOSA è in grado di restituire all'utente la lisciviazione stimata ad una profondità arbitraria decisa dall'utente così come la quantità di *leaching* in uscita al limite inferiore del profilo di suolo.

- **Emissione di protossido di azoto in forma gassosa:  $\text{N}_2\text{O}$  (kg/ha)**

Il calcolo delle emissioni di protossido viene eseguito giornalmente. Si considerano  $\text{N}_2\text{O}$  da nitrificazione e  $\text{N}_2\text{O}$  da denitrificazione. È possibile scegliere la profondità, in genere viene considerata a 0,30 m. Alla fine della simulazione si vede quindi il totale emesso di  $\text{N}_2\text{O}$  da denitrificazione e nitrificazione. È possibile, inoltre, vederlo anche per le singole colture. Il risultato finale, quindi, è un valore "cumulato".

- **Emissione di ammoniaca in forma gassosa:  $\text{NH}_3$  (kg/ha)**

Sia il calcolo del *leaching* che le emissioni di  $\text{NH}_3$  (espresse in kg/ha riferiti sui primi 10 cm di suolo) avviene anch'esso giornalmente. Quindi il dato finale è la somma dei singoli dati giornalieri.

- **Concentrazione di ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato  $\text{NO}_3$  (kg N/ha)**

La concentrazione del nitrato, come l'ammonio, viene calcolato giornalmente nei vari spessori di suolo di 5 cm l'uno. È possibile quindi scegliere di vedere quanto di ogni molecola è presente ad una certa profondità e in un certo momento della stagione colturale. Alla fine della simulazione si ottiene la concentrazione media presente in quel momento delle due molecole.

- **Carbon stock change in kg/ha di C - Delta di stock di carbonio annuale**

Si tratta della variazione di carbonio organico nel suolo a 30 cm nel corso di 20 anni di simulazione, i termini di carbonio stoccato/emesso nel suolo (valori positivi indicano uno stock che si accresce nel tempo). È possibile, pertanto, valutare se il delta è positivo o negativo e in parallelo ricavare il delta annuale.

- **Concentrazione dei nitrati espressi in mg di  $\text{NO}_3$  su litro di acqua**

Il rapporto fra l'azoto lisciviato e l'acqua drenata, stimati a partire dalla lisciviazione simulata dal modello oltre un metro di spessore di suolo, considerando lo spessore di suolo medio interessato dagli apparati radicali.

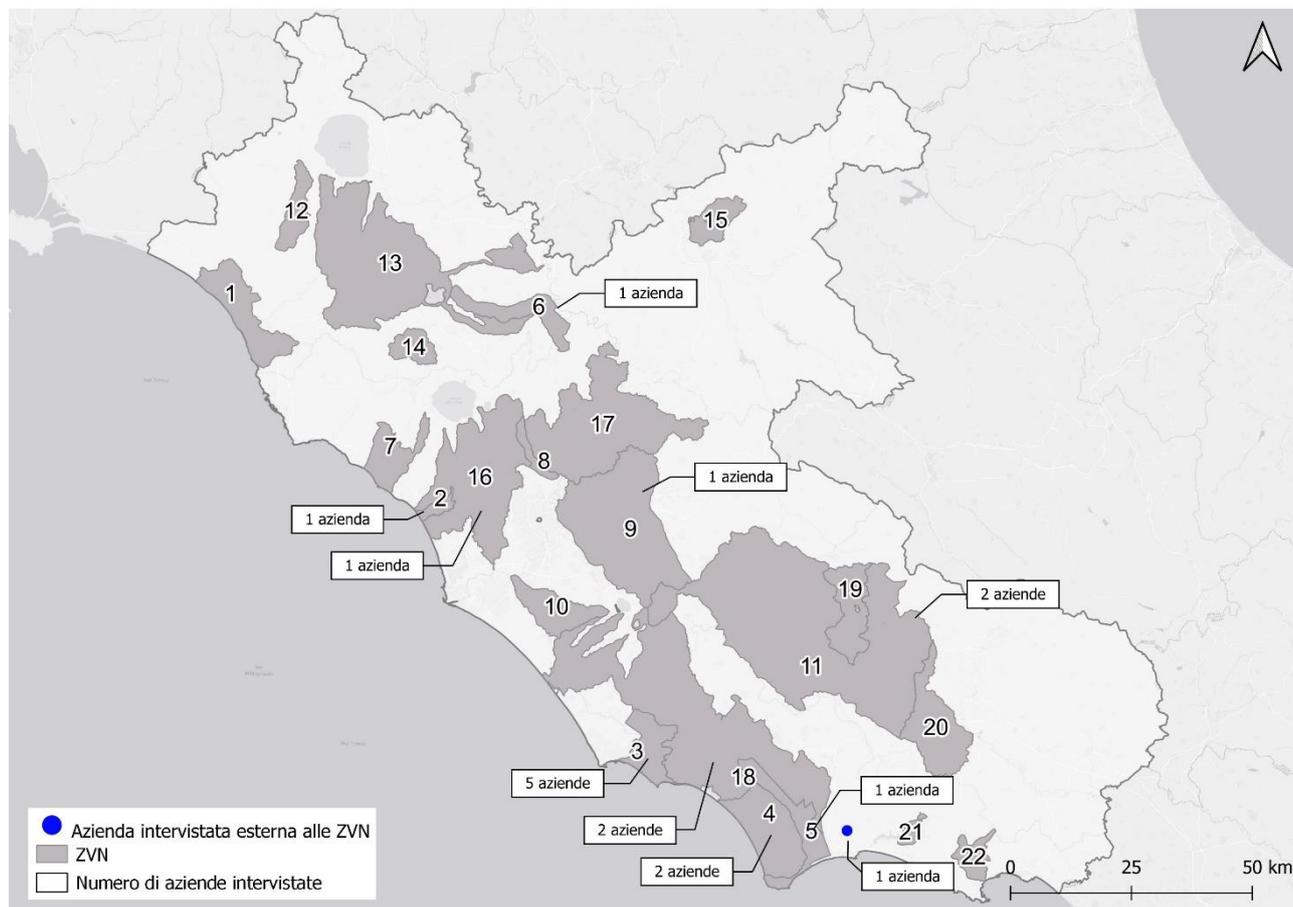
Il calcolo dei valori di **surplus/deficit di azoto**, in termini di kg di azoto per ettaro coltivato, è stato effettuato a partire dal bilancio tra apporti ed asporti, seguendo la metodologia presente nel Disciplinare di Produzione Integrata della Regione Lazio, nel Decreto n. 5046 25/02/2016 e nel Piano d'Azione. La formula utilizzata per il calcolo del bilancio azotato è la seguente (Fonte: Disciplinare di produzione integrata della Regione Lazio):

Concimazione azotata (N) = fabbisogni colturali (A) – apporti derivanti dalla fertilità del suolo (B) + perdite per lisciviazione (C) + perdite per immobilizzazione e dispersione (D) -- azoto da residui della coltura in precessione (E).-- azoto da fertilizzazioni organiche effettuate negli anni precedenti (F) ) – apporti naturali (G).

### 4.3 Le aziende-tipo

Come accennato precedentemente, sono state selezionate 17 aziende-tipo, 16 delle quali localizzate all'interno di ZVN, e una all'esterno. La loro localizzazione è visualizzata nella figura seguente.

Figura 27 – Localizzazione delle aziende-tipo



Alcune informazioni relative a queste aziende sono riportate nella tabella seguente: la localizzazione nel territorio regionale, l'indirizzo produttivo, la classe di SAU aziendale e la tipologia di intervista realizzata. Le aziende zootecniche sono sei, quattro che allevano vacche da latte, e due che allevano bufale. A queste si aggiungono tre aziende olivicole (due di queste risultano ad indirizzo produttivo misto), e un'altra frutticola, due vitivinicole e tre orticole.

Tabella 15 – Le aziende-tipo

Azienda n°	Provincia	ZVN	Indirizzo produttivo	Classi di SAU (ha)	Tipologia intervista
1	RM	2 - Tre Denari	cerealicolo-zootecnico (bovine da latte)	>100	visita aziendale
2	RM	16 - Lungo-Ripasottile	cerealicolo-zootecnico (bovine da latte)	>100	visita aziendale
3	RM	3 - Astura	cerealicolo-zootecnico (bufale)	10-100	visita aziendale

4	LT	18 - Marta-Vico	cerealicolo-olivicolo	≤ 10	visita aziendale
5	LT	4 - Pianura pontina	cerealicolo-zootecnico (bufale)	10-100	visita aziendale
6	RM	9 - Aniene	orticolo	≤ 10	telefonica
7	LT	3 - Astura	frutticolo-olivicolo	10-100	visita aziendale
8	LT	3 - Astura	viticolo (biologico)	≤ 10	visita aziendale
9	LT	3 - Astura	frutticolo	>100	visita aziendale
10	RM	3 - Astura	orticolo	≤ 10	visita aziendale
11	LT	4 - Pianura pontina	cerealicolo-zootecnico (bufale)	10-100	visita aziendale
12	LT	5 - Area Pontina	orticolo	10-100	visita aziendale
13	LT	18 - Marta-Vico	viticolo	10-100	visita aziendale
14	FR	11 - Sacco	cerealicolo-zootecnico (bovine da latte)	>100	telefonica
15	FR	11 - Sacco	cerealicolo-zootecnico (bovine da latte)	≤ 10	telefonica
16	VT	6 - Treja	frutticolo	≤ 10	telefonica
17	LT	Area esterna	cerealicolo-zootecnico (bufale)	>100	visita aziendale

Segue una breve descrizione delle aziende.

### Le aziende zootecniche

Sei delle aziende selezionate appartengono al comparto zootecnico. Le quattro aziende che allevano bovini da latte si trovano nelle province di Roma e Frosinone. Due aziende in provincia di Roma (aziende 1 e 2), entrambe a gestione convenzionale, sono di grandi dimensioni e sono ubicate in territorio di pianura, nella zona del litorale romano. Le due aziende localizzate in provincia di Frosinone (aziende 14 e 15), anch'esse a gestione convenzionale, sono una di grandi dimensioni e una di piccole dimensioni, e si trovano in territorio collinare. Le tre aziende che allevano bufale si trovano una in provincia di Roma (azienda 3, di medie dimensioni) e due in provincia di Latina (aziende 5 e 11) entrambe di dimensioni medie e gestite secondo il metodo convenzionale.

L'**azienda 1** coltiva cereali, con una rotazione di mais da insilato, cereali vernini, girasole, colza ed erba medica. Questi vengono reimpiegati in azienda per la razione alimentare dei circa 500 capi di bestiame (bovine da latte). L'azienda gestisce i suoi appezzamenti interamente con tecniche di minima lavorazione o no tillage (semina su sodo) e parzialmente utilizza i reflui zootecnici autoprodotti in azienda mediante un impianto di fertirrigazione.

Anche l'**azienda 2** coltiva principalmente cereali, reimpiegati in azienda per la razione alimentare dei capi di bestiame, che sono costituiti di circa un migliaio di bovine da latte. Si tratta di una azienda che gestisce ampie superfici ed è gestita in parte con metodo convenzionale e in parte seguendo i dettami previsti nei disciplinari di agricoltura integrata. Per quanto riguarda le lavorazioni del terreno, vengono applicate diverse tecniche: aratura, minima lavorazione, ripuntatura, semina su sodo. Anche l'irrigazione è gestita con diverse

tecnologie: rotoloni auto avvolgenti, ali gocciolanti, idranti fissi, sprinkler, rangers. Coltiva in rotazione mais da insilato, cereali vernini, miscugli per foraggio appassito, colza ed erba medica.

**L'azienda 3** alleva bufale (circa 400 capi) e coltiva foraggiere invernali e mais, che utilizza per due diversi scopi, per insilato e per pastone. L'azienda gestisce i propri appezzamenti secondo metodi tradizionali con un passaggio annuo di aratura a circa 35 cm di profondità ed irrigazione con rotoloni auto avvolgenti.

**L'azienda 5** coltiva in rotazione mais da insilato, erbai di cereali vernini e mais, sempre da insilato, in monosuccessione; la consistenza dell'allevamento di bufale è di circa 150 capi. Anche l'azienda 5 irriga con rotoloni ed effettua come lavorazione principale un'aratura profonda (circa 45 cm).

**L'azienda 11** alleva circa 100 bufale e coltiva foraggiere invernali per il fieno e mais insilato in rotazione. La fertilizzazione dei suoi appezzamenti è effettuata principalmente con i propri reflui zootecnici, incorporandoli nel terreno durante i passaggi con le lavorazioni del suolo (aratura a 35 cm ed erpicatura a dischi).

**L'azienda 14** alleva poco meno di 200 bovine da latte (frisone), è di grandi dimensioni con più di 100 ettari coltivati e una parte della superficie aziendale impiegata a pascolo. I coltivi sono gestiti in rotazione con cereali vernini, erba medica, erbai di miscuglio a graminacee e leguminose, mais da insilato e sorgo. La gestione agronomica prevede un passaggio con aratura ad anni alterni, seguita da erpicatura annuale e utilizzo di rotoloni auto avvolgenti per l'irrigazione.

**L'azienda 15** è di piccole dimensioni, alleva circa 150 bovine da latte (frisone) e coltiva cereali vernini, erba medica ed erbai di graminacee e leguminose in miscuglio. La principale lavorazione del suolo consiste in un passaggio annuo con aratro a una profondità di circa 35 cm.

#### Le aziende frutticole

**L'azienda 9** è ubicata nella pianura litoranea nei pressi di Latina e coltiva oltre 200 ha di actinidia nella zona maggiormente rappresentata e vocata per questa coltura nella regione Lazio. Sono presenti impianti di tre varietà differenti e il prodotto viene conferito al mercato della grande distribuzione. L'azienda irriga con sprinkler quotidianamente mediante un impianto irriguo suddiviso in settori ed effettua la concimazione di fondo con spandiconcime idoneo per distribuire fertilizzanti pellettizzati. L'interfilare è gestito con inerbimento perenne.

**L'azienda 16** è ubicata in una zona collinare in provincia di Viterbo, è di piccole dimensioni e coltiva nocciolo, castagno e olivo, nel distretto in cui vengono storicamente coltivate colture a frutta secca. Gli impianti arborei sono gestiti con inerbimento perenne, sfalci e sovescio dei residui verdi. L'azienda risulta beneficiaria per l'operazione 10.1.1.

#### Le aziende viticole

Sono state selezionate due aziende viticole, entrambe in provincia di Latina, ambedue di ambiente collinare. **L'azienda 8** è di piccole dimensioni ed è un'azienda biologica. **L'azienda 13** ha una gestione convenzionale ed è di dimensioni medie. Entrambe le aziende mantengono inerbiti gli interfilari ed eseguono sfalci periodici, lasciando sul cotico erboso i residui colturali.

#### Le aziende orticole

Tre aziende-tipo appartengono al comparto ortofrutticolo, due in provincia di Roma (aziende 6 e 10) e una in provincia di Latina (azienda 12).

**L'azienda 6** è ubicata in ambiente collinare ed è di dimensione molto piccola (circa 1 ettaro). Coltiva in rotazione e in pieno campo ortaggi invernali e primaverili-estivi, limitando laddove possibile gli interventi irrigui. Ad anni alterni viene effettuato un passaggio con aratro a circa 40 cm di profondità e successivamente è effettuata una fresatura del terreno. L'azienda è beneficiaria dell'operazione 11.1.1.

Anche **l'azienda 10** è localizzata in un'area collinare, ed è di piccole dimensioni. Coltiva angurie, fave e zucchine, ed è dotata di un impianto di fertirrigazione a manichetta con il quale irriga e distribuisce il concime con formulati liquidi.

L'**azienda 12** è di medie dimensioni, in area di pianura ed è orientata su due colture principali: zuccina e pomodoro da mensa. Le lavorazioni del suolo consistono in un passaggio annuale con una aratura a profondità di circa 30 cm, fresatura e pacciamatura. L'irrigazione a manichetta viene effettuata circa due/quattro volte a settimana durante la stagione colturale in funzione della piovosità del periodo.

#### Le aziende miste

Due aziende sono caratterizzate da un orientamento produttivo che vede due principali tipologie di colture.

L'**azienda 4** è ubicata in una zona di pianura in provincia di Latina. Di ridotte dimensioni, coltiva cereali (varietà di grani antichi) e olivi in regime biologico e secondo i criteri dell'agroecologia ed effettua semina su sodo (no tillage). Risulta beneficiaria dell'operazione 6.1.1 (Aiuti all'avviamento aziendale per giovani agricoltori).

L'**azienda 7**, anch'essa ubicata in provincia di Latina, è di dimensioni medie ed è ad indirizzo frutticolo-olivicolo. È localizzata in aree di pianura e coltiva prevalentemente peschi per circa tre quarti della superficie aziendale, e olivi nella parte restante. L'azienda gestisce, per entrambe le colture impiantate, gli interfilari con inerbimento spontaneo e sfalci periodici, lasciando i residui sul terreno.

#### L'azienda esterna a ZVN

L'**azienda 17**, sita in provincia di Latina, è di grandi dimensioni e presenta una superficie di oltre 100 ha. Alleva bufale e coltiva principalmente seminativi reimpiegati in azienda per nutrire i capi di bestiame. Le lavorazioni del suolo sono costituite da un'aratura profonda a circa 45 cm ogni anno e successiva erpicatura. L'impianto irriguo è costituito da rotoloni auto avvolgenti. L'azienda risulta beneficiaria per l'operazione 4.4.1.

Le interviste hanno rilevato che alcune delle aziende oggetto dell'indagine non erano a conoscenza di ricadere in una ZVN (3 aziende su 16). Di queste aziende, due sono localizzate in ZVN di nuova istituzione (ZVN 16 e 18), mentre una è localizzata in una ZVN istituita nel 2020 (ZVN 3). In altri due casi gli intervistati, seppure a conoscenza del fatto di ricadere in una ZVN, non hanno manifestato consapevolezza delle limitazioni che questo comporta. Nelle altre aziende in genere è stato constatato che la conduzione aziendale e i tecnici sono a conoscenza dei vincoli relativi ai Massimi Apporti Standard (MAS, la quantità massima di azoto efficiente ammessa per singola coltura nelle zone vulnerabili ai nitrati) e quelli relativi al Piano di Azione ZVN e hanno manifestato interesse ad acquisire maggiore conoscenza su come ottimizzare il proprio PUA (Piano di Utilizzazione Agronomica).

## 4.4 I risultati aziendali

I dati primari raccolti sono stati utilizzati per l'elaborazione e la redazione di una serie di output presentati nelle tabelle seguenti, nelle quali sono riepilogati i dati di **surplus/deficit di azoto dei bilanci culturali** su scala aziendale e i **dati di dettaglio sulle perdite di azoto complessive**, per evidenziare la situazione delle singole aziende dal punto di vista del carico di azoto e del potenziale effetto del comparto agricolo sulle concentrazioni di nitrati nelle acque di falda.

Un bilancio di azoto da zero fino a +50 kg per ettaro può essere considerato un indice di sostanziale equilibrio, tale da escludere perdite significative di azoto verso l'ambiente, e che riflette una condizione in cui le colture possono soddisfare le loro esigenze nutrizionali. In base a questo criterio, le aziende non zootecniche si collocano all'interno dell'intervallo di equilibrio, con l'eccezione dell'azienda orticola numero 6, che supera la soglia dei 50 kg ad ettaro di surplus.

Tabella 16 – Surplus/deficit di azoto nelle aziende-tipo

Azienda	ZVN	Indirizzo produttivo	Classi di SAU (ha)	Surplus/Deficit Azoto (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )
1	2 - Tre Denari	cerealicolo-zootecnico (bovini)	>100	+11
2	16 - Lungo-Ripasottile	cerealicolo-zootecnico (bovini)	>100	+138
3	3 - Astura	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	10-100	+276
4	18 - Marta-Vico	cerealicolo-olivicolo	≤ 10	-2
5	4 - Pianura pontina	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	10-100	+89
6	9 - Aniene	orticolo	≤ 10	+91
7	3 - Astura	frutticolo-olivicolo	10-100	+28
8	3 - Astura	viticolo (biologico)	≤ 10	+18
9	3 - Astura	frutticolo	>100	+6
10	3 - Astura	orticolo	≤ 10	+49
11	4 - Pianura pontina	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	10-100	+64
12	5 - Area Pontina	orticolo	10-100	-13
13	18 - Marta-Vico	viticolo	10-100	-15
14	11 - Sacco	cerealicolo-zootecnico (bovini)	>100	+114
15	11 - Sacco	cerealicolo-zootecnico (bovini)	≤ 10	+139
16	6 - Treja	frutticolo	≤ 10	+9
17	Area esterna	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	>100	+401

Le aziende zootecniche mostrano valori di surplus di azoto superiori a 50 kg per ettaro, con una situazione particolarmente critica per l'azienda 17, situata al di fuori delle ZVN, dove il surplus supera i 400 kg per ettaro. Questo valore riflette un accumulo di azoto che può avere implicazioni importanti per la qualità del suolo e delle falde acquifere. Va evidenziato che i valori registrati risultano inferiori a quelli rilevati in aree agricole altamente intensive, come la pianura padana, caratterizzata da un elevato carico zootecnico e un forte utilizzo di fertilizzanti (Perego *et al.*, 2012).

Le aziende convenzionali all'interno delle ZVN, bovine e bufaline, registrano surplus elevati, poiché integrano abbondanti quantità di azoto nelle colture attraverso reflui zootecnici. Questi reflui provengono da allevamenti con un carico zootecnico superiore alla media, spesso oltre le 2 Unità di Bestiame Adulto (UBA) per ettaro. L'azienda situata fuori dalle ZVN mostra un carico di azoto particolarmente elevato, che si allinea con i valori tipici delle aziende intensive presenti nel bacino padano.

Osservando i valori di surplus che superano i 50 kg per ettaro, si evince come soltanto un'azienda non zootecnica (azienda 6 orticola) superi i valori di soglia. Le condizioni che generano tali superamenti sono riconducibili al fatto che nel bilancio azotato vi è uno sbilanciamento legato agli apporti forniti alle colture. Le aziende zootecniche forniscono grandi quantità di azoto sottoforma di reflui zootecnici, spesso abbinati a concimi minerali quali urea e nitrato ammonico (tipiche concimazioni legate alle coltivazioni di cereali), mentre l'orticola fornisce abbondanti quantità di letame macerato di bufale su una superficie ridotta che

probabilmente non è seguita da tecnici esperti. Un'ottimizzazione del piano di fertilizzazione finora adottato potrebbe apportare sostanziali miglioramenti per questo aspetto.

L'azienda 3 risulta la più impattante tra quelle comprese nelle ZVN. Gli apporti di questa azienda sono elevati: nel bilancio azotato questo fatto contribuisce a generare un surplus elevato, in quanto oltre alla fertilizzazione organica e a quella minerale, vengono interrati i propri residui colturali, incrementando lo squilibrio nell'equazione fra apporti (biotici e abiotici) e asporti.

Le restanti aziende zootecniche generano surplus di minor entità, moderatamente superiori alla soglia di 50 kg a ettaro di azoto. Tale condizione trova spiegazione nel fatto che gli apporti risultano meno importanti rispetto all'azienda 3. Si riscontra un minore impatto delle zootecniche che allevano bufaline rispetto alle aziende con bovine da latte in quanto il letame di bufala, distribuito durante la stagione colturale sui campi, presenta un contenuto medio percentuale in azoto minore rispetto al letame bovino.

Come sopra descritto le aziende zootecniche risultano le aziende che distribuiscono maggiori apporti azotati al suolo, confermando i trend su scala regionale e globale. È da rilevare che tali aziende registrano spesso anche dei superamenti rispetto ai vincoli previsti dalla direttiva nitrati, sia per quanto concerne il limite dei 170 kg di azoto ad ettaro che per quanto concerne il superamento dei MAS (Massimi Apporti Standard). Il limite in vigore nelle ZVN dei 170 kg di azoto per ettaro all'anno stabilisce la quantità massima di azoto, sotto forma di fertilizzanti organici (come il letame ed il liquame), che può essere applicata ai terreni agricoli, in modo da ridurre il rischio di contaminazione delle falde acquifere e delle acque superficiali. Confrontando questo limite con i MAS, è importante notare che questi ultimi rappresentano un valore più flessibile e specifico per una determinata coltura. In pratica, i MAS sono calcolati sulla base delle esigenze nutrizionali delle singole colture e tengono conto delle caratteristiche specifiche del suolo, delle pratiche agricole e delle rese attese. Questo permette una fertilizzazione più mirata, evitando sia carenze che eccessi di azoto.

Il *leaching* (lisciviazione) e il surplus di azoto non sono necessariamente correlati in modo diretto. Il surplus si riferisce a un bilancio sintetico che considera gli apporti di fertilizzante alle piante, assumendo un'efficienza d'uso: solo una percentuale dell'azoto (N) contenuto nei fertilizzanti può essere effettivamente utilizzata dalle colture. Questo bilancio tiene conto anche degli apporti di azoto da colture precedenti, ai quali viene assegnato un valore fisso, e considera una stima fissa della mineralizzazione della sostanza organica. D'altra parte, gli altri output del modello ARMOSA vengono descritti in modo più dettagliato, analizzando i processi che coinvolgono l'azoto nel suolo su base giornaliera. Parte dagli effettivi contenuti di carbonio (C) e azoto (N) nel suolo, che si evolvono nel tempo attraverso processi come la mineralizzazione del carbonio e dell'azoto, nonché l'immobilizzazione e la stabilizzazione di questi elementi. La mineralizzazione dell'azoto nel suolo è generalmente proporzionale al contenuto di sostanza organica del suolo stesso. Gli apporti di azoto dalle colture precedenti vengono considerati non solo in base a un valore fisso, ma anche in funzione della biomassa radicale prodotta e dei residui lasciati sul terreno. Questi residui possono influenzare significativamente la disponibilità di azoto nel suolo per le colture successive, contribuendo alla mineralizzazione e all'apporto di nutrienti. Dato che i due sistemi si basano su presupposti diversi - uno sintetico (bilancio di surplus) e uno analitico (output lisciviazione e nitrati) - l'assunzione che il *leaching* sia direttamente correlato al surplus è arbitraria. Può essere considerata un'approssimazione, ma non sempre riflette la realtà. È quindi atteso che non tutte le aziende con alto surplus abbiano alto *leaching* e viceversa. Comprendere ed approfondire le possibili discrepanze tra surplus e *leaching* è fondamentale per sviluppare strategie di gestione che minimizzino le perdite di azoto e l'impatto ambientale.

Nella tabella seguente vengono rappresentati gli output di dettaglio ricavati dal modello ARMOSA. Alcuni di questi risultati non costituiscono specifico oggetto di questo studio, ma sono ugualmente riportati e brevemente commentati.

Tabella 17 – Output di dettaglio modello ARMOSA

Az. n°	ZVN	Indirizzo produttivo	Carbon stock change % y <sup>-1</sup>	Leaching kg NO <sub>3</sub> -N y <sup>-1</sup>	N <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>	NH <sub>3</sub> kg ha <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> mg l <sup>-1</sup>
1	2	cerealicolo-zootecnico (bovini)	-0,22%	46,1	2,24	5,08	66,9
2	16	cerealicolo-zootecnico (bovini)	0,38%	86,1	3,75	7,02	145,3
3	3	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	-0,87%	83,0	3,57	9,75	128,9
4	18	cerealicolo-olivicolo	-0,50%	33,2	1,71	0,01	44,3
5	4	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	-0,62%	73,0	2,64	9,99	93,3
6	9	orticolo	0,25%	55,7	3,38	4,93	62,0
7	3	frutticolo-olivicolo	-0,61%	1,1	0,54	0,01	1,2
8	3	viticolo (biologico)	0,27%	0,0014	1,06	4,31	0,0014
9	3	frutticolo	1,04%	0,0006	1,48	5,60	0,0006
10	3	orticolo	-0,60%	56,8	2,34	3,71	63,6
11	4	cerealicolo-zootecnico (bufalini)	-0,75%	109,5	3,15	4,13	143,0
12	5	orticolo	-0,46%	45,1	2,39	4,15	45,7
13	18	viticolo	-0,26%	0,4	0,89	0,24	0,4
14	11	cerealicolo-zootecnico (bovini)	-0,41%	34,5	2,93	7,98	39,9
15	11	cerealicolo-zootecnico (bovini)	-0,19%	57,6	2,07	1,20	75,2
16*	6	frutticolo	-0,56%	16,0	1,27	4,60	16,0
16**	6	frutticolo	-0,61%	4,3	0,56	0,01	4,4
17		cerealicolo-zootecnico (bufalini)	-0,51%	64,7	3,61	11,18	98,9

\*simulazione azienda 16 su corileto

\*\*simulazione azienda 16 su oliveto

### Variazione dello stock di carbonio in percentuale

Il delta di variazione di stock del carbonio nel suolo, se supera valori dell'1%, indica una capacità rigenerativa dei suoli molto elevata. Secondo quanto indicato dal progetto "iniziativa 4\*1000", tale variazione rappresenta anche un enorme potenziale di stoccaggio del carbonio: i suoli nel mondo contengono da 2 a 3 volte più carbonio dell'atmosfera. Se il livello di carbonio immagazzinato dai suoli nei primi 30-40 centimetri aumentasse dello 0,4% (o del 4%) all'anno, le emissioni globali di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in atmosfera si compenserebbero in modo significativo.

Le variazioni dello stock di carbonio superiori a -0,5% indicano una perdita significativa di carbonio dal suolo, un fenomeno che sottolinea una netta riduzione delle riserve di carbonio già presenti. Tali valori negativi riflettono un sistema agricolo in cui le pratiche in atto determinano un impoverimento della riserva di

carbonio nel suolo, con conseguente rilascio di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera e riduzione della capacità del suolo di fungere da serbatoio e accumulatore di carbonio. Questa tendenza di perdita di carbonio è particolarmente preoccupante, poiché una continua diminuzione potrebbe compromettere la fertilità del suolo e influire negativamente sulla sua salute a lungo termine.

Alcune aziende agricole a gestione zootecnica, inclusa l'azienda 17 esterna alle ZVN, mostrano perdite di carbonio elevate, una situazione che desta preoccupazione per la sostenibilità del bilancio di carbonio, con conseguente rilascio di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Analogamente, registrano valori simili anche aziende del comparto frutticolo e orticolo. Un bilancio di carbonio così negativo suggerisce la necessità di rivedere le pratiche agricole in essere, considerando strategie che favoriscano la conservazione e l'accumulo di carbonio nel suolo per promuovere un'agricoltura più sostenibile e resiliente ai cambiamenti ambientali.

Alcune aziende, grazie alle loro pratiche di gestione agricola più virtuose, contribuiscono a un mantenimento o un recupero parziale del carbonio nel suolo, offrendo segnali incoraggianti verso un bilancio di carbonio più sostenibile e meno impattante. Questi risultati positivi suggeriscono che, con un'attenta gestione delle pratiche agricole, è possibile mitigare alcune delle perdite di carbonio rilevate nelle altre aree.

### Lisciviazione

I valori di lisciviazione dell'azoto riscontrati mediante l'impiego delle simulazioni modellistiche risultano in molti casi elevati, in particolare nelle aziende zootecniche ed orticole. In sistemi intensivi di pianura si assumono come valori in equilibrio (o comunque non preoccupanti) *leaching* al di sotto dei 50 kg/anno. Al di sopra di questa soglia si possono generare problemi di impatto per le falde e per i corpi idrici. Il valore di lisciviazione va considerato fortemente negativo se si raggiungono i 200 kg di *leaching*.

Osservando i valori in tabella si evince come i dati di lisciviazione siano abbastanza elevati, anche se non estremamente critici, non superando, se non in un unico caso, la soglia dei 100 kg. Questi valori possono comunque rappresentare un rischio per la qualità delle falde acquifere, poiché indicano un potenziale inquinamento da nitrati nelle acque sotterranee. Sebbene non esistano soglie standardizzate di lisciviazione, lo studio di Perego *et al.* 2012 fornisce un utile riferimento, dimostrando che elevati apporti di azoto possono portare a problemi di accumulo di nitrati nelle falde, in particolare quando il bilancio azotato non è in equilibrio. Un valore di lisciviazione più basso è indicativo di un sistema agricolo meno impattante, poiché una minore dispersione di nutrienti nel terreno riduce la probabilità di contaminazione delle falde.

In termini di impatto, valori di lisciviazione inferiori a 20 kg per ettaro sono considerabili come indicatori di sistemi agricoli con un impatto minimo sulle falde acquifere. Questi bassi livelli indicano una gestione efficiente dell'azoto, che contribuisce a ridurre le perdite verso le acque sotterranee e a mantenere una maggiore sostenibilità delle pratiche agricole.

### Protossido di azoto

In merito al protossido di azoto, i valori inferiori a 2 kg per ettaro rientrano nei parametri consueti per i sistemi agricoli intensivi. Questi livelli riflettono un bilanciamento tra resa produttiva e controllo delle emissioni, mantenendo il sistema agricolo entro limiti accettabili di impatto ambientale. In contesti meno intensivi, dove si adottano pratiche a minore impatto, valori al di sotto di 1 kg per ettaro indicano un livello di emissione particolarmente basso e rispettoso dell'ambiente.

Tutte le aziende cerealicolo-zootecniche e orticole selezionate in questo studio fanno registrare valori che superano la soglia dei 2 kg/ha.

In tre casi, a indirizzo produttivo frutticolo e viticolo, le emissioni si collocano al di sotto della soglia di 1 kg/ha. Tali valori ridotti sono indicativi di sistemi di gestione agricola sostenibili e meno impattanti, evidenziando un contenimento significativo delle emissioni di protossido di azoto con conseguenti benefici per le aziende

poiché l'elemento nutritivo risulta in equilibrio a livello di bilancio azotato: l'azoto non viene perso in atmosfera ma bensì trattenuto nel suolo e reso disponibile per le colture.

### Ammoniaca

Per quanto riguarda le emissioni di ammoniaca, si considera che un livello inferiore a 20 kg/ha non abbia un impatto ambientale significativo, poiché si tratta di una quantità inevitabile e fisiologica nei processi agricoli. Questo livello di emissione rientra quindi nelle normali aspettative di attività agricole senza costituire un rischio ambientale rilevante. Tutte le aziende esaminate fanno registrare valori inferiori a questa soglia.

### Concentrazione dei nitrati

Per quanto riguarda la concentrazione di nitrati nelle acque di falda, il valore di riferimento per limitare l'inquinamento e proteggere la qualità dell'acqua è il limite di legge di 50 mg/l.

I valori di concentrazione dei nitrati nelle acque di percolazione calcolati dal modello nelle aziende studiate risultano in molti casi superiori a questa soglia. Occorre tuttavia considerare le condizioni particolari dell'area di monitoraggio. Infatti, l'irrigazione è minima e anche la piovosità media annua è bassa, riducendo il volume di acqua che potrebbe contribuire alla lisciviazione dei nitrati anche nei mesi estivi. Di conseguenza, l'impatto ambientale dei nitrati, pur esistente, risulta relativamente contenuto rispetto a contesti con elevata piovosità e con una maggiore frequenza di irrigazione, che tendono ad aumentare il dilavamento e la diffusione di azoto nel sistema suolo-corpi idrici.

Inoltre, nelle zone dove la concentrazione di nitrati rimane al di sotto dei 50 mg/l, il contributo alle falde può essere considerato poco impattante, poiché le acque immesse non superano la soglia critica per l'inquinamento.

Va infine considerato che anche a profondità superiori al metro avvengono processi di denitrificazione, che riducono poi l'effettivo apporto di nitrati in falda. (Sacchi *et al.*, 2013)

**In generale**, le aziende cerealicolo-zootecniche presentano una significativa propensione alla lisciviazione con conseguente perdite di azoto che potenzialmente possono raggiungere, sottoforma di nitrati, i corpi idrici, pertanto contribuendo a una maggiore dispersione dei nutrienti nel terreno e nelle falde acquifere. Questo fenomeno di lisciviazione può portare anche a un aumento delle emissioni di protossido di azoto, che tendono a essere elevate nei sistemi di coltivazione ad alto apporto di reflui zootecnici e concimi azotati. Le emissioni di N<sub>2</sub>O sono particolarmente rilevanti poiché questo gas ha un impatto ambientale elevato, contribuendo all'effetto serra e influenzando la qualità dell'aria.

Le aziende viticole dimostrano di essere poco impattanti in termini di bilancio dei nutrienti e della perdita di sostanza organica nel suolo. I risultati delle simulazioni, analizzati attraverso diversi parametri, confermano che tali aziende mantengono un equilibrio stabile, contribuendo così a una gestione sostenibile delle risorse del suolo e minimizzando l'impatto ambientale complessivo.

L'azienda frutticola 9 si distingue come la più virtuosa, registrando condizioni di impatto ambientale minimo per i parametri presi in considerazione dal modello, riuscendo addirittura ad accumulare discrete quantità di carbonio nel suolo. Questo risultato è un chiaro indice di eccellenza nella gestione agronomica, evidenziandola come un modello di sostenibilità per il settore frutticolo.

L'azienda zootecnica 11 presenta valori di *leaching* elevati che risultano superiori a quanto previsto dal surplus calcolato. Tale condizione può trovare spiegazione nella perdita elevata di sostanza organica del suolo. Senza la restituzione di residui ad alto rapporto C/N, i nitrati non vengono intercettati dall'attività

microbica e tendono a lisciviare. La mancanza di materia organica limita la capacità del suolo di trattenere l'azoto, aumentando il rischio di *leaching*.

L'azienda zootecnica 17, che non fa parte delle aziende rientranti in ZVN, presenta un surplus elevato (circa 400 kg N ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>) ed un *leaching* medio-alto, inferiore a quanto ci si aspetterebbe dall'ammontare del surplus. Tale andamento può essere dovuto alla presenza di erba medica fertilizzata con azoto, una pratica agronomicamente sconsigliabile. L'erba medica, essendo una leguminosa, è in grado di fissare l'azoto atmosferico e generalmente non necessita di fertilizzazione azotata. Come effetto sulla coltura si evidenzia pertanto un aumento del contenuto proteico oltre il 20%, che corrisponde a oltre il 3% di azoto, rispetto al valore di riferimento del 2,5% utilizzato nel calcolo del surplus.

## 5. SINTESI DEI RISULTATI EMERSI NEI DUE AMBITI DI ANALISI

Il tasso di risposta ottenuto dalla somministrazione del questionario dell'**Ambito 1** (50%) denota, in generale, una buona disponibilità da parte degli agricoltori a manifestare e a trasmettere le proprie opinioni su tematiche inerenti alla propria attività. Tuttavia, un dato da valutare attentamente è certamente la scarsa consapevolezza sull'esistenza stessa delle ZVN e degli obblighi connessi, che è emersa chiaramente. Oltre alle due domande dirette al riguardo, tale risultato è stato confermato anche da altre risposte, quali ad esempio alla domanda 9, con il 32% dei rispondenti che dichiara di non adottare nessuna pratica per limitare l'inquinamento delle acque da nitrati. La consapevolezza è certamente più alta negli operatori delle aziende che fanno parte delle ZVN istituite da più tempo, oltre che dai tecnici e consulenti, ma rimane bassa nella maggioranza dei conduttori e dei proprietari. Il campione dell'indagine è costituito da aziende che aderiscono a misure del PSR, che si presuppone siano in genere seguite da tecnici e consulenti. La probabilità che le altre aziende che insistono nelle stesse aree siano mediamente meno assistite, e che abbiano un grado di consapevolezza più basso sulla tematica in questione, è da prendere in considerazione. A questo riguardo il ruolo e le conoscenze dei tecnici sul territorio è un aspetto che sarebbe da approfondire.

Questo risultato è in contrasto con l'attenzione manifestata dalla grande maggioranza dei rispondenti nei confronti della tematica ambientale e della protezione delle acque in particolare, e potrebbe comunque significare che la realizzazione di attività informative più capillari possa incontrare in questi territori una buona adesione e partecipazione.

Dal punto di vista tecnico, i risultati del sondaggio evidenziano che alcune soluzioni potenzialmente più sostenibili si stanno diffondendo, anche se in una misura ancora poco incisiva. Ad esempio, nella distribuzione dei fertilizzanti azotati il piatto deviatore è ancora la tecnica largamente più diffusa, ma la fertirrigazione è adottata da una quota crescente di aziende. Sul fronte delle pratiche agronomiche, oltre alle rotazioni hanno registrato una significativa diffusione la minima lavorazione e la semina su sodo e, in minore misura, l'efficientamento dei sistemi irrigui. Le tecniche dell'agricoltura di precisione e l'introduzione delle colture di copertura invece sono poco utilizzate e necessiterebbero di una più efficace azione informativa, dimostrativa e formativa per incrementarne la diffusione.

L'interesse dimostrato per l'adozione delle tecniche di agricoltura di precisione è chiaro. Queste tecniche sono le più menzionate tra le pratiche agronomiche che i rispondenti vorrebbero adottare in futuro. Tuttavia non sembra che ci sia molta consapevolezza sulla loro funzionalità ai fini della sostenibilità ambientale dell'agricoltura (vedi risposte alle domande 9 e 10).

Un aspetto cruciale per la tematica di questo studio è la modalità di gestione dei reflui nelle aziende zootecniche. In queste aziende molte pratiche che sono di grande utilità nel limitare gli impatti risultano ancora poco diffuse. Si tratta in particolare della copertura delle vasche di stoccaggio, della separazione

solido/liquido e della stessa redazione di un piano di concimazione, la quale risulta adottata da un numero esiguo di aziende.

Solo poco più della metà (il 59%) delle aziende del settore zootecnico che si trovano all'interno delle ZVN si avvalgono di assistenza tecnica sulle pratiche per limitare l'inquinamento delle acque da nitrati. In generale, chi ha compilato il questionario ha espresso una elevata domanda di assistenza tecnica al riguardo, in particolare proprio sul bilancio dei nutrienti.

Nell'**Ambito 2** si è cercato di fotografare la situazione attuale per quanto riguarda l'impatto di alcune aziende agricole rappresentative della realtà agricola della regione Lazio. Tale fotografia è necessariamente, già nelle premesse, una prima analisi che non poteva portare a considerazioni realmente conclusive sull'argomento. Anche la scelta dei comparti colturali analizzati rappresenta una porzione, consistente ma non esaustiva, del comparto produttivo agricolo laziale.

Ciò premesso, il lungo lavoro di ricerca di situazioni rappresentative costituito dalle "aziende-tipo" e l'attenta analisi dei dati attraverso calcoli e simulazioni, ha consentito di riportare un'analisi di sicuro interesse dalla quale poter partire per approfondire in futuro tutti quegli aspetti che già oggi sono stati elencati nel presente rapporto.

In particolare:

- le analisi dei bilanci aziendali riferiti al ciclo dell'azoto evidenziano un surplus significativo, in particolare nelle aziende zootecniche. Questo accumulo è indicativo di una gestione delle risorse che porta a un'eccedenza di azoto. Tali surplus possono contribuire a problematiche ambientali, come l'aumento delle emissioni di gas serra (es. protossido di azoto e metano) e il rischio di lisciviazione di nitrati, con conseguente contaminazione delle falde acquifere. L'allevamento intensivo di animali comporta un maggiore input di nutrienti (soprattutto sotto forma di fertilizzanti azotati e reflui aziendali), a un bilancio eccedentario di azoto nel suolo e nelle acque, evidenziando anche la necessità di strategie mirate per migliorare l'efficienza del ciclo dei nutrienti;
- confrontando i surplus di azoto rilevati nelle aziende zootecniche più intensive di questo studio con i valori osservati in aree agricole altamente produttive, emerge che l'accumulo di azoto è influenzato principalmente dall'elevato apporto di nutrienti. In queste aziende, i surplus di azoto risultano in gran parte attribuibili all'uso di reflui zootecnici prodotti internamente e all'integrazione con concimi minerali. Questo risultato riflette la pratica diffusa nelle aziende zootecniche intensive di applicare grandi quantità di azoto per soddisfare le esigenze colturali e massimizzare le rese. Tuttavia, il ricorso simultaneo a reflui e fertilizzanti minerali contribuisce a creare un accumulo di azoto nel suolo che, in assenza di una gestione equilibrata, può determinare perdite ambientali significative, influenzando la qualità delle falde acquifere e contribuendo all'emissione di gas serra;
- il caso dell'azienda viticola virtuosa conferma la tendenza che vede le aziende biologiche e a bassi input a registrare minori impatti, soprattutto per quanto riguarda il ciclo dell'azoto. Le pratiche adottate nella gestione biologica, infatti, prevedono un uso limitato di fertilizzanti sintetici e una gestione attenta dei nutrienti, la quale contribuisce a minimizzare il rischio di lisciviazione di nitrati nel suolo e nelle acque. In aggiunta, tali aziende tendono a causare minori emissioni per tutte le molecole di gas esaminate, inclusi gas serra come il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Questo risultato suggerisce che le tecniche adottate nell'agricoltura biologica e indicate dall'agroecologia, come la rotazione delle colture, l'uso di fertilizzanti organici e la riduzione dei composti chimici di sintesi, favoriscono una riduzione complessiva dell'impatto emissivo. Certamente il sostegno e l'incentivo fornito dal PSR a introdurre e a mantenere nelle aziende il metodo di produzione biologico (Misura 11) contribuisce in maniera sostanziale a limitare il rischio di inquinamento delle acque;
- un approfondimento dell'analisi e delle simulazioni effettuate estendendole ad altri importanti comparti produttivi agricoli potrebbe consentire di disporre di ulteriori informazioni utili all'interpretazione del

quadro relativo all'impatto della gestione agronomica delle diverse realtà aziendali a livello regionale. L'esigenza di acquisire questo tipo di conoscenze con maggiore capillarità, al fine di poter adottare strategie per limitare l'impatto delle pratiche agricole, è stata espressa da alcuni tecnici conosciuti nel corso dell'indagine (tecnici dei CAA e di alcune delle aziende intervistate). Il pool di aziende-tipo indagato in questa analisi inoltre può rivelarsi valido anche per uno specifico monitoraggio in grado di produrre dati utili in futuro per le attività di valutazione delle misure di sviluppo rurale.

## 6. CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti nei due ambiti di indagine emergono alcune considerazioni, e possono essere fornite alcune prime indicazioni.

La scarsa consapevolezza degli agricoltori sul fatto di rientrare in aree ZVN si riflette sulle modalità di gestione dell'azoto che vengono condotte in azienda. Una prima considerazione che emerge chiaramente riguarda il fatto che l'istituzione di vincoli alla gestione agronomica delle aziende per la salvaguardia ambientale, come quelli determinati dalla perimetrazione delle ZVN, deve essere accompagnata da una adeguata, e consistente, azione di informazione e di formazione condotta nei territori interessati. E tale azione si rende necessaria a fronte dell'importanza e della dimensione territoriale che questa tematica ha assunto nella regione Lazio, in particolare in seguito alla recentissima e considerevole estensione della ZVN, che ha portato a coinvolgere in questo vincolo quasi un terzo dell'intero territorio regionale.

D'altra parte, il fabbisogno, e anche la domanda, di assistenza tecnica emerge chiaramente dai risultati di entrambi gli ambiti dello studio. In queste aree vulnerabili sarebbe molto utile potenziare i servizi che si occupano di assistenza tecnica sul territorio, anche attraverso l'organizzazione di attività dimostrative, ad esempio tramite l'istituzione di *living labs* che coinvolgano direttamente le aziende agricole.

La fotografia, anche se necessariamente parziale, della situazione attuale ottenuta con questo approfondimento tematico permette di individuare alcuni principali aspetti tecnici riguardanti la gestione agronomica del campione di aziende osservate, che presenta ampie possibilità di miglioramento:

- **piani di concimazione.** È stata riscontrata una adozione molto scarsa di questi strumenti che permetterebbero di evitare le situazioni di eccesso di fertilizzazione evidenziate, e anche, in alcuni casi, di carenze nel somministrare nutrienti alle colture, con effetti positivi, oltre che sull'ambiente, sulle produzioni e sui relativi costi;
- **modalità di somministrazione dei fertilizzanti:** l'utilizzo del piatto deviatore per la distribuzione dei reflui è una pratica ancora ampiamente diffusa nelle aziende di dimensioni medio-piccole. L'introduzione di attrezzature per l'interramento dei fertilizzanti consentirebbe di somministrare minori quantità di nutrienti rendendoli contemporaneamente più disponibili per le colture e aumentandone l'efficienza per effetto della diminuzione delle perdite;
- **introduzione delle colture di copertura (*cover crops*) nelle aree ad elevata lisciviazione di nitrati.** Questa tecnica è ancora poco diffusa mentre sarebbe molto efficace per ridurre gli apporti esterni di fertilizzanti azotati in particolare nelle aziende a orientamento produttivo cerealicolo-zootecnico, frutticolo e viticolo;
- **modalità di gestione dei reflui in azienda.** Tale gestione potrebbe essere notevolmente migliorata attraverso l'introduzione di tecniche, attualmente poco diffuse, quali la dotazione di coperture alle vasche di stoccaggio e la separazione solido-liquido, che consentirebbero di valorizzare i reflui prodotti in azienda.

Certamente il sostegno del PSR all'agricoltura biologica (Misura 11), che limita l'utilizzo di concimi di sintesi con l'obiettivo di utilizzare il più possibile la fertilità del suolo naturale, contribuisce a rendere minori gli

impatti relativi a questa tematica. Anche molte operazioni agro-climatico-ambientali della Misura 10 impegnano i beneficiari a un minore utilizzo di fertilizzanti e ad adottare pratiche con impatto positivo sull'inquinamento da nitrati di origine agricola. L'operazione 10.1.5 (Agricoltura conservativa) impone la predisposizione di un piano di fertilizzazione basato su asportazioni e dotazioni di nutrienti nel suolo e fissa dei limiti di concimazione azotata per ciascuna coltura. Altre operazioni che agiscono in tal senso sono ad esempio la 10.1.2. (vegetazione di copertura), la 10.1.3 (conversione a prati) e la 10.1.4 (conservazione della sostanza organica), alcune delle quali, come ad esempio l'operazione 10.1.2, hanno registrato un'adesione molto bassa.

Alcune misure strutturali possono aver avuto effetti positivi. Può essere citata ad esempio l'operazione 4.1.1, con la quale sono stati finanziati progetti di ammodernamento delle aziende agricole con l'introduzione di nuovi sistemi di irrigazione, in particolare irrigazione localizzata e ad aspersione, che presentano una maggiore efficienza di distribuzione e comportano minori volumi di adacquamento, oppure di sistemi di distribuzione dei fertilizzanti rivolti alla sostituzione degli spandiconcime tradizionali con tecnologie innovative che riducono le perdite di elementi nutritivi durante la distribuzione in campo.

Si ritiene strategico, ai fini di un approccio sistemico alla tematica oggetto di questo approfondimento, che questa costituisca una priorità delle attività di divulgazione e formazione che saranno programmate in futuro. In particolare, sembra indispensabile potenziare le attività formative di chi eroga servizi tecnici alle aziende agricole, in modo da diffondere il più possibile non solo i comportamenti richiesti dal vincolo, ma anche le opportunità offerte dalle nuove tecnologie. La forte domanda espressa da parte degli agricoltori rispetto a informazione e formazione, unita a un generale e ampio riconoscimento del proprio ruolo nella tutela dell'ambiente e delle acque, emersi nel corso dello studio, suggeriscono di indirizzare le prossime attività divulgative e formative allo scopo di far comprendere la validità delle buone pratiche e delle nuove soluzioni tecnologiche per la sostenibilità ambientale ed economica della gestione aziendale.

Nella nuova programmazione sono state introdotte azioni che vanno in questa direzione. Ad esempio, il CSR della Regione Lazio 2023-2027 ha istituito una specifica misura sull'agricoltura di precisione, la SRA24 (Pratiche agricoltura di precisione), che prevede 3 azioni specifiche per le fertilizzazioni (azione 1), i trattamenti fitosanitari (azione 2) e l'irrigazione (azione 3). Per cercare di dare un contributo fattivo ad affrontare le problematiche delle aziende che ricadono in aree ZVN, e di rafforzare l'introduzione di tecniche specifiche inerenti agli aspetti sopra evidenziati (piani di concimazione, stoccaggio e somministrazione dei reflui, colture di copertura), come di altri possibili, potrebbero essere introdotte azioni specifiche e premialità per le aziende che operano in queste aree sensibili.

## 7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

### Bibliografia

Bassanino M., Grignani C., Sacco D., Allisiardi E., 2007. Nitrogen balances at the crop and farm-gate scale in livestock farms in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

Brenna S., Malucelli F., Andreoli L., Albani G., Sanpietri W., de Mascellis R., Basile A., Terribile F. e Acutis M., 2003. Il Progetto ARMOSA: monitoraggio del flussi di azoto nell'agroecosistema e verso la falda. Atti del XXXV Convegno della Società Italiana di Agronomia, Portici (NA) 16-18 settembre 2003.

Brenna S., Pastori M., Acutis M., 2005. Nitrate leaching monitoring from cropping systems in Lombardy (North Italy). Proceedings of the "14th N-Workshop" 24-26 Ottobre 2005, Maastricht (Olanda).

Duveiller, G., Donatelli, M., Fumagalli, D., Zucchini, A., Nelson, R., Baruth, B., 2017. A dataset of future daily weather data for crop modelling over Europe derived from climate change scenarios. *Theor Appl Climatol* 127, 573–585. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1650-4>

Grignani C., 2016. Fertilizzazione sostenibile. Principi, tecnologie ed esempi operativi. EDAGRICOLE.

Micale F., Genovese G., 2004. Vol 1. Meteorological data collection, processing and analysis. AgriFish unit. In: Methodology of the MARS crop yield forecasting system. Joint Research Centre of the European Commission, Ispra

Perego, A., Basile A., Bonfante A., De Mascellis R., Terribile F., Brenna S., Acutis M., 2012. Nitrate leaching under maize cropping systems in Po Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

Perego A., Rocca A., Cattivelli V., Tabaglio V., Fiorini, A., Barbieri S., Schillaci C., Chiodini M.E., Brenna S., Acutis M., 2019. Agro-environmental aspects of conservation agriculture compared to conventional systems: A 3-year experience on 20 farms in the Po valley (Northern Italy). *Agricultural Systems* 168, 73–87.

Sacchi, E., Acutis, M., Bartoli, M., Brenna, S., Delconte, C.A., Laini, A., Pennisi, M., 2013. Origin and fate of nitrates in groundwater from the central Po plain: Insights from isotopic investigations. *Applied Geochemistry* 34, 164–180. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.03.008>

### Sitografia

<http://www.lazioeuropa.it/>

<https://soilgrids.org/>

<https://open-meteo.com/>

<https://agri4cast.jrc.ec.europa.eu/dataportal/500.htm?aspxerrorpath=/DataPortal/Index.aspx>

<http://dati.istat.it/>

<https://essd.copernicus.org/articles/12/299/2020/>

<https://4p1000.org/?lang=en>