



FONDAZIONE
EDMUND MACH
dal 1874



PROVINCIA AUTONOMA
DI TRENTO



APOT ASSOCIAZIONE
PRODUTTORI
ORTOFRUTTICOLI
TRENTINI



Vini del Trentino
CONSORZIO DI TUTELA

LA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI IN TRENTO

Documento tecnico redatto
dal Tavolo di Lavoro
dell'Accordo di Programma
sulla gestione sostenibile
degli effluenti zootecnici,
approvato con
D.G.P. 1998/2020



ottobre 2024



Questo documento tecnico è stato redatto dai rappresentanti degli enti pubblici e privati che partecipano al Tavolo di Lavoro dell'Accordo di Programma sulla gestione sostenibile degli effluenti zootecnici, approvato con Delibera della Giunta provinciale n.1998/2020:



- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente e Servizio Agricoltura della Provincia autonoma di Trento



- Fondazione Edmund Mach (FEM)



- Federazione Provinciale Allevatori Trento (FPA)



- Associazione Consorziatori Produttori Ortofrutticoli Trentini (APOT)



- Consorzio Tutela Vini del Trentino

PER INFORMAZIONI

- 📍 Settore Qualità Ambientale - APPA
via Mantova, 16 - 38122 Trento
- @ sqa.appa@provincia.tn.it
- ☎ 0461.497771
- 📍 Servizio Agricoltura - PAT
via Trener, 3 - 38121 Trento
- @ serv.agricoltura@provincia.tn.it
- ☎ 0461.495641

INDICE

01	INTRODUZIONE	5
02	L'ACCORDO DI PROGRAMMA SULLA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI (d.G.P. 1998/2020)	6
03	NORMATIVA SULLA GESTIONE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI	8
04	VANTAGGI AGRONOMICI DI UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI SULLE SUPERFICI PRATIVE E MAIDICOLE	12
05	VANTAGGI AGRONOMICI DI UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI SU COLTURE FRUTTICOLE E VITICOLE	16
06	VANTAGGI AMBIENTALI DI UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI	17
	6.1 Misure del Piano di Tutela delle Acque 2022- 2027 sulla riduzione dei nitrati nelle acque	18
	6.2 Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola	19

INDICE

07

INIZIATIVE PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI: TRATTAMENTI E DELOCALIZZAZIONE	23
7.1 Tecniche di lavorazione degli effluenti	23
• PREMESSA	23
• QUALITÀ DEGLI EFFLUENTI	24
• ESEMPI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI	25
• LA MATURAZIONE ACCELERATA DEL LETAME	25
• LA DIGESTIONE ANAEROBICA	26
• SISTEMI DI TRATTAMENTO DEL DIGESTATO	27
• STABILIZZAZIONE AEROBICA DEI LIQUAMI	27

08

ALCUNE INIZIATIVE DI GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI IN TRENINO	28
8.1 Biodigestore di Romeno, digestato solido consegnato nell'anno solare 2023	28
8.2 Maturazione controllata del letame in Val di Ledro	30
8.3 L'iniziativa Giudicarie Esteriori	33

09

AZIONI DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA PREVISTE PER IL 2024 PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI	33
--	-----------

10

CONCLUSIONI	34
SITOGRAFIA	35



Fig. 1 - Stenico, Sorgente Rio Bianco

Obiettivo del presente documento è quello di rappresentare i risultati delle attività svolte ed orientare le azioni future del Tavolo di lavoro per la gestione sostenibile degli effluenti zootecnici in Provincia Autonoma di Trento, che si occupa di portare avanti le iniziative previste dal relativo Accordo di programma (d.G.P. 1998/2020). L'idea di scrivere questo documento nasce dalla necessità di mettere a disposizione dei titolari di aziende zootecniche un valido strumento

di conoscenza tecnica per una gestione sostenibile della filiera ed un pratico promemoria sulle azioni da intraprendere per ridurre l'eventuale impatto ambientale degli effluenti zootecnici prodotti.

In tale contesto, la gestione sostenibile degli effluenti zootecnici è finalizzata ad ottimizzare positivi effetti socio-economici nonché ad attuare azioni sostenibili in una più ampia visione di sistema, a iniziare dalla tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano.

L'ACCORDO DI PROGRAMMA SULLA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI (d.G.P. 1998/2020)

Il Piano di Tutela delle acque, per i corpi idrici che attualmente non hanno ancora raggiunto lo stato di qualità ambientale corrispondente al "buono", individua una serie di misure da adottare per il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla normativa vigente.

Per alcuni di tali corpi idrici è stata riconosciuta una compromissione correlabile anche all'utilizzo di deiezioni zootecniche in corrispondenza di porzioni di territorio direttamente connesse con tali corpi idrici da tutelare.

Al fine di individuare azioni per il miglioramento della qualità delle acque e per il raggiungimento degli obiettivi previsti dalla normativa europea e da quella nazionale, si è reso necessario promuovere, attraverso una collaborazione estesa ai vari soggetti interessati, il perseguimento di una gestione sostenibile delle deiezioni zootecniche conciliando le esigenze produttive con quelle ambientali al fine di responsabilizzare maggiormente gli allevatori rispetto al loro ruolo nella salvaguardia dei corpi idrici dall'inquinamento da nitrati. Per questo è stato attivato un Tavolo di lavoro al quale partecipano Provincia autonoma di Trento, Fondazione Edmund Mach (FEM), Federazione Provinciale Allevatori Trento (FPA), Associazione Consorziatori Produttori Orto-frutticoli Trentini (APOT) e Consorzio Tutela Vini del Trentino.

Il lavoro di questo tavolo condiviso tra attori pubblici e privati ha portato all'adozione condivisa dell'

ACCORDO DI PROGRAMMA PER L'ATTUAZIONE DI MISURE PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI AL FINE DI OTTENERE UN MIGLIORAMENTO DELLO STATO QUALITATIVO DEI CORPI IDRICI RIDUCENDO IL POSSIBILE IMPATTO DERIVATO DALL'ATTIVITÀ ZOOTECNICA

Un accordo di programma è una convenzione tra entità territoriali e amministrazioni pubbliche con il quale le parti coordinano le loro attività per la realizzazione di opere o programmi di intervento.

La Provincia autonoma di Trento, la Federazione Provinciale Allevatori, il Consorzio Vini del Trentino, l'Associazione Consorziatori Produttori Ortofrutticoli Trentini e la Fondazione Edmund Mach hanno sottoscritto questo accordo per l'attuazione di misure per una gestione sostenibile degli effluenti zootecnici, al fine di ottenere un miglioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici riducendo il possibile impatto derivato dall'attività zootecnica.

Obiettivo specifico dell'accordo è individuare delle azioni concrete, conciliando le esigenze dei diversi attori agricoli coinvolti: da una parte gli allevatori che possono avere delle difficoltà nella gestione degli effluenti zootecnici soprattutto in alcuni periodi dell'anno ed in particolari condizioni; dall'altra i frutti-viticoltori che necessitano di ammendanti di qualità ricchi di sostanza organica umificata e nutrienti, in quantità elevate ed a costi accessibili.

La zootecnia trentina, rispetto al passato, anche grazie alla meccanizzazione, alle tecnologie e all'infrastrutturazione del territorio, risulta essere un settore importante del comparto agricolo locale che necessita di una gestione sempre più sostenibile delle eventuali pressioni esercitate sull'ambiente.

Le peculiarità geografiche e il clima hanno fatto sì che non sempre sia stata possibile una gestione sostenibile degli aumentati volumi di effluenti prodotti (palabili e non palabili) caratterizzati da un'elevata presenza di azoto minerale (ad esempio i nitrati).

Nel tempo, anche alcune modalità colturali sono andate mutando. Ad esempio, in Trentino abbiamo una frutticoltura molto specializzata che fa uso di portainnesti deboli (rispetto ai franchi) ovvero con ridotte capacità di assorbire apporti di elementi nutritivi. Inoltre, è mutata nel tempo la disponibilità dei vari tipi di effluenti, con un aumento delle quantità del liquame e una diminuzione del letame – l'uno caratterizzato da una rapida cessione di elementi nutritivi soggetti a dilavamento, l'altro caratterizzato dalla presenza di elementi nutritivi soltanto gradualmente disponibili e/o solubili e pertanto molto meno soggetti a fenomeni di dilavamento ed in grado di migliorare le proprietà fisiche e microbiologiche dei terreni.

Un ulteriore aspetto che incide su una gestione più sostenibile degli effluenti zootecnici è l'epoca di impiego. Deiezioni fresche o comunque caratterizzate da elevata presenza di azoto minerale, come il digestato o il liquame, hanno comunque i loro ambiti di impiego, ma occorre prestare attenzione al momento di utilizzo, sia stagionale che colturale. Per questi prodotti vanno privilegiati gli impieghi primaverili ed estivi, con coltura in atto: sul mais in pre-aratura e alla rincalzatura (con mezzi adeguati), nei prati dopo gli sfalci (a parte l'ultimo), su patata e frumento in pre-aratura.

L'accordo di programma si occupa prioritariamente di individuare iniziative concrete prioritariamente nelle due aree pilota definite in delibera: Alta Val di Non e Valsugana. In questi bacini si sta cercando di individuare alcune soluzioni da intraprendere, con il coinvolgimento attivo degli imprenditori agricoli, in un'ottica di accordi di filiera corta per la cessione di prodotti ammendanti ai comparti fruttivivicoli.



Fig. 2 - Utilizzo in frutticoltura di ammendanti organici provenienti dal trattamento degli effluenti zootecnici



Fig 3 - Stoccaggio di digestato separato solido

NORMATIVA SULLA GESTIONE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI

Direttiva Nitrati

L'obiettivo della Direttiva 91/676/CEE, o Direttiva Nitrati, è la tutela delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento da nitrati provenienti da fonti agricole, principalmente fertilizzanti ed effluenti zootecnici.

Gli Stati Membri dell'UE sono tenuti ad attivare programmi di monitoraggio delle acque, con scadenze e tempistiche precise, su tutto il territorio nazionale.

Sulla base dei dati di monitoraggio, ai sensi dell'articolo 3 della Direttiva Nitrati, gli Stati Membri devono designare le Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola (ZVN), corrispondenti alle porzioni di territorio, con presenza di significative attività agricole, che drenano verso le acque inquinate da nitrati o affette da eutrofizzazione o che potrebbero divenire inquinate, se non si interviene.

Nelle ZVN devono essere definiti e attuati i Programmi d'Azione, ovvero una serie di misure che gli agricoltori sono obbligati ad adottare nella gestione aziendale allo scopo di migliorare lo stato di qualità delle acque.

In Italia, la direttiva è stata recepita con il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, articolo 92. Le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano sono le istituzioni responsabili della sua attuazione.



Fig. 4 - Bruxelles, sede del Parlamento Europeo

Codice dell'Ambiente (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

L'articolo 112 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) detta disposizioni in materia di utilizzazione agronomica.

In tale ambito, il medesimo articolo rinvia alle Regioni e alle Province autonome la disciplina delle attività di utilizzazione agronomica, da definirsi sulla base dei criteri e delle norme tecniche generali adottati con decreto del Ministro delle politiche agricole e forestali, di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio, delle attività produttive, della salute e delle infrastrutture e dei trasporti, d'intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano.

L'articolo 92 del Codice dell'Ambiente (Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola) prevede che le Regioni, dopo quattro anni dalla prima designazione delle ZVN,

debbano riesaminare e, se necessario, rivedere o completare le designazioni di ZVN sulla base di Programmi di controllo della concentrazione dei nitrati nelle acque e del



Fig. 5 - Roma, Camera dei Deputati.

loro stato eutrofico. Nel contempo, durante il quadriennio, le Regioni sono chiamate ad attuare Programmi di azione obbligatori per la tutela e il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola nonché le prescrizioni contenute nel codice di buona pratica agricola di cui al decreto del Ministro per le politiche agricole e forestali 19 aprile 1999, pubblicato nel Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 102 del 4 maggio 1999.

Allo scopo di garantire un generale livello di protezione delle acque, l'articolo 92 raccomanda infine l'applicazione di tale codice anche alle sostanze nutritive ed ammendanti in essi contenute di svolgere un ruolo utile al suolo agricolo, realizzando un effetto concimante, ammendante, irriguo, fertirriguo o correttivo sul terreno oggetto di utilizzazione agronomica, in conformita' ai fabbisogni quantitativi e temporali delle sostanze nutritive ed ammendanti in essi contenute di svolgere un ruolo utile al suolo agricolo,

realizzando un effetto concimante, ammendante, irriguo, fertirriguo o correttivo sul terreno oggetto di utilizzazione agronomica, in conformita' ai fabbisogni quantitativi e temporali delle colture.

Testo unico provinciale sulla tutela dell'ambiente dagli inquinamenti (dPGp 26 gennaio 1987, n. 1-41/Leg)

A livello provinciale, la disciplina dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato è recata dall'articolo 19 bis del decreto del Presidente della Giunta provinciale 26 gennaio 1987, n. 1-41/Legisl., a norma del quale:

"1. Per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue come definite dal decreto del Ministro delle politiche agricole, alimentari e forestali 25 febbraio 2016 (Criteri e 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) si applicano il medesimo decreto e:

- a) la deliberazione della Giunta provinciale approvata nel rispetto dei criteri previsti dal comma 2;
- b) la deliberazione della Giunta provinciale prevista dall'articolo 60 (Disposizioni per il risparmio e per il riutilizzo delle risorse idriche), comma 5, della [legge provinciale 19 febbraio 2002, n. 1](#);
- c) il piano di risanamento delle acque, nei limiti previsti dal comma 3.

2. Nel rispetto dei limiti previsti dall'articolo 112 del [decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152](#) (Norme in materia ambientale), la deliberazione della Giunta provinciale

prevista dal comma 1, lettera a), previo parere della competente commissione permanente del Consiglio provinciale, detta la disciplina integrativa della normativa statale, adeguandola alle caratteristiche del territorio e alla dimensione degli allevamenti presenti e prevede, in particolare:

- a) la semplificazione delle comunicazioni, anche attraverso la valorizzazione di banche dati esistenti e il loro coordinamento con altre comunicazioni che devono essere effettuate dalle aziende agricole;
- b) la semplificazione della documentazione che dev'essere utilizzata in caso di trasporto di effluenti zootecnici tra terreni in uso, nella stessa azienda o tra due diverse aziende agricole, e in caso di trasporto di digestato, o sue frazioni separate, nell'ambito della stessa azienda, se l'impianto di digestione anaerobica è di tipo aziendale;
- c) disposizioni relative al volume e alle modalità di stoccaggio degli effluenti degli allevamenti di piccole dimensioni, anche in deroga a quanto previsto dalla normativa statale quando ciò è giustificato in ragione della tipologia e della densità degli allevamenti presenti nel territorio e dei periodi in cui il bestiame è al pascolo;
- d) disposizioni relative alla pendenza media dei terreni sui quali possono essere utilizzati liquami anche in deroga a quanto previsto dalla normativa statale, quando ciò è giustificato in ragione di particolari situazioni locali, in presenza di sistemazioni idraulico-agrarie, o del ricorso alle migliori tecniche di spandimento disponibili;
- e) norme tecniche concernenti la corretta utilizzazione agronomica degli effluenti

di allevamento, del digestato, e relativi stoccaggi, e delle acque reflue previsti dal comma 1;

- f) disposizioni relative all'autorizzazione prevista dall'articolo 60, comma 6, della legge provinciale n. 1 del 2002 con riguardo al riutilizzo di acque reflue nelle matrici ambientali;
- g) disposizioni transitorie per l'adeguamento delle dotazioni delle aziende agricole, ai fini dell'applicazione della disciplina prevista dal comma 1;
- h) disposizioni relative all'informazione e alla formazione degli agricoltori nonché alla definizione di un sistema permanente di consulenza tecnica rivolto alle aziende.

3. Salvo che il fatto costituisca reato, in caso di inosservanza delle norme tecniche previste dalla deliberazione della Giunta provinciale ai sensi del comma 2, lettera e), e dalla deliberazione prevista dall'articolo 60, comma 5, della legge provinciale n. 1 del 2002, si applica la sanzione prevista dall'articolo 61.

4. In seguito all'approvazione della deliberazione prevista dal comma 1, lettera a), di cui è data notizia mediante pubblicazione per estratto nel Bollettino ufficiale della Regione, cessano di applicarsi le disposizioni del titolo IV delle norme di attuazione del piano provinciale di risanamento delle acque approvato con deliberazione della Giunta provinciale 12 giugno 1987, n. 5460 incompatibili con la stessa deliberazione e individuate dalla medesima.

5. Fino alla pubblicazione nel Bollettino ufficiale della Regione della notizia relativa all'avvenuta approvazione della deliberazione prevista dal comma 1, lettera a), l'obbligo di comunicazione per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici è

assolto secondo quanto previsto dalla deliberazione della Giunta provinciale 11 agosto 2017, n. 1280 (Recepimento delle norme di applicazione del regime di condizionalità ai sensi del regolamento (UE) n. 1306/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013, così come previsto dal decreto ministeriale n. 2490 del 25 gennaio 2017)."

Deliberazione della Giunta provinciale n.1015/2021

Nel territorio della provincia di Trento, le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola sono state individuate per la prima volta con la deliberazione della Giunta n. 1015/2021 (e successiva 1373/2021).

In particolare, in base al criterio di superamento della soglia dei 50 mg/L per i nitrati riportato nell'art. 92 comma 5 del Decreto Legislativo 152 del 3 aprile 2006 e s.m e in base al criterio riguardante lo stato eutrofico, la cui verifica per il quadriennio 2016-19 è stata attuata ottemperando alle richieste dell'art. 92 comma 5 del Decreto Legislativo 152 del 3 aprile 2006 e s.m. sono state individuate tre zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola (ZVN) corrispondenti ai bacini afferenti a:

- a) due corpi idrici sul fiume Brenta (codici B000000000030tn e B000000000050tn)
- b) un corpo idrico sul rio Moscabio (codice A351010010010tn)
- c) al lago della Serraja (codice A2020000000616tn);

Le ZVN individuate sono sottoposte a verifica quadriennale per la loro conferma o dismissione, così come la verifica sul territorio provinciale dell'individuazione di eventuali nuove ZVN.

Deliberazione della Giunta provinciale n. 2017/2022

In attuazione del comma 1, lettera a), dell'articolo 19 bis del Testo unico provinciale sulla tutela dell'ambiente dagli inquinamenti, con deliberazione della Giunta provinciale n. 1545/2018, poi sostituita con la deliberazione n. 2017/2022, sono state approvate le disposizioni, i criteri e le norme tecniche per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato.

Con la predetta ultima deliberazione della Giunta provinciale sono state, pertanto, disposte le norme di recepimento provinciale e dettata la disciplina integrativa - con quanto disposto dal D.M. 25 febbraio 2016, n. 5046 - con riferimento alle attività di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato provenienti da aziende agricole e zootecniche e imprese agroalimentari, adeguandola alle caratteristiche del territorio e alla dimensione degli allevamenti presenti.

Nell'ambito della predetta disciplina, il Capo I disciplina l'utilizzazione agronomica nelle zone non vulnerabili da nitrati di origine agricola (c.d. zone ordinarie), il Capo II disciplina l'utilizzazione agronomica in zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN) e il Capo III detta disposizioni finali e transitorie.

I Capi II e III costituiscono il Programma d'azione provinciale per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ai sensi della Direttiva nitrati 91/676/CEE e dell'articolo 92 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Le normative relative alla gestione degli effluenti zootecnici ed i documenti correlati (es. Programma d'Azione, Sistema di Monitoraggio VAS, Primo Report VAS, il Programma di Sorveglianza per la verifica



Fig. 6 - Trento, sede PAT

dell'efficacia dei Programmi d'azione adottati nelle zone vulnerabili, etc.) sono disponibili al seguente link:

<https://www.provincia.tn.it/Servizi/Utilizzo-agronomico-degli-effluenti-zootecnici-e-del-digestato>



04

VANTAGGI AGRONOMICI DI UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI SULLE SUPERFICI PRATIVE E MAIDICOLE

Mantenere un prato in buona salute

La salute di un prato può essere valutata monitorando la composizione botanica, il grado di copertura del suolo e la produttività in campo. Questi aspetti dipendono in parte da variabili pedoclimatiche locali - sulle quali è molto difficile se non impossibile agire - e in parte da aspetti gestionali che al contrario lasciano agli agricoltori ampi margini di

intervento, nel bene e nel male.

Mantenere un prato in buona salute dunque, significa (1) mantenere una composizione botanica equilibrata e adeguata al/i ruolo/i (es. produttivo, ecologico, paesaggistico) che ciascun prato svolge e (2) garantire un buon livello di fittezza del cotico erboso, evitando la formazione di ampie e/o diffuse zone con suolo nudo.

COMPOSIZIONE FLORISTICA E FINALITÀ GESTIONALE DEI DIVERSI PRATI

Prati di fondovalle: sono i prati con finalità produttiva prevalente. Sono in equilibrio quando la composizione floristica è: 50-70% di buone graminacee, 10-30% di leguminose, 10-30% di altre specie (non "malerbe"). Vengono sfalcati 3 o più volte. La ricchezza specifica può essere limitata.

Prati di versante: sono i prati sfalcati 2 volte con buona ricchezza specifica e che hanno una pendenza ed esposizioni variabili.

Prati magri: Elevato numero di specie (principalmente "altre specie") che conferisce particolare pregio ecologico ed estetico-paesaggistico alla prateria. Generalmente sono lontani dai centri aziendali, non vengono concimati e si sfalciano una sola volta all'anno. In questi prati non è infrequente trovare piante appartenenti alla lista rossa, quindi da tutelare.

Intensità gestionale ed equilibrio gestionale

La corretta gestione del prato dipende innanzitutto da un giusto equilibrio tra apporti di sostanze nutritive, frequenza e numero di tagli. Sulla base dell'intensità gestionale i prati possono essere distinti in quattro categorie: estensivi, poco intensivi, mediamente intensivi e intensivi. Per ognuna di queste categorie esiste una condizione di equilibrio tra il numero e la frequenza di utilizzazione e il livello di fertilizzazione (figura 8). Rispetto a tale situazione, se gli apporti di elementi nutritivi sono in eccesso rispetto al numero di sfalci si assisterà a un degrado della composizione floristica del prato, con diffusione di infestanti. Al contrario, se la quantità di nutrienti asportata attraverso lo sfalcio non viene adeguatamente reintegrata la produttività del prato calerà progressivamente.

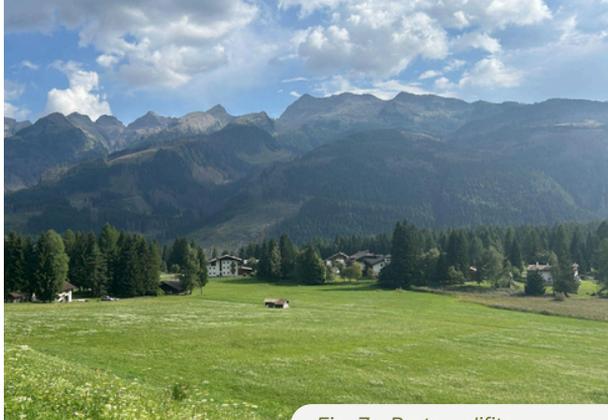


Fig. 7 - Prato polifita



Fig. 8 - Rapporto tra livello di fertilizzazione e frequenza di utilizzazione nelle diverse categorie di prato

("Produrre latte da Trentingrana e formaggi a media e lunga stagionatura", A. Pecile. Fondazione Edmund Mach, 2011)

Nella seguente tabella è stato indicato lo stadio fenologico al quale si dovrebbe eseguire il primo sfalcio – condizioni meteo permettendo – e l'intervallo di utilizzazione (espresso in numero di settimane) tra questo e gli sfalci successivi. Rispettando queste indicazioni la gestione risulterà equilibrata e la qualità del foraggio prodotto sarà migliore.

Stadio di utilizzazione	Intensità di gestione			
	Estensiva	Poco intensiva	Mediamente intensiva	Intensiva
Primo taglio	Stadio fenologico: 5 Fine spigatura/fioritura	Stadio fenologico: 4 Piena spigatura	Stadio fenologico: 3 Inizio spigatura	Stadio fenologico: tra 2 e 3 Tra levata e inizio spigatura
Tagli successivi		8-10 settimane	6-7 settimane	5-6 settimane

Tab. 1 - Frequenza di taglio nelle diverse tipologie di prato



Rispettare le indicazioni riguardanti gli apporti di nutrienti e il numero di sfalci da eseguire è molto importante, ma non sempre questo è sufficiente per garantire un buon stato di conservazione del prato. Alcune pratiche da eseguire nel periodo primaverile o nel corso della fienagione sono “buone pratiche” ed i loro effetti influiscono positivamente sul risultato finale. Tra queste ricordiamo:

- Ercatura e rullatura primaverile
- Variare l'ordine di sfruttamento dei prati
- Adottare un'altezza di sfalcio adeguata all'intensità gestionale
- Utilizzare mezzi agricoli adatti al lavoro in ambito montano

Perché mantenere un prato in buona salute

Una corretta gestione del prato consente di ottenere naturalmente un buon livello produttivo nonché una migliore qualità del foraggio nelle praterie con finalità produttiva prevalente e un maggior pregio estetico-paesaggistico nelle formazioni magre e ricche di specie. Al contrario, se in un prato le lacune nel cotico erboso sono abbondanti e/o molto diffuse la sua produttività cala e il rischio che specie indesiderate si insedino nella prateria aumenta moltissimo, con conseguenze negative, alle volte anche molto importanti, sulla composizione floristica del prato e sulla qualità del foraggio prodotto. Inoltre, la presenza di suolo nudo può portare indirettamente a problemi di gonfiori tardivi nei formaggi a lunga stagionatura in quanto i foraggi contaminati con terra (auto prodotti o acquistati), se impiegati in stalla, fungono da vettori di spore clostridiche che una volta giunti nel latte arrivano indisturbati nel formaggio grazie alla loro particolare resistenza ai trattamenti termici (tali batteri sporigeni pos-



Fig. 9 - Operazioni di fienagione

sono anche causare problemi sanitari nella mandria: clostridiosi). Fortunatamente, a livello vegetazionale i cambiamenti non sono mai repentini e attraverso un monitoraggio costante dei propri prati è possibile accorgersi tempestivamente di eventuali cambiamenti indesiderati, evitando così di dover intervenire successivamente con operazioni di riqualificazione spesso impattanti e molto costose.

Interventi di riqualificazione straordinari

L'applicazione delle buone pratiche può non essere sufficiente a migliorare la composizione botanica e la produttività di un prato. Alle volte è necessario eseguire interventi di riqualificazione più impattanti,





sia dal punto di vista ambientale sia da quello economico. Un progetto specifico riguardante la riqualificazione dei “prati bianchi” (prati in cui la presenza delle ombrellifere, specie infestante, è molto abbondante) è stato condotto in Primiero tra il 2017 e il 2021. In questo studio è stata analizzata l’efficacia di un intervento di riqualificazione sempre più diffuso sull’intero territorio provinciale: la trasemina. Un intervento ancora più impattante è rappresentato dalla risemina, che comporta la distruzione del cotico erbaceo preesistente e la costituzione di un prato ex-novo. Quest’ultimo tipo di intervento, anche se può dimostrarsi più efficace, trova scarsa applicazione in ambito montano dove le superfici arabili sono veramente poche.



Fig. 10 - Valsugana. coltivazione di mais

Il mais è una coltura che abbisogna di importanti quantità di azoto, fosforo e potassio, ma di gran lunga l’azoto è l’elemento che maggiormente determina il risultato produttivo della coltura influenzandone sia la resa, sia la qualità della granella prodotta. Il fosforo regola gli scambi energetici e favorisce lo sviluppo delle radici, la fioritura, la fecondazione e la maturazione. Il potassio regola l’assorbimento dell’azoto, divisione cellulare, umidità delle foglie, attività fotosintetica, sintesi delle proteine. Esalta la produttività della pianta soprattutto dal punto di vista qualitativo.

La concimazione organica si adatta molto bene alle esigenze del mais. Il letame ed i liquami si distribuiscono in pre-aratura. Per i liquami è necessario procedere all’aratura in tempi il più possibile vicini alla distribuzione per evitare perdite di unità fertilizzanti per volatilizzazione o per iscrivazione e quindi per evitare l’inquinamento dell’aria e delle acque superficiali.

La coltivazione di mais da foraggio comporta maggiori asportazioni al terreno rispetto alla coltivazione di mais da granella, in quanto in quest’ultimo caso, gli stocchi rimangono in campo.

Congiuntamente alle caratteristiche del terreno, tale maggiore asportazione di sostanze organiche e minerali dal terreno va tenuta nella dovuta considerazione nel momento della pianificazione delle operazioni di concimazione.

Allo scopo di fornire gli elementi nutritivi in prossimità delle necessità colturali, sarebbe bene frazionare la concimazione. Un tipico frazionamento della fertilizzazione nel mais è quello che prevede la

VANTAGGI AGRONOMICI DI UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI SU COLTURE FRUTTICOLE E VITICOLE

distribuzione di circa la metà degli elementi nutritivi alla semina e l'altra metà in copertura, allo stadio di 6/9 foglie della coltura. Di solito in copertura si utilizzano concimi chimici, che possono essere sostituiti totalmente o in parte se si distribuisce digestato liquido con particolari macchine in gradi di entrare in campo con la coltura già maggiormente sviluppata.

Come per i terreni a prato, anche nelle coltivazioni frutticole e viticole, l'utilizzo di prodotti ammendanti di provenienza zootecnica risulta essere vantaggiosa, soprattutto in fase di rinnovo culturale. Nell'ultimo quadriennio, 2020 - 2023, i rinnovi culturali hanno interessato una superficie annua pari a circa 250 ettari sia per le colture frutticole sia per la viticoltura.

In quest'ottica, il comparto frutti-viticolo trentino guarda con interesse alla disponibilità di ammendanti utili al miglioramento della fertilità dei suoli, specie se ottenuti da deiezioni zootecniche locali in un'ottica di economia circolare a filiera corta. Le superfici oggetto di rinnovi culturali, ma anche appezzamenti con problemi di fertilità, potrebbero recepire quantità rilevanti di ammendanti di elevata qualità agronomica frutto del progetto condiviso con gli allevatori, come il letame da maturazione controllata, il digestato stabilizzato o il compost da liquami e residui vegetali, che, anche alla luce dei risultati delle sperimentazioni condotte dalla Fondazione Edmund Mach, si confermano di particolare interesse.



Fig. 11 - Mele e uva bianca trentine in prossimità della fase di raccolta

Gli effluenti zootecnici sono ricchi di nutrienti, intesi principalmente come composti dell'azoto e del fosforo, che se non adeguatamente gestiti possono giungere agli ecosistemi acquatici sia in modo diffuso che puntuale.

Pertanto una non adeguata gestione degli effluenti zootecnici, ad esempio in fase di spandimento sulle colture, può essere causa di inquinamento di acque, anche destinate al consumo umano. Le maggiori criticità in tale ambito sono legate alla conformazione del territorio trentino che offre aree limitate per lo spargimento degli effluenti zootecnici e alla difficoltà di realizzare sufficienti volumi di stoccaggio di reflui. Lo spandimento di effluenti zootecnici e l'eccessivo utilizzo di fertilizzanti chimici nei terreni in prossimità dei corpi idrici possono determinare l'accumulo dei nutrienti che, in seguito a dilavamento o lisciviazione, giungono alle acque superficiali o sotterranee (inquinamento diffuso). Inoltre, scarichi mal gestiti o non correttamente allacciati apportano i nutrienti direttamente nei fiumi o nei laghi (inquinamento puntuale). I nutrienti provenienti sia da fonti diffuse che puntuali

esercitano un impatto sulla qualità dei corpi idrici superficiali, provocando danni agli ecosistemi acquatici ed alle comunità biologiche se ne ricevono quantità superiori alla loro capacità di autodepurazione naturale. Si può pertanto verificare il cosiddetto fenomeno di eutrofizzazione delle acque, determinato dall'arricchimento di nutrienti. Le alte concentrazioni di nutrienti stimolano la produzione di alghe ed altri vegetali la cui decomposizione comporta un consumo della riserva di ossigeno dell'acqua causando conseguenze quali: morie di pesci, formazione di sostanze organolettiche indesiderabili come l'idrogeno solforato e gravissimi danni alle comunità biotiche. L'eutrofizzazione delle

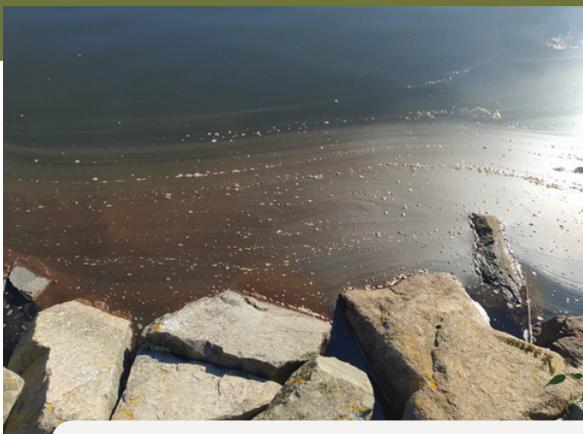


Fig. 12 - Fioriture algali al lago della Serraià



Fig. 13 - Abbondanza di macrofite acquatiche sul fiume Brenta



Fig. 13 - Vegetazione riparia del torrente Avisio

acque provoca conseguenze non solo sulla qualità ambientale, ma anche sui possibili utilizzi degli ecosistemi acquatici, quali l'uso per il consumo umano, irriguo, idroelettrico, turistico/ricreativo, aleutico e paesaggistico.

I corsi d'acqua e i laghi sono ecosistemi acquatici complessi che, se tutelati e mantenuti integri (ad esempio dotati di vegetazione fluviale o perilacuale funzionale), possono assorbire naturalmente una certa quantità di nutrienti proveniente dal bacino scolante. Ad esempio, le fasce di vegetazione perifluviali o perilacuali che si frappongono fra le aree agricole ed i corpi idrici, se costituite da specie riparie (quali salici ed ontani) e di adeguata ampiezza ed estensione longitudinale, riescono ad intercettare e rimuovere i nutrienti in modo molto efficace. Un ecosistema naturale ed integro è anche più efficiente nei processi di autodepurazione naturale delle acque.

La qualità delle acque dei corpi idrici viene monitorata attraverso la rete di monitoraggio di APPA sul territorio provinciale. I nutrienti, quali azoto e fosforo, concorrono a determi-

nare lo stato ecologico dei corpi idrici, essendo compresi nel calcolo dei parametri previsti dal D.Lgs.152/06 utili a determinare lo stato ecologico dei corpi idrici trentini, la cui qualità è riportata nel Piano di Tutela delle acque 2022 – 2027¹.

I corpi idrici lacustri sono particolarmente sensibili all'inquinamento: in essi, a differenza dei corpi idrici fluviali, i problemi di accumulo degli inquinanti e dei nutrienti hanno lunghi tempi di recupero anche a seguito di intervento.

6.1 Misure del Piano di Tutela delle Acque 2022-2027 sulla riduzione dei nitrati nelle acque

Secondo la normativa vigente, i corpi idrici fluviali, lacustri e sotterranei devono mantenere o raggiungere lo stato di qualità "buono" entro il 2027. A tale scopo, nel Piano di Tutela delle Acque 2022 – 2027 (PTA) per i corpi idrici che attualmente non raggiungono



Fig. 14 - Lago di Levico

¹ <https://www.appa.provincia.tn.it/Documenti-e-dati/Documenti-tecnici-di-supporto/Piano-di-Tutela-delle-acque-2022-2027>

lo stato di “buono” vengono individuate, in base alle tipologie di pressioni presenti, misure utili per il miglioramento di tale stato qualitativo. Nell'allegato G del PTA sono pertanto riportate tra le altre misure anche quelle da realizzare la riduzione dei nutrienti di origine agricola:

- realizzazione di biodigestori che utilizzano come materia prima gli

stato qualitativo dei corpi idrici riducendo il possibile impatto derivato dall'attività zootecnica;

- predisposizione del Programma d'Azione per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato, dei concimi azotati e degli ammendanti organici nelle zone designate vulnerabili da nitrati di origine agricola.



Fig. 15 - Impianto di biodigestione di Villa Agendo

effluenti zootecnici, finalizzati sia alla produzione di digestato da destinare ad uso agronomico;

- attuazione dell'Accordo di programma tra Provincia autonoma di Trento, Fondazione Edmund Mach, Federazione provinciale allevatori, Associazione consorziale dei produttori ortofrutticoli trentini (APOT) e Consorzio di tutela dei vini del Trentino per l'attuazione di misure per una gestione sostenibile degli effluenti zootecnici al fine di ottenere un miglioramento dello

6.2 Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola

Le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN), come previsto dall'art. 92 del D.Lgs. 152/06, in accordo con quanto indicato nella Direttiva 91/676/CEE, vengono individuate in base al riscontro oggettivo di nitrati nell'acqua e alla possibilità del verificarsi di fenomeni di eutrofizzazione legati ai nutrienti. In Provincia autonoma di Trento sono state individuate con deliberazione della Giunta provinciale n. 1015/2021 e ss.mm quali ZVN tre bacini scolanti in Alta Val di Non, Bassa Valsugana

e Altopiano di Pinè relativi ai corpi idrici eutrofici di origine agricola riportati in tabella. Si considera bacino scolante la porzione di territorio che contribuisce direttamente con i propri apporti al processo di eutrofizzazione.

codice stazione	nome	codice corpo idrico	Casi di eutrofizzazione
52SD0528	MOSCABIO-FOCE	A351010010010tn	E1
21SD0208	BRENTA-LOC. CASE ZACCON	B000000000030tn	E2
21SG0020	BRENTA-PONTE DEL CIMITERO	B000000000050tn	E5
74LN1200	LAGO DELLA SERRAIA	A20200000000616tn	E1

Tab. 2- Lista dei corpi idrici fluviali eutrofici di origine agricola in base alla metodologia del DD 408/2017 (versione febbraio 2021)

Per una migliore comprensione della localizzazione delle ZVN nella Provincia autonoma di Trento, si veda la seguente mappa:

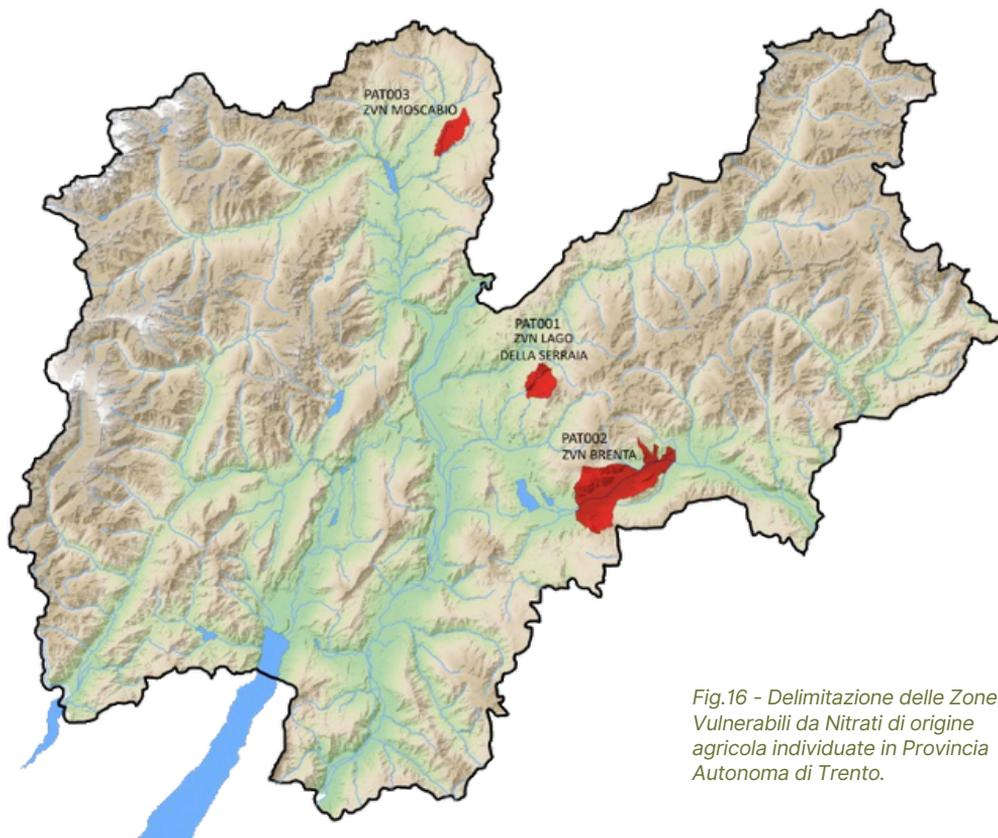


Fig.16 - Delimitazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola individuate in Provincia Autonoma di Trento.

Come previsto dalla normativa vigente (art. 92 e Allegato 7/A alla parte terza del decreto legislativo n. 152/2006, in recepimento della Direttiva Nitrati), per le ZVN è stato approvato (con deliberazione n. 2017/2022) uno specifico Programma d'azione allo scopo di

individuare azioni (v.tabella seguente) volte alla tutela delle acque dall'inquinamento da nitrati di origine agricola e della salute umana. Tali azioni vengono condizionate periodicamente all'interno del Tavolo di Lavoro dell'Accordo di Programma sulla Gestione degli effluenti zootecnici.

Azioni

1. Predisporre agli obblighi amministrativi

- 1.1 Predisposizione Registro delle fertilizzazioni
- 1.2 Predisposizione Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA)
- 1.3 Comunicazione nelle ZVN
- 1.4 Documentazione di accompagnamento al trasporto

2. Favorire il corretto stoccaggio degli effluenti zootecnici

- 2.1 Stoccaggio dei liquami e del digestato non palabile nelle ZVN
- 2.2 Stoccaggio dei letami, dei materiali ad esso assimilati e dei concimi azotati e ammendanti organici nelle ZVN
- 2.3 Dotazione di capacità minima di stoccaggio per le aziende

3. Disciplinare le condizioni per l'utilizzazione agronomica

- 3.1 Divieti spaziali di utilizzazione agronomica
- 3.2 Divieti temporali di utilizzo dei concimi azotati e ammendanti

4. Riduzione delle dosi di applicazione

- 4.1 Divieto di superamento dei quantitativi di apporti azotati

5. Definizione delle corrette modalità di distribuzione degli effluenti zootecnici

- 5.1 Distribuzione che garantisca l'uniformità di applicazione del fertilizzante
- 5.2 Somministrazione dei fertilizzanti azotati il più vicino possibile al momento della loro utilizzazione da parte delle colture
- 5.3 Frazionamento della dose con il ricorso a più applicazioni ripetute nell'anno
- 5.4 Spandimento del liquame con sistemi di erogazione e modalità tali da contenere le emissioni in atmosfera
- 5.5 Adozione di pratiche irrigue conformi al CBPA

6. Individuazione, in base alle caratteristiche locali, ed attuazione di azioni efficaci per una riduzione degli apporti di azoto alle acque sotterranee e superficiali (strategie gestione sostenibile)

- 6.1 Realizzazione (o ampliamento) di nuovi impianti di digestione anaerobica degli effluenti zootecnici
- 6.2 Implementazione di trattamenti a valle della digestione anaerobica degli effluenti zootecnici
- 6.3 Attuazione di iniziative per la maturazione accelerata del letame
- 6.4 Realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale delle fasce fluviali e lacuali
- 6.5 Attivazione di occasioni di informazione e formazione rivolte agli amministratori, allevatori ed agricoltori operanti nelle ZVN



Preme sottolineare che, tra le azioni indicate nel Programma d’Azione per le Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola (Deliberazione di Giunta Provinciale n. 2017/2022), all’art. 24-Allegato 1 (Strategie di gestione integrata di effluenti zootecnici in ZVN) si stabilisce che “nelle ZVN definite sul territorio provinciale è necessario individuare e attuare, in base alle caratteristiche locali, azioni efficaci per una riduzione degli apporti di azoto alle acque sotterranee e superficiali. Le azioni locali possono consistere in:

- promozione delle buone pratiche agronomiche di valorizzazione degli effluenti zootecnici sulle superfici aziendali;
- realizzazione di eventuali nuovi impianti di digestione anaerobica degli effluenti zootecnici o ampliamento di quelli già esistenti, in concerto con le esigenze energetiche riportate nel Piano Energetico Provinciale;
- implementazione di trattamenti a valle della digestione anaerobica degli effluenti zootecnici al fine di favorire la delocalizzazione del surplus di azoto, utilizzabile in altre zone o su terreni adibiti a colture fruttivicole;
- realizzazione di interventi di riqualificazione fluviale o lacustre per incrementare l’effetto tampone ai nutrienti delle fasce vegetate [...]”.

Nel corso del 2024, saranno elaborati i dati delle concentrazioni di nitrati e delle analisi sullo stato trofico riferiti al quadriennio 2020-23 per l’aggiornamento periodico delle ZVN, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/06.

Fig.16 - Riqualificazione fluviale del fiume Brenta a Levico terme

INIZIATIVE PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI: TRATTAMENTI E DELOCALIZZAZIONE

Alcune iniziative per una gestione sostenibile degli effluenti zootecnici nel territorio trentino sono approfondite e promosse anche all'interno del Tavolo di Lavoro dell'Accordo di Programma coordinato da APPA - Settore Qualità Ambientale, allo scopo di mettere in campo iniziative condivise di uso agronomico e delocalizzazione di effluenti zootecnici. Tra esse è stata individuata l'adozione di una gestione consortile degli effluenti zootecnici anche attraverso la realizzazione di impianti di biodigestione. Si tratta di un'iniziativa che trova consenso diffuso tra gli allevatori nei vari territori. Infatti tale soluzione, se accompagnata da successivi impianti di trattamento del digestato (ad esempio: essiccazione), viene considerata strategica non solo per la produzione del biogas e per l'alleggerimento del carico di nutrienti nelle acque, ma anche per la produzione di fertilizzanti organici adatti alle colture frutticole e viticole, attuando una virtuosa e sostenibile filiera di delocalizzazione degli effluenti.

In quest'ottica di valorizzazione agronomica dei fertilizzanti organici da effluenti, è importante ricordare che la Fondazione Edmund Mach nel corso dell'ultimo anno ha realizzato attività sperimentali in tale ambito con risultati positivi relativamente alle caratteristiche del digestato, alle sue possibilità di utilizzo, nonché sulle sue modalità produttive.



Fig. 17 - Prove sperimentali di utilizzo di letame maturo e digestato solido su colture frutticole

Si evince che l'attuazione di adeguate tecniche di trattamento e l'implementazione di consolidate filiere di delocalizzazione degli effluenti zootecnici, ad esempio su colture frutti-viticole, potranno costituire la chiave vincente per una efficace sostenibilità, economica ed ambientale, nella loro gestione sul territorio trentino.

7.1 Tecniche di lavorazione degli effluenti

Premessa

L'evoluzione agricola degli ultimi decenni ha portato innegabili miglioramenti in termini di quantità e qualità delle produzioni e, fortunatamente, anche della qualità della vita degli operatori del settore. La meccanizzazione, le dotazioni infrastrutturali e tecnologiche, la chimica e, non ultima, la tecnica hanno consentito un notevole balzo in avanti del comparto

agricolo. Ma, come spesso accade in occasione di evoluzioni radicali, accanto a grandi vantaggi sorge anche qualche problema. Nel caso specifico della zootecnia trentina, l'aumento dei capi allevati per ogni singola azienda (grazie a meccanizzazione, infrastrutture e tecnologie) e la concentrazione degli allevamenti in ambiti territoriali ristretti (per la specializzazione dei bacini produttivi) hanno avuto come riflesso negativo la disponibilità di grandi quantità di deiezioni in aree limitate. L'orografia ed il clima locali non aiutano: parte delle superfici aziendali non è raggiungibile con i mezzi meccanici e non può essere quindi utilizzata per lo spargimento delle deiezioni, che oltretutto è impedito totalmente da neve e gelo per diversi mesi all'anno. Ne consegue che per alcune realtà e in alcuni periodi la gestione degli effluenti diventa difficilmente sostenibile. Gestione intesa non solo come spandimento, ma anche come trattamento preliminare: ben difficilmente, infatti, i volumi prodotti sono consoni a periodi di maturazione (letame) e stabilizzazione (liquame) prolungati, e non aiuta il fatto che la lettiera, nel caso del letame, viene spesso utilizzata in quantità limitata. Risultato? Deiezioni poco umificate con elevata presenza di azoto in forma minerale.

A questo proposito non va dimenticato che la specializzazione del comparto frutticolo, storico recettore di letame, ha avuto come riflesso un calo dell'impiego di quest'ultimo, per un motivo ben preciso. I portinnesti deboli, utilizzati ormai quasi esclusivamente dai frutticoltori, tollerano in maniera molto minore apporti azotati elevati e

minore apporti azotati elevati e concentrati, che inducono squilibri vegeto-produttivi evidenti, peggioramento della qualità delle mele e predispongono le piante al fenomeno della moria. Ciò, va sottolineato, nel caso si impieghino effluenti poco stabilizzati.



Fig. 18 - Zootecnia trentina

Qualità degli effluenti

Deiezioni "fresche" o poco stabilizzate possono contenere fino al 30-40% di azoto in forma minerale, che è solubile e quindi prontamente assimilabile dalle piante ma anche facilmente dilavabile. Utilizzato sui prati, specie nel periodo autunnale (scarso assorbimento radicale e piogge frequenti) può andare incontro facilmente a "lisciviazione", cioè percolazione profonda dei nitrati verso la falda superficiale e rilascio nelle falde acquifere. Utilizzato in frutticoltura, determina un apporto eccessivo e concentrato nel tempo con le problematiche poc'anzi ricordate.

Ad esempio, invece, un letame ben "maturo", biologicamente stabile, contiene azoto in forma quasi totalmente organica, poco solubile, mentre le percentuali di N minerale sono irrisorie. La sostanza organica è in parte umificata. Utilizzato sui prati, nei frutteti e sui suoli agricoli in

generale, garantisce una dotazione di azoto a lento effetto: si stima che circa un quarto dell'elemento sia disponibile nell'anno di impiego, un quarto l'anno successivo mentre l'aliquota rimanente va a costituire la cosiddetta "forza vecchia", ossia una riserva azotata nel tempo.



Fig. 19 - Letame caprino maturo

Lisciviazione? Praticamente nulla. La componente umica della sostanza organica agisce da subito per il miglioramento delle proprietà fisiche e la fertilità biologica del suolo, senza sovraccaricare l'attività microbica terricola.

Ovviamente anche l'epoca di impiego ha la sua importanza. Deiezioni fresche caratterizzate da elevata presenza di azoto minerale, come il digestato o il liquame, hanno comunque i loro ambiti di impiego, ma occorre prestare attenzione al momento di utilizzo, sia stagionale sia colturale. Per questi prodotti vanno privilegiati gli impieghi primaverili ed estivi, con coltura in atto: sul mais in pre-aratura e alla rincalzatura (con mezzi adeguati), nei prati dopo gli sfalci (a parte l'ultimo), su patata e frumento in pre-aratura. In questo caso di grande aiuto sono gli elevati volumi di stoccaggio garantiti dai digestori anaerobici che consentono di sfruttare al meglio le "finestre" di impiego.

Esempi di trattamento degli effluenti

Ove necessario, la qualità degli effluenti può essere migliorata mediante tecniche dedicate, applicabili sia a livello di singola azienda sia ad iniziative consortili. Per soluzioni di respiro sovra aziendale, preferibili per una riduzione dei costi ("economie di scala"), l'accordo di programma potrebbe agevolare le fasi programmatica e progettuale, facilitando la raccolta e lo scambio delle informazioni, il coinvolgimento dei diversi attori interessati ecc., oltre alla stipula di accordi di filiera con il comparto fruttivicolo per la cessione di parte dei reflui trattati. Di seguito vengono brevemente descritte alcune tecniche di trattamento degli effluenti applicabile alla realtà zootecnica trentina.

La maturazione accelerata del letame

Un sistema per maturare il letame molto più velocemente di quanto avviene durante lo stoccaggio in campo, con notevoli risparmi di superficie impegnata, esiste ed è ampiamente collaudato. In Trentino viene applicato da alcune aziende della Val di Non, da alcune della Val di Sole mentre un'iniziativa che coinvolge un numero più elevato di aziende è in avviamento in Val di Ledro. Si tratta essenzialmente di disporre il letame paglioso in cumuli a sviluppo longitudinale (le cosiddette "andane"), di movimentarlo periodicamente con apposite macchine dette rivoltatrici e di mantenerlo coperto con teli in geotessile. In circa 3 mesi si ottiene un ottimo ammendante. L'aliquota di materiale non necessaria per gli impieghi aziendali può essere ceduta al comparto fruttivicolo per una parziale copertura dei costi dell'operazione. Il processo è stato messo a punto e testato

dalla Fondazione Mach, la qualità dei prodotti ottenuti è stata accertata in laboratorio e in prove in campo, la sostenibilità economica è stata verificata in scala reale. Anche la normativa provinciale consente tale pratica, anzi, la maturazione controllata è l'unica deroga al divieto di stoccaggio in campo del letame non destinato all'utilizzo in loco (vedi Delibera G.P. 1545 del 24 agosto 2018, art.6).

In questo caso il valore aggiunto dell'accordo di programma consiste nel favorire contratti di filiera: l'allevatore si impegna a produrre letame di ottima qualità, il fruttiviticoltore si impegna a ritirare il prodotto in quantità ed a prezzi concordati. Non solo, una regia centralizzata può favorire l'accesso a sostegni economici vantaggiosi, ad esempio, per l'acquisto delle macchine necessarie, migliorando ulteriormente l'aspetto costi-benefici.

Si tratta di un'opportunità che permette di mettere in campo soluzioni strutturali vantaggiose per gli allevatori stessi ma anche per frutticoltori e viticoltori, contribuendo alla gestione sostenibile degli effluenti zootecnici sotto i profili ambientale ed agronomico con l'obiettivo di un miglioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici trentini.

La digestione anaerobica

La digestione anaerobica dei reflui zootecnici, molto praticata a livello extra-provinciale, si sta diffondendo anche in Trentino. Iniziative di questo tipo richiedono una attenta fase di studio e progettazione: una ricognizione della produzione di reflui e della disponibilità eventuale di altre matrici vegetali aziendali nel bacino di utenza interessato, una mappatura territoriale delle aziende coinvolte, la redazione del PUA (piano di utilizzazione agronomica del digestato) ecc.. Inoltre, visti i costi dell'intervento, va fatta preliminarmente una attenta analisi del bilancio economico stimato. Detto questo, al netto dei benefici in termini economici derivanti dalla produzione e cessione di energia elettrica, i vantaggi che la digestione anaerobica può garantire in termini di gestione dei reflui sono principalmente il notevole aumento delle capacità di stoccaggio dei liquami (il digestore funge da vasca di accumulo) e la drastica riduzione dell'impatto odorigeno del digestato. Per quanto riguarda la qualità agronomica, va valutata in base al trattamento che subisce il digestato: separazione solido/liquido, maturazione (o stabilizzazione) della frazione solida, stabilizzazione aerobica della frazione



Fig. 20 - Cumulo di letame bovino maturo

liquida e/o di quelle solida e liquida in miscela, essiccazione della frazione liquida ecc.. In termini generali si può affermare che il digestato solido, se sottoposto a stabilizzazione, è del tutto paragonabile al letame maturo, ed è pertanto un ammendante. La frazione liquida, ricca di azoto minerale, è a tutti gli effetti un concime e come tale va utilizzata. Vanno peraltro evidenziate alcune importanti differenze tra quest'ultima ed il liquame, tal quale o chiarificato. L'aliquota di azoto ammoniacale è decisamente più elevata, ad accentuarne l'effetto concimante. Il carbonio è in forma più stabile, a garanzia di un "carbon storage" più efficiente e di minori emissioni di anidride carbonica. Le emissioni odorigene sono azzerate. I semi infestanti sono in buona parte inattivati. A ciò vanno aggiunti i vantaggi derivanti dalle maggiori capacità di stoccaggio e dalla possibilità di avere un monitoraggio qualitativo più preciso e puntuale in presenza di biodigestori. Tutti questi aspetti producono vantaggi in ottica di impiego agronomico, **sia su prati permanenti sia su colture arative**, come riportato da numerose pubblicazioni sull'argomento.

Sistemi di trattamento del digestato

Come detto, dando per scontata la separazione solido/liquido del digestato, per la frazione solida è sufficiente un periodo di stoccaggio, preferibilmente associato a periodiche movimentazioni del cumulo, per aumentare il grado di umificazione della sostanza organica e per garantire l'organizzazione dell'azoto, soprattutto quello in forma ammoniacale. Per la frazione liquida, specie se dovesse rendersi necessaria la delocalizzazione di parte del prodotto, sono disponibili diversi sistemi di trattamento. Fra questi si sta valutando con interesse l'essiccazione.

Utilizzando l'energia termica in surplus prodotta dalla cogenerazione del biogas, è possibile ridurre il contenuto di umidità di parte del digestato prodotto da un impianto fino a circa il 5%, mediante forni di essiccazione a letto fluido. Il calo di peso e volume del digestato è molto elevato (oltre 90%), il prodotto ottenuto è stoccabile anche per lunghi periodi e può essere delocalizzato nel comparto frutti-viticolo come concime organico. La caratterizzazione analitica e le prove colturali di uno specifico prodotto essiccato ottenuto da digestato bovino hanno evidenziato buone caratteristiche agrono-miche e la possibilità di classificare il prodotto come ammendante organico NP (azoto e fosforo) ai sensi della legge nazionale sui fertilizzanti.

Stabilizzazione aerobica dei liquami

La stabilizzazione aerobica dei liquami è una tecnica non molto diffusa in Trentino (un impianto attivo). Consiste nell'impiego di grandi quantità di materiale vegetale assorbente, solitamente paglia, da imbibire con il refluo liquido. La miscela così ottenuta viene sottoposta a compostaggio in apposite strutture prefabbricate. Il processo ha una durata di circa 4-6 mesi, il prodotto ottenuto è generalmente paragonabile ad un letame maturo. È chiaro che il limite di questa soluzione è la notevole necessità di paglia con costi connessi. In alternativa potrebbe essere utilizzato materiale vegetale di scarto (ad esempio potature o espunti agricoli) o di rifiuto (potature del verde urbano), previa verifica della congruità normativa. Anche in questo caso i costi strutturali consigliano una attenta analisi economica preliminare.

ALCUNE INIZIATIVE DI GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI IN TRENINO

In questo paragrafo vengono brevemente descritte alcune attività portate a compimento negli ultimi anni nell'ambito delle azioni di gestione sostenibile e delocalizzazione degli effluenti zootecnici condivise e promosse all'interno del Tavolo di Lavoro dell'Accordo di programma.

8.1 Biodigestore di Romeno, digestato solido consegnato nell'anno solare 2023

L'impianto di gestione anaerobica Alta Anaunia Bio Energy di Romeno ha fornito i dati del digestato separato solido consegnato nell'anno solare 2023. La maggior parte del materiale è stata ceduto ad aziende frutticole della Val di Non (3668 mc), ma una quota importante è stata consegnata anche fuori valle, comunque in Trentino (520 mc) ma anche in Alto Adige (680 mc). La densità apparente del materiale è pari a 0.7 - 0.8 t/mc.



Fig. 21 - Rendering dell'impianto di Romeno

Per quanto attiene il digestato ceduto in Val di Non è lecito supporre che sia stato interamente utilizzato in frutticoltura, mentre per quello consegnato nella zona Piana Rotaliana – Trento ed in Alto Adige una parte potrebbe essere stata destinata alla viticoltura.

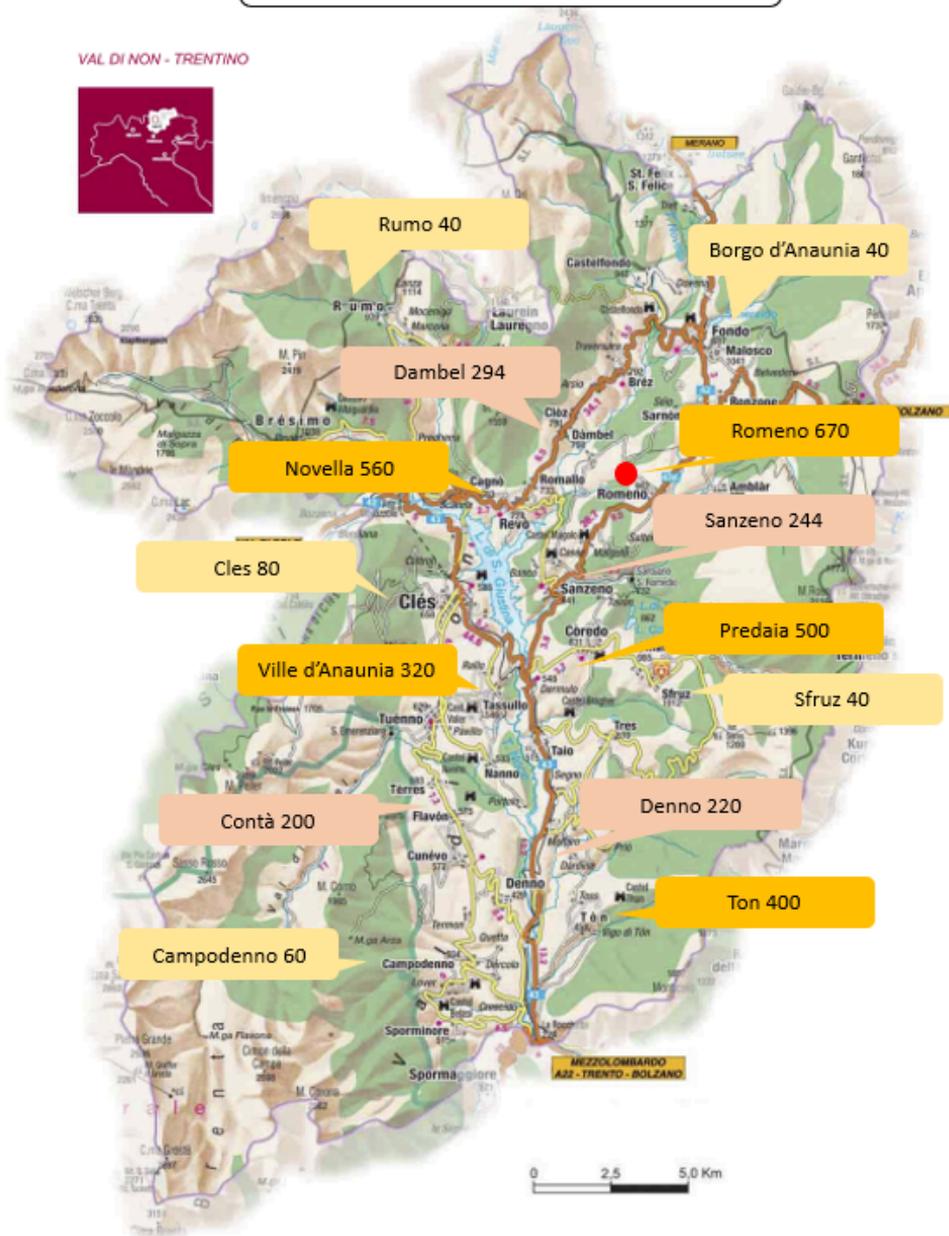
Limitando l'analisi a quanto impiegato in frutticoltura in Val di Non, dalla tabella e dalla mappa riportate di seguito si evince come la distribuzione a livello territoriale sia piuttosto capillare in tutti i comuni con una ampia superficie frutticola. Fra questi, nei soli comuni di Livo, Cis e Sporminore non è stato

consegnato digestato. A questo proposito è plausibile che l'attività di formazione, informazione e divulgazione di Fondazione Edmund Mach abbia contribuito a sensibilizzare i frutticoltori sull'impiego di un prodotto innovativo per queste realtà ma che ci sia stato, come spesso accade, anche un "effetto emulazione" visto l'ampio impiego di digestato in alcuni comuni (ad es. Novella, Predaia e Ton).

Infine, l'obiettivo di delocalizzare quota parte degli effluenti zootecnici e dei nutrienti contenuti dalle zone di produzione risulta raggiunto, con solo il 13.8% del digestato solido utilizzato nel comune di Romeno, sede dell'impianto di gestione.

Val di Non - Digestato per comune in mc

VAL DI NON - TRENITINO



0 - 99 mc

100 - 299 mc

300 - 600 mc

8.2 Maturazione controllata del letame in Val di Ledro

La vocazione zootecnica del territorio della Val di Ledro è rappresentata da un numero elevato di piccole aziende bovine e caprine, per un totale di circa 800 vacche da latte e 400 capre. Negli ultimi decenni anche il settore turistico nella zona si è sviluppato notevolmente, favorito dalla presenza del lago, che è al contempo anche una importante risorsa idrica.

In contesti come questo è molto importante mantenere l'equilibrio fra zootecnia, ambiente e tessuto sociale: gli effluenti prodotti dagli allevamenti possono essere utilizzati per mantenere la fertilità dei terreni aziendali ma in quantità coerenti con le necessità delle colture e nei periodi di maggior efficienza nutritiva, limitando al minimo gli impatti ambientali sia di tipo chimico (lisciviazione elementi nelle acque) che odorigeno. Fondamentale è che gli effluenti impiegati abbiano una elevata qualità agronomica, raggiungibile mediante opportuni trattamenti.

In quest'ottica la Fondazione Edmund Mach ha condotto uno studio di fattibilità finanziato dal Comune di Ledro, per promuovere una gestione razionale degli effluenti palabili. Va ricordato che per quanto attiene gli effluenti liquidi, in zona è attiva da anni una iniziativa per la loro delocalizzazione verso comparti agricoli limitrofi alla Valle di Ledro, che necessitano di elevati apporti azotati per la coltivazione del mais da granella.

In una prima fase dello studio è stata effettuata una ricognizione delle aziende zootecniche con almeno 10 capi allevati, raccogliendo informazioni in merito a geolocalizzazione, numero di capi e tipologia, tipo di stabulazione e lettiera,

durata dell'alpeggio, capacità di stoccaggio degli effluenti, superfici disponibili per gli spandimenti ecc. Dall'indagine è emerso, tra l'altro, che:

- i 18 allevamenti della valle sono concentrati in un'area piuttosto ristretta, con una distanza stradale massima fra due aziende di 12,4 km;
- il letame è l'effluente maggiormente prodotto in loco ed ammonta ad oltre 6.000 mc/anno;
- 14 allevatori si sono dichiarati interessati ad una iniziativa collettiva per la gestione del letame, le loro aziende producono oltre il 77% dell'effluente palabile.

In questo scenario si è ritenuto che la soluzione idonea al trattamento dei letami bovini e caprini degli allevamenti presenti in valle sia la maturazione controllata in cumuli aziendali allestiti in pieno campo, gestita mediante macchina itinerante, evitando la realizzazione di strutture centralizzate quali platee o capannoni.

Una gestione efficace e performante della maturazione controllata non può prescindere dall'impiego di idonee macchine, dette "rivoltatrici", che movimentano le masse in trasformazione biologica garantendo un'aerazione intensa e capillare. In primo luogo, è stata quindi individuata una macchina idonea alla realtà in esame, in grado di trattare materiali solidi ma al contempo molto umidi ed omologata per la circolazione stradale e successivamente si è passati alla fase dimostrativa e di messa a punto del sistema, allestendo due cumuli di letame bovino ed uno caprino in modo da testare la tecnica su entrambe le tipologie di effluenti solidi prodotti in valle.

I cumuli avevano dimensioni analoghe per quanto attiene la sezione (B 3m, b 0,5m, h 1,5m circa) mentre la lunghezza variava da 10 a 20 metri circa. Il materiale di partenza era costituito da letame bovino con paglia (cumulo A), molto umido e povero di struttura, letame bovino con stocchi di mais (cumulo B) il materiale certamente migliore, molto soffice e poroso, e letame caprino (cumulo C), poroso ma con umidità piuttosto bassa. Tutti gli effluenti provenivano da uno stoccaggio in concimaia.

Il processo ha avuto una durata complessiva di 90 giorni, con rivoltamenti per l'ossigenazione delle masse effettuati ai giorni 7, 14, 21, 28, 42, 56 e 70; in considerazione del carattere sperimentale delle prove, le movimentazioni sono state effettuate anche ad inizio e fine processo al fine di omogeneizzare il materiale e favorire campionamenti rappresentativi. I cumuli sono stati protetti dalle precipitazioni con teli in geotessile (massa areica 200 g/mq).

L'evoluzione dei processi è stata seguita mediante sopralluoghi distanziati di circa 20 giorni, rilevando le temperature delle masse mediante termometro digitale e sonda a termocoppia e prelevando campioni di materiale per la successiva determinazione di umidità, sostanze volatili, pH e conducibilità elettrica specifica. A inizio, metà e fine processo sono stati prelevati campioni per la determinazione dei seguenti parametri, oltre a quelli precedentemente indicati: carbonio organico, azoto totale ed organico, fosforo, potassio. A inizio e fine processo è stato determinato l'indice respirometrico e, solo sui prodotti finali, anche il carbonio umico. I dati dei rilievi e quelli analitici sono riassunti nelle tabelle sotto riportate.

Esaminando i valori relativi al campionamento a fine processo (90 giorni), si possono trarre alcune conclusioni sulla qualità dei prodotti ottenuti dalle prove.

I tre letami sottoposti a maturazione controllata evidenziano un'elevata qualità agronomica. Il tenore di sostanza organica è buono nei letami bovini e molto alto in quello caprino, con una componente umica molto buona in tutti i materiali, di gran lunga superiore a quanto si riscontra usualmente negli ammendanti compostati industriali. Anche la stabilità biologica della s.o. è da evidenziare, con valori dell'indice respirometrico molto bassi in tutti i campioni. La dotazione di elementi nutritivi è molto buona, con un elevato contenuto di azoto quasi totalmente in forma organica, a lenta cessione e non lisciviabile. Il rapporto C/N (carbonio/azoto) si colloca su valori tipici degli ammendanti provenienti da processi di stabilizzazione biologica. La dotazione di fosforo e soprattutto potassio è buona, specie nel letame caprino. Unici parametri su valori non ottimali sono il pH e la conducibilità elettrica specifica (particolarmente elevata nei letami "B" e "C") come si riscontra frequentemente negli effluenti zootecnici, ma i prodotti sono comunque pienamente idonei ad impieghi in pieno campo.

Per quanto attiene l'umidità, si conferma che la maturazione controllata - anche se gestita in campo - consente di ridurre in maniera significativa il tenore idrico dei letami. Da evidenziare infine che i letami maturi erano totalmente inodori.

La maturazione controllata ha consentito un netto netto miglioramento della qualità agronomica ed ambientale dei letami testati. La stabilizzazione e l'umificazione della sostanza organica e la buona

dotazione di macroelementi li rende ottimali per il miglioramento della fertilità dei suoli, mentre la dotazione di azoto in forma organica contribuisce al mantenimento di una buona composizione floristica dei prati. Il calo dell'umidità rispetto ai materiali di partenza consente di ridurre i quantitativi da distribuire a parità di apporto di nutrienti, riduce la densità apparente e l'imbrattamento dei mezzi utilizzati per il trasporto e la distribuzione. Da sottolineare

la non idoneità dei prodotti per usi specialistici in purezza (buca di piantagione, colture in vaso ecc.) per i valori di pH e conducibilità elettrica specifica piuttosto elevati. L'azoto in forma organica scongiura anche rischi di inquinamento per lisciviazione di nitrati, mentre la totale assenza di odore consente l'impiego dei letami anche in prossimità dei centri abitati ed in periodi di presenza turistica, molto diffusa in Valle di Ledro.

Cumulo A	Temperatura	Umidità	pH	C.E.S.	S.V.	C.organico	S.O.	N totale	N organico	P tot.	k tot.
giorni	°C	%		µS/cm	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%su N tot.	%s.s.	%s.s.
0	15	81,48	8,23	1664	80,16	40,5	81	2,39	86,61	0,51	3,45
19	38	81,53	9,07	1613	73,86						
42	30	79,99	8,99	1613	69,91	38,6	77,2	2,09	98,56	0,69	3,71
63	34	79,9	9	660	68,13						
90	27	75,11	9,25	1233	61,31	30,5	61	2,88	99,65	0,68	3,56

Cumulo A	Temperatura	Umidità	pH	C.E.S.	S.V.	C.organico	S.O.	N totale	N organico	P tot.	k tot.
giorni	°C	%		µS/cm	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%su N tot.	%s.s.	%s.s.
0	55	76,29	8,74	2120	65,02	35,8	71,6	3,05	91,8	0,77	2,81
19	50	67,67	9,27	2790	66,73						
42	44	58,76	9,34	3820	57,37	28,6	57,2	2,84	99,3	0,95	4,36
63	47	55,84	8,95	1581	51,9						
90	43	52,77	9	4330	49,48	27,9	55,8	1,94	99,48	0,98	4,01

Cumulo A	Temperatura	Umidità	pH	C.E.S.	S.V.	C.organico	S.O.	N totale	N organico	P tot.	k tot.
giorni	°C	%		µS/cm	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%s.s.	%su N tot.	%s.s.	%s.s.
0	58	54,91	8,77	4740	80,15	41	82	1,9	76,32	0,7	3,16
19	30	39,1	9,33	5190	78,66						
42	29	49,2	9,07	4820	77,49	39	78	2,53	98,81	0,92	4,13
63	43	50,6	9,39	4610	74,65						
90	40	43,02	9,3	5230	73	39,7	79,4	2,96	98,99	1,24	4,76

Dal punto di vista della qualità delle acque, le attività di monitoraggio condotte da APPA nel corso del 2024 hanno evidenziato un generale miglioramento sulle acque del lago di Ledro da quando sono state avviate le misure di riduzione degli apporti di nutrienti sopra descritte. In particolare, dalle analisi biologiche eseguite si è registrata da novembre 2023 per sei campionamenti consecutivi una costante riduzione del biovolume totale dell'alga *Planktothrix rubescens*, che in condizioni di rilevante carico organico ha manifestato in passato uno sviluppo particolarmente abbondante ed intense fioriture.

8.3 L'iniziativa Giudicarie Esteriori

Lo scorso ottobre 2023 si è costituita la Cooperativa GIUDICARIE GREEN ENERGY s.c.a, con sede nel comune di Comano Terme, frazione Vigo Lomaso, finalizzata alla realizzazione e gestione di un impianto consortile di digestione anaerobica da 300 kW elettrici, per il trattamento degli effluenti zootecnici prodotti dalle otto aziende aderenti. Aderisce inoltre, al momento come socio sostenitore anche la Cooperativa Produttori Agricoli Giudicariesi (COPAG). E' tuttora in corso l'iter di approvazione della variante per la localizzazione dell'impianto.

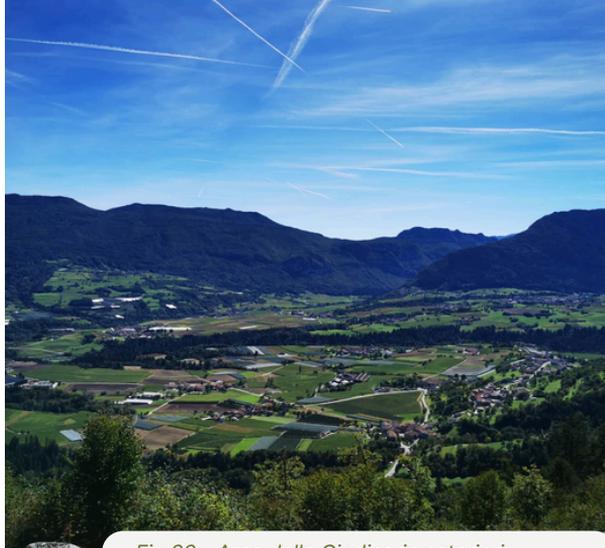


Fig.22 - Area delle Giudicarie esteriori

09

AZIONI DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA PREVISTE PER IL 2024 PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI

Le attività del TdL in programma per l'anno 2024 sono principalmente:

- elaborazione di azioni condivise volte alla delocalizzazione (tramite filiere strutturate e sistematiche) o miglioramento della gestione degli effluenti zootecnici nelle aree pilota (da estendere anche ad altre zone)² sulla base dei dati relativi alle indagini nelle aziende zootecniche³
- e anche tramite un confronto con il comparto zootecnico locale;
- organizzazione e partecipazione ad incontri informativi esterni rivolti agli allevatori/agricoltori/amministratori;
- realizzazione di materiale informativo/divulgativo: ad es. documento descrittivo delle attività svolte finora dal TdL e dei risultati raggiunti;
- supporto tecnico alle Amministrazioni comunali o altri soggetti in merito alla gestione sostenibile degli effluenti zootecnici.

² In particolar modo le azioni dell'Accordo di Programma sulla gestione sostenibile degli effluenti zootecnici dovranno essere estese anche ai bacini idrografici dei corpi idrici a cui è stata attribuita la Misura 3 nell'Allegato G del Piano di Tutela delle Acque, dGP.2320/2022

³ <https://www.provincia.tn.it/Documenti-e-dati/Documenti-di-supporto/PEAP-2021-2030-AGGIORNAMENTO-DELLO-SCENARIO-DI-VALORIZZAZIONE-ENERGETICA-DEL-POTENZIALE-DI-BIOGAS>

La Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee 91/676/CEE del 12 dicembre 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, meglio conosciuta come "Direttiva Nitrati" e le normative di settore - nazionale e provinciale - hanno come obiettivo la tutela delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento da nitrati provenienti da fonti agricole (principalmente fertilizzanti ed effluenti zootecnici).

Per adempiere a tale normativa in Trentino si è ritenuto opportuno intraprendere un percorso di gestione sostenibile degli effluenti zootecnici con il coinvolgimento di una pluralità di soggetti, al fine di mantenere o migliorare la qualità delle acque destinate al consumo umano e degli ecosistemi.

Molti sono gli attori - privati e pubblici - coinvolti nelle molteplici attività necessarie all'adempimento della normativa vigente, in primis gli imprenditori agricoli chiamati ad agire in stretto coordinamento tra loro e con le strutture provinciali competenti in materia di agricoltura ed ambiente affinché il territorio possa coniugare al meglio attività antropiche ed elevati standard qualitativi ambientali nell'ottica di uno sviluppo sostenibile condiviso che consenta le stesse opportunità di sviluppo alle generazioni che verranno.



Fig.23 - Fiume Brenta a Grigno



Fig. 24- Zootecnia trentina



Fig. 25 - Bovini al pascolo

SITOGRAFIA



siti PAT sezione effluenti zootecnici

<https://www.provincia.tn.it/Servizi/Utilizzo-agronomico-degli-effluenti-zootecnici-e-del-digestato>



<https://www.appa.provincia.tn.it/Documenti-e-dati/Documenti-tecnici-di-supporto/Gestione-degli-effluenti-zootecnici-in-Provincia-Autonoma-di-Trento>



sito APPA

<https://www.appa.provincia.tn.it/>



sito FEM (bollettini)

<https://ctt.fmach.it/Divulgazione/Messaggistica-tecnica-e-bollettini/Bollettini-effluenti-per-le-ZVN#>



sito APRIE Piano Energetico-Ambientale 2021-2030 Allegato 8

<https://www.provincia.tn.it/Documenti-e-dati/Documenti-di-programmazione/Piano-Energetico-Ambientale-Provinciale-2021-2030>



Tomasi L., Cristoforetti A., Bona D., Grandi L., Silvestri S. "Scenari impianti a biogas agro-zootecnico e agro-industriale", 2022

<https://www.provincia.tn.it/content/view/full/94415>



PER INFORMAZIONI

📍 Settore Qualità Ambientale - APPA
via Mantova, 16 38122 Trento

@ sqa.appa@provincia.tn.it
☎ 0461.497771

📍 Servizio Agricoltura - PAT
via Trener, 3 38121 Trento

@ serv.agricoltura@provincia.tn.it
☎ 0461.95641