



# Manuale delle buone pratiche per la gestione della concimazione organica del vigneto



## Sommario

Glossario .....	3
Acronimi .....	4
1. Il progetto VITISOM LIFE.....	5
2. L'importanza della sostanza organica in viticoltura .....	6
3. L'innovazione tecnologica introdotta dal progetto VITISOM LIFE: precision farming e Variable Rate Technology (VRT).....	7
4. I prototipi del progetto VITISOM LIFE.....	8
4.1 La progettazione e la validazione del funzionamento.....	8
4.2 La versione finale dei prototipi VITISOM LIFE .....	10
5. Matrici organiche in viticoltura – il quadro normativo .....	13
5.1 La concimazione organica in viticoltura .....	13
5.2 Il digestato .....	13
5.2.1 Il digestato da “non rifiuto”: definizione e normativa.....	13
5.2.2 Il digestato da “rifiuti organici”: riferimenti normativi.....	14
5.2.3 Approvvigionamento .....	15
5.3 Il digestato da rifiuti diventa ammendante compostato.....	15
5.3.1 Il compost è un ammendante.....	15
5.4 Gli adempimenti formali .....	16
5.5 Criteri di impiego: epoche, efficienze e dosaggi della concimazione organica su vigneto .....	16
5.6 Gestione dei fertilizzanti organici in viticoltura BIO .....	18
6. Indagine sulle matrici organiche.....	19
6.1 Disponibilità delle diverse matrici organiche in Europa .....	19
6.2 VITISOM LIFE e l'indagine sulle matrici organiche.....	23
6.2.1 Analisi della composizione chimica .....	23
6.2.2 Impatto odorigeno.....	24
7. Valutazione degli impatti ambientali, premessa e piano sperimentale .....	26
7.1 Carbon footprint e valutazione delle emissioni e flussi di GHG .....	27
7.1.1 Valutazione delle emissioni di N <sub>2</sub> O dal suolo vitato .....	28
7.1.2 CO <sub>2</sub> ed ecosistema vigneto .....	30
7.1.3 Carbon footprint a livello di vigneto, vantaggi dell'adozione del VRT .....	33
7.2 La fertilità chimica, fisica e biologica del suolo .....	34
7.2.1 Fertilità chimica dei suoli e sostanza organica .....	34
7.2.2 Fertilità biologica dei suoli micro e meso – biota.....	37
7.3 Analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment) .....	41

7.4 Impatti sulla vite, sui mosti e sui vini.....	44
8. Valutazione degli impatti socio-economici.....	47
8.1 Vantaggi economici dell'adozione del VRT .....	47
8.2 Impatto sociale: il consumatore e la percezione della biodiversità del vigneto.....	49
9. Buone pratiche per la gestione della concimazione organica in viticoltura.....	51
10. VITISOM LIFE e i PSR.....	55
11. Riferimenti bibliografici .....	57

## Glossario

Tecnologia a Rateo Variabile	Tecnologia applicata in differenti ambiti agricoli. Si avvale di sensori che rilevano le informazioni reputate interessanti (ad esempio la vigoria della coltura) e che vengono utilizzate come indicatori per regolare la distribuzione di varie tipologie di input.
Sostanza organica del suolo	L'insieme dei composti organici presenti nel terreno, di origine sia animale che vegetale. Rappresenta una delle componenti fondamentale nella definizione della fertilità di un suolo.
Gas a effetto serra (GHG)	Gas presenti nell'atmosfera tra cui i principali di interesse agronomico sono l'anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ), il metano (CH <sub>4</sub> ), il protossido di azoto (N <sub>2</sub> O).
Concime organico	Composto a base di carbonio di origine animale o vegetale, a cui sono legati chimicamente gli elementi nutritivi, quali azoto e fosforo, in percentuale diversa in funzione del tipo di materiale di origine, oltre a potassio e altri elementi secondari, quali ferro, magnesio, calcio e zolfo.
Potenziale di riscaldamento globale (GWP – Global Potential Warming Potential)	Misura di quanto una molecola di un certo gas serra (biossido di carbonio, metano, protossido d'azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) contribuisce all'effetto serra.
Impronta del Carbonio	Indicatore ambientale che misura l'impatto delle attività umane sull'ambiente ed in particolare sul clima globale; esprime quantitativamente gli effetti prodotti sul clima da parte dei gas serra generati dalle varie attività umane.
Net Ecosystem Exchange	Misura dello scambio netto di carbonio (C) tra un ecosistema e l'atmosfera. In ambito agricolo tiene in considerazione sia le emissioni dal sistema verso l'atmosfera, sia i sequestri da parte delle colture.
Eddy Covariance	Tecnica di monitoraggio dei flussi di CO <sub>2</sub> a livello di ecosistema.

## Acronimi

ACF	Ammendante Compostato con Fanghi
ACM	Ammendante Compostato Misto
ACV	Ammendante Compostato Verde
AMF	Funghi Micorrizici Arbuscolari
C	Carbon
CH <sub>4</sub>	Methane
CI	Canopy Index
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide
FEAGA	Fondo Europeo Agricolo
FEASR	Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale
FU	Functional Unit (Unità Funzionale)
GHG	Greenhouse Gas
GHGAP	Greenhouse Gas Action Plan
GWP	Global Warming Potential
HFC	Hydrofluorocarbon (Idrofluorocarburi)
IC	Impact Category
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LCIA	Life Cycle Impact Assessment
MAS	Massimo apporto di azoto efficiente
N	Nitrogen
N <sub>2</sub> O	Nitrous Oxide
NEE	Net Ecosystem Exchange
PAC	Politica Agricola Comune
PFC	Perfluorocarbon (Perfluorocarburi)
PLFAs	Phospholipid Fatty Acids
PSR	Programma di Sviluppo Regionale
PUA	Piano di Utilizzazione Agronomica
QBS-ar	Qualità Biologica del Suolo - artropodi
SF <sub>6</sub>	Sulfur hexafluoride (Esafluoruro di zolfo)
SO	Sostanza Organica
SOM	Soil Organic Matter (Sostanza organica del suolo)
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TOC	Total Organic Carbon (Carbonio Organico Totale)
UAV	Unmanned Aerial Vehicles
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
URT	Uniform Rate Technology
VRT	Variable Rate Technology (Tecnologia a Rateo Variabile)
WI	Wood Index
WTP	Willingness to pay

## 1. Il progetto VITISOM LIFE

Il progetto VITISOM LIFE nasce dalla collaborazione tra l'Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali (con ruolo di capofila), il Consorzio Italtotec, l'Università degli Studi di Padova, tre aziende operanti nel settore vitivinicolo, Guido Berlucci & C. SpA, Castello Bonomi Tenute in Franciacorta, Conti degli Azzoni, e due aziende che si occupano di ingegneria applicata al settore agricolo e ambientale, Casella Macchine Agricole Srl e West Systems Srl.

VITISOM LIFE propone di introdurre un

sistema innovativo per la gestione della concimazione organica dei vigneti, che permetta di contrastare l'erosione della materia organica e di migliorare l'omogeneità e la qualità dei suoli vitati.

Il progetto è quindi finalizzato allo sviluppo, alla sperimentazione e scale-up di una tecnologia per la concimazione organica del vigneto, attraverso l'introduzione della tecnologia VRT (Variable Rate Technology – tecnologia a rateo variabile) nel settore vitivinicolo. Tale tecnologia apporta un miglioramento della qualità dei suoli dei vigneti, in termini di struttura del suolo, contenuto di materia organica e di biodiversità.

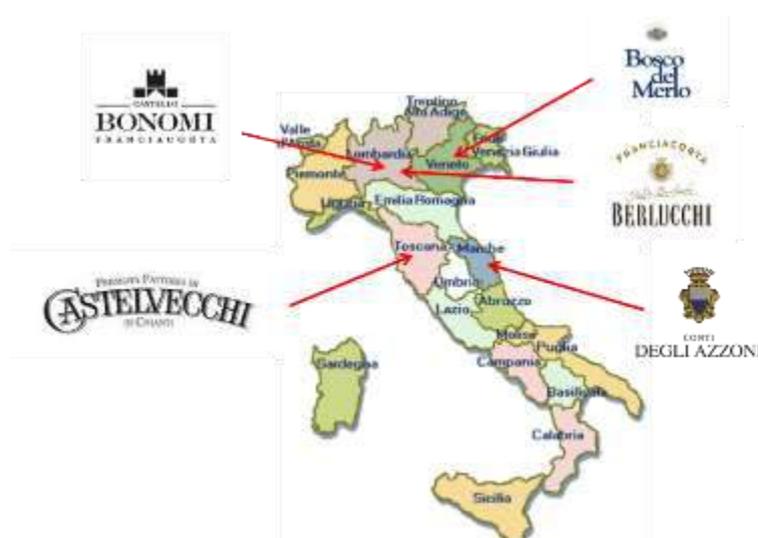
Obiettivo finale del progetto è contribuire alla definizione di un quadro completo riguardo le strategie adottabili per la gestione del suolo vitato, fornendo un esempio applicabile su differenti tipologie di suolo ed esportabile come modello virtuoso a livello europeo.

Il progetto VITISOM LIFE ha previsto lo sviluppo della tecnologia innovativa in tre principali fasi:

1. Progettazione tecnica e sviluppo dei prototipi: progettazione e applicazione di una macchina innovativa per i differenti contesti vitivinicoli identificati che, grazie all'adozione della tecnologia VRT, sia in grado di razionalizzare l'impiego della sostanza organica del vigneto;
2. Prove in campo e validazione dei prototipi nel settore vitivinicolo: test e verifica della macchina progettata nei diversi scenari;
3. Sviluppo di una strategia di valorizzazione per la diffusione del modello: definizione di una strategia per la tutela della proprietà intellettuale e possibile applicazione per un eventuale scale-up aperto al mercato vitivinicolo.

L'efficacia del metodo e delle attività di progetto sono accompagnate da un continuo monitoraggio delle caratteristiche chimiche e biologiche del suolo, delle emissioni di GHG e della qualità della produzione vitivinicola. La sostenibilità del processo sarà inoltre garantita da una valutazione delle emissioni di gas serra a livello di vigneto, dell'impatto ambientale (Life Cycle Assessment) e delle ripercussioni socioeconomiche.

In questa pubblicazione vengono presentati i principali risultati di progetto VITISOM LIFE, per ulteriori informazioni o necessità di approfondimento è possibile far riferimento al sito di progetto [www.lifevitisom.com](http://www.lifevitisom.com) o contattare il seguente indirizzo: [ighiglieno.vitisommail@gmail.com](mailto:ighiglieno.vitisommail@gmail.com).



Siti sperimentali coinvolti dal progetto VITISOM LIFE

## 2. L'importanza della sostanza organica in viticoltura

La Comunità Europea nel 2009 ha definito la sostanza organica come **elemento fondamentale per la salubrità del suolo** evidenziando come la sua diminuzione provochi il degrado del suolo stesso.

L'importanza del contenuto di sostanza organica nel suolo è nota già da tempi non recenti (Delas and Molot, 1968; Lalatta 1971), ma essa è stata maggiormente evidenziata con il progredire delle conoscenze relative allo studio del terreno (Sequi, 1980; Scienza and Valenti, 1983; Vercesi, 1996; Morlat, 2008; Castaldi, 2009). Le sue funzioni positive si esplicano sia in un generale miglioramento delle condizioni di fertilità, sia in effetti positivi a livello di struttura del terreno, di ritenzione idrica e di disponibilità in elementi nutritivi, nonché di mantenimento delle condizioni necessarie ad un buon nutrimento degli organismi del suolo (Perelli, 1987; Vez, 1987; Morlat, 2008; Castaldi, 2009; Valenti et al, 2014).

I principali ruoli della sostanza organica sono:

- è "fonte di cibo" per la fauna ipogea e contribuisce in maniera sostanziale alla biodiversità del suolo
- è la principale responsabile della fertilità del suolo. Il carbonio organico rafforza la struttura del suolo e, migliorandone l'ambiente fisico, favorisce la penetrazione delle radici nel terreno.
- è in grado di trattenere circa sei volte il proprio peso in acqua. I terreni che contengono più sostanza organica sono dotati di una struttura migliore che favorisce l'infiltrazione dell'acqua e riduce la suscettibilità del suolo alla compattazione, erosione e smottamenti.

La viticoltura moderna presenta minacce crescenti nei confronti dell'erosione della sostanza organica rispetto al passato a fronte sia della tendenza a impostare sistemi di coltivazione sempre più intensivi con riduzione dei sestri di impianto, sia di un aumento della meccanizzazione, con conseguente formazione di suoli di lavorazione (Colugnati et al., 2006; Valenti et al., 2012). Le più o meno recenti tendenze a livello di uso del suolo, unitamente ai processi del cambiamento climatico (innalzamento della temperatura) hanno provocato una perdita di carbonio organico nel suolo a livello Europeo. Quasi la metà dei suoli europei è caratterizzata da un basso contenuto di carbonio organico (Figura 1). In questo contesto è necessario individuare strategie di gestione che permettano di conservare e incrementare il livello di sostanza organica nei suoli europei.

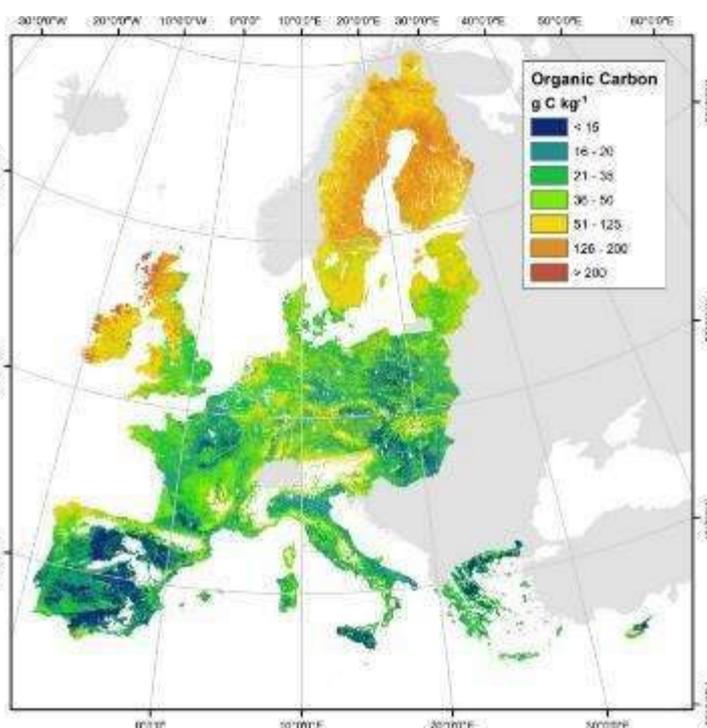


Figura 1. Mappa del contenuto previsto di carbonio organico (gCkg<sup>-1</sup>). de Brogniez et al, 2015.

La corretta gestione della concimazione di tipo organico, intesa come apporto di matrici organiche quali compost, letame e digestato separato solido può rappresentare una possibilità in tal senso. L'apporto di concime organico svolge infatti diverse funzioni sia per il suolo che per la vite. Oltre all'apporto di elementi nutritivi la concimazione di tipo organico svolge una funzione di tipo ammendante, intesa come capacità di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche di un terreno.

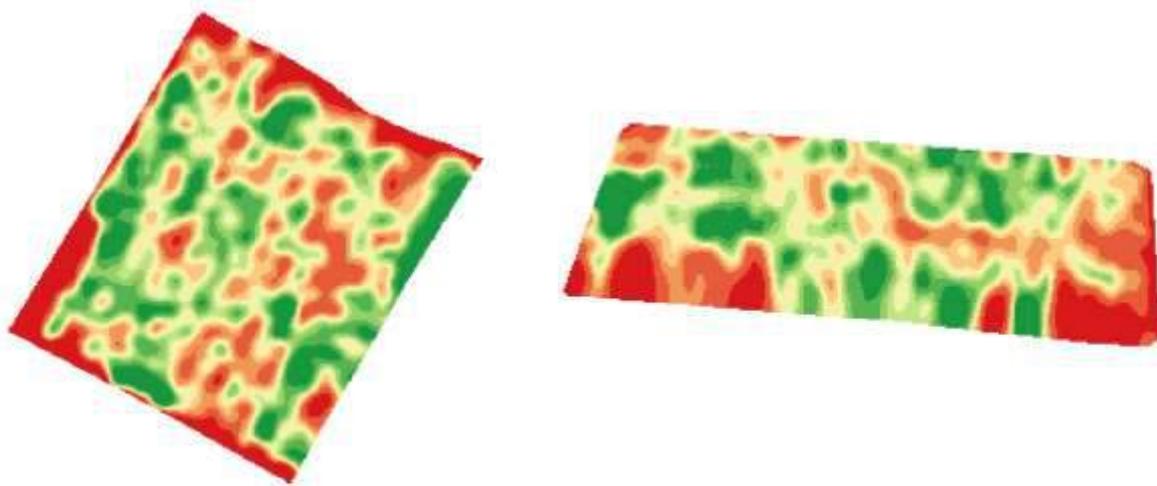
### 3. L'innovazione tecnologica introdotta dal progetto VITISOM LIFE: precision farming e Variable Rate Technology (VRT)

Gli apporti di concimi organici devono essere ponderati in base alle condizioni del suolo e in particolare in base alla sua struttura (fertilità fisica), alla sua ricchezza in elementi chimici assimilabili da parte della pianta (fertilità chimica) e all'attività biologica in esso presente (fertilità biologica) (Chaussod et al., 2010; Panigai and Moncomble, 2012).

La Precision farming rappresenta in tal senso una modalità di gestione già applicata in agricoltura (Auernhammer, 2001; Blackmore, 1994) che rende possibile gestire gli interventi agronomici tenendo in considerazione le effettive esigenze della pianta. Ciò è reso possibile calibrando gli input sulla base di immagini che mostrano la conformazione, la dimensione e il volume delle varie colture. La tecnica di lettura di "remote sensing" permette di ottenere queste immagini tramite diverse tecnologie quali le immagini aeree acquisite da satellite o aereo o veicoli aerei senza equipaggio, (unmanned aerial vehicles - UAV) (Hall et al., 2002; Zhang and Kovacs, 2012; Atzberger, 2013; Salamí et al., 2014). La tecnica del "proximal sensing" rappresenta un diverso strumento per ottenere le immagini ma, in questo caso, la tecnologia è basata su diverse tipologie di sensore che effettuano misure continue in corrispondenza della pianta (Viscarra Rossel et al., 2011; Di Gennaro et al., 2017; Anastasiou et al., 2018).

In viticoltura la tecnica della precision farming è fondamentale al fine di meglio dirigere le scelte gestionali, sulla base di informazioni specifiche riguardo lo stato della vite. Ciò rappresenta il concetto di VRT che consente di calibrare gli input in base alle effettive esigenze della coltura (Bullock et al., 2009; Bramley et al., 2011; Lawes and Robertson, 2011).

L'applicazione di questa tecnologia per la concimazione organica del vigneto è un'assoluta novità, mentre già è applicata per altre pratiche agronomiche (es. la concimazione chimica) (Gatti et al., 2019) (Figura 2).



**Figura 2.** Esempi di mappe relative alla vigoria del vigneto rilevate tramite la tecnologia di *proximal sensing* implementata dal progetto VITISOM LIFE di lettura del vigore dai tralci legnosi in assenza di vegetazione. L'indice di vigoria è il Wood Index implementato all'interno del sensore MECS-WOOD

## 4. I prototipi del progetto VITISOM LIFE

### 4.1 La progettazione e la validazione del funzionamento

Tra gli obiettivi del progetto VITISOM LIFE vi è quello di introdurre una tecnologia innovativa che consenta di gestire la concimazione organica in viticoltura tramite la tecnologia del VRT.

A tal fine sono stati progettati e testati in campo per l'intera durata del progetto 5 prototipi, ognuno dei quali è stato inizialmente ideato e concepito per una particolare condizione viticola rappresentata da ciascuna delle 5 aziende test di progetto. Le attività di progettazione e costruzione della macchina sono state gestite dal partner Casella Macchine Agricole e dal Gruppo TEAM, in collaborazione con l'Università degli Studi di Milano.

Durante lo svolgimento del progetto è stato inoltre possibile testare i prototipi in aziende diverse da quelle direttamente coinvolte in VITISOM e valutare le varie problematiche di utilizzo.

Ciò è stato possibile attraverso differenti tipologie di test, dalla valutazione del funzionamento dell'intera macchina a rateo costante, verificato con prove di distribuzione in movimento, su superficie libera (Figura 3) alle misurazioni effettuate in campo (Figura 4).



Figura 3. Test di valutazione di distribuzione in movimento su superficie libera.

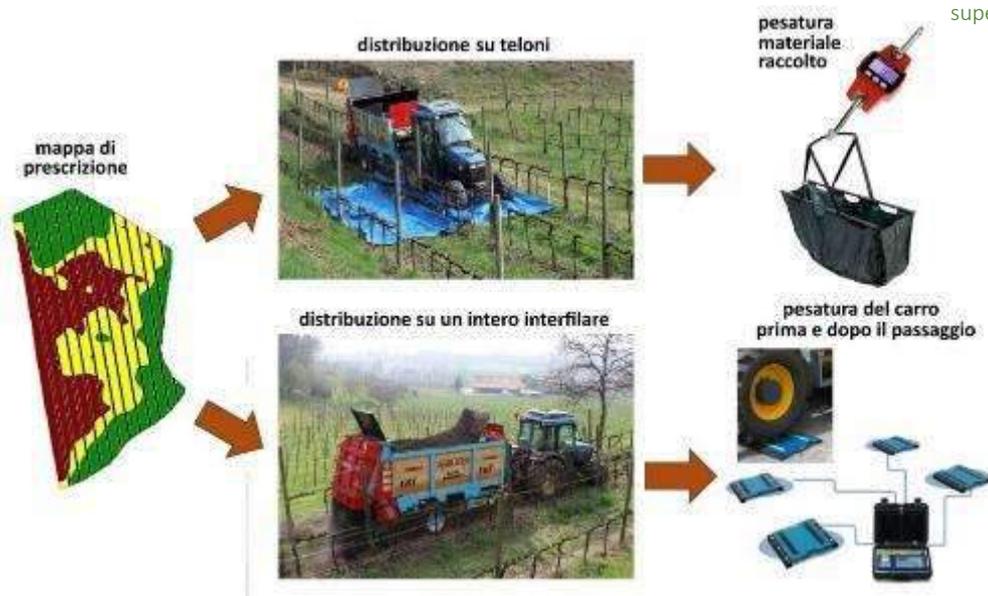


Figura 4. Test di valutazione di distribuzione in campo.

Nel corso delle prove di campo, si è osservato che il cumulo di prodotto caricato all'interno del cassone della macchina è contestualmente soggetto a due forze: una verticale, prodotta dal peso proprio del cumulo; una orizzontale, senza dubbio più consistente, provocata dalla progressiva spinta della paratia mobile che convoglia il prodotto verso i rotori posteriori. Ognuna delle 3 matrici esaminate reagisce al modo diverso a queste sollecitazioni, anche in relazione alla sua composizione fisica e chimica e al suo stato al momento della distribuzione (ad es. l'umidità), formando blocchi più o meno grandi e compatti, di difficile gestione. Si è quindi ritenuto necessario procedere ad una fase di sperimentazione di laboratorio, al fine di acquisire informazioni

sul comportamento reologico delle 3 matrici considerate nelle prove di campo, mettendo a punto uno specifico apparato, con strumentazione e disegno sperimentali:

-Banco prova con cilindro idraulico di spinta, dotato di cella di carico (per la misura compressione - stress) e sensore di spostamento (per la misura deformazione - strain);

-Cilindro di contenimento ( $h = 600 \text{ mm}$ ,  $\varnothing = 250 \text{ mm}$ ), carotatore e bilancia di precisione;

-Matrici indagate: letame bovino, compost misto e verde, frazione solida del digestato;

-Misura della deformazione percentuale del cumulo e misura dell'aumento della densità, a carichi max di 5.000 e 10.000 N (predefiniti);

-Prove eseguite a due valori differenti valori di umidità (per ogni matrice: tal quale e dopo 20 gg di essiccazione naturale).



È stato quindi possibile evidenziare comportamenti differenti per le diverse matrici e in particolare:

Per il letame:

- Con l'umidità più elevata (75,6 %), il letame si compatta di meno rispetto all'umidità inferiore (45,0 %), perché gli interstizi presenti nel materiale tal quale (ovvero non sottoposto a compressione) sono riempiti più precocemente dal liquido che fuoriesce in seguito alla forza impressa.
- Come atteso, il letame presenta una massa volumica già molto elevata nella condizione tal quale, che aumenta in modo notevole con la compressione, incrementando in modo più che lineare fino a oltre 2,5 volte. Viceversa, all'umidità inferiore, l'aumento è molto meno marcato (da 500 a 750 kg/m<sup>3</sup>).

Per il compost:

- per entrambi i carichi massimi indagati, il compost all'umidità più elevata (45,0 %) si compatta di più rispetto al valore inferiore (34,0 %), sostanzialmente per la pezzatura molto più uniforme rispetto al letame, che fa sì che gli interstizi occupino molto meno volume.
- In virtù della sua struttura molto più omogenea rispetto alle altre due matrici, il compost evidenzia un incremento maggiormente prevedibile della densità, all'aumentare della compressione (da 0 a 200 kPa), ovvero da 700 a 950 kg/m<sup>3</sup> circa, se umido, e da 600 a 850 kg/m<sup>3</sup> circa, se più asciutto. Alle due umidità provate, le differenze in massa volumica non sono notevoli, e rispecchiano (grosso modo in proporzione) il diverso contenuto di acqua.

Per il digestato separato solido:

- Il digestato mostra invece un comportamento relativamente poco dipendente dall'umidità, pur avendo riscontrato una notevole diminuzione del contenuto di acqua dopo 20 gg di essiccazione naturale (dal 60,2 al 31,5 %). In ogni caso, l'andamento è più somigliante al compost, ovvero a parità di carico il digestato si deforma di più quando è più umido.
- Il digestato presenta variazioni consistenti in massa volumica in relazione alla differenza di umidità, che in questo caso è stata molto significativa, ovvero quasi il doppio tra la condizione tal quale e quella meno umida. La massa volumica ovviamente aumenta con l'aumentare della compressione, ma in modo molto meno eclatante rispetto al letame: da 550 a 830 kg/m<sup>3</sup> circa al 60% di umidità, e da 300 a 400 kg/m<sup>3</sup> al 30,5%.

#### 4.2 La versione finale dei prototipi VITISOM LIFE

Al termine del progetto i 5 prototipi sono pronti nella loro versione definitiva ed in grado di lavorare “in tempo reale”.

I 5 prototipi distribuiscono le tre tipologie di concime organico generalmente impiegate in viticoltura (letame, compost, digestato separato solido) in maniera differenziata e calibrata in funzione delle effettive esigenze del vigneto, seguendo appunto il principio del rateo variabile. La componente software delle macchine permette la comunicazione diretta tra la mappa di prescrizione del vigneto e il carro che distribuisce la matrice. La possibilità di distribuzione in tempo reale, grazie alla contemporanea azione di lettura della vigoria e distribuzione, è resa possibile dall’implementazione del sensore MECS-WOOD per la lettura della vigoria della vite dai tralci legnosi: le concimazioni organiche vengono infatti effettuate generalmente in autunno o all’inizio della primavera, quando la vegetazione non è, di fatto, presente.

Di seguito vengono presentati i diversi prototipi messi a punto dal progetto e il sensore MECS-WOOD.

##### SPANDILETAME VRT3

Originariamente messo a punto per la realtà marchigiana di Conti degli Azzoni con terreni a pendenza e contropendenza variabile, questo prototipo si è poi rilevato meglio utilizzabile in contesti in assenza di contropendenze di rilievo. Questo prototipo presenta larghezza di distribuzione massima di circa 1,4 m e ha un peso inferiore rispetto agli altri modelli (circa 100-150 kg in meno). Risulta quindi idoneo per terreni a pendenze variabili (anche terreni in pendenza) ma senza eccessive contropendenze: l’assenza dei piattelli di distribuzione (presenti invece in altri modelli) ha una inferiore precisione di distribuzione e può causare asimmetria di distribuzione con contropendenze eccessive.



##### SPANDILETAME VRT4

Prototipo originariamente messo a punto per la realtà toscana di Castelvecchi; esso risulta il più versatile in quanto consente la distribuzione in condizioni di pendenze estremamente variabili. Permette anche la distribuzione in condizioni di contropendenza, grazie ai piattelli di distribuzione che consentono una maggior precisione. Per condizioni di manovra particolarmente critiche si consiglia invece l’uso del prototipo VRT 6, dotato di sistema automatico di autolivellamento. Sempre grazie ai piattelli di distribuzione questa macchina consente la distribuzione per una larghezza variabile da 1,2 a 3 m di larghezza.



### SPANDILETAME VRT5

Prototipo identificato per realtà tendenzialmente pianeggianti con presenza di vigneti di ampia estensione, come quelle presenti a Bosco del Merlo in Veneto. Anche in questo caso i piattelli di distribuzione consentono una larghezza di distribuzione più ampia, fino a 3 metri, rendendo quindi più agevole il transito a file alterne. In base alla velocità di rotazione dei piattelli di distribuzione, il concime organico riesce ad arrivare anche alle file adiacenti a quella di transito.



### SPANDILETAME VRT6

Prototipo messo a punto per vigneti che necessitano di manovre critiche come quelli con forti contropendenze e pendenze. Nell'ambito del progetto è stato testato nei vigneti terrazzati di Castello Bonomi; si è poi rivelato maggiormente idoneo per le contropendenze dei vigneti delle Marche. Esso è infatti dotato di frenatura idraulica comandata dal trattore tramite servo-valvola e di sistema di autolivellamento gestito dall'integrazione tra il dato fornito da un inclinometro posizionato sulla cassa e il lavoro di due cilindri posti sotto la cassa (il cui lavoro è quello di mantenere la cassa in una posizione orizzontale). Questa caratteristica consente una buona manovrabilità e una simmetria di distribuzione lungo il filare anche in vigneti caratterizzati da forti pendenze e contropendenze.



### SPANDILETAME VRT7

Prototipo modello "scavallante" idoneo al transito in vigneti a sesto stretto. Presso Guido Berlucchi è stato impiegato in vigneti con densità di impianto pari a 10000 ceppi/ha. Questa macchina è strutturalmente differente dalle altre, la distribuzione in questo caso avviene dall'alto. Questa macchina consente di distribuire contemporaneamente su 4 interfilari da 1,25 m (per una larghezza di lavoro totale pari a 5 mt). La distribuzione avviene attraverso dei rulli mentre l'effetto "caduta" della matrice (particolarmente accentuato in questo modello) viene limitato da delle paratie di contenimento.



## SENSORE MECS-WOOD



Il sensore MECS-WOOD è un sensore multi-parametrico specifico per la caratterizzazione del vigore vegetativo e del microambiente all'interno del vigneto. Esso rappresenta un'implementazione del già esistente sensore MECS-VINE® che permette la lettura della vigoria e di altre informazioni relative al vigneto a partire dalla superficie fogliare della vite. MECS-WOOD è stato validato nell'ambito del progetto attraverso la realizzazione di confronti realizzati tra mappe eseguite con l'indice Canopy Index (CI) e con Wood Index (WI) nell'ambito dei medesimi vigneti nelle 5 aziende test di progetto (Ghiglieno et al., 2019).

Il sensore MECS-WOOD analizza il vigore all'interno del vigneto non più tramite il calcolo del CI ma tramite il WI, permettendo di realizzare mappe di vigore vegetativo sulla base del vigore rilevato dai tralci legnosi in assenza di vegetazione.

In questo modo è possibile analizzare il vigore vegetativo anche nella stagione invernale e, di conseguenza effettuare una distribuzione del concime organico in vigneto in "tempo reale".

Per informazioni riguardo ai risultati ottenuti dal monitoraggio del vigore effettuato presso le aziende VITISOM LIFE durante il progetto fare riferimento all'indirizzo [ighiglieno.vitisom@gmail.com](mailto:ighiglieno.vitisom@gmail.com).



## 5. Matrici organiche in viticoltura – il quadro normativo

A cura di: Massimo Centemero – Consorzio Italiano Compostatori (CIC); Andrea Chiabrando - Consorzio Monviso Agroenergia (CMA); Lorella Rossi, Guido Bezzi – Consorzio Italiano Biogas e Gassificazione (CIB);

### 5.1 La concimazione organica in viticoltura

La concimazione organica può essere effettuata con materiali riconducibili a due macrocategorie: la prima è costituita da materiali di composizione variabile impiegabili nell'ambito di norme specifiche prescrittive che ne dettano i criteri per l'uso agronomico (requisiti qualitativi minimi, dosaggi, epoche, ecc.), quali il letame bovino, le frazioni palabili da separazione meccanica di liquami bovini e suini e la frazione solida di digestato agro-zootecnico e agro-industriale; la seconda categoria è rappresentata da tutti quei materiali con qualità costante e garantita (prodotti fertilizzanti) acquistabili sul mercato e liberamente impiegabili secondo i principi della buona pratica agricola, in quanto conformi a quanto dettato dal *Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75 "Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88" e s.m.i.*

In questa sede si approfondisce il quadro normativo e le normali pratiche agronomiche sia dei nuovi materiali organici di provenienza aziendale (e.g. i digestati) che dei concimanti organici commerciali (e.g. compost).

In questa sede non si prenderà in esame l'uso agronomico di flussi classificabili esclusivamente come "rifiuti" ai sensi del Dlgs n. 152/06 e s.m.i, quali i fanghi di depurazione il cui impiego è normato dal D.lgs 99/92.

### 5.2 Il digestato

#### 5.2.1 Il digestato da "non rifiuto": definizione e normativa

La classificazione normativa del digestato è sempre stata molto controversa ed è stata solo in parte chiarita con l'approvazione del D.Lgs. 4/2008, correttivo del D.Lgs. 152/2006. La Legge 134/2012 ha chiarito, nel caso di digestato da non rifiuto, che esso debba essere considerato un sottoprodotto. Solo con il Decreto Interministeriale 25/2/2016 il digestato ha acquisito uno status definito e sufficientemente chiaro.

Il Dm 25 febbraio 2016 dunque regola l'impiego dei digestati provenienti dalle matrici definite "non rifiuto" cioè sottoprodotti, mentre non sono regolamentati i digestati che provengono dal trattamento di rifiuti organici, fanghi di depurazione ed altri rifiuti a matrice organica, che rimangono disciplinati dal D.lgs. 152/2010 e s.m.i.

Ai sensi dell'art. 22 del DM, il digestato da "non rifiuto" destinato ad utilizzazione agronomica è prodotto da impianti aziendali o interaziendali alimentati esclusivamente con i seguenti materiali e sostanze, da soli o in miscela tra loro:

- a) paglia, sfalci e potature;
- b) materiale agricolo derivante da colture agrarie;
- c) effluenti di allevamento;
- d) le acque reflue;
- e) residui dell'attività agroalimentare;
- f) acque di vegetazione dei frantoi oleari e sanse umide anche denocciolate;
- g) i sottoprodotti di origine animale;
- h) materiale agricolo e forestale non destinato al consumo alimentare.

Il digestato prodotto con le matrici sopra elencate è considerato sottoprodotto ai sensi dell'art. 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, qualora prodotto da impianti aziendali o interaziendali e destinato ad

utilizzazione agronomica nel rispetto delle disposizioni del Decreto stesso. Il DM procede, quindi, a classificare due tipi di digestato:

- A. digestato agrozootecnico è prodotto con materiali e sostanze di cui alle lettere a), b), c) e h).
- B. digestato agroindustriale è prodotto con i materiali di cui alle lettere d), e), f) e g), eventualmente anche in miscela con materiali e sostanze di cui alle lettere a), b), c) e h).

In ogni caso, a prescindere dal rispetto dei requisiti sopra descritti, il digestato, come tutti gli altri materiali, può essere classificato come sottoprodotto solo qualora rispetti i requisiti previsti dalla normativa (art. 184bis del D.Lgs 152/2006).

I requisiti di un materiale classificato come sottoprodotto sono:

- a) È originato in un processo non destinato alla sua produzione
- b) Ha una certezza di reimpiego da parte del produttore o di terzi
- c) Non necessita di trattamenti per essere utilizzato se non quelli della normale pratica industriale
- d) Non porta ad impatti complessivi negativi sull'ambiente e la salute

Il digestato sottoprodotto deve rispettare, inoltre, tutti i requisiti stabiliti dal DM 13 ottobre 2016 n. 264. Il DM 13 ottobre 2016, n. 264, il nuovo decreto sottoprodotti, il quale non apporta modifiche sostanziali alla normativa vigente ma definisce alcune modalità con le quali il detentore può dimostrare che sono soddisfatte le condizioni generali per la qualifica di sottoprodotto e non come rifiuto, rafforzando gli obblighi burocratici dei produttori e degli utilizzatori di sottoprodotti. In particolare, al fine di dimostrare l'utilizzo del digestato come sottoprodotto, bisogna rispettare i seguenti requisiti:

- il requisito della certezza dell'utilizzo: tale requisito è dimostrato dal momento della produzione del residuo fino al momento dell'impiego dello stesso. Costituisce elemento di prova l'esistenza di rapporti o impegni contrattuali tra il produttore del residuo, eventuali intermediari e gli utilizzatori.
- Utilizzo diretto senza trattamenti diversi dalla normale pratica industriale.
- Fornitura delle informazioni necessarie a consentire la verifica delle caratteristiche del residuo e la conformità dello stesso rispetto al processo di destinazione e all'impiego previsto.

Ai fini della classificazione a sottoprodotto il digestato deve anche soddisfare dei criteri chimico fisici e biologici descritti nell'allegato IX del DM per il digestato agrozootecnico e agroindustriale.

Ove il digestato non rispettasse tutti i criteri dell'allegato IX, esso deve essere classificato come rifiuto ai sensi del D.Lgs. 152/2006.

Alcune Regioni prevedono, inoltre, criteri di assimilazione del digestato ad effluente zootecnico (es. Piemonte con la DGR 23 febbraio 2009 n. 64-10874). In questo caso il digestato viene sottratto automaticamente alla disciplina dei rifiuti ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/2006 e non occorre la verifica dei requisiti di sottoprodotto ai sensi del DM febbraio 2016 e del DM 264/2016.

L'utilizzazione agronomica del digestato avviene nel rispetto del limite di azoto al campo di 170 kg per ettaro per anno in zone vulnerabili e di 340 kg per ettaro per anno nelle zone non vulnerabili, al raggiungimento dei quali concorre per la sola quota che proviene dalla digestione di effluenti di allevamento. Le Regioni possono, comunque, imporre limiti più restrittivi.

### 5.2.2 Il digestato da "rifiuti organici": riferimenti normativi

L'utilizzo del digestato proveniente dalla digestione anaerobica dei rifiuti dovrebbe essere ricondotto all'interno della vigente classificazione degli ammendanti contenuta nel d.lgs 75/2010 visto e considerato che è l'unico atto normativo che contempla il digestato da rifiuti; l'entrata in vigore del Dm 25 febbraio 2016 rappresenta un preciso atto normativo che sancisce finalmente le caratteristiche di provenienza, di classificazione ed utilizzo del digestato (non "da rifiuti" che chiameremo "digestato agricolo") definendone indirettamente i confini tra i settori agricoltura e trattamento rifiuti. Si sottolineano quindi le differenze in

relazione alle matrici che originano il digestato (scarti agricoli ed effluenti zootecnici da una parte e rifiuti a matrice organica dall'altra) disciplinando di conseguenza le caratteristiche di qualità e le modalità di utilizzo dei due digestati. Si introduce con il DM 25 febbraio 2016 il libero impiego (benché con alcune restrizioni) per il "digestato agricolo" mentre il digestato da rifiuti necessita di un post trattamento per "cessare la qualifica di rifiuto" così come previsto dall'allegato 2 del d.lgs 75/2010. Ciò in virtù della maggiore disomogeneità delle frazioni da raccolta differenziata (che originano il digestato da rifiuti) rispetto agli scarti della produzione agricola.

### 5.2.3 Approvvigionamento

Iniziative interessanti per favorire lo scambio di digestato sono nate grazie a finanziamenti europei, come nel caso del progetto Life Dop. Il 15 giugno 2017 a Mantova è stata presentata la piattaforma web [www.borsaliquami.it](http://www.borsaliquami.it) promossa nell'ambito del progetto Life Dop. La Borsa Liquami ha l'obiettivo di: valorizzare i reflui zootecnici per la produzione di energia rinnovabile (biogas), ridurre l'impatto della filiera zootecnica aumentando la buona gestione dei reflui (riduzione delle emissioni di metano) e promuovere l'export di fertilizzanti rinnovabili (letame e digestato) fuori dalle zone ad elevata intensità zootecnica. La piattaforma, e l'organizzazione logistica di supporto, promuove gli scambi di effluenti zootecnici fra aziende agricole, allevatori e impianti biogas, mettendo in contatto domanda e offerta fra le diverse filiere. Il lavoro della piattaforma ha finora consentito la valorizzazione di oltre 200.000 ton di reflui, la produzione di oltre 30 milioni di Kwh di energia rinnovabile e circa 750 ton di metano non sono state immesse in atmosfera. Inoltre, circa 20.000 ton fertilizzanti rinnovabili (digestato e letame) sono stati esportati e valorizzati in aree non zootecniche.

## 5.3 Il digestato da rifiuti diventa ammendante compostato

L'Allegato 2 del decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75, concernente il riordino e la revisione della disciplina in materia di fertilizzanti è stato modificato dal Decreto 10 luglio 2013 del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (Gazzetta Ufficiale n. 218 del 17 settembre 2013).

Per quanto riguarda l'allegato 2, e quindi gli ammendanti compostati, in sintesi:

- si introduce la categoria Ammendante Compostato con Fanghi a cui si aggiunge la verifica dei PCB (al fango stesso) ed un limite massimo ammesso;
- per l'Ammendante Compostato Misto non sono più contemplati i fanghi come materiale base per la produzione di tale ammendante;
- l'Ammendante Compostato Misto potrà essere "fabbricato" con l'aggiunta di *digestato da trattamento anaerobico di rifiuti organici*;
- l'Ammendante Compostato Misto potrà avere un range di pH da 6 a 8,8 (prima era 8,5), modifica resa necessaria proprio per la presenza del digestato (con elevate concentrazioni ammoniacali e quindi con pH elevato).

### 5.3.1 Il compost è un ammendante

Il compost è utilizzato nel settore agricolo e/o florovivaistico come ammendante e commercializzato secondo le indicazioni e i limiti indicati dal Decreto Legislativo n. 75/2010 (allegato 2). La normativa sui fertilizzanti distingue il Compost in tre categorie:

- Ammendante Compostato Verde (ACV),
- Ammendante Compostato Misto (ACM),
- Ammendante Compostato con Fanghi (ACF)

A seconda che le matrici organiche di origine siano, rispettivamente, solo scarti vegetali (sfalci d'erba, ramaglie, patate, legno) oppure scarti vegetali mescolati ad altri rifiuti organici (umido domestico, scarti dell'agroindustria, digestati, fanghi di depurazione, altri sottoprodotti agroforestali).

## 5.4 Gli adempimenti formali

Colui il quale intende distribuire in campo letami o frazioni palabili di liquami e digestati agricoli deve fare, in qualità di "produttore/detentore" o di solo "detentore", qualora li riceva da terzi, la "comunicazione di spandimento" all'Autorità competente (Provincia o altro, in funzione della regione in cui si opera); questa potrà essere corredata dal PUA (Piano di Utilizzazione Agronomica) in funzione delle quantità di azoto complessivo ritirato annualmente e destinato all'uso agronomico (considerando anche eventuali effluenti zootecnici propri). Lo stesso Decreto 25.02.2016 prevede il completo esonero dagli adempimenti (comunicazione ed eventuale PUA) per il detentore/utilizzatore che destina ad uso agronomico in zona vulnerabile una quantità complessiva di azoto non superiore a 1.000 kg/anno; tale soglia sale a 3.000 kg/anno qualora lo spandimento avvenga in zone non vulnerabili, nonché l'esonero per la distribuzione dell'ammendante compostato verde.

## 5.5 Criteri di impiego: epoche, efficienze e dosaggi della concimazione organica su vigneto

Alla base di una ottimale concimazione organica sussistono tre aspetti: la coltura e le sue asportazioni, l'epoca di distribuzione e la natura e l'efficienza del materiale che si intende distribuire.

Si precisa che l'ammendante compostato verde e misto non necessita di comunicazione e di stop invernale se con N < 2.5% ss (art 40 dm 25/2/16).

Il Decreto 25.02.2016 fornisce tutti gli elementi per arrivare a calcolare la quantità distribuibile per ettaro. Per quanto riguarda la dose distribuibile in funzione delle esigenze nutritive della coltura; il criterio di calcolo si fonda sull'azoto. Per ciascuna coltura è fornito il MAS -massimo apporto di azoto efficiente con la relativa resa di riferimento. Di seguito i valori indicati per i vigneti (Tabella 1), estratti dalla Tabella 1 dell'Allegato X del decreto 25.02.2016.

**Tabella 1** – Apporto massimo standard di azoto efficiente per vigneto

Coltura	Apporto massimo N efficiente (kg/ha)	Resa produttiva di riferimento (t/ha)
Vigneti	70	9
Vigneti (alta produttività)	100	18

In linea generale, l'efficienza di una concimazione dipende dalla possibilità di far coincidere gli apporti con le fasi di maggiore assorbimento dell'azoto da parte delle colture e di maggiore attività della microflora del terreno. Correlando l'epoca di spandimento alla tipologia della coltura praticata (il vigneto in questo specifico caso) risulta il quadro delle efficienze riportato in Tabella 2.

**Tabella 2** – Definizione dell'efficienza dell'N distribuito in funzione di modalità ed epoca di distribuzione (tratto da Tabella 1 della Parte A dell'Allegato V del Decreto 25.02.2016)

Coltura	Epoche di spandimento	Modalità	Efficienza N distribuito
Arboree (vite)	Pre-impianto		BASSA
	Maggio-settembre	Con terreno inerbito	ALTA
		Con terreno lavorato	MEDIA

In pratica, le distribuzioni in vicinanza dell'impianto o della fase di maggiore richiesta della coltura raggiungono l'efficienza maggiore; quelle effettuate con molto anticipo sortiscono risultati generalmente inferiori. Per i

preziosi effetti connessi all'apporto di sostanza organica in quanto tale si rimanda a quanto riportato in premessa nella presente pubblicazione, ma, come precisato, è l'azoto che governa le quantità distribuibili.

Il diverso livello di efficienza che si raggiunge in funzione dell'epoca e delle modalità di spandimento (alto, medio o basso) si deve poi tradurre in percentuali di NTK efficiente (disponibile per la coltura) rispetto all'NTK totale distribuito; tali percentuali assumono valori differenti a seconda della tipologia di materiale e sono anch'essi indicati nello stesso Decreto 25.02.2016 e riportati in Tabella 3.

**Tabella 3** – Coefficienti di efficienza, espressi in %, dell'azoto apportato con digestati palabili, letame e frazioni palabili di liquami

Livello di efficienza	di Frazioni palabili di digestato <sup>1</sup>	Letame, frazione solida di liquami bovini e suini		
		Tessitura grossolana	Tessitura media	Tessitura fine
BASSA	26	28	26	24
MEDIA	41	45	41	36
ALTA	55	62	55	48

Ai fini del calcolo della dose da distribuire resta infine da considerare il vincolo legato alla localizzazione degli appezzamenti su cui si effettua lo spandimento:

-in Zona VULNERABILE ai nitrati la quantità massima di azoto al campo di origine zootecnica non deve superare i 170 kg/ha per anno;

-in zona NON vulnerabile ai nitrati. la quantità massima di azoto al campo di origine zootecnica non deve superare i 340 kg/ha per anno.

In ogni caso, sulla base del bilancio dell'azoto, la quantità totale di azoto efficiente distribuito non deve superare l'esigenza azotata della coltura (MAS). Mentre per le deiezioni zootecniche il criterio di calcolo della dose è definito in tutti i passaggi, nel caso di spandimento di frazioni solide di digestato prodotto non solo a partire da effluenti zootecnici ma anche da altre matrici, per calcolare la quantità per ettaro occorre sapere quanto dell'azoto totale contenuto nel digestato è di origine zootecnica e quanto non lo è. Come già sopra precisato la quota di origine zootecnica non potrà superare i limiti massimi sopra indicati; la quota restante va a saturare il fabbisogno della coltura sino al valore del MAS. Per maggiore facilità di comprensione seguono due esempi di calcolo del dosaggio massimo distribuibile in zona vulnerabile di due digestati con quote diverse di azoto di origine zootecnica (Riquadro 1).

**Riquadro 1** – Calcolo del dosaggio massimo distribuibile di digestato a diverso contenuto di N zootecnico per non superare i 170 kg/ha di N zootecnico in zona vulnerabile

Caso 1	N al campo	Digestato	
	(kg/anno)	(m <sup>3</sup> /anno)	(kg N/m <sup>3</sup> )
N – zootecnico	30,000		<b>1.5</b>
N- vegetale (-20%)	68,000		3.4
<b>TOTALE</b>	<b>98,000</b>	<b>20,000</b>	<b>4.9</b>
Dosaggio massimo distribuibile		(m <sup>3</sup> /ha)	<b>113</b>
		(kg N/ha)	<b>555</b>
Caso 2	N al campo	Digestato	
	(kg/anno)	(m <sup>3</sup> /anno)	(kg N/m <sup>3</sup> )
N – zootecnico	68,000		<b>3.4</b>
N- vegetale (-20%)	30,000		1.5
<b>TOTALE</b>	<b>98,000</b>	<b>20,000</b>	<b>4.9</b>
Dosaggio massimo distribuibile		(m <sup>3</sup> /ha)	<b>50</b>
		(kg N/ha)	<b>245</b>

Il passo successivo è quello di verificare se il dosaggio massimo possibile è anche quello effettivamente distribuibile sulla base del bilancio dell'azoto. Come si può osservare nel Riquadro 2 in cui si riporta un esempio semplificato, il dosaggio massimo del digestato del caso 1 va ridotto, in quanto apporta una quantità di N efficiente superiore al MAS della vite, anche quando distribuito in momenti a bassa efficienza.

**Riquadro 2** – Calcolo dell'azoto efficiente in funzione dell'epoca di spandimento e del relativo coefficiente di efficienza apportato dalle due quantità massime di digestato di cui al Riquadro 1.

Dosaggio MAX (m <sup>3</sup> /ha)	N totale da DIGESTATO (kg/ha)	Coefficiente di efficienza	N efficiente da DIGESTATO (kg N/ha)
<b>Caso 1: 113 m<sup>3</sup>/ha</b>	555	26%	144
		41%	228
		55%	305
<b>Caso 2: 50 m<sup>3</sup>/ha</b>	245	26%	64
		41%	100
		55%	135

## 5.6 Gestione dei fertilizzanti organici in viticoltura BIO

A cura di Paolo Di Francesco – Sata Studio Agronomico

I regolamenti dell'agricoltura biologica hanno sempre identificato un massimale di azoto e alcune tipologie di fertilizzante organico impiegabili sulle colture: così è anche per l'ultimo regolamento pubblicato, il Reg. UE 848/2018. Il massimale di azoto previsto è 170 kg per anno e per ettaro di superficie di SAU. I fertilizzanti organici utilizzabili che devono rispettare questo limite sono: letame, letame essiccato e pollina disidratata, effluenti di allevamento compostati inclusa la pollina, letame compostato ed effluenti di allevamento liquidi. E' possibile utilizzare anche altri prodotti organici quali digestato e compost. Questi prodotti non rientrano nel limite di 170 kg/ha di N e pertanto – nelle sole zone non vulnerabili – possono essere utilizzati fino a 340 kg/ha di N. I compost più comuni sono di due tipologie: ammendante compostato verde e ammendante compostato misto. Il primo – costituito solo da sfalci, foglie e ramaglie - può essere utilizzato tal quale purché il fabbricante lo abbia registrato per l'uso in agricoltura biologica; il secondo può essere utilizzato solo se la sua analisi è conforme ad alcune limitazioni di contenuto in metalli pesanti. Il digestato può anch'esso venire utilizzato in agricoltura biologica, ma la sua provenienza deve essere verificata: nel digestore può entrare solo refluo derivante da allevamenti ritenuti non intensivi dal Reg., cioè allevamenti con animali prevalentemente allevati su lettiera e senza utilizzo di illuminazione forzata.

## 6. Indagine sulle matrici organiche

### 6.1 Disponibilità delle diverse matrici organiche in Europa

La viticoltura europea è composta da realtà molto diverse da un paese all'altro, sia in termini di dimensione del vigneto, tipo di suolo, vini prodotti o pratiche enologiche legate alle caratteristiche climatiche di ogni regione. Il progetto LIFE VITISOM LIFE cerca di andar oltre la variabilità dei vigneti, fornendo una soluzione per la loro gestione sostenibile.

Il progetto propone un'applicazione innovativa della tecnologia a rateo variabile per la concimazione organica dei vigneti, testando i prototipi sviluppati in diversi contesti vitivinicoli italiani, rappresentanti della variabilità dei vigneti europei. Ad esempio, l'applicazione della VRT può essere adottata in tutte le aree vitivinicole europee e, allo stesso tempo, potrebbe rappresentare un utile contributo alla gestione sostenibile dei vigneti biologici. Per dimostrare l'effettiva riproducibilità del metodo, di seguito sono riportate 3 mappe sulla disponibilità delle diverse matrici organiche in Europa. Nella prima mappa (Mappa 1) è riportato il numero di aziende che possiedono strutture di stoccaggio delle deiezioni zootecniche. Da questa prima analisi emerge che i paesi maggiormente coinvolti nella produzione e stoccaggio di letame sono: Polonia, Romania, Germania e Francia. Nella seconda mappa (Mappa 2), riportata di seguito, viene indicata la percentuale di compost provenite da tutti i processi di trattamento dei rifiuti solidi/liquidi urbani. Da ciò si evince che i maggiori paesi produttori di compost sono Austria, Paesi Bassi e Belgio con una rispettiva percentuale pari al 35%, 26% e 21%. Inoltre, sappiamo che l'impiego di substrati di origine organica (reflui zootecnici, acque reflue e/o fanghi di depurazione e FORSU) può essere sfruttato per la produzione di energia primaria da biogas. Proprio come riportato in uno studio condotto alla fine del 2016<sup>1</sup>, è stato possibile ottenere una vera e propria mappa europea (Mappa 3) che permetta di individuare tutti i principali paesi operanti nel settore dalla produzione di biogas (espresso in ktoe). È possibile osservare che i due paesi europei attivamente coinvolti in questo settore sono la Germania e l'Italia.

---

<sup>1</sup> <https://www.eurobserv-er.org/biogas-barometer-2017/>



Municipal waste treated, % compost 2013



Key



Belgium 21% • Bulgaria 3% • Czech Republic 3% • Denmark 17% • Germany 17% • Estonia 6% • Ireland 6% • Greece 4% • Spain 10% • France 17% • Croatia 2% • Italy 15% • Cyprus 9% • Lithuania 8% • Luxembourg 20% • Hungary 5% • Malta 5% • Netherlands 26% • Austria 35% • Poland 13% • Portugal 13% • Romania 0% • Slovenia 7% • Slovakia 8% • Ireland 13% • Sweden 16% • United Kingdom 16%.

Eurostat media - (54/2015 - 26 March 2015) | Environment in the EU | Each person in the EU generated 481 kg of municipal waste in 2013.

Mappa 2: Mappa europea di % di compost proveniente dal trattamento dei rifiuti urbani



## 6.2 VITISOM LIFE e l'indagine sulle matrici organiche

### 6.2.1 Analisi della composizione chimica

Durante il progetto sono state effettuate analisi su un totale di 39 matrici organiche e in particolare 13 ammendanti compostati (compost), 14 digestati separati solidi, 12 letami.

I principali risultati vengono riassunti nelle tabelle sotto riportate (Tabella 4-5-6), le analisi complete di tutte le matrici comprensive di analisi dei metalli possono essere scaricate al link

(<https://www.lifevitisom.com/documenti>)

**Tabella 4** - Caratterizzazione dei digestati analizzati durante il progetto (valore medio per località); media\*: media di 11 digestati provenienti da aziende del territorio lombardo

Matrice	pH	SS % tq	C org %ss	C org tq	N-tot %ss	N-tot tq	N-NH <sub>3</sub> %ss	N-NH <sub>3</sub> /tot %
media*	8.68±0.94	47.5±28	45.4±5.1		1.67±0.5		0.42±0.3	23.5±13
Franciacorta	8.70±0.28	22.6±1.50	42.2±3.21	9.54	0.54±0.07	0.12	0.14±0.02	25.9±3.13
Marche	8.78±0.36	25.9±1.65	44.2±1.93	11.5	0.83±0.10	0.22	0.18±0.08	21.7±8.18
Veneto	8.67±0.74	18.9±2.21	42.9±1.70	8.1	0.42±0.07	0.08	0.05±0.02	11.9±5.19
Toscana	8.78±0.36	25.9±1.65	44.2±1.93	11.5	0.83±0.10	0.22	0.18±0.08	21.7±8.18

**Tabella 5** - Caratterizzazione dei compost analizzati durante il progetto (valore medio per località); Limiti\*: D.Lgs. 75, 2010 (Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88.)

Matrice	pH	SS % tq	C org %ss	C org tq	N-tot %ss	N-tot tq	N-NH <sub>3</sub> %ss	N-NH <sub>3</sub> /tot %
Limiti*	6.0-8.5	< 50*	> 20		da dichiarare		-	-
Franciacorta	6.64±1.59	62.9±6.92	29±4.21	18.3	1.20±0.22	0.75	0,05±0.04	4.17±3.26
Marche	7.65±0.66	71.1±10.8	35±2.92	24.9	1.56±0.31	1.11	0.13±0.06	8.33±4.28
Veneto	7.90±0.78	71.6±6.60	30±0.76	21.5	1.53±0.61	1.10	0.18±0.13	11.8±6.08
Toscana	8.04±1.20	66.5±9.81	31±12.7	20.6	1.37±0.51	0.91	0.12±0.10	8.76±7.64

\*Osservando i dati della sostanza secca si nota, in questo caso, che i compost da noi utilizzate presentano un valore superiore al limite di legge che è < 50 % sul tal quale. Partendo dal presupposto che questo valore non incide negativamente sulle performance della matrice stessa, la sua variabilità è dovuta a svariati motivi che posso essere influenzati sia dal produttore, sia dall'azienda che lo utilizza. Le cause possono essere legate alla tipologia di stoccaggio, se in un luogo all'aperto o al chiuso, al metodo di trasporto del materiale ed alla gestione di questo una volta giunto in azienda. Sarà facile riportare il valore della sostanza secca entro i limiti di legge, miscelandolo e lasciandolo asciugare all'aria.

**Tabella 6** - Caratterizzazione dei letami analizzati durante il progetto (valore medio per località); \*Schievano, A. Scaglia, B., D'Imporzano, G., Malagutti, L., Gozzi, A., Adani, F., 2009. Prediction of biogas potentials using quick laboratory analyses: Upgrading previous models for application to heterogeneous organic matrices. *Biores. Technol.*, 100, 23, 5777-5782.

Matrice	pH	SS	C org	C org	N-tot	N-tot	N-NH <sub>3</sub>	N-NH <sub>3</sub> /tot
		% tq	%ss	tq	%ss	tq	%ss	%
Letame bovino*	-	18±1	46.3±3.01	8.33	1.01±0.01	0.18	-	-
Letame suino*	-	30±1.01	34.9±1.12	10.5	1.64±0.21	0.49	-	-
Franciaorta	8.09±0.82	23.2±1.29	44.5±0.84	10.3	0.96±0.03	0.22	0.23±0.07	23.9±7.22
Marche	8.48±0.21	22.7±0.78	36.3±7.27	8.24	0.58±0.05	0.13	0.04±0.05	6.89±9.80
Veneto	8.67±0.75	25.9±4.68	38.4±5.01	9.95	0.87±0.22	0.23	0.06±0.02	6.89±0.73
Toscana	8.41±0.17	30.3±15.7	35.9±6.39	10.9	0.92±0.51	0.28	0.01±0.01	1.09±0.73

Al di là delle valutazioni sulla composizione chimica delle diverse matrici è interessante osservare come, considerando i contenuti in carbonio e azoto riferiti alle matrici tal quale, il compost è quello che registra concentrazioni molto superiori alle altre matrici. Per questo, volendo somministrare un determinato quantitativo di carbonio organico o azoto, per il compost è necessaria sempre un dosaggio inferiore, spesso inferiore alla metà, rispetto alle altre due matrici.

### 6.2.2 Impatto odorigeno

Il progetto ha previsto la valutazione dell'impatto odorigeno delle diverse matrici sottoposte o meno ad interrimento. Le valutazioni sono state effettuate tramite il metodo standardizzato EN n. 13725 (CEN, 2003). L'indagine, condotta per due campagne consecutive (2017-2018) presso i siti sperimentali di Guido Berlucci e Castello Bonomi situati in Franciaorta, è stata effettuata per ciascuna matrice e per ciascuna campagna effettuando rilievo sui dosaggi impostati come minimi e massimi. A tale scopo, da ciascun campione di biomassa è stata raccolta un'aliquota di gas utilizzando una camera di flusso. Una volta che la matrice organica è stata distribuita tra i filari, la camera (superficie 0,16 m<sup>2</sup>) è stata posizionata al suolo e attraverso una pompa è stata insufflata con aria (0,37 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>). Il gas in uscita dalla camera è stato quindi prelevato dalla porta di uscita e immagazzinato in un sacchetto di campionamento in Nalophan. Il campione raccolto è stato poi portato in un laboratorio specializzato che attua la prova di olfattometria che consiste nel presentare l'aria osmogena, diluita con aria deodorizzata, a un Panel di 6 persone. L'olfattometro è quindi uno strumento che utilizza l'olfatto umano come sensore, numerizzando una sensazione in UO/m<sup>3</sup>. I risultati sono stati riportati poi come tasso di emissione di odori (OU m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>), Tabella 7.

Tabella 7 – Risultati analisi olfattometrica

	Berlucchi Primavera 2017	Bonomi Primavera 2017	Bonomi Autunno 2017	Berlucchi Primavera 2018
<b>SOER (UO m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>)</b>				
Digestato (frazione solida)	347	347	648	590
Compost	2544	2544	1052	648
Letame	3469	3469	2174	624
	<b>7°C</b>	<b>20°C</b>	<b>22°C</b>	<b>10°C</b>
<b>SOER (UO m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>)</b>				
<b>TNT</b>				
Lavorato	335 ± 213	463 ± 33	1353 ± 703	266 ± 49
Non lavorato	665 ± 466	1468 ± 82	2995 ± 1161	208 ± 33
	<b>Digestato (frazione solida)</b>			
	<b>(315-50 q/ha)</b>	<b>(140-35 q/ha)</b>	<b>(320-100 q/ha)</b>	<b>(300-100 q/ha)</b>
Lavorato	289 ± 16	2220 ± 1603	1029 ± 163	358 ± 33
Non lavorato	278 ± 0	1197 ± 74	3076 ± 2355	324 ± 65
	<b>Compost</b>			
	<b>(160-40 q/ha)</b>	<b>(120-20 q/ha)</b>	<b>(150-50 q/ha)</b>	<b>(150-40 q/ha)</b>
Lavorato	283 ± 25	2526 ± 842	1613 ± 989	347 ± 114
Non lavorato	416 ± 164	3700 ± 1962	1532 ± 957	434 ± 188
	<b>Letame</b>			
	<b>(300-50 q/ha)</b>	<b>(140-30 q/ha)</b>	<b>(270-90 q/ha)</b>	<b>(230-80 q/ha)</b>
Lavorato	312 ± 65	2087 ± 809	1422 ± 605	231 ± 33
Non lavorato	324 ± 82	3989 ± 82	2018 ± 270	405 ± 49

Dai risultati emerge come i trattamenti che hanno previsto l'incorporazione delle matrici hanno determinato, anche se non per la totalità dei casi, un impatto odorigeno inferiore, mentre in generale il separato solido da digestato è quello che ha registrato l'impatto inferiore nonostante il fatto che i dosaggi di matrice risultano, in questo caso, superiori rispetto al letame e al compost.

È stato inoltre possibile quantificare il positivo impatto dell'adozione della tecnologia VRT sull'impatto odorigeno delle diverse matrici, relazionato al risparmio di matrice che questa tecnologia consente di effettuare. Tale impatto è stato quantificato in una riduzione in media di circa – 13% degli odori.

## 7. Valutazione degli impatti ambientali, premessa e piano sperimentale

Nell'ambito del progetto VITISOM LIFE sono state effettuate valutazioni su diverse tipologie di impatto relazionate a questi specifici temi e, in particolare:

- Impatti sulla sulle emissioni di gas a effetto serra (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>);
- Impatti sulla fertilità chimica e biologica dei suoli;
- Valutazione di diverse tipologie di impatto ambientale attraverso l'analisi del ciclo di vita del processo analizzato (metodo LCA Life cycle assessment);
- Impatti sulla vite, sul mosto e sui vini
- Impatti economici;
- Impatti sociali.

Nella valutazione degli impatti si è tenuto in considerazione due principali output, associati ai due principali temi di progetto:

- Diverse tipologie di gestione a confronto: diverse matrici organiche con o senza incorporazione al suolo.

In questo caso presso le cinque aziende test di progetto (Castello Bonomi, Conti degli Azzoni, Guido Berlucci, Cantina Castelvechi, Bosco del Merlo) sono stati identificati cinque vigneti sperimentali in cui è stato impostato il seguente piano di confronto:

**Tabella 8** - Piano sperimentale impostato presso i cinque siti test identificati nell'ambito del progetto LIFE15 ENV/IT/000392 - VITISOM LIFE

Tipologia di matrice utilizzata	Tipologia di gestione	Sito di realizzazione
Non trattato	non lavorato	Tutti
Non trattato	lavorato	Tutti
Compost	non incorporato	Tutti
Compost	incorporato	Tutti
Digestato separato solido	non incorporato	Tutti
Digestato separato solido	incorporato	Tutti
Letame	non incorporato	Tutti
Letame	incorporato	Tutti
Urea	non incorporato	Bosco del Merlo
Urea	incorporato	Bosco del Merlo

Vantaggi dell'adozione della tecnologia VRT nella gestione della concimazione organica del vigneto. In questo caso i vari output di progetto sono stati elaborati in maniera tale da permettere una effettiva quantificazione del vantaggio ambientale ed economico dell'adozione della tecnologia implementata da VITISOM LIFE.

## 7.1 Carbon footprint e valutazione delle emissioni e flussi di GHG

Uno degli aspetti di maggior rilievo in termini di impatto ambientale da considerare nell'apporto di concimi organici e minerali è rappresentato dall'emissione di gas effetto serra (GHG) dovuti fondamentalmente alla dispersione di protossido di azoto ( $N_2O$ ) in atmosfera. Quest'ultimo presenta infatti un valore di Global Warming Potential (GWP), inteso come contributo del gas alla determinazione dell'effetto serra considerando valore unitario quello riferito alla  $CO_2$ , molto elevato e pari a 265 (IPCC, 2014).

Il protossido di azoto deriva, in ambiente agricolo, fondamentalmente da processi di nitrificazione e denitrificazione o da fenomeni di immediata volatilizzazione (Figura 5) (IPCC, 2006). Si considera che circa il 1,975% dell'azoto distribuito tramite concime minerale viene disperso sotto forma di questo gas (Georget, 2009), anche se le emissioni risultano molto variabili in funzione delle condizioni ambientali (temperatura e umidità), della tipologia di suolo (disponibilità di sostanza organica, pH, livello di compattamento e tessitura) e del concime somministrato (Patak, 1999). Precedenti esperienze hanno infatti riportato come esistano differenze di rilievo in termini di emissioni con somministrazione di ammendanti organici rispetto a concimi minerali o organo minerali; questi ultimi presentano infatti un valore di emissione in  $N_2O$  di circa 10 volte superiore a quello registrato per gli ammendanti, con evidente relazione al diverso rapporto C/N e al contenuto in azoto totale (Georget et al., 2012).

Queste considerazioni rendono necessario effettuare attente valutazioni sia in merito ai diversi approcci nella gestione del suolo (Bosco et al., 2013), sia relativamente alla qualità e quantità di concime da apportare, ponderata in funzione delle effettive esigenze, nonché alla sua modalità di somministrazione.

Nell'ambito del progetto si è quindi deciso di porre particolare attenzione alla valutazione delle emissioni di  $N_2O$  relazionate alle diverse tipologie di trattamenti a confronto. Sono inoltre state condotte indagini riguardo alle emissioni di  $CO_2$  e  $CH_4$  dal suolo e dei flussi di  $CO_2$  a livello di ecosistema vigneto. Per tutte le 5 aziende coinvolte nel progetto sono stati calcolati le impronte carboniche a livello di vigneto per poter meglio quantificare gli effettivi risparmi espressi in  $CO_2$  – eq derivanti dall'adozione del rateo variabile per la concimazione organica.

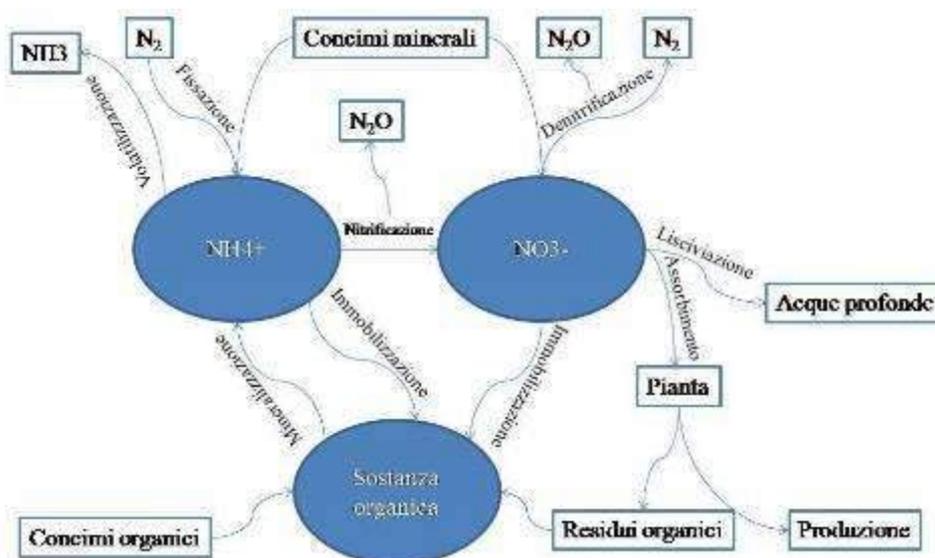


Figura 5 - Ciclo dell'azoto - Modificato da: Masoni end Ercoli, 2010

### 7.1.1 Valutazione delle emissioni di N<sub>2</sub>O dal suolo vitato

Il monitoraggio spaziale dei gas serra è stato effettuato utilizzando una strumentazione mobile, mobile messa a punto nell'ambito di un precedente progetto LIFE+ IPNOA (LIFE11 ENV/IT/000302), che consiste in un cingolato elettrico sopra il quale sono installati gli analizzatori di biossido di carbonio, protossido di azoto, metano e monossido di carbonio. I flussi emessi dal suolo vengono quantificati utilizzando la metodologia della camera di accumulo statica non stazionaria.



All'interno del progetto VITISOM LIFE sono state effettuate oltre 4500 misure di gas serra e questo ha permesso di ottenere importanti informazioni relative all'impatto dell'utilizzo di matrici organiche e della distribuzione a rateo variabile.

SITE	2017				2018				2019			
	N. campaign	Month	Measurement/month	Measurement/year	N. campaign	Month	Measurement/month	Measurement/year	N. campaign	Month	Measurement/month	Measurement/year
CSV	3	January	69	325	3	June	128	384	1	April	128	128
		March	128			September	128					
		July	128			December	128					
CBON	5	January	80	554	3	May	119	369	-			-
		March	116			August	125					
		June	120			October	125					
		September	119									
		October	119									
BER	4	January	101	485	2	May	127	271	1	July	133	133
		March	128			August	144					
		June	128									
		September	128									
CDA	3	March	128	385	2	May	128	256	2	March	22	150
		June	128			July	128					
		October	129									
BDM	5	January	91	677	3	May	175	502	-			-
		March	118			July	156					
		April	156			October	171					
		June	156									
		September	156									

Il monitoraggio spaziale ha permesso di individuare fattori di emissione sito specifici per ciascuna matrice organica in funzione del quantitativo di azoto distribuito. In particolare, come si osserva in Tabella 9, risulta che:

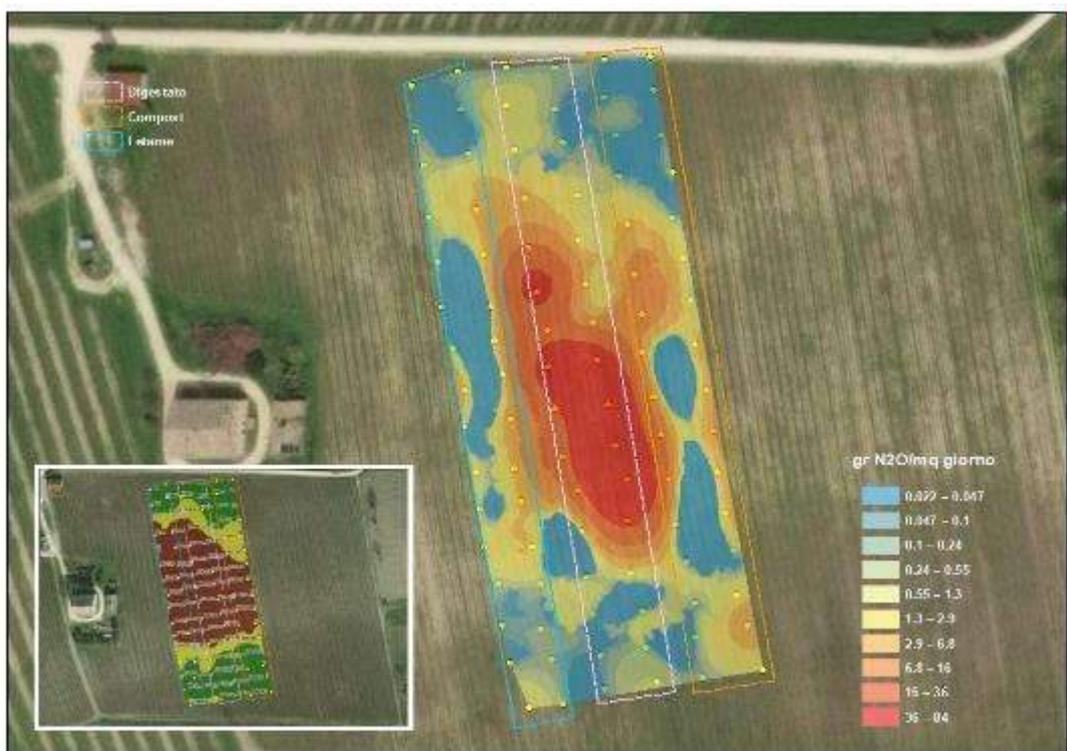
- A Castelvechi le emissioni risultano maggiori nelle parcelle lavorate (a eccezione del compost in cui il coefficiente relativo al trattamento CL presenta un valore che si discosta dal comportamento medio delle altre osservazioni) e il fattore di emissione più elevato risulta essere quello del digestato.
- Anche a Bosco del Merlo, ad eccezione del compost, il fattore emissivo risulta maggiore nelle parcelle lavorate ed il coefficiente maggiore risulta essere associato al letame.
- Nell'azienda Castello Bonomi il fattore di emissione maggiore risulta quello del digestato lavorato.
- A Berlucci, come per Castelvechi e Bosco del Merlo, le emissioni nelle parcelle non lavorate risultano, a parità di trattamento distribuito, minori per il compost e per il letame.
- Conte degli Azzoni presenta un fattore di emissione per il digestato molto elevato e che si discosta dalla media delle altre osservazioni. La lavorazione sembra aver causato un incremento nel fattore di emissione per il trattamento con letame.

**Tabella 9** Fattori di emissione specifici per sito e per trattamento ottenuto dai monitoraggi spaziali durante tutta la durata del progetto; i valori riportati in rosso si discostano dal comportamento medio delle altre osservazioni e, nelle valutazioni descritte in seguito riguardo l'impronta carbonica di vigneto sono stati opportunamente riponderati

	FE [mg N <sub>2</sub> O/gr N giorno]				
	Castelvechi	Bosco del Merlo	Bonomi	Berlucci	Conti degli Azzoni
CL	0,00042	0.084	0.029	0.053	0.060
CNL	0.015	0.176	0.032	0.027	0.083
DL	0.043	0.121	0.057	0.064	0.319
DNL	0.028	0.098	0.024	0.135	0.229
LL	0.037	0.149	0.018	0.063	0.077
LNL	0.028	0.029	0.048	0.050	0.031

In generale si può osservare una tendenza dei fattori di emissioni ad aumentare nel caso di trattamento lavorato e nell'utilizzo del digestato; si osserva tuttavia una variabilità non trascurabile tra un sito e l'altro. Ciò rende necessario indagare più a fondo riguardo alle possibili interazioni tra le condizioni meteorologiche e pedologiche di ciascun sito e i risultati ottenuti; tali considerazioni saranno oggetto di una prossima pubblicazione scientifica su questo tema.

Grazie al monitoraggio spaziale è possibile apprezzare la diminuzione di gas serra dovuto al rateo variabile, nella Figura 6, è riportata una mappa delle emissioni di protossido di azoto mentre nel riquadro interno all'immagine è riportato il dettaglio della mappa di vigoria, utilizzata per le distribuzioni. Come si osserva, nell'area centrale dove la vigoria è minore, e dove è stato distribuito più trattamento le emissioni sono maggiori, al contrario dove è stato distribuito minor concime le emissioni diminuiscono.



**Figura 6** - Mappa delle emissioni di protossido di azoto rilevate presso il vigneto sperimentale di Conti degli Azzoni nel mese di marzo 2017

Sono stati inoltre effettuati monitoraggi in continuo (in punti fissi del suolo ma con misurazioni continue delle emissioni) nel periodo ottobre 2016–ottobre 2019, ponendo a confronto 4 diverse tipologie di trattamento: un testimone non concimato lavorato e non lavorato, apporto di compost con o senza incorporazione al suolo. Anche in questo caso i risultati complessivi emersi da questo monitoraggio verranno presentati in una pubblicazione scientifica dedicata.

### 7.1.2 CO<sub>2</sub> ed ecosistema vigneto

Il bilancio del carbonio degli agroecosistemi è la risultante di due flussi fondamentali: quello di assorbimento e fissazione, legato alla fotosintesi delle piante (vite, ma anche coticco erboso, se presente), e quello di respirazione e ossidazione (delle piante, ma anche della microflora). Questi flussi sono di entità assai simile e sono molto elevati: il bilancio netto (il cosiddetto *Net Ecosystem Exchange*) è quindi la risultante – positiva o negativa e in ogni caso piuttosto esigua – della loro combinazione. In generale, in un agroecosistema “virtuoso” dal punto di vista ambientale, il flusso di assorbimento supera quello di degradazione e il sistema pertanto accumula carbonio nel tempo, aumentando fundamentalmente il contenuto di sostanza organica del terreno. Il fogliame, durante il giorno, assorbe CO<sub>2</sub> dall’atmosfera grazie alla fotosintesi. Durante il giorno e la notte, tutti gli organi vegetali e anche la microflora respirano, rilasciando CO<sub>2</sub> in atmosfera. Possiamo immaginare che di giorno (fotosintesi dominante) il trasporto di CO<sub>2</sub> verso il basso (cioè verso la vegetazione) mediamente prevalga. Di notte, invece, il rilascio di CO<sub>2</sub> da parte di tutto il sistema (piante, terreno) sostiene il trasporto di CO<sub>2</sub> verso l’alto. Se si è in grado di misurare la dinamica di questi vortici e la composizione dell’aria che movimentano, è possibile misurare il flusso di queste sostanze. Ciò risulta possibile attraverso la tecnica dell’*Eddy covariance* che consente una misura veloce, continua e sincrona delle tre componenti del vento e della concentrazione della sostanza che interessa, effettuata su una superficie ampia, omogenea e piana, consente la misura diretta del flusso, espressa dalla semplice formula:

$$F_c = -\rho \overline{w'c'}$$

in cui il flusso verticale della sostanza  $F_c$  è dato dal prodotto tra la densità dell'aria  $\rho$  e la covarianza tra la componente verticale della velocità del vento  $w$  e la concentrazione della sostanza  $c$ . È da sottolineare che questa tecnica consente una vera misura del flusso, non semplicemente una sua stima. Flussi negativi rappresentano un assorbimento netto da parte della vegetazione, mentre positivi un rilascio di  $\text{CO}_2$  verso l'atmosfera.



Nell'ambito del progetto VITISOM LIFE, questa tecnica è stata utilizzata in due dei vigneti sperimentali interessati dalle prove: il vigneto "Arzelle" dell'azienda Berlucci (Corte Franca, BS) e il vigneto "Bosco del Merlo" dell'omonima azienda (Lison di Portogruaro, VE). Entrambi i vigneti sono adeguati per estensione, giacitura e omogeneità all'applicazione della tecnica e il monitoraggio è stato esteso a tutto il periodo previsto dal progetto (ottobre 2016 – ottobre 2019), consentendo la determinazione delle dinamiche stagionali di accumulo e rilascio di carbonio (sotto forma di  $\text{CO}_2$ ).

I due vigneti, in realtà, differiscono per alcune caratteristiche: alle Arzelle la varietà è lo Chardonnay, allevata a cordone speronato, con una densità di piantagione di 10000 piante/ha, mentre a Bosco del Merlo la varietà il Sauvigno blanc, potato a Guyot, con una densità di piantagione di circa 5000 piante/ha. In entrambi i siti il terreno è parzialmente inerbito. Di seguito si riportano i grafici dei trend di flusso giornalieri dei due vigneti (Figura 7 – 8).

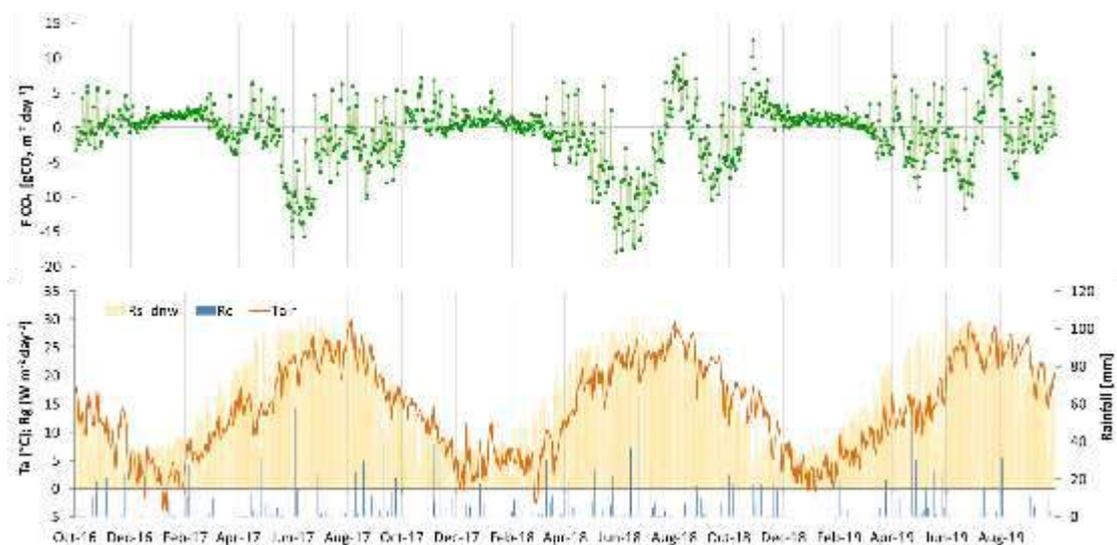


Figura 7 - Trend di flussi giornalieri vigneto Bosco del Merlo

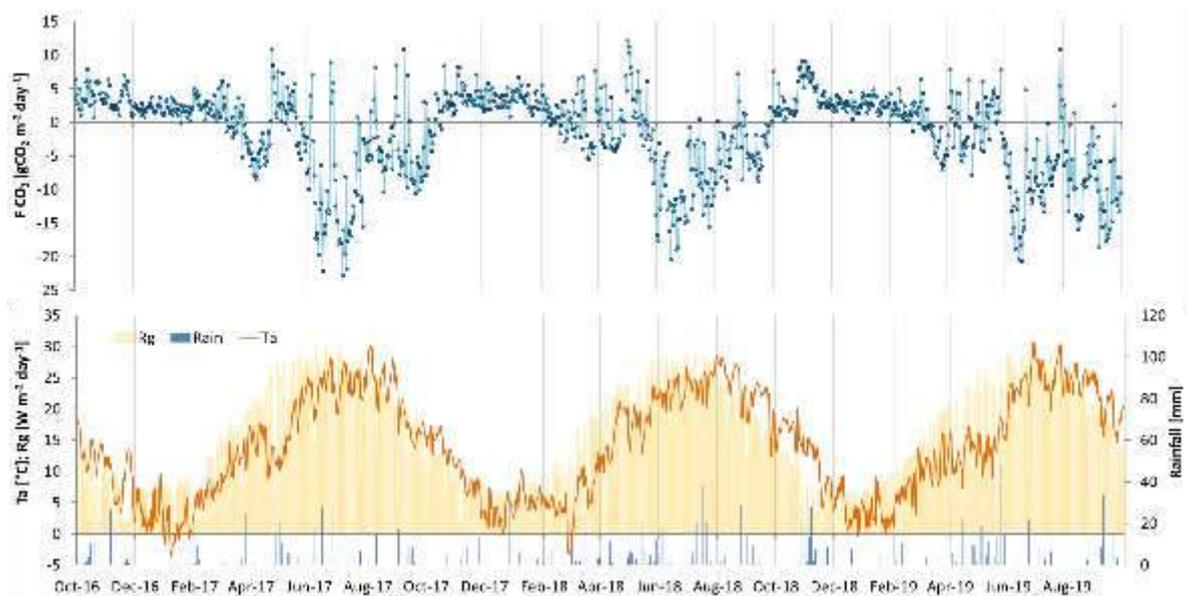


Figura 8 - Trend di flussi giornalieri Guido Berlucchi

Dai grafici si può osservare come i flussi di CO<sub>2</sub> risultino negativi durante la stagione vegetativa (in cui è presente la vegetazione della vite che svolge la fotosintesi) e positivi durante il periodo invernale (in assenza di vegetazione fotosintetizzante). Considerando i bilanci mensili di entrambe i vigneti (Figura 9) si può meglio apprezzare la variazione del bilancio globale netto mese per mese e le differenze tra i due siti indagati.

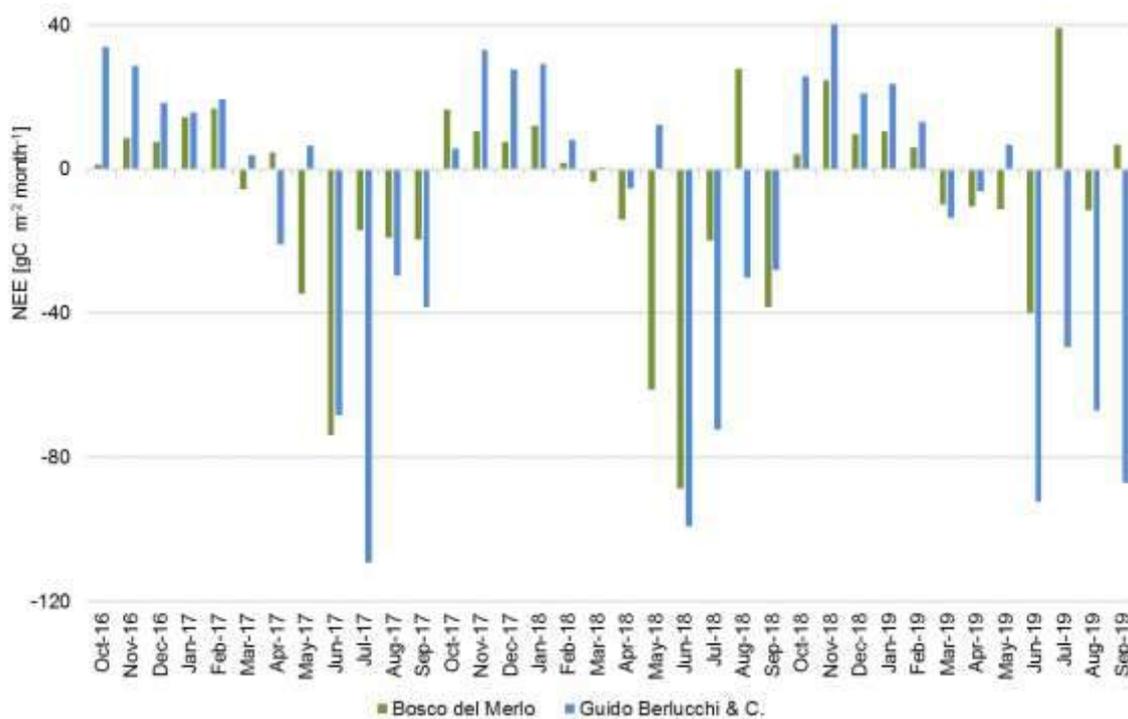


Figura 9 – Bilancio mensile di entrambe i vigneti

I bilanci complessivi nel periodo considerato durante il progetto VITISOM LIFE (ottobre 2016-ottobre 2019), proprio in relazione alle diverse condizioni dei due vigneti, si sono differenziati e sono risultati pari a:

Lison -249 gC/m<sup>2</sup>

Arzelle -443 gC/m<sup>2</sup>

Le quantità, nelle condizioni osservate durante il progetto VITISOM LIFE, sono nell'ordine dei 100-150 g<sub>C</sub> m<sup>-2</sup> anno<sup>-1</sup> mettendo in evidenza il ruolo virtuoso del vigneto per il sequestro di CO<sub>2</sub>. Tale importante ruolo può essere massimizzato grazie a gestioni agronomiche che diminuiscano le emissioni massimizzando i sequestri.

### 7.1.3 Carbon footprint a livello di vigneto, vantaggi dell'adozione del VRT

Nell'ambito del progetto al fine di ottenere una visione più globale degli impatti derivanti dalla differente gestione dell'apporto della matrice organica in vigneto, per ciascun sito test e per le tre annate di progetto è stato effettuato il computo della Carbon footprint derivante dalla gestione della concimazione e, più in generale dalla gestione del vigneto. A tal fine è stato adottato il Calcolatore Ita.Ca<sup>®</sup> (Italian Wine Carbon Calculator) già messo a punto per il settore vitivinicolo italiano e conforme ai principali protocolli internazionali quali l'International Wine Carbon Protocol, la UNI EN ISO 14064:2016 e il protocollo GHGAP dell'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin.

Alla luce dei coefficienti sito specifici relativi al protossido di azoto menzionati al paragrafo 7.1.1 è stato possibile raffinare il calcolo attribuendo a ciascun sito e a ciascuna tipologia di gestione un proprio coefficiente specifico. Nei casi in cui il coefficiente si discostava eccessivamente dalla media delle altre osservazioni si è deciso, al fine di non generare un valore complessivo di CO<sub>2</sub>-eq che si discostasse in maniera eccessiva dalle altre valutazioni aziendali, di correggere prima i coefficienti attraverso un processo di ponderazione del coefficiente stesso. Per ciascuna tipologia di gestione sono poi stati personalizzati i calcoli relativi al quantitativo di matrice distribuita, consumi relativi al processo di distribuzione/incorporazione, consumi relativi al trasporto della matrice. Di seguito vengono riportati i grafici relativi ai valori complessivi espressi in CO<sub>2</sub>-eq per ciascuna azienda e ciascun trattamento sia relativamente alla sola gestione della concimazione organica, sia per l'intera gestione del vigneto (Figura 10-11)

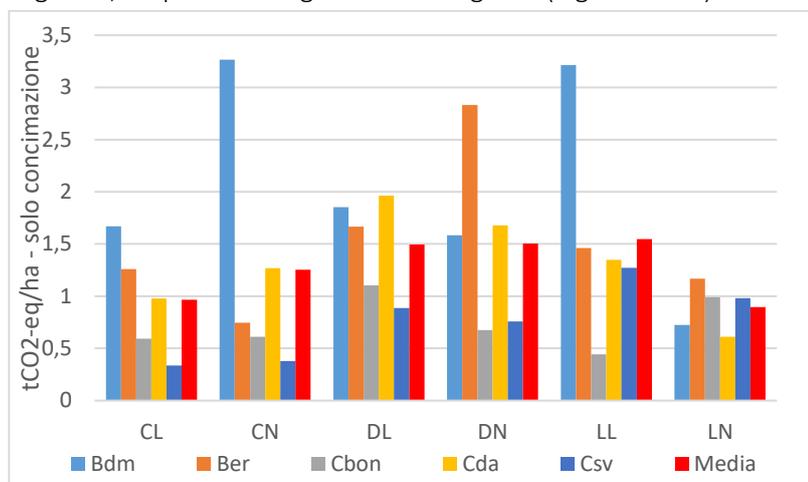


Figura 10 - Emissioni riferite al singolo ettaro vitato generate dalla sola pratica di concimazione suddivisa per sito e per tipologia di trattamento

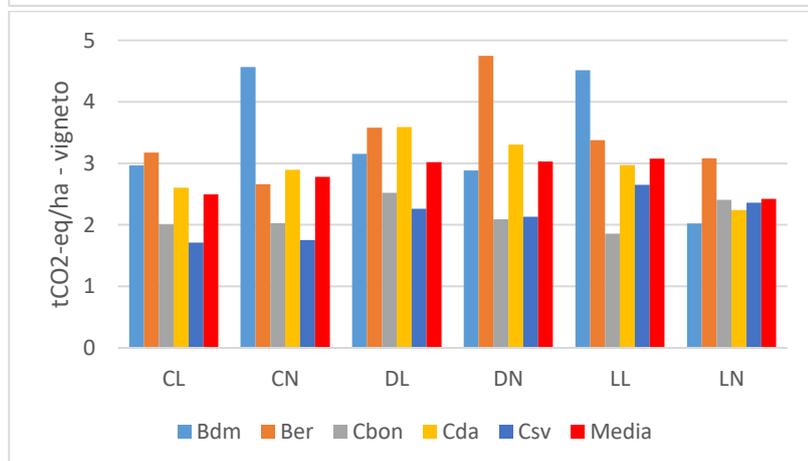


Figura 11- Emissioni riferite al singolo ettaro vitato generate complessivamente dalla gestione del vigneto suddivisa per sito e per tipologia di trattamento

Dai grafici emerge come la situazione risulti molto differenziata da sito a sito, in generale si può osservare un valore tendenzialmente inferiore per il compost (probabilmente relazionato all'inferiore quantitativo di matrice distribuita a parità di carbonio organico (cfr par 6.2.1). L'effetto della lavorazione si manifesta soprattutto nella gestione del letame in cui la lavorazione tende in generale a determinare emissioni maggiori, mentre per il compost la situazione appare invertita.

Come menzionato in precedenza ciò rende necessario indagare più a fondo riguardo alle possibili interazioni tra le condizioni meteorologiche e pedologiche di ciascun sito e i risultati ottenuti; tali considerazioni saranno oggetto di una prossima pubblicazione scientifica su questo tema.

Come descritto al paragrafo 7.1.2, dal lavoro di valutazione degli scambi di C in vigneto, è stato possibile quantificare un sequestro pari a  $-249 \text{ gCm}^{-2}$  ( $9,13 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ ) per il sito di Lison (Bosco del Merlo) e di  $-443 \text{ gCm}^{-2}$  ( $16,24 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ ) per il sito Arzelle (Guido Berlucchi). Ciò evidenzia il già citato ruolo virtuoso della vite nel bilancio della  $\text{CO}_2$  relativo alla gestione del vigneto. L'attenzione alle pratiche agronomiche adottate in campagna e l'adozione di tecniche che consentano da un lato di ridurre le emissioni, dall'altro di massimizzare i sequestri, vanno quindi debitamente considerate al fine di massimizzare le potenzialità mitigative delle emissioni di  $\text{CO}_2$  dell'ecosistema vigneto. I monitoraggi effettuati a livello di ciascuna azienda nei tre anni di progetto hanno consentito di effettuare valutazioni anche riguardo al confronto tra gestione della matrice organica con adozione di tecnologia VRT e a rate fisso (ipotizzando in questo caso che l'azienda debba forzatamente distribuire il massimo del dosaggio previsto per soddisfare i fabbisogni nutrizionali delle aree più esigenti). Dall'analisi globale dei dati è stato possibile quantificare un risparmio di  $\text{CO}_2\text{-eq}$  pari al 15% sul totale della gestione del vigneto e pari al 35% sulla gestione della sola concimazione organica del vigneto.

## 7.2 La fertilità chimica, fisica e biologica del suolo

La definizione di suolo si è evoluta nel tempo e numerose sono le definizioni che di esso sono state fornite (Hartemink, 2016, Certini, 2013, Soil Taxonomy, 1999) prendendo in considerazione la sua composizione fisica, chimica e biologica e il suo ruolo nel sostenere la crescita delle piante.

L'importante ruolo della composizione chimica del terreno e, in particolare del suo contenuto in sostanza organica, nel generare un miglioramento delle condizioni di fertilità, struttura del terreno, ritenzione idrica e disponibilità in elementi nutritivi è stata già ampiamente descritta (Perelli, 1987; Vez, 1987; Morlat, 2008; Castaldi, 2009; Valenti et al, 2014).

Recentemente è stato posto in evidenza l'importanza della biodiversità edafica (del suolo), in quanto il suolo rappresenta uno degli habitat più ricchi in termini di diversità delle specie (Wolters, 2001; Decaëns 2006; Geisen, 2019). Tale biodiversità risulta una delle componenti più sensibili dell'agroecosistema allo stress ambientale e, quindi, costituisce un utile indicatore dell'impatto delle pratiche agricole e di gestione del suolo sulla qualità del suolo stesso. La consapevolezza del comportamento e della caratterizzazione del biota del suolo è in aumento ma rimane in gran parte inesplorata (Cameron et al., 2018). A tal fine durante il progetto si è deciso di focalizzare anche su questi temi effettuando valutazioni sull'evoluzione del suolo sia per quanto riguarda la sua fertilità chimica, sia per quanto concerne la fertilità biologica.

### 7.2.1 Fertilità chimica dei suoli e sostanza organica

I campioni di suolo per ciascuna tesi di ciascuna Azienda sono stati sottoposti ad una caratterizzazione chimica sia al tempo "zero" (2016), sia al tempo finale (2019). I dati riportati in Tabella 10, riguardano il contenuto nel suolo di carbonio, azoto e fosforo mentre al link <https://www.lifevitisom.com/documenti> è possibile trovare tutti i dati delle analisi svolte. I dati riportati non sono stati raggruppati per ogni singola azienda ma per

ciascuna tesi studiata, questo perché uno degli interessi del progetto è stato quello di verificare il miglioramento della sostanza organica del suolo dovuta all'utilizzo di matrici organiche e alla loro gestione.

**Tabella 10** – Caratterizzazione chimica dei suoli: lettere differenti corrispondono a valori significativamente diversi in base all'elaborazione dei dati effettuata con ANOVA univariata e test post-hoc di Tukey  $P < 0.05$

			TOC g Kg <sup>-1</sup>	N tot g Kg <sup>-1</sup>	C/N	P2O5 mg Kg <sup>-1</sup>
Testimone	2016	lavorato	11.5a	0.77 a	15.7 c	42.4 ab
	2016	non lavorato	11.6a	0.79 a	15.2 cb	39.6 a
Compost	2016	incorporato	13.1ab	0.94 ab	14.5 cb	68.3 ac
	2016	non incorporato	11.6a	0.80 a	15.1 cb	58.2 ac
Digestato (separato solido)	2016	incorporato	11.8 <sup>a</sup>	0.88 <sup>ab</sup>	14.2 <sup>ac</sup>	52.2 <sup>ac</sup>
	2016	non incorporato	11.5 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	15.8 <sup>c</sup>	44.2 <sup>ab</sup>
Letame	2016	incorporato	11.9 <sup>a</sup>	0.87 <sup>ab</sup>	14.1 <sup>abc</sup>	51.0 <sup>ab</sup>
	2016	non incorporato	11.7 <sup>a</sup>	0.85 <sup>ab</sup>	13.9 <sup>abc</sup>	45.1 <sup>ab</sup>
Testimone	2019	lavorato	19.4 <sup>ab</sup>	1.80 <sup>ab</sup>	10.5 <sup>ab</sup>	76.1 <sup>ac</sup>
	2019	non lavorato	22.0 <sup>ab</sup>	2.15 <sup>c</sup>	9.73 <sup>a</sup>	78.5 <sup>ac</sup>
Compost	2019	incorporato	27.9 <sup>ab</sup>	2.41 <sup>c</sup>	11.0 <sup>ac</sup>	106 <sup>bd</sup>
	2019	non incorporato	24.3 <sup>ab</sup>	2.24 <sup>c</sup>	10.9 <sup>ab</sup>	97.0 <sup>ad</sup>
Digestato (separato solido)	2019	incorporato	29.0 <sup>b</sup>	2.18 <sup>c</sup>	12.9 <sup>ac</sup>	144 <sup>d</sup>
	2019	non incorporato	25.2 <sup>ab</sup>	2.21 <sup>c</sup>	10.8 <sup>ab</sup>	115 <sup>cd</sup>
Letame	2019	incorporato	23.8 <sup>ab</sup>	1.79 <sup>bc</sup>	12.7 <sup>ac</sup>	104 <sup>bd</sup>
	2019	non incorporato	22.3 <sup>ab</sup>	1.79 <sup>bc</sup>	11.9 <sup>ac</sup>	105 <sup>bd</sup>

In generale dall'osservazione dei dati è possibile osservare come dell'anno 2016 al 2019 si è assistito a un generale aumento dei valori di carbonio organico (TOC – Total Organic Carbon). La differenza risulta tuttavia significativa alla statistica solo nel caso del digestato separato solido incorporato che ha quindi mostrato un effetto positivo su questo elemento rispetto al 2016.

Per il contenuto di azoto totale, al termine della sperimentazione, le matrici che hanno presentato un incremento statisticamente significativo sono state il compost ed il digestato separato solito a prescindere dalla modalità di gestione. È tuttavia da evidenziare come anche il testimone non lavorato abbia presentato un incremento per questo elemento tra l'anno 2016 e l'anno 2019. Il rapporto C/N nel tempo diminuisce e si assesta a valori di 10-12 per ciascuna tesi, questo in relazione all'incremento di azoto nei suoli, non si osservano

tuttavia differenze significative per questo indice ad eccezione del testimone non lavorato (in relazione all'incrementato valore di azoto non bilanciato da un incremento equivalente in carbonio).

Il contenuto di fosforo, riportato come P2O5, presenta un incremento statisticamente significativo per la matrice di digestato separato solido a prescindere dalla tipologia di gestione. Ai fini di valutazione dell'impatto sulla sostanza organica è parso utile lavorare anche sugli scarti di incremento percentuale senza limitarsi a ragionare sui valori assoluti o sui singoli incrementi percentuali poiché:

- tali valori risultano strettamente connessi al singolo contesto di realizzazione e non danno, come visto, informazioni generalizzabili;
- vi sono casi in cui anche a livello di testimone non trattato vi sono stati incrementi di sostanza organica al suolo nei tre anni.

Effettuando invece una valutazione sugli scarti rispetto al testimone si può apprezzare l'effettivo effetto dell'apporto della matrice organica sul contenuto di sostanza organica al suolo, a prescindere dai singoli valori assoluti.

Azienda	Tipologia di trattamento	scarto incremento% TOC risp testimone	Media scarto incremento % TOC risp testimone
Castello Bonomi	Compost	8,8	7,6
Castello Bonomi	Separato solido	10,7	
Castello Bonomi	Letame	3,4	
Castello Bonomi	Testimone	ref	
Guido Berlucchi	Compost	-7,9	14,6
Guido Berlucchi	Separato solido	16,0	
Guido Berlucchi	Letame	35,6	
Guido Berlucchi	Testimone	ref	
Castelvecchi	Compost	17,4	6,0
Castelvecchi	Separato solido	5,6	
Castelvecchi	Letame	-4,9	
Castelvecchi	Testimone	ref	
Conte degli Azzoni	Compost	24,4	23,7
Conte degli Azzoni	Separato solido	26,7	
Conte degli Azzoni	Letame	19,9	
Conte degli Azzoni	Testimone	ref	
Bosco del Merlo	Compost	-34,13359695	-18
Bosco del Merlo	Separato solido	2,621956439	

Bosco del Merlo	Letame	-22,81724744	
Bosco del Merlo	Urea	-16,86663112	
Bosco del Merlo	Testimone	ref	

Dai dati esposti in tabella emerge come in tutti i siti ad eccezione del sito di Bosco del Merlo l'incremento di sostanza organica sia risultato in media superiore nei trattamenti concimati con concime organico rispetto al testimone. Per il sito di Bosco del Merlo si è osservato un incremento solo per il trattamento concimato con digestato separato solido. Il valore medio di incremento di sostanza organica rispetto al testimone, includendo anche il sito di Bosco del Merlo, risulta pari a +6,8%.

## 7.2.2 Fertilità biologica dei suoli micro e meso – biota

### PARAMETRI BIOLOGICI: PLFA (PHOSPHOLIPID FATTY ACID)

I PLFAs sono parte della membrana cellulare microbica degli organismi appartenenti al dominio *Bacteria* ed *Eukarya*, corrispondono ad una "fotografia" della microflora viva del suolo essendo soggetti a veloce degradazione dopo la morte dei microrganismi.

Sulla base delle attribuzioni riportate in letteratura, è stato possibile attribuire a ciascuno di essi un differente componente della comunità microbica: batteri, gram positivi, gram negativi e funghi, dotati di differenti proprietà metaboliche. Nonostante la maggior parte delle attribuzioni siano uniche, per alcuni, C14:0 (Methyl tetradecanoate), C16:0 (Hexadecanoic acid, methyl ester), C18:0 (Octadecanoic acid, methyl ester) e C18:ω9 (Methyl elaidate trans), sono state rinvenute più attribuzioni e per questo motivo si è deciso di escluderli, in via cautelativa, dalle successive elaborazioni.

Questa analisi è stata effettuata non per tutti i campioni di suoli ma su 13 campioni considerati tra i più rappresentativi, sia al tempo zero che al tempo finale della sperimentazione (Tabella 11 – 12).

Tabella 11 – Studio dei PLFAs al tempo zero (2016)

	Bon CL	Bon CNL I	Bon CNL II	Bon TL I	Bon TL II	BdM CL	BdM TL	Ber CL	Ber TNL	CdA LNL I	CdA LNL II	Csv CL	Csv DNL
	µg/g soil dry												
gram positive	0.0706	0.0811	0.0444	0.0043	0.0227	0.1451	0.0339	0.0167	0.0042	0.0124	0.0216	0.0195	0.0070
gram negative	0.0339	0.0032	0.0305	0.0018	0.0054	0.0388	0.0193	0.0081	0.0105	0.0017	0.1590	0.0028	0.0040
funghi	0.0002	0.0002	0.0022	0.0000	0.0001	0.0056	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001
PLFA tot	0.1160	0.0999	0.0817	0.0063	0.0321	0.2114	0.0638	0.0270	0.0174	0.0179	0.2002	0.0241	0.0138
% bacteria	99.8	99.8	97.3	100.0	99.7	97.4	99.7	98.1	100.0	100.0	99.9	99.6	99.3
% funghi	0.2	0.2	2.7	0.0	0.3	2.6	0.3	1.9	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7
GP/GN	0.0339	0.0032	0.0305	0.0018	0.0054	0.0388	0.0193	0.0081	0.0105	0.0017	0.1590	0.0028	0.0040
F/B	0.0002	0.0002	0.0022	0.0000	0.0001	0.0056	0.0002	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001

**Tabella 12** – Studio dei PLFAs al tempo finale (2019)

	Bon CL	Bon CNL I	Bon CNL II	Bon TL I	Bon TL II	BdM CL	BdM TL	Ber CL	Ber TNL	CdA LNL I	CdA LNL II	Csv CL	Csv DNL
	µg/g soil dry												
gram positive	1.5259	0.8246	1.1919	1.2727	1.2067	0.4335	1.2978	0.7913	0.3979	0.3218	0.3544	1.7186	0.5579
gram negative	2.1148	1.3786	1.4688	1.9581	2.4580	1.1796	2.0803	1.6713	1.1397	0.8614	1.2502	2.9623	2.9777
funghi	3.6594	2.1417	1.8689	2.6956	5.0633	0.5929	2.2763	1.9449	1.5196	0.6846	0.4645	6.5664	2.6951
PLFA tot	7.5719	4.5035	4.6126	6.1470	8.8744	2.2602	5.8488	4.5577	3.1139	1.9173	2.1231	11.5595	6.3404
% bacteria	51.7	52.4	59.5	56.1	42.9	73.8	61.1	57.3	51.2	64.3	78.1	43.2	57.5
% funghi	48.3	47.6	40.5	43.9	57.1	38.9	42.7	48.8	35.7	35.7	21.9	56.8	42.5
GP/GN	0.7215	0.5982	0.8115	0.6500	0.4909	0.3675	0.6239	0.4735	0.3491	0.3736	0.2835	0.5801	0.1873
F/B	0.9353	0.9068	0.6812	0.7810	1.3285	0.3556	0.6372	0.7444	0.9531	0.5554	0.2801	1.3151	0.7393

Confrontando le due tabelle (Tabelle 11 e 12), si nota come il totale dei PLAF sia incrementato in questi anni e come vi sia stato un riequilibrio di distribuzione dei microrganismi nel suolo. Di fatti nel 2016 la componente batterica predominava rispetto a quella fungina, mentre nel tempo finale si osserva come nel suolo la loro presenza sia divenuta equa. La componente fungina è collegata ad una maggiore capacità del suolo di stoccare C grazie alla produzione di ife ed aggregati (Frostegård and Bååth, 1996; Malik et al., 2016).

Per di più, nel 2016, tra i batteri quelli che dominavano erano i gram positivi, associati ad un tasso di proliferazione meno rapido solitamente legato alla degradazione di sostanza organica umidificata maggiormente recalcitrante (Willers et al., 2015). Alla fine della sperimentazione, nel 2019, si nota come i batteri maggiormente presenti siano i gram negativi, caratterizzati dalla capacità di utilizzare prontamente forme di carbonio maggiormente disponibili (Willers et al., 2015).

Attraverso lo studio bibliografico, si sono utilizzati due indici: F/B e GP/GN. Il primo è un indicatore dell'effetto delle pratiche agricole sulla comunità microbica del suolo (Frostegård e Bååth, 1996; Bailey et al., 2002; Willers et al., 2016) mentre il secondo è un indicatore della relativa biodisponibilità della sostanza organica e/o delle limitazioni energetiche delle comunità batteriche (Fannin et al., 2014). Entrambi gli indici, al termine del progetto sono incrementati indicando un accrescimento generale dei microrganismi nel suolo dovuto all'aumento della sostanza organica.

Per meglio focalizzare sugli effettivi effetti dell'apporto di sostanza organica su questi indici di seguito si propone un grafico di sintesi che rappresenta gli incrementi degli indici F/B e GP/GN registrati nel 2019 rispetto al 2016.

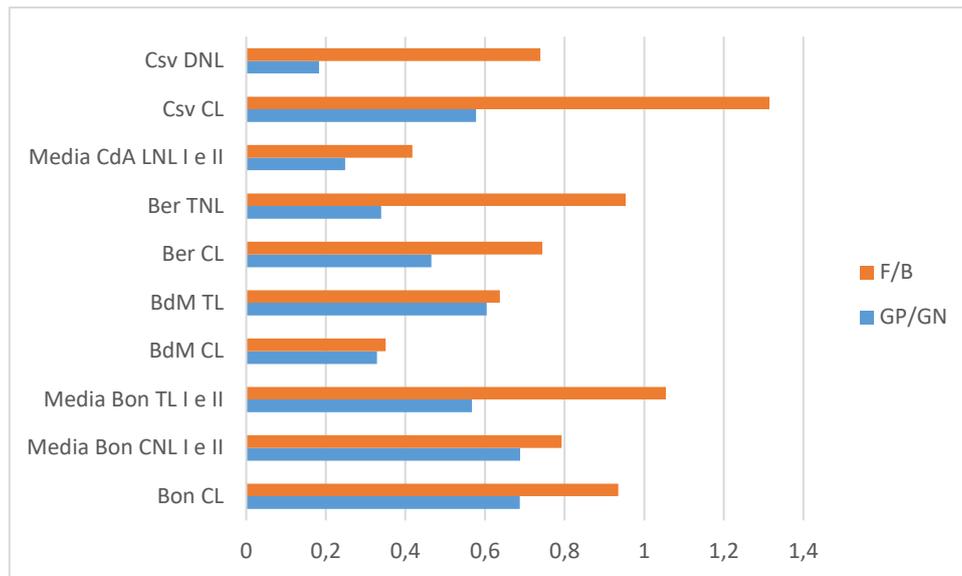


Figura 12 – Differenza di indici F/B e GP/GN registrati nel 2019 e nel 2016.

Dal grafico si può osservare come in due dei siti indagati (Castello Bonomi e Guido Berlucci) il trattamento testimone abbia registrato un incremento superiore per l'indice F/B inferiore invece per GP/GN rispetto ai trattamenti concimati con compost posti a confronto. Per il sito di Castello Bonomi l'incorporazione del suolo del compost ha determinato un incremento del valore di F/B, mentre per il sito di Castelvecchi il compost sembra aver generato valori superiori dei due indici rispetto al digestato separato solido. L'integrazione delle variabili meteorologiche e pedologiche dei vari siti consentirà di meglio individuare le relazioni tra fertilità chimica, fisica e biologica di ciascun suolo campionato.

### INDICE QBS-AR (QUALITÀ BIOLOGICA DEI SUOLI – ARTROPODI)

Per quantificare gli impatti dei diversi trattamenti sulla pedofauna, è stato applicato l'indice di valutazione QBS-ar (Parisi, 2001- per la spiegazione del metodo di calcolo dell'indice si rimanda alla bibliografia).

Il principio sul quale si basa questo indice è quello dell'adattamento più o meno marcato degli animali alle condizioni ambientali, a prescindere dalla tassonomia: maggiore è l'adattamento di un animale alla vita del suolo, maggiore sarà l'importanza che l'animale riveste come l'indicatore del grado di conservazione dello stesso.

Questa considerazione permette l'introduzione del concetto di forme biologiche, in altre parole, l'insieme di organismi che presentano determinate modificazione delle strutture morfologiche finalizzate ad adattarsi all'ambiente in cui vivono. L'indagine è stata condotta dalle aziende vitivinicole partner in collaborazione con Sata Studio Agronomico, nei cinque siti test coinvolti nell'ambito del progetto.

La quantificazione del QBS-ar è stata effettuata in tre annate nell'ambito del progetto: il primo campionamento è stato effettuato a inizio progetto, nell'autunno 2016. In quella fase non erano ancora stati eseguiti i trattamenti diversificati e quindi le diverse parcelle ancora non si differenziavano per trattamento. Questo campionamento è stato effettuato al fine di ottenere un riferimento di base su cui poi calibrare i successivi riscontri. Sono poi stati effettuati campionamenti in estate 2018 e 2019.

Tra il campionamento effettuato nel 2016 e quello del 2019 i valori registrati in media per i diversi trattamenti nei vari siti test sono risultati variabili: in alcuni hanno subito un generale abbassamento (fatto probabilmente relazionato alla diversa epoca di campionamento nelle due annate e all'intrinseca variabilità delle annate

stesse) mentre in altri i valori sono incrementati. Non è stato possibile evidenziare un comportamento omogeneo nel confronto tra il testimone non concimato e la concimazione organica, non è quindi possibile trarre conclusioni in merito agli effetti della concimazione organica rispetto al testimone. È risultato invece interessante il risultato conseguito per il vigneto di Bosco del in relazione all'effetto della somministrazione di sola urea. In tabella vengono riportati i risultati relativi al solo sito di Bosco del Merlo in cui si evincono gli scarti (che risultano in questo caso negativi) tra i valori medi 2016 e quelli 2019.

	Anno		Delta QBS-ar medio 2016-2019
	2016 (autunno)	2019 (estate)	
Concime organico incorporato	86	67	-19
Testimone non concimato lavorato	111	79	-32
Concimazione chimica con urea incorporata	111	71	-41
Concime organico non incorporato	66	64	-2
Testimone non concimato non lavorato	80	74	-6
Concimazione chimica con urea non incorporata	80	45	-35
<b>Media Concime organico</b>	76	65	<b>-11</b>
<b>Media Testimone</b>	96	76	<b>-19</b>
<b>Media Concimazione chimica con urea</b>	96	58	<b>-38</b>
<b>Media incorporato/lavorato</b>	103	72	<b>-31</b>
<b>Media non incorporato/non lavorato</b>	75	61	<b>-14</b>

Dalla tabella si osserva come per le concimazioni organiche il valore di QBS-ar abbia subito un abbassamento assimilabile al testimone non trattato, mentre il trattamento con sola urea ha registrato un abbassamento superiore. Quest'ultimo sembra quindi aver generato una maggior riduzione del valore di QBS-ar (questo comportamento era già visibile nel 2018 ove trattamenti concimati con organico e testimone registravano scarti rispetto al 2016 simili, mentre il trattamento con urea registrava valori inferiori). Altro comportamento interessante emerge confrontando i trattamenti incorporati/lavorati e quelli non incorporati/lavorati. Dall'esempio di Bosco del merlo si evince come la riduzione del valore risulti inferiore per i trattamenti non incorporati/lavorati che determinano quindi un migliore livello di conservazione della biodiversità. Questo comportamento è confermato per la maggioranza dei siti indagati, anche se non per la loro totalità.

### 7.3 Analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment)

L'analisi LCA è una procedura per il calcolo dell'impatto ambientale di un prodotto o servizio, lungo tutto il ciclo di vita della produzione. Nel l'ambito del progetto VITISOM LIFE lo studio LCA è stato condotto per valutare gli impatti ambientali delle diverse scelte produttive testate nel progetto. In particolare, abbiamo indagato l'uso e l'impatto delle diverse matrici organiche nella conduzione del vigneto (letame digestato, compost) e la valutazione dei possibili vantaggi derivanti dall'uso della tecnologia VRT.

#### CONFINI DEL SISTEMA E UNITÀ FUNZIONALE

Il sistema considerato in questo studio di LCA include tutti gli input di materia ed energia per tutte le seguenti fasi di produzione: operazioni colturali in vigneto produzione e trasporto di concimanti organici, trasporto e uso di pesticidi (Figura 13).

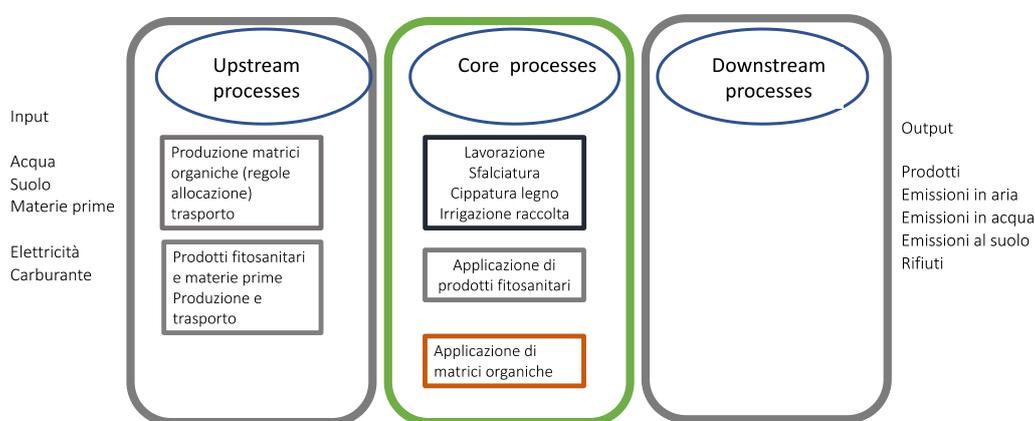


Figura 13: confini del sistema considerato per l'analisi LCA

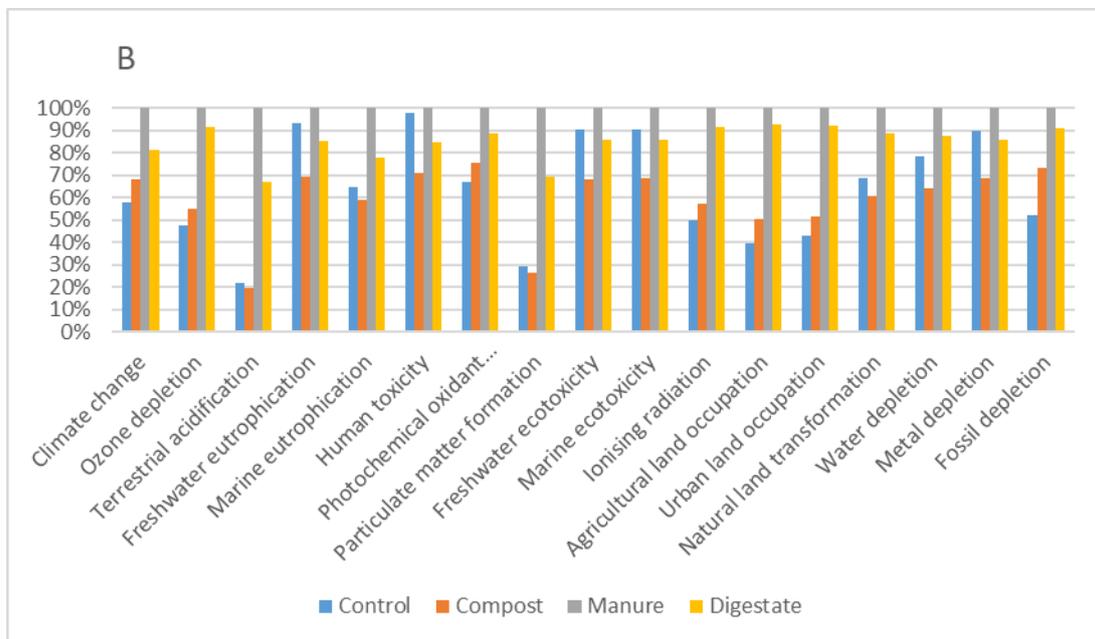
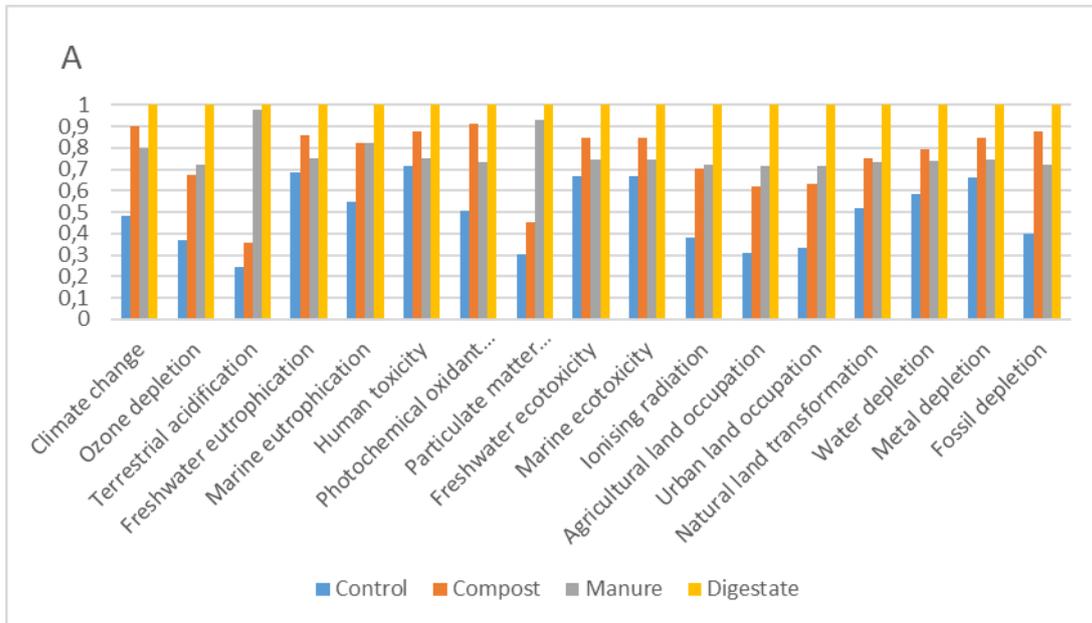
L'unità funzionale (FU) è la quantità di uva (1 kg) prodotta in azienda e adatta per la vinificazione, non viene indagata, perché fuori dallo scopo del progetto la fase di produzione del vino, distribuzione e consumo. I dati usati per il calcolo LCA sono stati raccolti nelle aziende di progetto nelle annate 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019.

#### RISULTATI

I principali impatti della produzione dell'uva sono legati alle operazioni di concimazione. I fertilizzanti organici possono migliorare la qualità della produzione e la qualità del suolo, allo stesso tempo possono causare impatti rilevanti dovuti al trasporto, alla distribuzione e all'efficienza dell'uso dei nutrienti. Ad esempio, ogni unità di azoto distribuita in campo e non utilizzata dalla pianta è un potenziale impatto sull'ambiente. Gli impatti più bassi vengono registrati per i testimoni, in cui non sono contabilizzati i costi di trasporto e distribuzione in campo delle matrici e non vengono generate emissioni aggiuntive di nutrienti nell'ambiente. Durante gli anni del progetto non è stata registrata alcuna riduzione significativa della produzione a causa della mancanza di fertilizzazione nelle tesi del controllo, e dunque questo ha generato sempre impatti minori per questi trattamenti (figure 14A-14B-14C-14D). Impatti maggiori vengono registrati per tutte le altre tesi.

Le matrici organiche con minore contenuto di acqua, come il compost, hanno causato impatti minori a causa di minori input nel trasporto e nelle operazioni in campo: ad esempio per fornire la stessa quantità di carbonio, era necessario usare una quantità doppia di digestato separato solido rispetto a quella del compost (cfr par 6.2.1). Inoltre, il compost è la matrice con minore quantitativo di azoto rispetto al carbonio fornito, e quindi nelle tesi a compost è anche minore l'impatto dovuto alla dispersione dei nutrienti nell'ambiente. Gli impatti

più elevati sono stati registrati per il digestato e il letame (figure 14A-14B-14C-14D). Inoltre, i risultati sono anche influenzati dalla media produttiva delle parcelle nei due anni. Per l'azienda 1 (figura 14A) si verifica un impatto minore delle tesi concimate con letame, rispetto a quelle con compost, poiché nelle 2 annate la produttività delle tesi concimate con letame è stata significativamente maggiore di quelle concimate con compost.



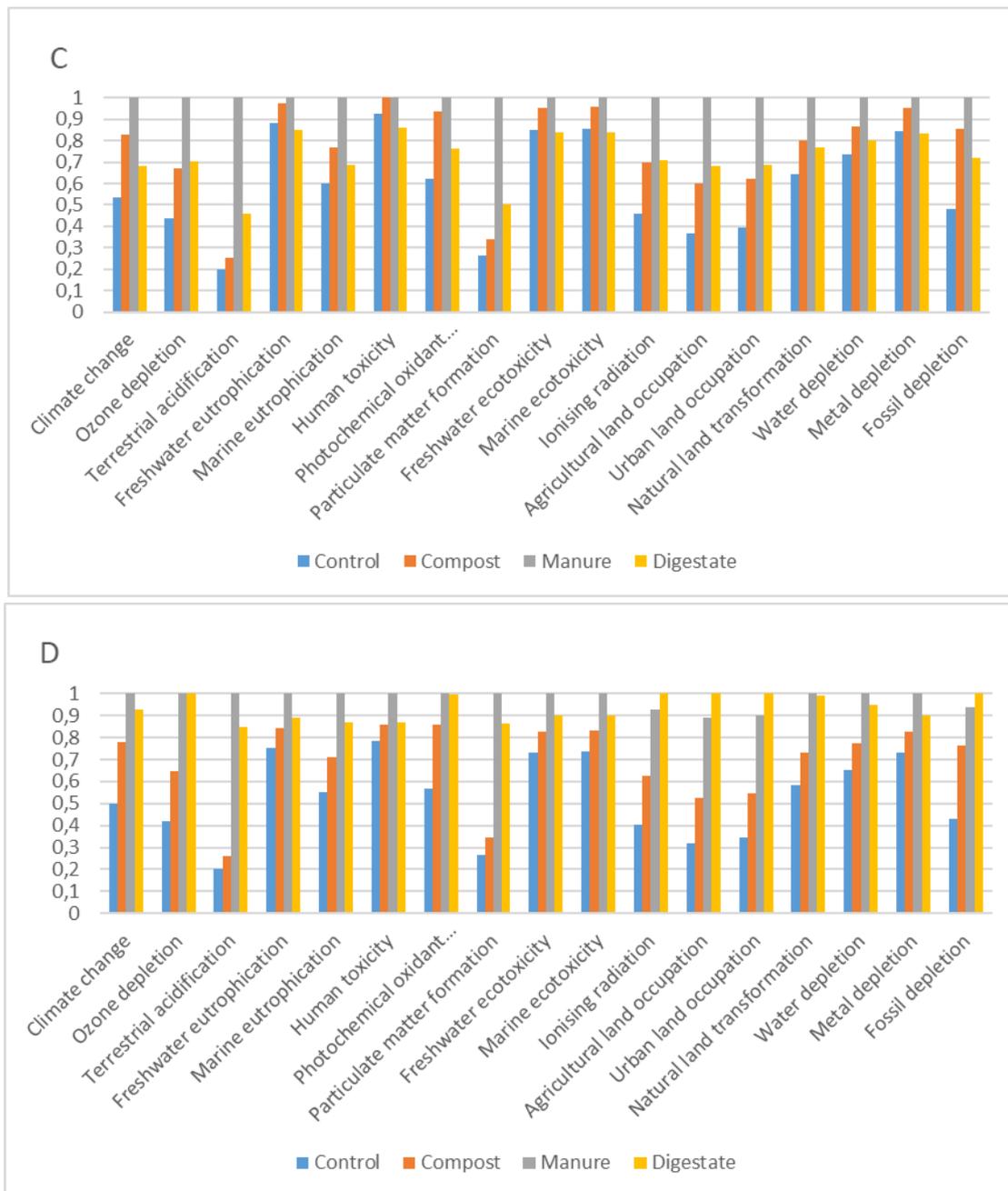


Figura 14 A-B-C-D: confronto degli impatti delle diverse tesi (con uso di diverse matrici) in 4 delle aziende coinvolte nel progetto. Fig. A: Castello Bonomi. Fig. B: Guido Berlucci. Fig. C: Conti degli Azzoni. Fig. D: Cantina Castelvecchi.

Le categorie di maggior impatto (IC), su scala normalizzata rispetto all'impatto di un abitante medio europeo sono: Eutrofizzazione delle acque marine, espressa in equivalenti di N rilasciati nell'ambiente (lisciviazione dell'azoto dal suolo), Acidificazione terrestre espressa in equivalenti di kg SO<sub>2</sub> eq., dovuto alle emissioni di ammoniaca, Eutrofizzazione delle acque dolci, espressa in equivalenti di P rilasciati nell'ambiente. Le categorie più rilevanti sono dunque quelle legate alla dispersione dei nutrienti nell'ambiente. Proprio per questo motivo è alta la valenza ambientale della tecnica del rateo variabile, che consente, con una concimazione di precisione, di ridurre l'apporto di nutrienti in eccesso e quindi in ultima analisi di ridurre la dispersione nell'ambiente e l'inquinamento. In figura 15 sono riportati i risultati della distribuzione con rateo variabile (giallo) e distribuzione tradizionale a reteo fisso, ipotizzando in questo caso che l'azienda debba forzatamente distribuire il massimo del dosaggio previsto per soddisfare i fabbisogni nutrizionali delle aree più esigenti

(verde), dove si evidenzia una importante diminuzione degli impatti in tutte le categorie nel caso di adozione della tecnologia a rateo variabile.

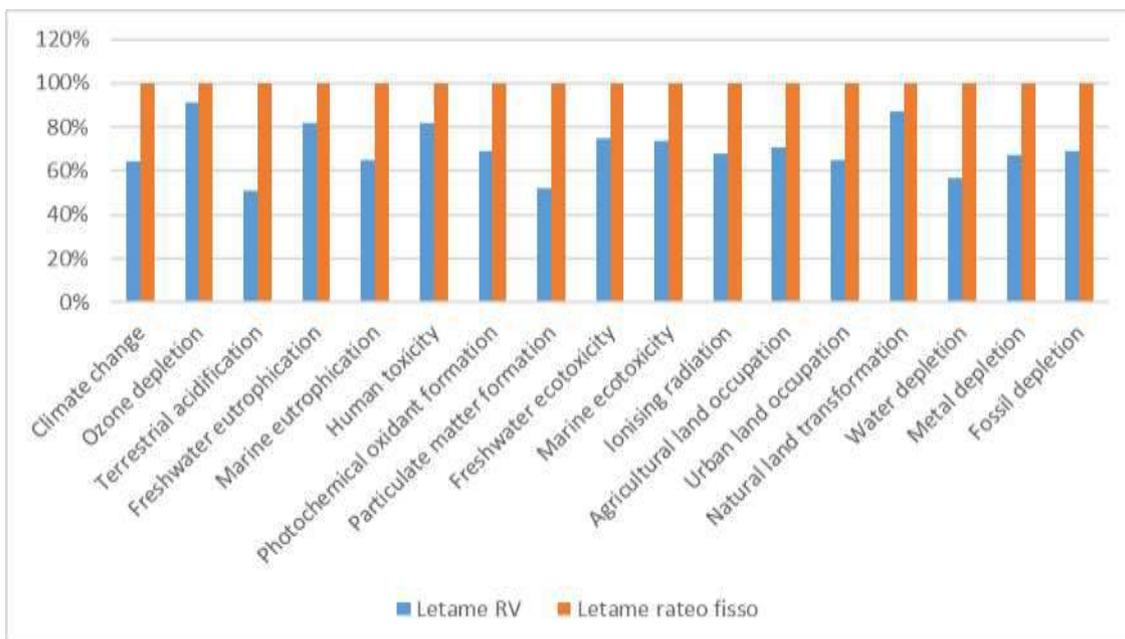


Figura 15: impatti della distribuzione con rateo variabile e rateo fisso

#### 7.4 Impatti sulla vite, sui mosti e sui vini

Durante lo svolgimento del progetto sono state effettuate indagini relativamente ai risultati ottenuti in termini di produttività ed equilibrio vegeto-produttivo della vite, qualità dei mosti e, conseguentemente dei vini. I dati sono stati raccolti durante le vendemmie 2017, 2018 e 2019 per i cinque siti test (ad eccezione del sito di Bosco del Merlo in cui sono stati raccolti i dati solo per le prime due campagne).

E' noto infatti che la pratica della concimazione può avere ripercussioni sulla produttività della coltura la (Williams, 1943; Morris et al, 1983; Wolf and Pool, 1988; Keller et al., 1998), e sulle caratteristiche qualitative dei mosti (Delas et al., 1991; Spayd et al., 1991; Colugnati et al., 2004) e dei vini (Valenti et al., 2012).

Al fine di fornire una sintesi dei dati raccolti l'elaborazione è stata effettuata ponendo a confronto l'anno di riferimento (2017) e l'ultimo anno di indagine (2019) ripartendo le tesi in base ai seguenti criteri:

- Tipologia di matrice vs testimone: le varie tipologie di matrici rispetto al testimone non concimato (mediando quindi i dati tra la distribuzione superficiale e l'incorporazione così come la lavorazione e non lavorazione per il testimone);
- incorporazione/lavorazione vs superficiale/non lavorato: confrontando l'incorporazione al suolo o la distribuzione superficiale (mediando quindi i risultati per diversa tipologia di matrice organica), la lavorazione senza concimazione e il testimone non concimato e non lavorato.

Di seguito vengono riportati per necessità di sintesi i principali risultati ottenuti per ciò che concerne la produttività e l'equilibrio vegeto-produttivo della vite, e le variabili qualitative dei mosti. Le tabelle 13 e 14 derivano dall'elaborazione dei dati derivanti dai 4 siti test Guido Berlucci, Conti degli Azzoni, Castelvecchi, Castello Bonomi.

Successive pubblicazioni riporteranno i risultati integrali di progetto.

Confrontando la tipologia di matrice distribuita (Tabella 13) si può osservare come, a livello produttivo (né a livello di peso della produzione, né a livello di peso medio del grappolo) l'apporto di concime organico abbia determinato un incremento produttivo tra il 2017 (anno di riferimento) e il 2019. I trattamenti concimati con matrice organica presentano infatti valori assimilabili al testimone non trattato e, all'ultimo anno non si

registrano differenze significative per queste variabili. Ciò potrebbe essere relazionato al fatto che i concimi organici, proprio in relazione alla loro composizione, necessitano di tempistiche di mineralizzazione più o meno lente in base all'andamento meteorologico dell'annata.

Più interessanti risultano invece i risultati a livello qualitativo dei mosti ove si può osservare come la concimazione organica (a prescindere dalla tipologia di matrice distribuita), determini un incremento della conservazione acidica passando dal 2017 al 2019. A livello di pH le differenze significative registrate nel 2019 rispecchiano la condizione iniziale presente nel 2017 non evidenziando quindi un effetto della concimazione in tal senso. A livello di contenuto zuccherino si può evidenziare come la differenza esistente nel 2017 tra compost e digestato separato solido vada poi ad annullarsi all'ultimo anno; sembra quindi che il digestato abbia portato a un miglioramento dell'equilibrio zuccherino-acidico (portando a un miglioramento della conservazione acidica accompagnata da un buon accumulo zuccherino); per il compost invece l'effetto risulta più associato a un fenomeno di ritardo di maturazione (con conservazione acidica superiore accompagnata però da un rallentamento nell'accumulo zuccherino).

**Tabella 13-** Tabella relativa alle differenze statistiche rilevate nel confronto tra tipologie di concimi e testimone non concimato. Le lettere indicano significatività statistiche al test di REGW F ( $P < 0.05$ ). Ove non sono presenti lettere non è stato possibile rilevare differenza significativa al test.

Anno	Matrici vs testimone	Acidità titolabile (g/l)	pH	Zuccheri (°Bx)	peso produzione (kg)	fertilità reale	peso medio grappolo (g)	Indice di Ravaz
2017	Compost	5,8	3,38 b	22,4 a	1,5 a	0,9 ab	150b	4,9 a
2017	Digestato	5,9	3,41 ab	21,4 b	1,5 a	1,0 a	149b	3,3 b
2017	Letame	6,2	3,45 a	21,5 ab	1,4 ab	0,9 b	199 a	3,4 b
2017	Testimone	5,9	3,4 ab	21,6 ab	1,3 b	0,9 ab	148b	3,1 b
2019	Compost	7,1 a	3,36 b	21,3	1,7	0,8	105	4,4 a
2019	Digestato	7,1 a	3,37 ab	20,7	1,6	0,8	100	3,7 b
2019	Letame	7,2 a	3,41 a	20,7	1,6	0,8	102	4,1 ab
2019	Testimone	6,4b	3,41 ab	21,0	1,7	0,8	99	3,7 b

Osservando la Tabella 14 si può evidenziare come anche in questo caso a livello produttivo non siano stati rilevati effetti significativi derivanti dall'incorporazione della matrice o dalla sua distribuzione superficiale nel 2019 non sono infatti state registrate differenze significative né per il peso medio del grappolo, né per la produttività della pianta.

A livello qualitativo invece si può osservare come uve derivate dal trattamento non concimato e lavorato abbiano causato una riduzione del valore rispetto agli altri trattamenti soprattutto in considerazione delle significatività registrate nel 2017 e, successivamente nel 2019. In quest'ultima annata sempre in riferimento all'anno 2017, si osserva invece una migliore conservazione acidica data dai trattamenti con concime incorporato al suolo. Questi comportamenti registrati per l'acidità titolabile si riflettono poi nelle differenze di pH in quanto, al 2019, trattamenti con incorporazione del concime hanno generato valori di pH inferiori al testimone lavorato. A livello zuccherino non sono state rilevate differenze significative in nessuna delle annate di indagine.

**Tabella 14** Tabella relativa alle differenze statistiche rilevate nel confronto tra tipologie di concimi e testimone non concimato. Le lettere indicano significatività statistiche al test di REGW F ( $P < 0.05$ ). Ove non sono presenti lettere non è stato possibile rilevare differenza significativa al test.

Anno	incorporazione/ lavorazione vs	Acidità titolabile (g/l)	pH	Zuccheri (°Bx)	peso produzione (kg)	fertilità reale	peso medio	Indice di Ravaz
------	--------------------------------	--------------------------	----	----------------	----------------------	-----------------	------------	-----------------

	superficiale/non lavorato						grappolo (g)	
2017	Incorporato	5,7 bc	3,42	21,8	1,5 a	0,94	158 ab	3,8 a
2017	Non Incorporato	6,2 ab	3,40	21,7	1,4 ab	0,91	174 a	3,9 a
2017	Lavorato	6,5 a	3,40	21,8	1,3 b	0,86	156 ab	3,0 b
2017	Non Lavorato	5,3 c	3,40	21,3	1,3 b	0,98	139 b	3,2 ab
2019	Incorporato	7,0 a	3,37 b	20,9	1,6	0,79	101	4,2 a
2019	Non Incorporato	7,3 a	3,40 ab	20,9	1,6	0,80	103	3,9 ab
2019	Lavorato	6,1 b	3,43 a	21,1	1,6	0,77	93	3,5 b
2019	Non Lavorato	6,7 ab	3,39 ab	20,9	1,7	0,75	104	3,9 ab

Per quanto riguarda le indagini effettuate sui vini finiti si riporta per necessità di sintesi i risultati ottenuti dal test di preferenza effettuato durante le degustazioni tecniche nel 2018 e nel 2019. Si ricorda che, per i vini, sono state eseguite anche analisi chimiche e descrizione del profilo sensoriale in degustazione. Per la consultazione dei risultati completi di tali indagini si può consultare il link <https://www.lifevitisom.com/documenti>.

Dalla Tabella 15 si può osservare come:

- nel passare dalla valutazione dei vini 2018 a quelli 2019 il testimone lavorato tende a posizionarsi verso valori di ordinamento inferiori nel 2019 (ad eccezione del vigneto di Conti degli Azzoni – CDA). Nel caso del vigneto CSV questo comportamento si osserva all'ultimo anno ove il decremento del livello di gradimento e marcato rispetto all'anno precedente. Ciò sembra suggerire che questo tipo di trattamento ha determinato una generale riduzione della qualità percepita nei vini alla degustazione;
- il trattamento TNL si tende a posizionare su valori medi di preferenza, tuttavia non appare mai nelle posizioni di maggiore preferenza;
- in relazione alle basi spumanti (vigneto CBON e BER) sono in generale i vini ottenuti dalla concimazione con compost a dare livelli di gradimento superiori anche se, considerando l'interramento o meno della matrice i risultati appaiono contrastanti tra un vigneto e l'altro: CBON ha registrato gradimento superiore per il compost senza incorporazione mentre BER per trattamenti con incorporazione della matrice;
- nei vigneti atti a produrre uve per la vinificazione in rosso (CDA e CSV) il comportamento risulta differenziato in quanto la matrice letame sembra garantire migliori livelli qualitativi per CDA considerando vini ottenuti nell'ultimo anno di prova (2019); per CSV invece l'apporto di compost e digestato sembrano conferire livelli qualitativi superiori. In entrambe i casi la modalità di gestione del concime (incorporato o meno) non sembra influire sulla qualità percepita dei vini.

**Tabella 15** - Tabella che riporta i risultati ottenuti al test di preferenza per i vini 2018 e 2019 dei 4 siti (ber, cbon, cda, csv). L'ordinamento dei vini viene effettuato dalla 1° all'8° posizione in decrescente di apprezzamento del vino.

Ordinamento: 1= preferito 8 = meno preferito	CBON		BER		CDA		CSV	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1°	CL	CNL	DNL	CL	CNL	LL	TL	DNL
2°	CNL	LL	CL	DL	DL	LNL	DL	CL

3°	DL	DL	LNL	DNL	DNL	TL	LL	CNL
4°	DNL	TNL	TNL	TNL	CL	TNL	DNL	DL
5°	LNL	DNL	DL	LL	LL	DL	TNL	TNL
6°	LL	LNL	TL	LNL	LNL	CL	CL	TL
7°	TL	CL	CNL	CNL	TNL	CNL	LNL	LL
8°	TNL	TL	LL	TL	TL	DNL	CNL	LNL

## 8. Valutazione degli impatti socio-economici

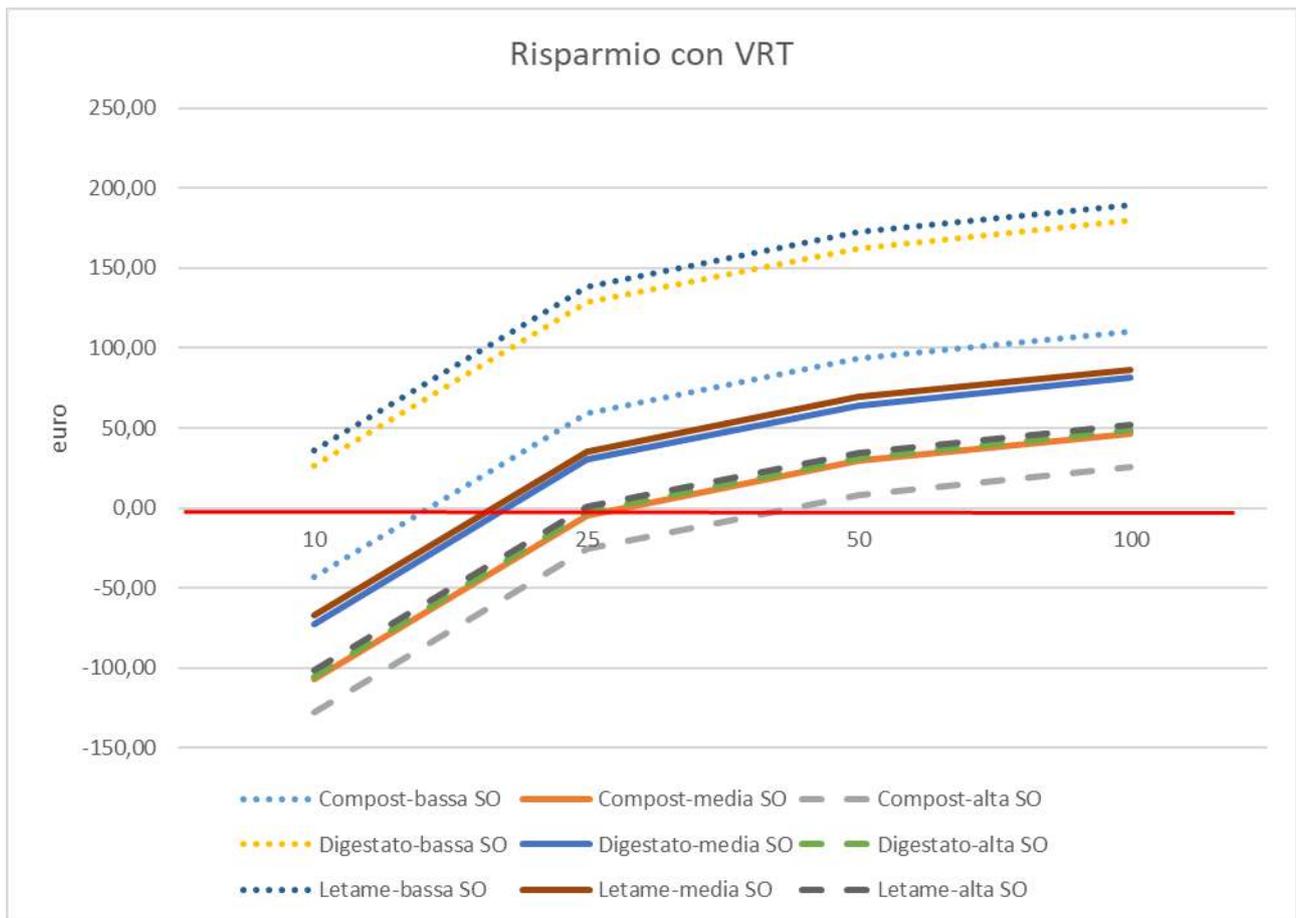
### 8.1 Vantaggi economici dell'adozione del VRT

L'impiego della tecnologia VRT alla gestione aziendale può generare vantaggi rispetto alla URT (Uniform Rate Technology) anche se i vantaggi vanno valutati sulla base di molti fattori e variabili (Surjandari I. et al, 2003).

Al fine di quantificare il possibile vantaggio economico delle aziende vitivinicole a livello nazionale ed europeo dell'adozione della tecnologia VRT per la gestione della concimazione organica del vigneto sono stati impostati diversi scenari di possibili realtà aziendali suddividendo la tipologia di azienda in base ai seguenti criteri:

Contenuto in sostanza organica media dei vigneti aziendali	Frequenza di utilizzo della macchina spandiconcime organico
<1%	Tutti gli anni
1%<S.O.<2%	Ogni due anni
>2%	Ogni tre anni
Dimensione aziendale	
10 ettari	
25 ettari	
50 ettari	
100 ettari	

Nella valutazione dei costi della gestione della concimazione organica del vigneto con VRT o a rateo fisso URT ci si è basati sull'assunto di fondo che, in assenza di rateo variabile, senza quindi informazioni relativamente alla variabilità del vigneto né possibilità di gestire una distribuzione differenziata, l'azienda sia costretta a optare per il dosaggio massimo, al fine di garantire il corretto apporto nelle aree più magre. Si premette che questo rappresenta un assunto generalizzato che rappresenta il comportamento medio delle aziende in assenza di rateo variabile. A partire da ciò, effettuando calcoli calibrati su tutte le aziende durante lo svolgimento del progetto, è stato possibile calcolare da un lato il risparmio economico derivante dal minor consumo di matrice differenziato per ogni singola tipologia (compost, digestato separato solido e letame), dall'altra il risparmio derivante dalla conseguente riduzione dei costi di trasporto, nonché di gasolio necessario per il caricamento e la distribuzione della matrice. Restano non considerati nel calcolo i costi derivanti dal personale impiegato per le distribuzioni. Al fine di eseguire un calcolo reale sul possibile vantaggio economico è stata poi introdotto l'aspetto di costo di ammortamento della tecnologia innovativa a rateo variabile, rispetto alla tecnologia URT esistente già prima della realizzazione di VITISOM LIFE. Questo al fine di tenere in considerazione l'impatto economico più elevato di acquisto della macchina rispetto a un modello meno tecnologico. Dalle valutazioni fatte sono emersi i risultati esposti nel grafico sotto riportato.



La linea rossa indica il limite sopra il quale l'azienda può avere vantaggio dall'acquisizione della tecnologia, sotto la quale ha svantaggio. I risultati sono espressi in funzione della matrice. Per una migliore comprensione del grafi si riporta sotto la tabella con il dettaglio dei dati.

Matrice	SO%	Dimensione aziendale				Superficie Minima (ha)*
		10	25	50	100	
compost	<1	-13%	18%	29%	34%	13
	>1<2	-33%	-1%	9%	15%	27
	>2	-40%	-8%	3%	8%	40
digestato	<1	5%	25%	32%	35%	9
	>1<2	-14%	6%	13%	16%	17
	>2	-21%	-1%	6%	10%	26
letame	<1	7%	26%	33%	36%	8
	>1<2	-13%	7%	13%	16%	17
	>2	-19%	0%	7%	10%	25

\* Superficie minima aziendale per cui l'adozione del VRT risulta conveniente considerando tutti i fattori descritti.

Dall'indagine emerge nello specifico che l'acquisto della tecnologia messa a punto da VITISOM LIFE per la gestione della concimazione organica a rateo variabile possa essere sempre conveniente per aziende sopra i 40 ettari. Al di sotto di questa dimensione il vantaggio risulta variabile in funzione della tipologia di matrice usata e della sostanza organica media dei suoli.

Al fine di fornire uno strumento accessibile a tutte le aziende vitivinicole per la valutazione del vantaggio economico nell'adozione del VRT è stato infine prodotto un software di calcolo al quale si può accedere dal link <https://www.lifevitisom.com/documenti>.

Il software fornisce il costo medio di impiego delle VRT e un'indicazione della convenienza in funzione della superficie aziendale e della tipologia di matrice disponibile.

## 8.2 Impatto sociale: il consumatore e la percezione della biodiversità del vigneto

Negli ultimi decenni è aumentata la consapevolezza dei consumatori riguardo i problemi ambientali associati alla produzione agricola convenzionale (Ricci et al., 2018) e un numero crescente di persone partecipa con crescente interesse a pratiche di consumo percepite come più sostenibili (Planck and Teichmann, 2018).

Anche il mondo del vino sta attraversando importanti cambiamenti, con aziende sempre più rivolte a tecniche di produzione viticola che rispettino e proteggano le risorse naturali. Tra queste, la biodiversità è un tema nascente anche in ambito vitivinicolo, considerata da un lato, componente fondamentale per la gestione sostenibile del vigneto, dall'altro, una ricchezza per i suoi effetti positivi sul processo di produzione (Chou et al., 2018).

Il progetto VITISOM LIFE ne approfondisce il significato in relazione alla gestione della concimazione organica in viticoltura (ref par 7.2).

Contemporaneamente, il progetto ha proposto lo studio della percezione del consumatore riguardo la biodiversità in vigna, al fine di:

- valutare la **conoscenza** dei consumatori riguardo al tema della biodiversità;
- stimare il **valore** che i consumatori attribuiscono ad essa;
- indagare l'influenza di eventuali **variabili sociodemografiche e attitudinali** sulla sensibilità del consumatore nei confronti della biodiversità.

Lo studio è stato realizzato applicando il metodo degli Esperimenti di Scelta (Choice Experiments), ampiamente utilizzati nell'ambito delle valutazioni dei nuovi prodotti food da lanciare sul mercato, ma anche nella valutazione dei beni ambientali, accanto al metodo della Valutazione Contingente (Contingent Valuation). Entrambe i metodi si avvalgono di interviste dirette, in cui gli intervistati sono chiamati a valutare la loro preferenza, e a stimarne monetariamente il valore, per le principali caratteristiche del bene oggetto di valutazione. Nel caso di VITISOM LIFE, il bene oggetto di valutazione era un vino che poteva avere o non avere caratteristiche di sostenibilità, date dall'applicazione di pratiche finalizzate alla protezione della biodiversità in vigneto e dall'utilizzo di pratiche di agricoltura biologica.

L'indagine è stata condotta in tutti e cinque i contesti aziendali del progetto applicando di volta in volta le due metodologie al vino "bandiera" dell'azienda presa in esame, con interviste dirette ai clienti, in occasione di eventi aziendali. Sia per la Valutazione Contingente che per gli Esperimenti di Scelta, la prima parte del questionario somministrato agli intervistati comprendeva la rilevazione delle variabili sociodemografiche (età, Genere, etc...) e attitudinali di interesse (conoscenza della biodiversità, frequenza di acquisto del vino, etc...), mentre la seconda parte differiva a seconda del modello utilizzato. Di seguito due esempi di Valutazione Contingente ed Esperimenti di Scelta.

Esempio di una parte di questionario di Valutazione Contingente (applicato per le aziende di Franciacorta, Lombardia e Colline del Chianti, Toscana):

*"Supponga di dover comprare una bottiglia di Franciacorta Brut DOCG al prezzo di 16,50 €:  
Sarebbe disposta/o a pagare 19,80 € per un vino con un marchio che garantisca maggiore attenzione verso la biodiversità in vigna rispetto ad un vino convenzionale con caratteristiche simili?  
o Sì  
o No*

Sarebbe disposta/o a pagare 21,45 € per un vino con un marchio che garantisca maggiore attenzione verso la biodiversità in vigna rispetto ad un vino convenzionale con caratteristiche simili?

o Sì

o No ”

Esempio di una parte di questionario da Esperimenti di Scelta (applicato per le aziende di Franciacorta, Lombardia, Colline Maceratesi, Marche, Colline del Prosecco, Veneto):

Metta una croce sull'opzione preferita:

OPZIONE A	OPZIONE B	OPZIONE C	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Non acquisterei nessuna delle alternative</div>
12 €	14 €	16 €	
Qualità: 88	Qualità: 80	Qualità: 84	

In questo caso le caratteristiche che gli intervistati erano chiamati a valutare riguardavano (come da figura 1): a) la presenza o meno del logo che garantiva l'utilizzo di pratiche di biodiversità in vigna; b) la presenza o meno del logo di certificazione biologica; c) livelli diversi di punteggio di valutazione del vino da parte della Guida Wine Spectator; d) prezzo del vino. L'intervistato doveva scegliere quale bottiglia avrebbe comprato se si fosse trovato a doverla acquistare. All'intervistato, veniva chiesto di rispondere a tutte i "choice set" che gli si ponevano (per ogni intervistato, 10 choice set), con la raccomandazione di scegliere uno solo dei vini proposti nel choice set.

### Risultati principali

#### Franciacorta (Castello Bonomi, Berlucchi):

E' stata rilevata disponibilità a pagare per la certificazione di protezione della biodiversità, nonostante la certificazione biologica rimanga la preferita e quella per cui si è disposti a spendere di più, probabilmente per la maggiore conoscenza del logo e l'esistenza di un disciplinare reale. Accanto a questo, anche il punteggio di qualità dato dalle guide è un elemento per cui i consumatori sono disposti a pagare, come rilevato anche in letteratura (Costanigro et al., 2014). Per quanto riguarda le caratteristiche socio-demografiche del campione intervistato, i bevitori frequenti scelgono vini biologici e di alta qualità, e una maggiore conoscenza della biodiversità porta ad una maggiore disponibilità a pagare per vini biologici e "biodiversi". Differenze significative si trovano anche tra *Brut* e *Satèn*, per cui i consumatori hanno espresso maggiore disponibilità a pagare per il marchio della biodiversità e quello dell'agricoltura biologica quando devono acquistare il prodotto *Brut*, molto probabilmente perché il *Satèn* è percepito come un prodotto di qualità maggiore che necessita meno di questo tipo di certificazioni.

#### Colline del Prosecco (Bosco del Merlo):

L'indagine effettuata sul vino Prosecco DOCG, ha confermato i risultati ottenuti nel caso del Franciacorta DOCG, per tutti e tre gli attributi. Inoltre, è stata evidenziata una relazione positiva tra coloro che hanno frequentato i corsi di degustazione e la scelta di bottiglie che riportano il marchio della biodiversità.

Colli Maceratesi (Conti degli Azzoni):

Anche per i vini di quest'area, Rosso Piceno DOC e Rosso Piceno Superiore DOC, sono stati rilevati in entrambi i vini valori molto positivi riguardo la disponibilità a pagare dei consumatori per una certificazione di protezione della biodiversità. Stesso risultato è stato ottenuto per la qualità, in accordo con quanto ottenuto nell'ambito dei risultati riguardanti gli spumanti di Veneto e Franciacorta. Per la certificazione biologica, invece, sul vino base, il Rosso Piceno DOC, non è stato ottenuto alcun risultato statisticamente significativo, il che fa presupporre che, per vini di prezzo inferiore, almeno sui rossi di quest'area, ci possa essere scarso interesse dei consumatori riguardo questo aspetto. Un altro degli elementi interessanti emerso dall'indagine è stato che la fascia di età 35-47 anni sarebbe maggiormente interessata ad acquistare vino biologico, probabilmente perché ha maggiore disponibilità di denaro, essendo in età da lavoro attivo.

Colline del Chianti (Cantina Castelvechi):

Sulla base delle analisi di Valutazione Contingente sono state formulate le seguenti considerazioni: Il 90% dei rispondenti dichiara di avere sentito parlare di biodiversità, ma solo il 40% dei rispondenti è in grado di riconoscere la corretta definizione di biodiversità e le principali cause della sua perdita. Infatti, il concetto di biodiversità è spesso confuso con quello di agricoltura sostenibile e, soprattutto, con la specificità delle specie animali e vegetali nei diversi ecosistemi. I risultati principali dell'analisi suggeriscono che esiste una disponibilità del consumatore a pagare per un marchio di biodiversità e che ciò vale soprattutto per coloro che dichiarano di conoscere cosa sia la biodiversità. Inoltre, nel campione, le donne risultano più interessate degli uomini al marchio della protezione della biodiversità in vigna.

## 9. Buone pratiche per la gestione della concimazione organica in viticoltura

Di seguito vengono riportati in maniera sintetica i risultati ottenuti durante il progetto VITISOM LIFE. Da essi gli addetti al settore a livello nazionale ed europeo possono ottenere utili indicazioni al fine di orientare le scelte per quanto concerne la gestione della concimazione organica del vigneto e in particolare:

- nell'effettuare scelte riguardo alla scelta del concime organico da utilizzare e negli impatti generati dalla sua incorporazione o meno al suolo Tabella 16;
- nella valutazione dei possibili vantaggi generati dall'adozione della tecnologia VRT per la concimazione organica del vigneto Tabella 17.

**Tabella 16** – Tabelle riassuntive dei principali risultati ottenuti durante il progetto VITISOM LIFE. Scelta del concime da utilizzare

Trattamento considerato	Impatto considerato	Impatto ( -- = molto negativo; - = negativo; ~ = indifferente; + = positivo; ++	Note
-------------------------	---------------------	---	------

		=molto positivo; / = non rilevato)	
<b>Incorporazione della matrice al suolo</b>	Riduzione impatto odorigeno	++	Risultato osservato per compost e letame
	Emissioni di N <sub>2</sub> O	-	Risultato osservato nella maggior parte dei casi
	Riduzione valor di impronta carbonica	~	Comportamento molto variabile da sito a sito
	Sostanza organica	+	Solo per il digestato separato solido negli altri casi non ha dato risultati di rilievo
	Biodiversità del suolo	~	Aumenta indice F/B nel caso del compost presso CBON, riduce il valore di QBS-ar per Bosco del Merlo
	LCA	/	
	Produttività vite	~	
	Qualità dei mosti	+	Migliore conservazione acidica dei mosti e minore pH a parità di concentrazione zuccherina
	Qualità dei vini	~	
	Impatto economico	-	A parità di condizioni si aggiunge il costo della lavorazione
<b>Lavorazione senza concimazione</b>	Riduzione impatto odorigeno	+	Osservato in tre casi su 4 rilevati
	Emissioni di N <sub>2</sub> O	/	
	Riduzione valor di impronta carbonica	/	
	Sostanza organica	~	
	Biodiversità del suolo	-	Riduce QBS-ar per il sito di Bosco del merlo
	LCA	/	
	Produttività vite	~	
	Qualità dei mosti	-	Riduzione conservazione acidica e incremento pH a parità di concentrazione zuccherina
	Qualità dei vini	-	Risultato osservato per la maggior parte dei casi
	Impatto economico	-	A parità di condizioni si aggiunge il costo della lavorazione
<b>Ammendante compostato (compost)</b>	Riduzione impatto odorigeno	-	Rispetto al digestato separato solido
	Emissioni di N <sub>2</sub> O	+	Risultato osservato per la maggior parte dei casi
	Riduzione valor di impronta carbonica	+	
	Sostanza organica	~	
	Biodiversità del suolo	+	Aumenta F/B e GP/GN rispetto al digestato per il sito di Castelveccchi

	LCA	--	Rispetto alle altre matrici, in relazione al minore quantitativo di matrice che viene distribuita a parità di TOC
	Produttività vite	~	
	Qualità dei mosti	+/-	Ritardo di maturazione, effetto positivo o negativo a seconda dell'obiettivo enologico
	Qualità dei vini	+	Osservato nella maggior parte dei casi per vini base spumante e per il vigneto di castelvecchi
	Impatto economico	+	Rispetto alle altre matrici organiche: riduzione dei costi di trasporto e acquisto derivanti dal minore quantitativo da distribuire a parità di TOC
<b>Letame</b>	Riduzione impatto odorigeno	-	Rispetto al digestato separato solido
	Emissioni di N2O	~	
	Riduzione valor di impronta carbonica	-	Rispetto al compost
	Sostanza organica	~	
	Biodiversità del suolo	~	
	LCA	++	Rispetto al compost
	Produttività vite	~	
	Qualità dei mosti	+	Migliore conservazione acidica
	Qualità dei vini	~	Effetto positivo solo per vini del vigneto CDA
	Impatto economico	-	Rispetto al compost
<b>Digestato separato soildo</b>	Riduzione impatto odorigeno	+	Rispetto a compost e letame
	Riduzione emissioni di N2O	-	Risultato osservato per la maggior parte dei casi
	Riduzione valor di impronta carbonica	-	Rispetto al compost
	Sostanza organica	+	Risultato osservato per la maggior parte dei casi
	Biodiversità del suolo	-	Riduce F/B e GP/GN rispetto al compost per il sito di Castelvecchi
	LCA	+	Rispetto al compost
	Produttività vite	~	

	Qualità dei mosti	++	Migliore conservazione acidica e miglioramento dell'accumulo zuccherino
	Qualità dei vini	~	Effetto positivo solo per vini del vigneto Castelvevchi
	Impatto economico	-	Rispetto al compost
<b>Urea</b>	Biodiversità del suolo	--	Riduce QBS-ar per il sito di Bosco del merlo

Tabella 17 – Tabelle riassuntive dei principali risultati ottenuti durante il progetto VITISOM LIFE. Vantaggi generati dal VRT

Ambito	Impatto stimato	Impatto conseguito	Note esplicative
Risparmio di matrice organica per adozione VRT	-20%	-38%	Assunto in base al quale senza tecnologia VRT* l'azienda distribuisce il dosaggio massimo impostato
Riduzione dell'impatto odorigeno per adozione VRT	-10%	-13%	
Riduzione delle emissioni di GHG per adozione VRT	-10%	-37%	
Risparmio economico per adozione VRT	+20%	+16%	Vantaggio medio osservabile per le aziende che hanno effettivamente un beneficio in base a matrice, dimensione e contenuto in S.O. media dei suoli (par 8.1)
Omogeneizzazione del vigore dei vigneti	Generale decremento della disomogeneità	-38%	Dato ottenuto sulla base delle osservazioni effettuate sulle aziende Castello Bonomi, Guido Berlucci, Conti degli Azzoni
Impatto sul contenuto di sostanza organica grazie alla pratica della concimazione organica	+5%	+6,8%	In media dei vari siti test, considerando l'incremento dal 2016 al 2019 a confronto con il testimone non concimato
Impatto sulla biodiversità dei suoli	5%	Osservato un effetto negativo della concimazione esclusivamente chimica con riduzione del valore di QBS-ar pari -17% in più rispetto al testimone non concimato e pari al -21% in più rispetto alle tesi concimate con concime organico	Dati valutati sul solo dito di Bosco del Merlo ove è stato introdotto il trattamento con sola concimazione chimica (urea)

10.

## 10. VITISOM LIFE e i PSR

Ringraziamo per la collaborazione Alessandro Monteleone e Danilo Marandola - CREA - Centro di Politiche e Bioeconomia - Rete Rurale Nazionale 2014-2020 e l'Ufficio del punto di contatto nazionale LIFE del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Dipartimento per la transizione ecologica e gli investimenti verdi - Divisione III "Politiche di coesione e programmazione regionale unitaria").

La viticoltura europea è costituita da realtà completamente diverse da un Paese all'altro, sia in termini di dimensione del vigneto, di tipologia del suolo, di vini prodotti sia di pratiche enologiche legate alle caratteristiche climatiche di ogni regione.

La viticoltura rappresenta una fonte importante e non indifferente di occupazione, vedendo l'impiego di un numero elevato di manodopera. Nel complesso, le aziende vitivinicole impiegano più di 1.500.000 addetti in equivalente tempo pieno (circa il 15 % di tutte le unità lavorative annue del settore agricolo)<sup>2</sup>.

Proprio per questi motivi, le politiche europee del settore vitivinicolo mirano ad incentivarne lo sviluppo, la modernizzazione ed il suo orientamento al mercato, rafforzandone la competitività e migliorando le misure di promozione e di investimento. Il continuo aumento della domanda di prodotti e processi sempre più attenti alla sostenibilità in tutte le sue sfaccettature, ha portato alla necessità di definire al meglio le condizioni di produzione più adeguate in tutta l'UE per soddisfare la domanda dei consumatori di vini biologici di qualità. In questo scenario si colloca il progetto VITISOM LIFE, focalizzato sulla sostenibilità ambientale ed economica e sulla biodiversità, considerando il suolo come una risorsa non rinnovabile che è necessario preservare, nel pieno rispetto della Soil Thematic Strategy<sup>3</sup>.

Il progetto VITISOM LIFE possiede un alto valore aggiunto non solo a livello regionale ma soprattutto a livello europeo poiché i suoi risultati contribuiranno ad un potenziale rafforzamento del settore vitivinicolo europeo. L'applicazione della tecnologia VRT può essere adottata in tutte le aree vitivinicole europee e allo stesso tempo può rappresentare un contributo utile alla gestione dei vigneti biologici.

L'impossibilità di identificare differenti contesti geografici all'interno della stessa area territoriale rende maggiormente complicato l'accesso ad un finanziamento di tipo regionale, come quello previsto per il PSR.

I principali risultati del progetto VITISOM LIFE possono trovare utile contestualizzazione nell'ambito di diverse misure dei PSR<sup>45</sup>, di interesse sia per la realizzazione di azioni materiali, quali investimenti produttivi e pratiche agroambientali (Misure 4 e 10-11), sia per lo sviluppo di attività di comunicazione e dimostrazione legate ai temi trasversali dello sviluppo rurale (Misura 1: "Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione").

In particolare, la macchina innovativa messa a punto durante il progetto, per ottimizzare la distribuzione della matrice organica sulla base della tecnologia VRT, possiede un alto valore di innovazione tecnologica che può essere inclusa, nell'ambito dei PSR di alcune regioni, nei finanziamenti previsti dalla Misura 4 "Investimenti in immobilizzazioni materiali". Con questa Misura vengono finanziati una serie di investimenti tra cui la realizzazione e la messa a punto di attrezzature applicabili in campo agricolo.

Inoltre, le modalità di gestione della concimazione organica del suolo vitato sperimentate dal progetto rientrano tra le pratiche ammissibili nell'ambito degli schemi di pagamento agroambientale previsti dai PSR per la produzione integrata e per la conservazione del suolo (Misura 10 "Pagamenti agro-climatico-ambientali") o per l'agricoltura biologica (Misura 11 "Agricoltura biologica"). Proprio quest'ultima Misura del PSR, attraverso l'agricoltura biologica, contribuisce a rafforzare la resilienza degli agroecosistemi mantenendo ed incrementando la loro biodiversità.

---

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/agriculture/capreform/wine/infopack\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/agriculture/capreform/wine/infopack_it.pdf)

<sup>3</sup> [https://ec.europa.eu/environment/soil/three\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm)

<sup>4</sup> <https://www.psr.regione.lombardia.it/wps/portal/PROUE/FEASR>

<sup>5</sup> <https://www.reterurale.it/RapportoNatura2000>

Di fondamentale importanza risulta essere la diffusione dei risultati a livello europeo, che indirizza verso la scelta di uno strumento di finanziamento europeo, quale quello previsto dalla Politica Agricola Comune (PAC)<sup>6</sup>. La PAC rappresenta una politica comune per tutti i 28 paesi dell'UE, con l'obiettivo di rafforzare la competitività e la sostenibilità dell'agricoltura dell'Unione europea, finanziando progetti in grado di rispondere alle esigenze specifiche di ogni paese attraverso programmi di sviluppo rurale nazionali (o regionali) riguardanti anche il contesto più ampio dell'economia rurale.

La PAC, inoltre, prevede una serie di misure di mercato e altri interventi di sostegno agli agricoltori, quali i loghi di qualità o la promozione dei prodotti agricoli dell'UE. La dotazione complessiva prevista dalla PAC per il periodo 2014-2020 è di 408,31 miliardi di euro, sottoforma di finanziamenti UE.

In particolare, la PAC è finanziata tramite due fondi europei:

- il Fondo europeo agricolo (FEAGA), fornisce sostegno diretto e finanzia misure di sostegno del mercato;
- il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR), finanzia lo sviluppo rurale. Il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) sostiene la politica europea in materia di sviluppo rurale e, a tal fine, finanzia i programmi di sviluppo rurale svolti in tutti gli Stati membri e nelle regioni dell'Unione.

Nel periodo 2014-2020, il Fondo si concentrerà su tre obiettivi principali:

- migliorare la competitività del settore agricolo;
- garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali e promuovere azioni per il clima;
- raggiungere uno sviluppo territoriale equilibrato delle economie e delle comunità rurali, compresa la creazione e il mantenimento di posti di lavoro.

---

<sup>6</sup> <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/103/la-politica-agricola-comune-pac-e-il-trattato>

## 11. Riferimenti bibliografici

- Anastasiou E., Balafoutis A., Darra N., Psiroukis V., Biniari A., Xanthopoulos G., Fountas S. (2018). Satellite and Proximal Sensing to Estimate the Yield and Quality of Table Grapes. *Agriculture* 8 (94).
- Atzberger C. (2013) Advances in Remote Sensing of Agriculture: Context Description, Existing Operational Monitoring Systems and Major Information Needs. *Remote Sensing* 5: 949-981.
- Auernhammer H. (2001) Precision farming — the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture* 30: 31-43.
- Bailey, V.L., Peacock, A.D., Smith, J.L., Bolton Jr, H., (2002) Relationships between soil microbial biomass determined by chloroform fumigation–extraction, substrate-induced respiration, and phospholipid fatty acid analysis. *Soil Biology and Biochemistry*. 34, 9: 1385-1389.
- Blackmore S. (1994) Precision Farming: An Introduction. *Outlook on Agriculture* 23 (4): 275-280.
- Bosco S., Di Bene C., Galli M., Remorini D., Massai R., Bonari E., (2013). Soil organic matter accounting in the carbon footprint analysis of the wine chain – *Int J Life Cycle Assess*, 18: 973-989.
- Bullock D.S., Ruffo M.L., Bullock D.G., Bollero G.A. (2009). The Value of Variable Rate Technology: An Information-Theoretic Approach. *American Journal of Agricultural Economics* 91(1): 209-223.
- Bramley R.G.V., Trought M.C.T., Praat J-P. (2011) Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterising variation in vineyard performance and options for the implementation of Precision Viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17: 72–78.
- Cameron, E.K.; Martins, I.S.; Lavelle, P.; Mathieu, J.; Tedersoo, L.; Gottschall, F.; Guerra, C.A.; Hines, J.; Patoine, G.; Siebert, J.; et al. (2018) Global gaps in soil biodiversity data. *Nat. Ecol. Evol.*, 2: 1042–1043.
- Certini, G.; Ugolini, F.C. (2013). An updated, expanded, universal definition of soil. *Geoderma*, 192: 378–379.
- Castaldi A., (2009). Concimazione a misura di obiettivo enologico - *Supplemento a L'Informatore Agrario*, 6: 5-8.
- Certini, G.; Ugolini, F.C. (2013). An updated, expanded, universal definition of soil. *Geoderma*, 192: 378–379.
- Chaussod R., Pérez G., Cluzeau D., Herre C., Juste E., Mary B., Nicolardot B., Thiebeau P., (2010). Fertilisation et entretien des sols – *Le Vigneron Champenois*, 3: 29-63.
- Chou, M., Heuvel, J. V., Bell, T. H., Panke-Buisse, K., and Kao-Kniffin, J. (2018). Vineyard under-vine floor management alters soil microbial composition, while the fruit microbiome shows no corresponding shifts. *Nature Scientific Reports* 8: 11039.
- Colugnati G., Cattarossi G., Crespan G., (2006). L'inerbimento nel vigneto moderno – *L'Informatore Agrario*, 10: 53-65.
- Costanigro, M., Appleby, C., Menke, S.D., (2014). The wine headache: consumer perceptions of sulfites and willingness to pay for non-sulfited wines. *Food Qual. Prefer.* 31:81-89.
- De Brogniez D., Ballabio C., Stevens A., Jone R. J. A., Montanarella L., van Wesemae B.,(2015) - A map of the topsoil organic carbon content of Europe generated by a generalized additive model – *European Journal of Soil Science*, 66: 121-134.

- Decaëns, T.; Jiménez, J.J.; Gioia, C.; Measey, G.J.; Lavelle, P. (2006). The values of soil animals for conservation biology. *Eur. J. Soil Biol.*, 42: S23–S38.
- Delas J., Molot C., (1968). Evolution de la teneur en matière organique des sols du vignoble bordelais – C.R. Acad. Agric. Fr., 54: 279-290.
- Delas J., Molot C. and Soyer J.P., (1991). Effects of nitrogen fertilization and grafting on the yield and quality of the crop of *Vitis Vinifera* cv. Merlot - *International symposium on nitrogen in grapes and wine*, pp. 242-248.
- Di Gennaro S.F., Matesea A., Giolia B., Toscano P., Zaldea A., Palliotti A., Genesio L. (2017). Multisensor approach to assess vineyard thermal dynamics combining high-resolution unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing and wireless sensor network (WSN) proximal sensing. *Scientia Horticulturae* 221: 83–87.
- Fannin, N., Hättenschwiler, S., Fromin, N. (2014). Litter fingerprint on microbial biomass, activity, and community structure in the underlying soil. Springer International Publishing Switzerland.
- Frostegård, A., Bååth, E. (1996). The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biol Fert Soils* 22: 59.
- Gatti M., Squeri C., Garavani A., Frioni T., Dosso P., Diti I., Poni S. (2019). Effects of Variable Rate Nitrogen Application on cv. Barbera Performance: Yield and Grape Composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 70 (2): 188-200.
- Geisen, S.; Briones, M.J.I.; Gan, H.; Behan-Pelletier, V.M.; Friman, V.-P.; de Groot, G.A.; Hannula, S.E.; Lindo, Z.; Philippot, L.; Tiunov, A.V.; et al. (2019). A methodological framework to embrace soil biodiversity. *Soil Biol. Biochem.*, 136, 107536.
- Georget C., (2009). Les émissions de gaz à effet de serre des sols champenois: le protoxide d'azote - *Le Vigneron Champenois*, 8: 70-81.
- Georget C., Garcia O., Descôtes A., (2012). Sols, fertilisants et émissions de gaz à effet de serre - *Le Vigneron Champenois*, 8: 55-63.
- Ghiglieno I, Dosso P., Platè B., Alario G. and Valenti L. (2019). *The Wood Index: An Innovative Index for Determining Vine Vigour. Modern Concepts & Developments in Agronomy*, 5(1): 509-514.
- Hall A., Lamb D.W., Holzapfel B., Louis J. (2002) Optical remote sensing applications in viticulture— A review. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8: 36–47.
- Hartemink A.E., (2016). The definition of soil since the early 1800s. *Adv. Agron.* 137: 73–126.
- IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories –National Greenhouse Gas Inventories Programme and Institute for Global Environment Strategies, 4.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Isti Surjandari, Marvin T. Batte, and Mario J. Miranda, 2003. An economic analysis of variable rate technology. *Makara, teknologi*, 7(03): 125-131.
- Keller M., Arnink K.J., Hrazdina G., (1998). Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. I. Effects of grapevine growth, fruit development and ripening - *Am. J. Enol. Vitic.*, 49: 333-340.
- Lalatta F., (1971). La concimazione della vite secondo i moderni indirizzi colturali – *Estratto da L'Informatore Agrario*, 1. Sequi P., (1980). La costituzione del terreno agrario e i suoi riflessi sulla fertilità – In Giornate frutticole, *Economia Trentina*, 3: 17-23.

- Lawes R.A., Robertson M.J. (2011) Whole farm implications on the application of variable rate technology to every cropped field. *Field Crops Research* 124: 142–148.
- Malik, A. A., Chowdhury, S., Schlager, V., Oliver, A., Puissant, J., Vazquez, P. G. M., King, G. M. (2016). Soil Fungal : Bacterial Ratios Are Linked to Altered Carbon Cycling, 7: 1–11.
- Masoni A., Ercoli L., (2010). Azoto nel terreno – Capitolo contenuto in Riduzione dell'inquinamento delle acque dai nitrati provenienti dall'agricoltura - Felici editori s.r.l., 211-241.
- Morlat R., (2008). Long-term addition of organic amendments in a Loire Valley vineyard on a calcareous sandy soil. II. Effect on root system, growth, grape yield, and foliar nutrient status of a Cabernet franc vine – *Am. J. Enol. Vitic.*, 59: 364-374.
- Morris J.R., Spayd S.E., Cawthon D.L., (1983). Effects of irrigation, pruning severity and nitrogen levels on yield and juice quality of Concord grapes - *Am. J. Enol. Vitic.*, 34: 229-233.
- Panigai L., Moncomble D., 2012 – Le Vigneron Champenois, n°1, pp. 54- 62.
- Parisi, V. La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi. *ActaNaturalia de "L'AteneoParmense"*2001,37 (3/4), 105-114.
- Patak H., (1999). Emissions of nitrous oxide from soil - *Current science*, 77 (3): 359-369.
- Perelli M., (1987). Guida alla concimazione - *L'Informatore agrario*, 2,4,6.
- Planck A., Teichmann K. (2018). A facts panel on corporate social and environmental behavior: Decreasing information asymmetries between producers and consumers through product labeling. *Journal of cleaner production*, 177, 868-877.
- Ricci, E.C., Banterle, A., Stranieri, S. (2018). "Trust to Go Green: An Exploration of Consumer Intentions for Eco-friendly Convenience Food", *Ecological Economics*, 148: 54-65.
- Salamí E., Barrado C., Pastor E. (2014) UAV flight experiments applied to the remote sensing of vegetated areas. *Remote Sensing* 6: 11051–11081.
- Scienza A., Valenti L., (1983). Il ruolo di alcuni interventi colturali del terreno sulle caratteristiche fisico-chimiche del suolo e sul comportamento vegeto-produttivo del "Cortese" in Valle Versa – *Supplemento a VigneVini*, 6: 57-72.
- Vercesi A., (1996). Fertilizzazione e fertilizzanti del vigneto – *VigneVini*, 9: 47-54.
- Soil Survey Staff Soil Taxonomy (1999). A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.
- Spayd S.E., Wample R.L., Nagel C.W., Stevens R.G., Evans R.G., (1991). Vineyard nitrose fertilization effects on must and wine composition and quality - *International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine*, 196-199.
- Valenti L., Ghiglieno I., Bravi M., Tonni M., Mescalchin E., Zanzotti R., Secchi M., Pecetti L., (2012). Dalle lavorazioni all'inerbimento, vecchie certezze e nuove tendenze in vigneto – *L'Informatore Agrario*, 26: 36-45.
- Valenti L., Bravi M., Dell'Orto M., Ghiglieno I., Donna P., 2012 – Come l'azoto influisce sulla qualità di mosti e vini – *L'informatore Agrario*, 29, pp. 44-48.
- Valenti L., Donna P., Ghiglieno I., (2014). Gestione del suolo in vigneto, l'integrazione delle tecniche – *L'Informatore Agrario*, 5: 36-40.
- Vezeau A., (1987). Agriculture et environment – *Revue suisse Agric.*, 19 (3) : 135-142.
- Viscarra Rossel R.A., Adamchuk V.I., Sudduth K.A., McKenzie N.J., Lobsey C. (2011). Chapter Five - Proximal Soil Sensing: An Effective Approach for Soil Measurements in Space and Time. *Advances in Agronomy Volume 113*: 243-291.

Willers, C., Jansen van Rensburg, P.J. and Claassens, S. (2015). Phospholipid fatty acid profiling of microbial communities—a review of interpretations and recent applications. *Journal of Applied Microbiology* 119: 1207—1218.

Willers, C., Jansen van Rensburg, P.J. and Claassens, S. (2016). Can a metabolomics-based approach be used as alternative to analyse fatty acid methyl esters from soil microbial communities? *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 103: 417-428.

Williams W.O., (1943). Initial results from grape fertilizer plots – *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 42: 421-424.

Wolf T.K., Pool R.M., (1988). Nitrogen fertilization and roostock effects on wood maturation and dormant bud cold hardiness of cv. Chardonnay grapevines – *Am. J. Enol. Vitic.*, 39 (4): 308-326.

Wolters V. (2001). Biodiversity of soil fauna and its function. *Eur. J. Soil Biol.*, 37: 221–227.

Zhang C., Kovacs J.M. (2012) The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture* 13: 693–712.