

LIFE VITISOM

Innovazione in viticoltura



**Caratterizzazione reologica delle matrici organiche
e prestazioni di campo dei prototipi**

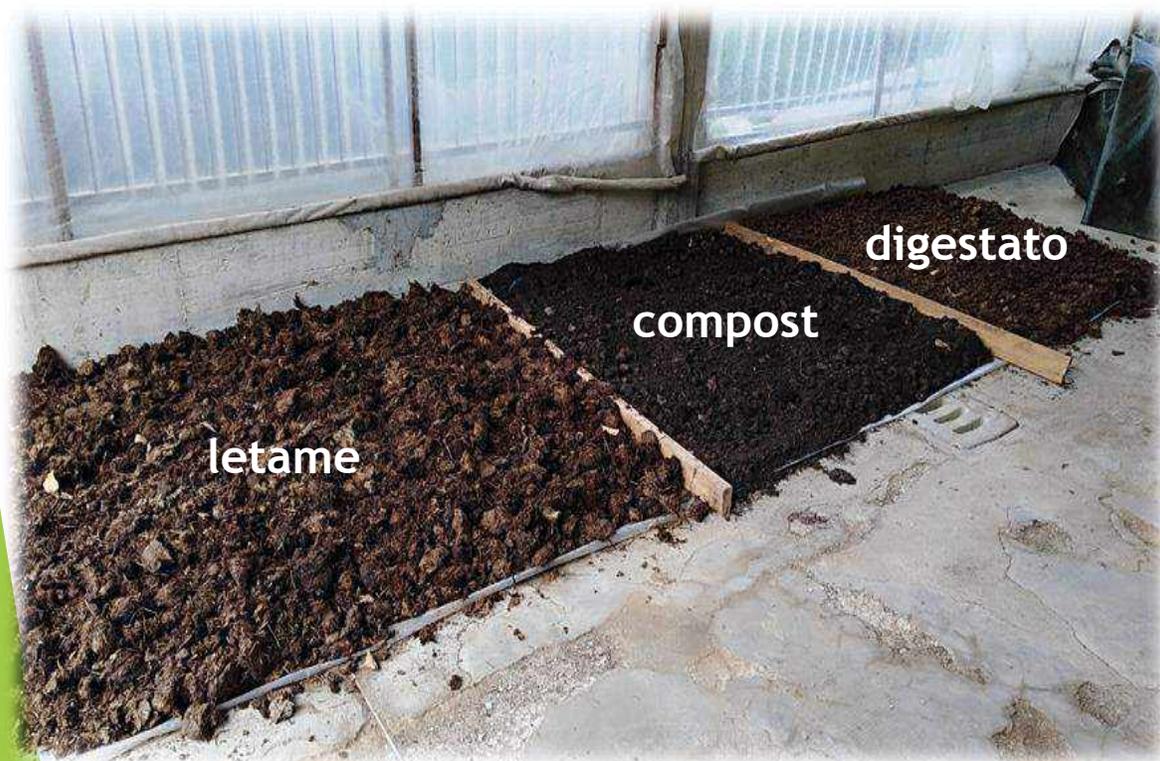
**Domenico Pessina, Davide Facchinetti, Lavinia Galli
DISAA (Dip. di Scienze Agrarie e Ambientali) - UNIMI**



LIFE15 EN/IT/000002



Prove di laboratorio sulle 3 matrici organiche



anno 2018



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)

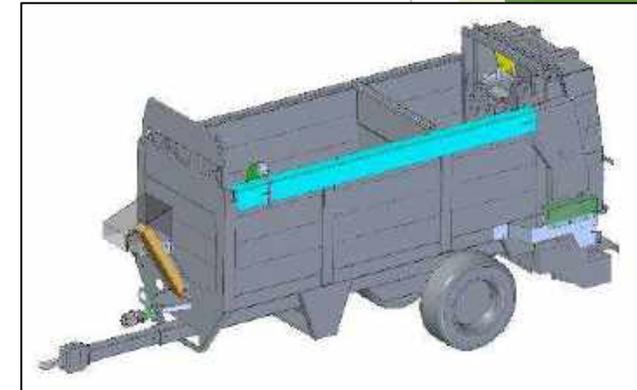


LIFE15 ENV/IT/000002



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 il 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.



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

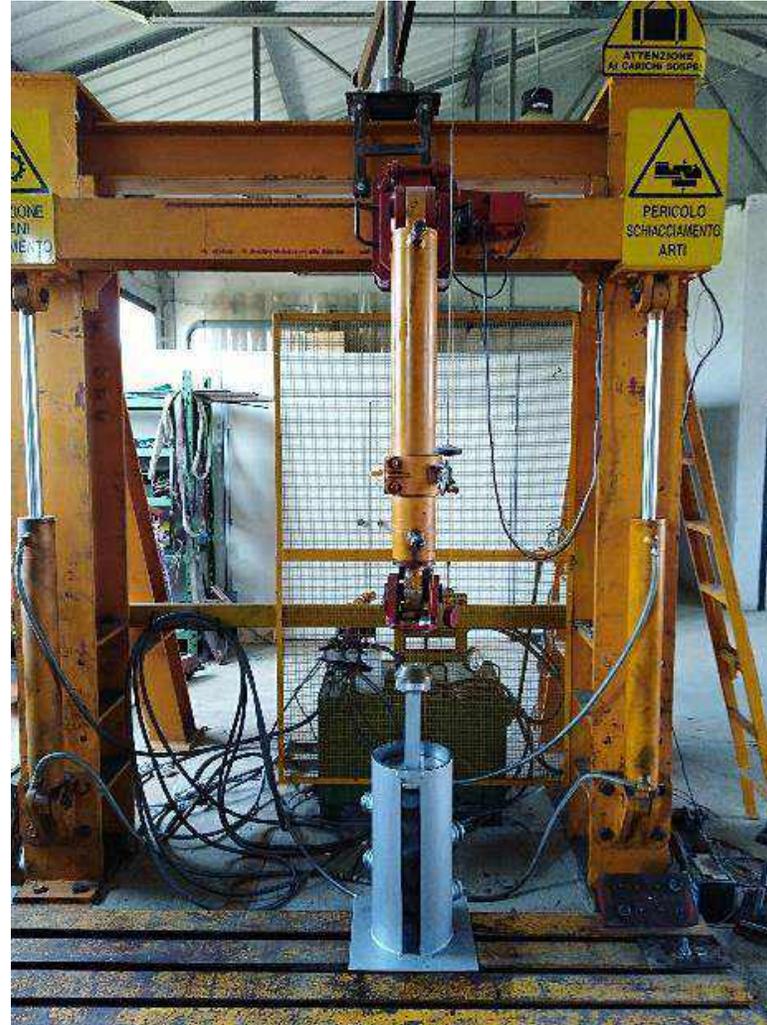
D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)



Si è quindi ritenuto necessario procedere ad una **sperimentazione di laboratorio**, che accertasse il **comportamento reologico** delle 3 matrici.

Apparato, strumentazione e disegno sperimentale

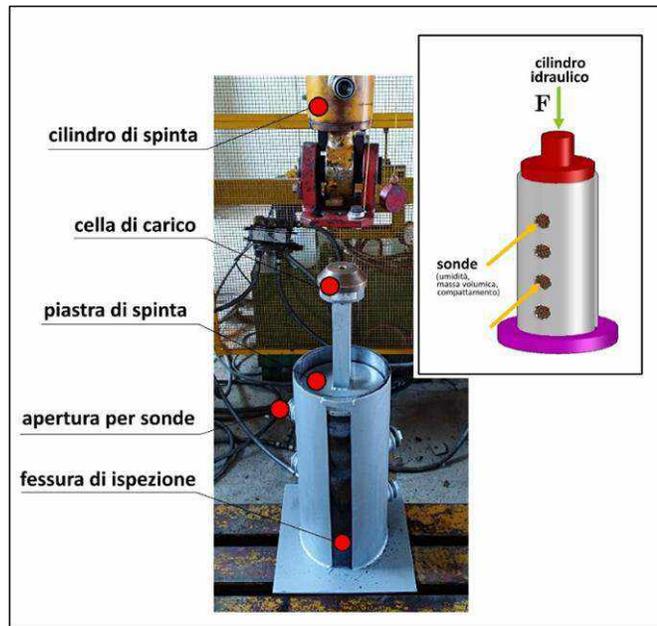
- **Banco prova con cilindro idraulico di spinta**, dotato di cella di carico (per la misura compressione - *stress*) e sensore di spostamento (per la misura deformazione - *strain*)
- **Cilindro di contenimento (h = 600 mm, Ø = 250 mm), carotatore** e bilancia di precisione
- **Matrici indagate**: letame 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 (*definiti arbitrariamente*)
- Prove eseguite a due valori **differenti valori di umidità** (per ogni matrice: tal quale e dopo 20 gg di essiccazione naturale)





Composizione chimico-fisica delle matrici (tal quali)

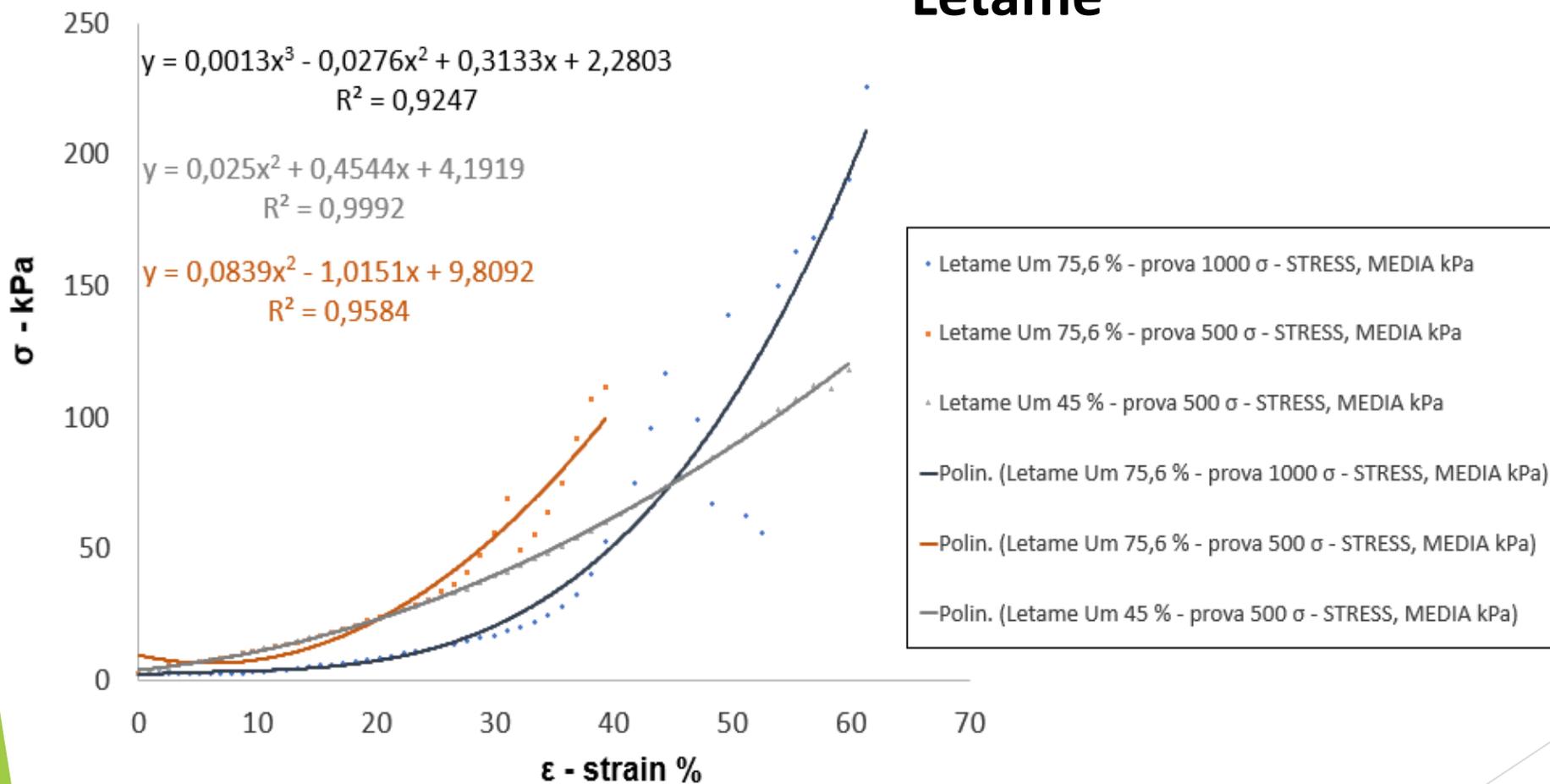
	Densità t.q. g/dm ³	Sost. Secca %	pH (in H ₂ O)	TOC g/Kg s.s.	N _{tot} g/kg t.q.	N-NH ₄ g/kg t.q.	N-NH ₄ /N tot %
Compost	465±23	52.1±0.12	8.23±0.07	317±23.5	11.4±0.01	0.45±0.02	3.95
Letame	618±39	24.0±0.94	8.95±0.18	465±2.39	5.72±1.27	2.70±0.25	47.2
Digestato	460±20	19.0±0.1	9.17±0.16	447±16.4	5.15±0.18	3.03±0.06	58.8





Risultati stress-strain

Letame

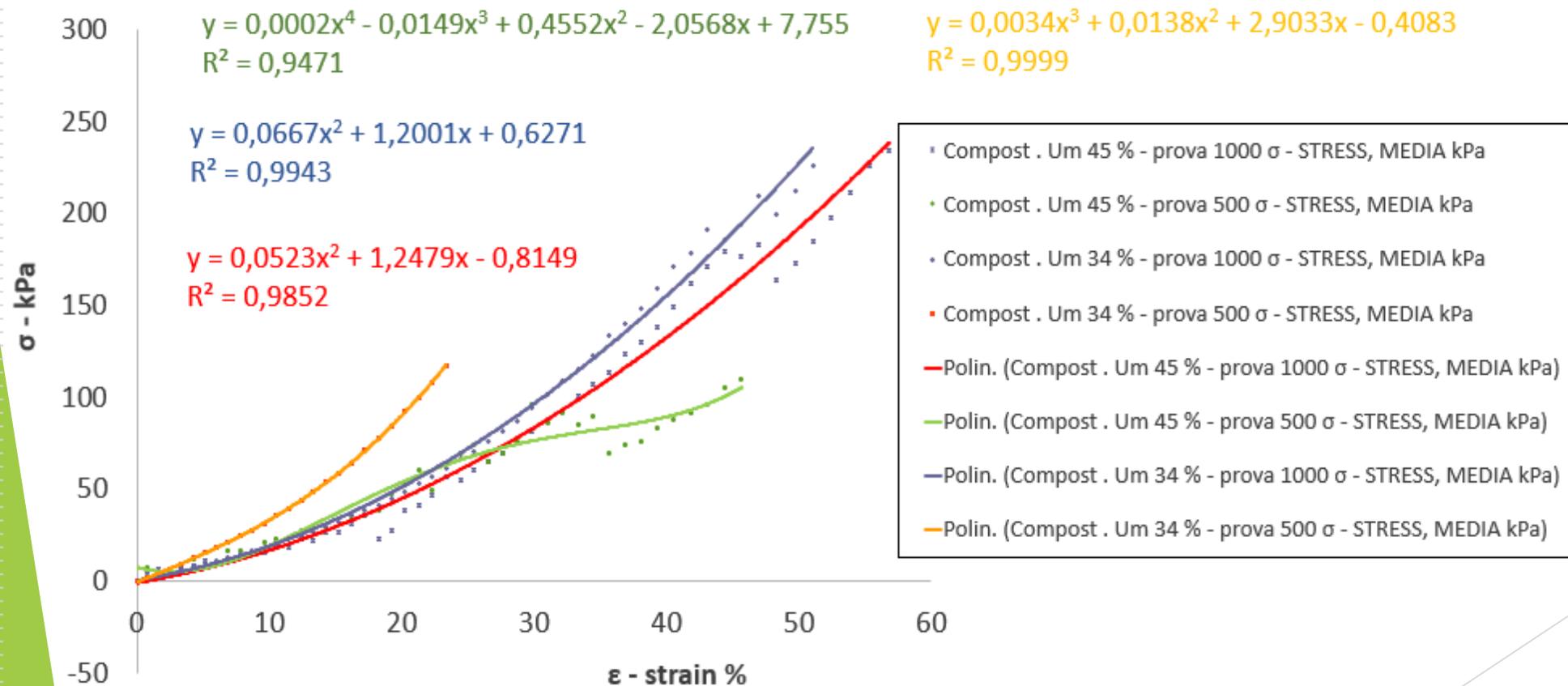


Con l'umidità più elevata (75,6 %), il letame si compatta di meno rispetto all'umidità inferiore (45,0 %), perché gli interstizi presenti nel materiale tal quale (ovvero non sottoposto a compressione) sono riempiti più precocemente dal liquido che fuoriesce in seguito alla forza impressa.



Risultati stress-strain

Compost

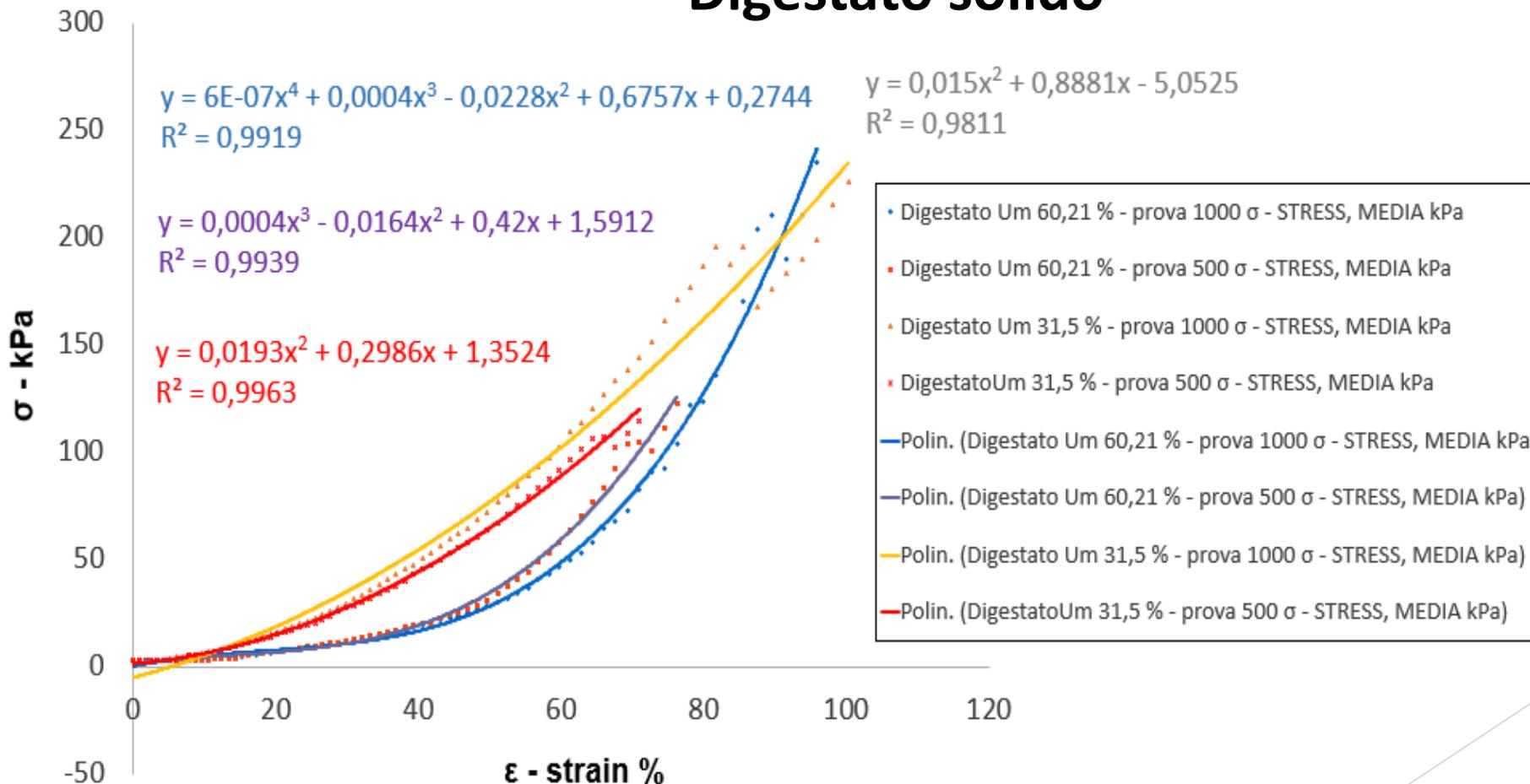


Al contrario, e **per entrambi i carichi massimi indagati, il compost all'umidità più elevata (45,0 %) si compatta di più rispetto al valore inferiore (34,0 %), sostanzialmente per la pezzatura molto più uniforme rispetto al letame, che fa sì che gli interstizi occupino molto meno volume.**



Risultati stress-strain

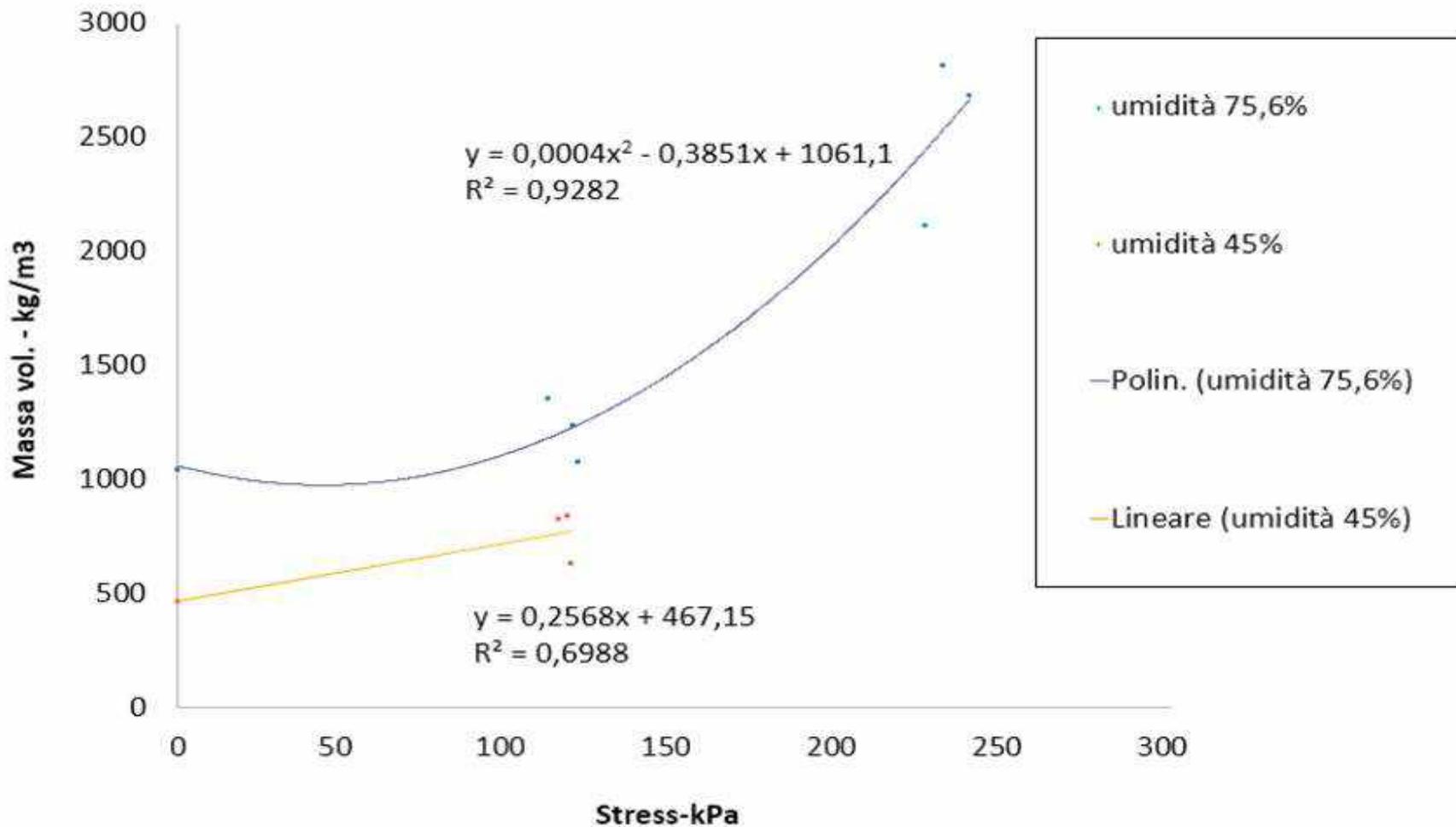
Digestato solido



Il digestato mostra invece un comportamento relativamente poco dipendente dall'umidità, per 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.



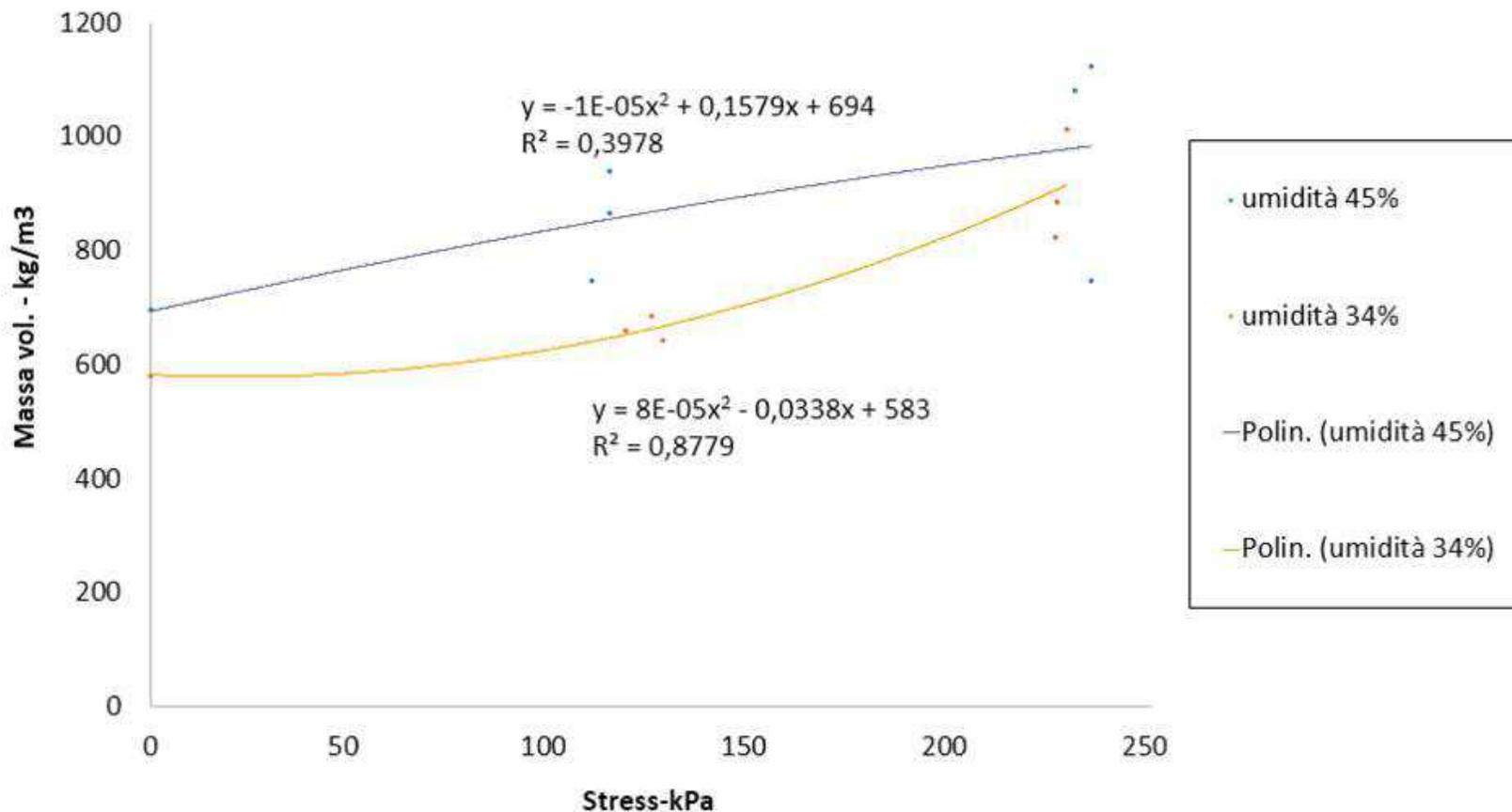
Risultati massa volumica (densità)-stress Letame



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/m³).



Risultati massa volumica (densità)-stress Compost

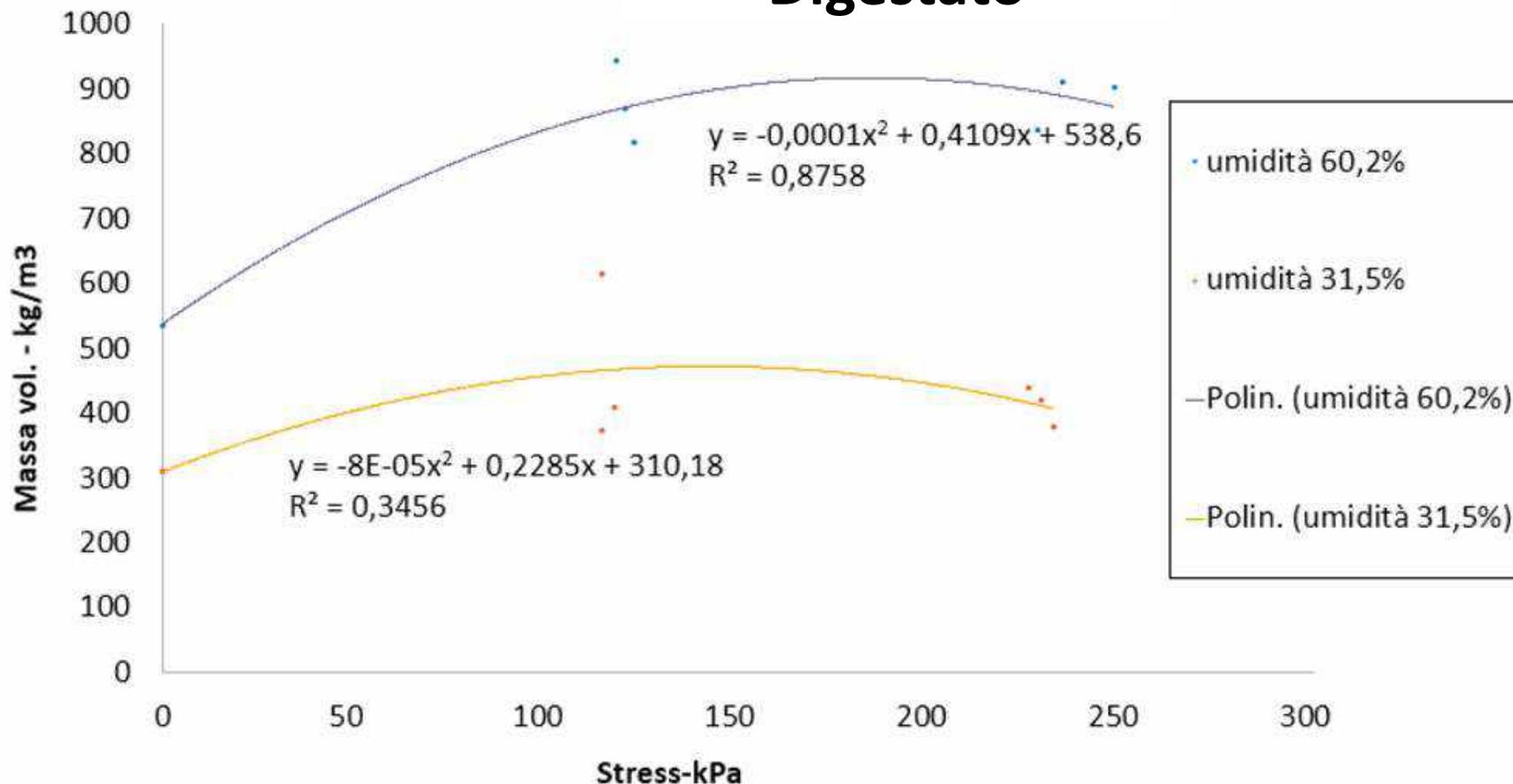


In virtù della sua struttura molto più omogenea rispetto alle altre due matrici, **il compost evidenzia un incremento maggiormente prevedibile della densità**, all'aumentare della compressione (da 0 a 200 kPa), ovvero da 700 a 950 kg/m³ circa, se umido, e da 600 a 850 kg/m³ circa, se più asciutto. Alle due umidità provate, **le differenze in massa volumica non sono notevoli, e rispecchiano (grosso modo in proporzione) il diverso contenuto di acqua.**



Risultati massa volumica (densità)-stress

Digestato



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 kg³ circa al 60% di umidità, e da 300 a 400 kg/m³ al 30,5%.



Prove di campo 2018

Le prove di campo 2018, svolte in continuità a quelle del 2017, sono state eseguite in campagne sia all'inizio della primavera che in autunno.

Hanno riguardato nuovamente la verifica delle quantità distribuite in regime VRT, sia sui prototipi trainati che su quello scavallante, dopo che tutte le macchine erano state oggetto di modifiche più o meno sostanziali.



Metodologie di prova

mappa di prescrizione



distribuzione su teloni



distribuzione su un intero interfilare



pesatura materiale raccolto



pesatura del carro prima e dopo il passaggio



Sono state adottate **due metodologie di prova:**

- 1. Stesura di teloni di superficie nota in punti predefiniti** degli interfilari, con pesatura del materiale intercettato e calcolo della quantità equivalente (in t/ha), da confrontare poi con il rateo atteso;
- 2. pesatura dell'intero carro** prima e dopo la **distribuzione in un intero interfilare**, e calcolo della quantità equivalente (in t/ha), da confrontare poi con il rateo atteso.



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)



Risultati - Prototipo trainato

Castello Bonomi 1/10/2018 e 8/10/2018	Target 20000 kg/ha	target 10000 kg/ha			target 5000 kg/ha			target 3000 kg/ha		
	letame	letame	compost	digestato	letame	compost	digestato	letame	compost	digestato
MISURA SU TUTTO IL FILARE										
dose fornita - kg/ha	3182,87	7523,15	15643,40	25177,07	3873,40	9656,79	9432,95	3059,64	4516,71	6405,97
Kg/m2 target	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30
Kg/m2 fornito	0,32	0,75	1,56	2,52	0,39	0,97	0,94	0,31	0,45	0,64
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	84,09	24,77	56,43	151,77	22,53	93,14	88,66	1,99	50,56	113,53
filari considerati	9-10	13-14	23-24	29-30	37-38	25-26	31-32	35-36	27-28	33-34
vitigno	Cardonnay	Chardonnay	Chardonnay	Pinot Nero	Pinot Nero	Pinot Nero	Pinot Nero	Pinot Nero	Pinot Nero	Pinot Nero
TELO 1										
Kg/m2 target	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30
Kg/m2 fornito	0,45	0,83	0,40	0,45	0,15	0,52	0,55	0,05	0,05	0,22
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	77,26	16,67	60,15	55,10	70,24	4,92	9,97	84,03	84,03	25,17
distanza da inizio filare a metà telo - m	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
TELO 2										
Kg/m2 target	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30
Kg/m2 fornito	0,75	0,63	0,61	0,84	0,15	0,51	0,53	0,13	0,20	0,28
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	62,60	37,50	38,79	15,90	69,65	1,85	7,00	57,99	32,27	6,55
distanza da inizio filare a metà telo - m	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15	26,15
TELO 3										
Kg/m2 target	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30
Kg/m2 fornito	1,71	1,18	1,00	1,03	0,20	0,70	0,37	0,05	0,35	0,35
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	14,35	17,80	0,13	2,65	60,15	40,23	25,34	84,03	16,02	16,86
distanza da inizio filare a metà telo - m	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25	40,25
N° passata con il carro e sequenza passa	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	3,00



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)



Berlucchi 5/10/2018 e 12/10/2018	Target 20000 kg/ha	Target 10000 kg/ha	Target 5000 kg/ha
	letame	letame	letame
MISURA SU TUTTO IL FILARE			
dose fornita - kg/ha	91331,87	2818,63	13763,49
Kg/m2 target	2,00	1,00	0,50
Kg/m2 fornito	9,13	0,28	1,38
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	356,66	71,81	175,27
filari considerati	70-71	55-56	35-36
vitigno	Chardonnay	Chardonnay	Chardonnay
TELO 1			
corrispondenza - kg/ha	31804,49	29154,11	2650,37
Kg/m2 target	2,00	1,00	0,50
Kg/m2 fornito	3,18	2,92	0,27
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	59,02	191,54	46,99
distanza da inizio filare a metà telo - m	12,05	12,05	12,05
TELO 2			
corrispondenza - kg/ha	19427,71	11897,59	2861,45
Kg/m2 target	2,00	1,00	0,50
Kg/m2 fornito	1,94	1,19	0,29
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	2,86	18,98	42,77
distanza da inizio filare a metà telo - m	26,15	26,15	26,15
TELO 3			
corrispondenza - kg/ha	17921,69	20933,73	11897,59
Kg/m2 target	2,00	1,00	0,50
Kg/m2 fornito	1,79	2,09	1,19
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	10,39	109,34	137,95
distanza da inizio filare a metà telo - m	40,25	40,25	40,25
N° passata con il carro e sequenza passa	1	2	3

**Risultati -
Prototipo
scavallante**



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)



Berlucchi 5/10/2018 e 12/10/2018	Target 15000 kg/ha		Target 10000 kg/ha		Target 5000 kg/ha	
	compost	TELO 2A	compost	TELO 2A	compost	TELO 2A
MISURA SU TUTTO IL FILARE						
dose fornita - kg/ha	70892,64		20625,89		7575,76	
Kg/m2 target	1,50		1,50		0,50	
Kg/m2 fornito	7,09		2,06		0,76	
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	372,62		37,51		51,52	
filari considerati	81-82		60-61		60-61	
vitigno	Chardonnay		Chardonnay		Chardonnay	
TELO 1						
corrispondenza - kg/ha	37857,97		33278,38		5953,47	
Kg/m2 target	1,50		1,00		0,50	
Kg/m2 fornito	3,79		3,33		0,60	
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	152,39		232,78		19,07	
distanza da inizio filare a metà telo - m	7,50		7,50		7,50	
TELO 2		2A		2A		2A
corrispondenza - kg/ha	28512,50	3692,19	30029,12	5635,45	25479,25	1748,93
Kg/m2 target	1,50	1,50	1,00	1,00	0,50	0,50
Kg/m2 fornito	2,85	0,37	3,00	0,56	2,55	0,17
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	90,08	75,39	200,29	43,65	409,59	65,02
distanza da inizio filare a metà telo - m	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50
TELO 3						
corrispondenza - kg/ha	28878,65		30414,75		15207,37	
Kg/m2 target	1,50		1,00		0,50	
Kg/m2 fornito	2,89		3,04		1,52	
SCOSTAMENTO ASSOLUTO (%)	92,52		204,15		204,15	
distanza da inizio filare a metà telo - m	26,00		26,00		26,00	
N° passata con il carro e sequenza passa	1		1		2	

Risultati -
Prototipo
scavallante



Programma futuro

Nel corrente 2019 sono in programma **ulteriori prove di campo** dove:

- **saranno acquisiti dati dei carichi di spinta della paratia mobile direttamente sui prototipi in funzione**, per capire l'entità reale dello stress orizzontale a cui sono sottoposte le matrici;
- **sarà implementato il software per pilotare l'avanzamento della paratia mobile e del tappeto di base** in relazione al (prevedibile) compattamento che il materiale subisce nel corso di una singola routine di distribuzione, integrandolo con i dati ottenuti nelle prove di laboratorio;
- **Verranno presi in considerazione modelli matematici disponibili in letteratura finalizzati alla previsione del comportamento delle matrici** nella relazione compressione-aumento della densità.



Caratterizzazione reologica delle matrici organiche e prestazioni di campo dei prototipi

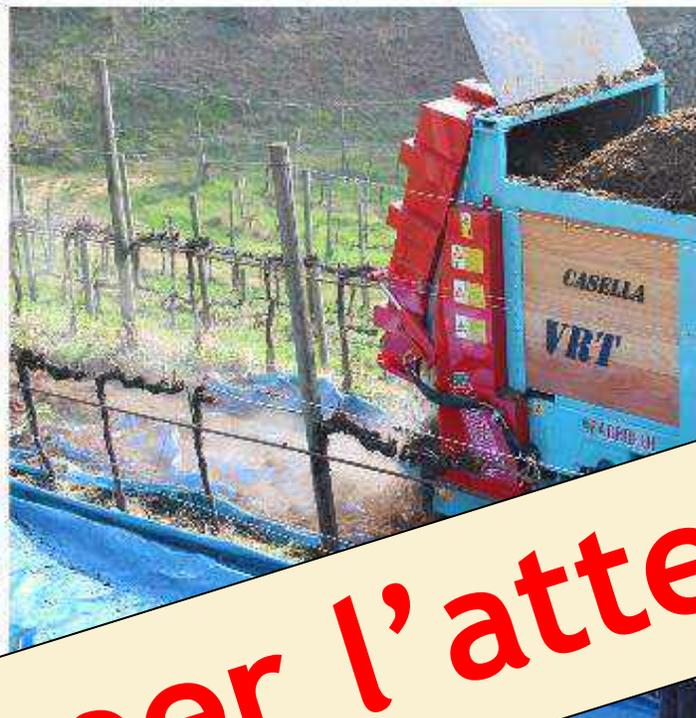
D. Pessina, D. Facchinetti, L. Galli (DISAA – UNIMI)



LIFE15 ENV/IT/000002



COMPOSTATO



LETAME



LETAME



Grazie per l'attenzione