

Studio di fattibilità di aggregati leggeri per uso agronomico e relativa analisi LCA

Alessandro Borghi

Scopo

Proporre una valorizzazione innovativa di scarti agro-alimentari o post-consumo e materie prime locali, nell'ambito dell'economia circolare, attraverso la progettazione dei materiali e la loro successiva validazione tecnica/ambientale (LCA) per utilizzi in tetti verdi, giardini pensili e colture.

Economia circolare vs economia lineare

LINEAR ECONOMY



CIRCULAR ECONOMY



Aggregati leggeri



Artificiali

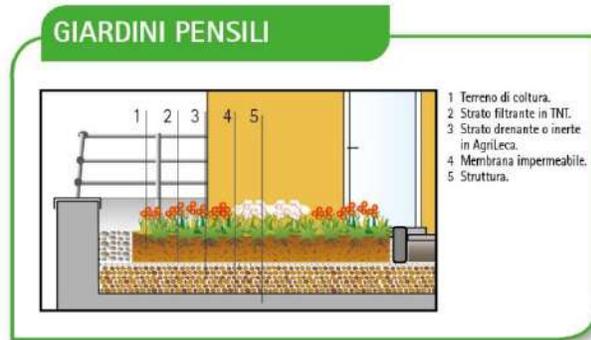


Naturali

L'aggregato leggero è un aggregato grossolano che la normativa UNI EN 206-1:2006 definisce come:

“Aggregato di origine minerale avente massa volumica delle particelle granulari essiccate in stufa ≤ 2000 kg/m³ determinato secondo la UNI EN 1097-6 oppure massa volumica essiccata a forno ≤ 1200 kg/m³ se determinato secondo la UNI EN 1097-3”

Finalità agricole



- Effetto drenante e riserva d'acqua nel caso venga posizionata nei sottovasi;
- Un mescolamento con terriccio può portare un alleggerimento del substrato, assicurare un maggiore livello di ossigeno disponibile alla pianta a livello delle radici;
- Pacciamatura nel caso venga posta a copertura dello strato di terriccio nel quale la pianta ha le radici;
- Colture idroponiche, cioè una coltivazione che esclude completamente l'utilizzo di terra e impiega unicamente acqua e sostanze nutritive,
- **Effetto fertilizzante dovuto al rilascio controllato dei nutrienti presenti all'interno dell'aggregato.**

I requisiti degli aggregati leggeri

- La maggior parte delle colture orticole riesce a crescere senza problemi con un pH compreso tra 6.0 (subacido) e 8.1 (subalcalino)
- La conducibilità elettrica in pasta satura (ECe) della soluzione del terreno ha specifici requisiti (ARPAV):
 - Valori di ECe minori di 2 mS/cm rendono il terreno compatibile con la maggior parte delle specie vegetali
- Valori di assorbimento d'acqua elevati (>40% da confronto con schede tecniche di aggregati commerciali) garantiscono una buona riserva di acqua alle piante ed effetti di drenaggio adeguati

I materiali utilizzati

Le materie prime e "seconde" utilizzate sono:

- Argilla rossa italiana proveniente dalla cava di Samone di Zocca (Mo)
- Fango derivante dal trattamento delle acque reflue dalla produzione della birra (scarto da industria agro-alimentare)
- Sabbia di vetro (Glassy Sand®), ottenuta in seguito alla lavorazione del vetro tramite raccolta differenziata in campana (End of Waste)
- Cenere di farina di ossa animali (cenere di un sottoprodotto dell'industria della trasformazione)
- Carbonato di potassio K_2CO_3



Aggregati leggeri con funzione fertilizzante: realizzati con argilla rossa come matrice, fango di birra come agente porizzante e un vetro fertilizzante preparato in laboratorio a partire da rottame di vetro, cenere di farina di ossa animale e K_2CO_3 .

Vetro fertilizzante

Per la realizzazione del vetro fertilizzante si è utilizzato un mix di:

- **42% di Glassy sand ®**
- **40% di cenere di farina di ossa**
- **18% di K_2CO_3**

Portato a fusione a $1450^{\circ}C$ e colato in acqua fredda per la formazione della “fritta” che in seguito è stata ridotta in polvere con granulometria inferiore ai $100\mu m$.

Ossido	% peso
SiO_2	31.85
Al_2O_3	3.85
Fe_2O_3	0.23
TiO_2	0.06
CaO	26.50
MgO	1.44
Na_2O	6.19
K_2O	12.10
P_2O_5	17.50
TOTALE	99.72

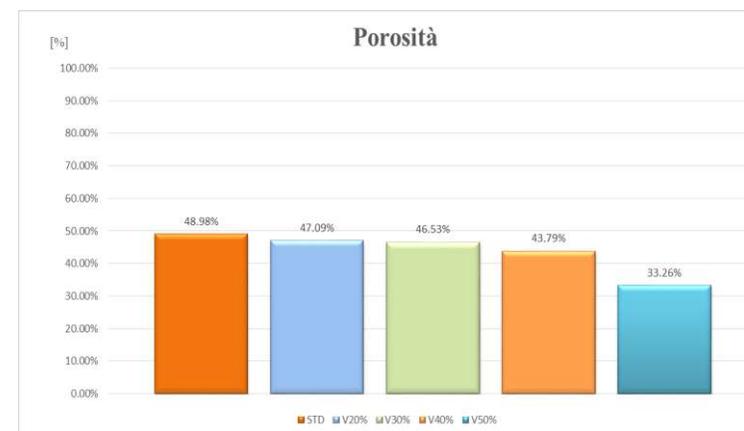
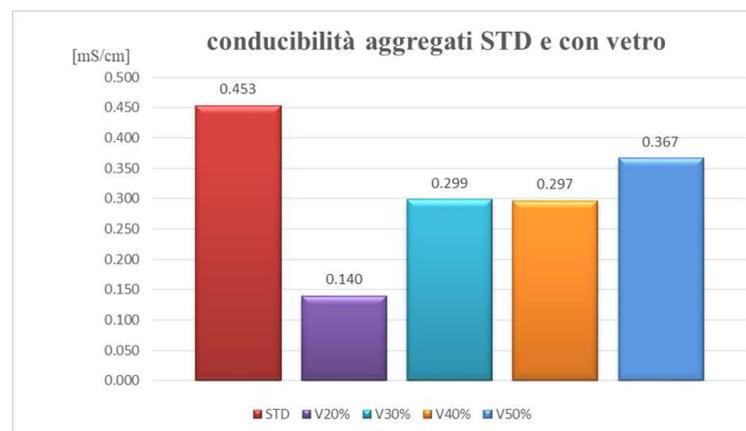
Aggregati fertilizzanti

Miscela	Argilla rossa (g)	Fango di birra (g)	Vetro fertilizzante (g)
STD	85	15	-
V20%	85	15	20
V30%	85	15	30
V40%	85	15	40
V50%	85	15	50



Aggregati fertilizzanti

Miscela	P.P. durante cottura a 1000°C (%)	Assorbimento statico 24h (%)	Assorbimento per bollitura 6 ore (%)	pH	Conducibilità (mS/cm)	Porosità (%)
STD	15.90	18.70	26.45	7	0.45	48.98
V20%	12.71	18.91	26.13	6.32	0.14	47.09
V30%	12.70	15.24	23.06	6.96	0.29	46.53
V40%	10.92	13.64	20.30	6.94	0.29	43.79
V50%	9.80	8.66	13.08	6.75	0.36	33.26



Aggregati fertilizzanti, test di cessione

Per conoscere il rilascio controllato dei nutrienti in terreno si è effettuato un test di cessione in acido citrico al 2% per 30 minuti e 21 giorni

Test 21 giorni (ppm o mg/l)	V20%	V30%	V40%	V50%
Si	71.67	76.25	80.83	103.47
Al	92.70	98.40	104.10	125.61
Na	19.94	29.52	39.10	65.58
K	45.86	54.31	62.81	80.49
Ca	242.15	284.81	327.48	345.27
P	68.10	93.41	118.72	127.63
Fe	21.72	22.89	24.06	22.21
Pb	0.09	0.09	0.09	0.12

Test 21 giorni (%)	V20%	V30%	V40%	V50%
Si	4.16	4.53	4.91	6.38
Al	15.79	17.94	20.09	25.54
Na	18.68	22.74	26.81	40.52
K	16.28	16.87	17.46	20.53
Ca	46.05	46.80	47.56	45.70
P	55.72	57.43	59.14	54.85
Fe	5.67	6.49	7.31	7.20
Pb	38.15	30.69	23.24	27.73

Aggregati fertilizzanti, test di crescita del basilico

Per indagare gli effetti dei materiali realizzati sui parametri chimico-fisici del terreno e, di conseguenza, sulla fisiologia vegetale, è stata realizzata una prova di crescita in vivo utilizzando semi di *Ocimum basilicum* (basilico).

Il test ha durata 40 giorni e i vasetti con aggregato presentano un valore di fertilizzazione PK pari a 0,1g.



Aggregati fertilizzanti, test di crescita del basilico

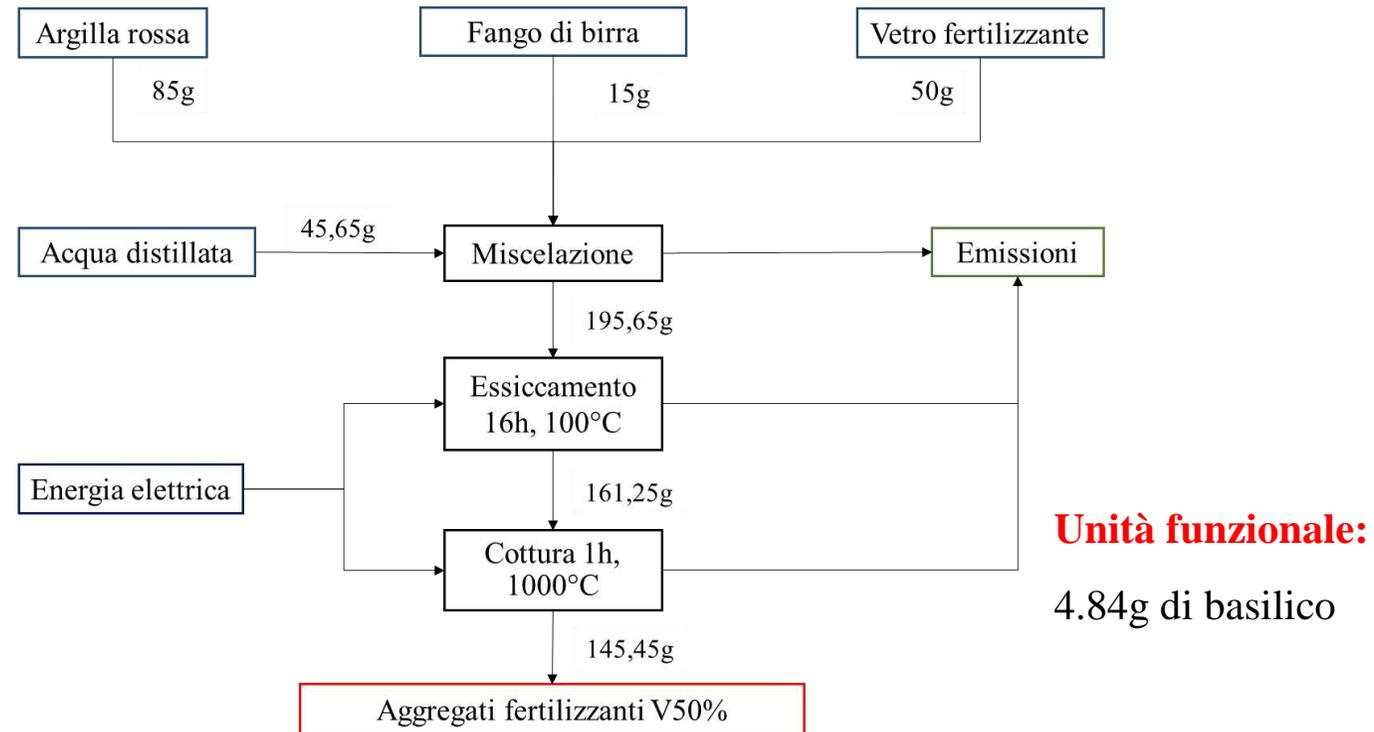
Miscela	Altezza media prime 3 piantine (cm)	Altezza media (cm)	Peso umido prime 3 piantine (g)	Peso umido totale (g)	Peso secco primi 3 (g)	Peso secco totale (g)	Numero di foglie al 40 ^{mo} giorno
CNTR	8.26	7.17	3.82	4.88	0.40	0.50	21
STD	9.67	8.26	4.45	5.39	0.46	0.54	22
V20%	8.37	7.03	4.67	5.69	0.49	0.58	28
V50%	9.51	8.27	4.83	5.96	0.52	0.62	29



Aggregati fertilizzanti, analisi LCA della produzione di basilico con aggregato V50%

Obiettivo dello studio:

Valutazione d'impatto ambientale attraverso la metodologia LCA (Life Cycle Assessment) del danno dovuto alla produzione e all'uso in coltura dell'aggregato fertilizzante V50%.



I confini del sistema: dalla culla alla tomba.

Software: Simapro 8.3.

Metodo di valutazione: IMPACT 2002+ modificato.

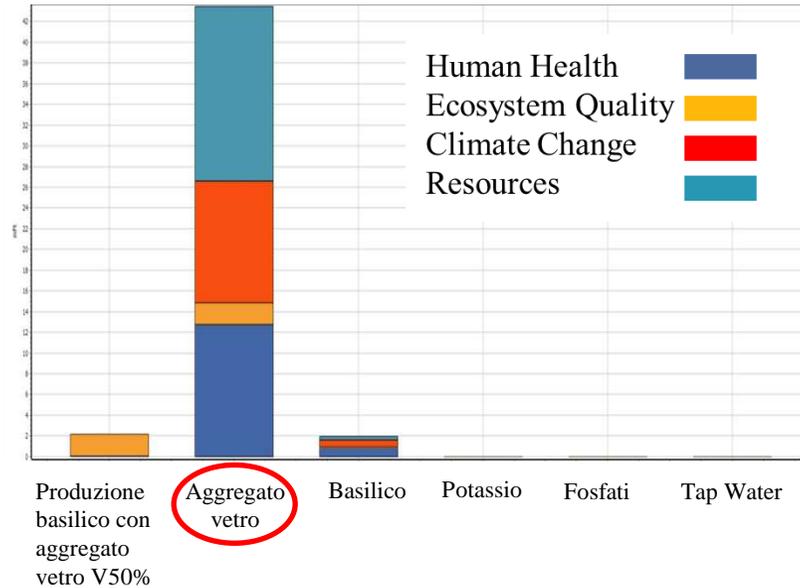
Aggregati fertilizzanti, analisi LCA della produzione di basilico con aggregato V50%

Per il calcolo del danno ambientale della coltivazione del basilico con l'aggiunta di aggregato fertilizzante V50% (*Produzione di basilico con aggregato vetro*) si sono fatte le seguenti ipotesi:

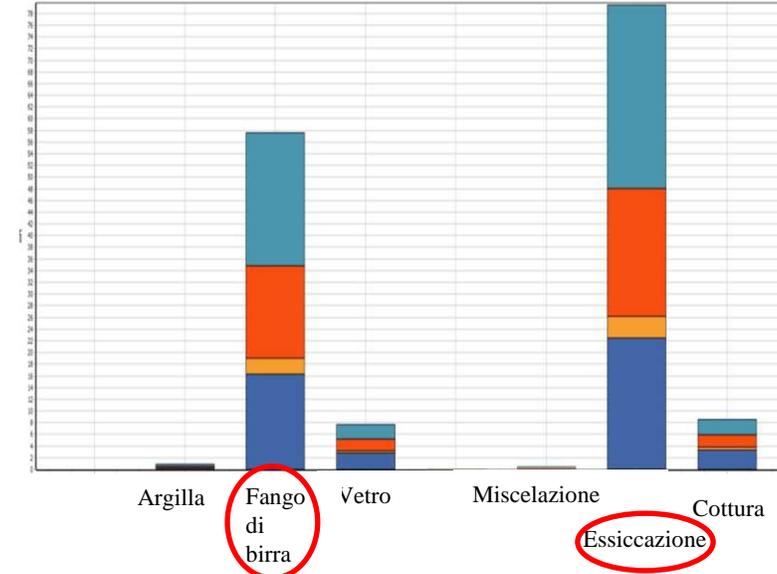
1. I dati di cessione utilizzati per conoscere il quantitativo di fertilizzante P e K rilasciato dall'aggregato V50% nel terreno sono stati ricavati dalla prova di rilascio in acido citrico al 2%. Per assumere questi dati come valori effettivi di rilascio nel terreno, abbiamo ricercato in letteratura un valore di densità di un generico pari a 2.5 kg/l.
2. La profondità del terreno è stata assunta pari a 20 cm.
3. In banca dati non era presente il processo di crescita del basilico: si è considerata la coltivazione di una pianta a foglia larga, la lattuga, come processo rappresentativo della coltivazione del basilico. Questi due processi si distinguono per una differenza nel periodo di crescita delle piante. Il basilico, infatti, ha un periodo di crescita di 40 giorni mentre la lattuga di 3 mesi.

Aggregati fertilizzanti, analisi LCA della produzione di basilico con aggregato V50%

Produzione basilico con aggregato vetro V50%



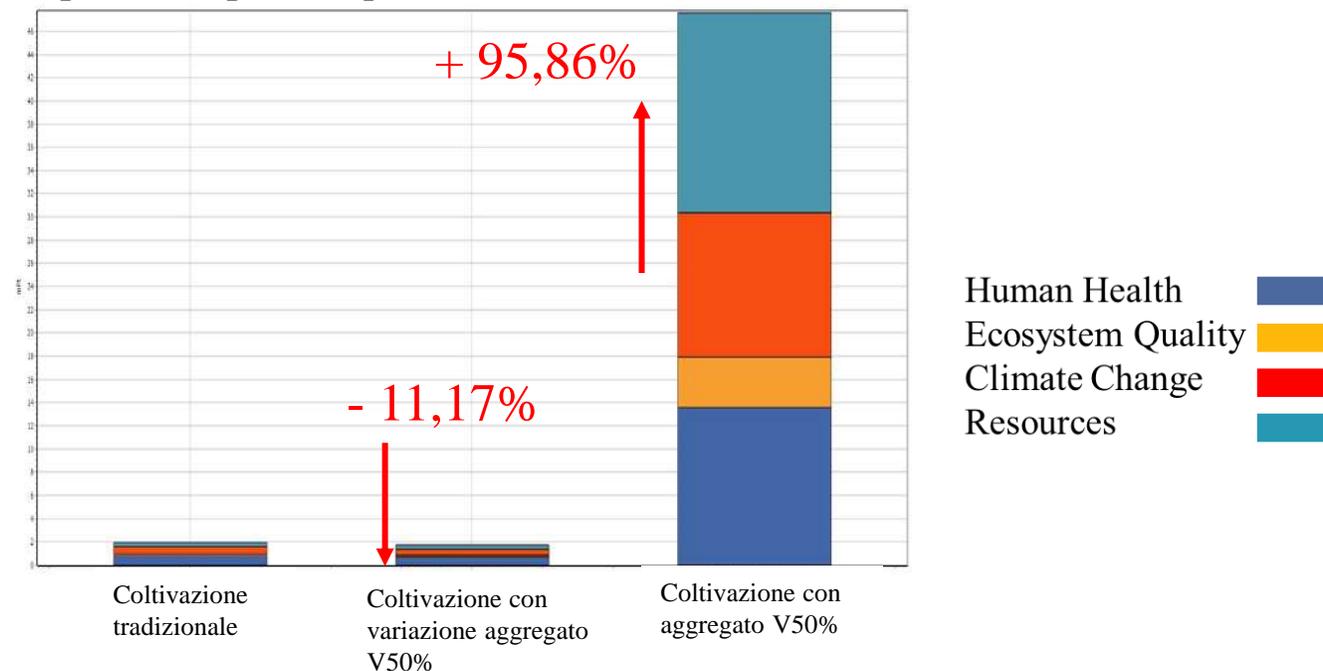
Aggregato vetro



	Danno totale (mPt)	Processo	Categorie d'impatto
Produzione basilico con aggregato vetro V50%	47,6	91,3% aggregato vetro	36,2% Resources
Aggregato vetro	154,657	51,4% essiccazione 37,3% fango	38,8 % Resources

Aggregati fertilizzanti, analisi LCA di sensibilità

L'analisi del processo di coltivazione con aggregato V50% ha evidenziato come i valori dei fertilizzanti P e K necessari per la crescita del basilico fossero considerevolmente superiori rispetto a quelli rilasciati da una coltivazione tradizionale.



Categoria di danno (mPt)	Totale	Human Health	Ecosystem Quality	Climate Change	Resources
Coltivazione tradizionale	1,97	0,83	0,12	0,64	0,38
Coltivazione con variazione aggregato V50%	1,75	0,72	0,11	0,56	0,36
Coltivazione con aggregato V50%	47,58	13,62	4,32	12,42	17,21

Conclusioni

Aggregati con vetro fertilizzante:

- Tutti i campioni rientrano nei limiti di legge, ma solo la composizione V50% è da considerare come aggregato a matrice vetrosa perché ha una somma complessiva di nutrienti PK pari al 12%
- Un adeguato apporto dei nutrienti al terreno fa risultare il processo di coltivazione del basilico con variazione aggregato V50% meno impattante di una coltura tradizionale
- L'elevato impatto ambientale è dovuto principalmente all'essiccamento sia del fango di birra che dell'aggregato post realizzazione

Possibile soluzione:

- Cercare di sostituire il fango di birra con un altro agente porizzante, ad esempio i fondi di caffè che non richiedono il processo di essiccamento
- Provare a essiccare per meno tempo gli aggregati o provare ad effettuare un'essiccazione a temperatura ambiente

Ringraziamenti

Si ringrazia la prof.ssa Luisa Barbieri e la Dott.ssa Ing. Fernanda Andreola del Dipartimento di Ingegneria «Enzo Ferrari» dell'Università di Modena e Reggio Emilia per il coordinamento nell'attività di ricerca sperimentale.

Si ringraziano le aziende S.A.P.I. spa., Escavazioni Industriali Baroni s.r.l., Colorobbia Italia Spa, Sasil Spa. e un birrificio locale per la preziosa collaborazione fornita.

Grazie per l'attenzione