



Life Cycle Assessment di scaffold a base di poli(butilene succinato) per applicazioni biomedicali

Simona Spinoso

3° seminario tecnico LCA – 29 settembre 2016, Reggio Emilia



“Per biomateriale si intende qualsiasi sostanza o associazione di sostanze, sintetiche o di origine naturale, che può essere utilizzata per qualsiasi periodo di tempo, che aumenta o sostituisce parzialmente o totalmente qualsiasi tessuto, organo o funzione del corpo, al fine di mantenere o migliorare la qualità della vita dell'individuo”

National Institute of Health



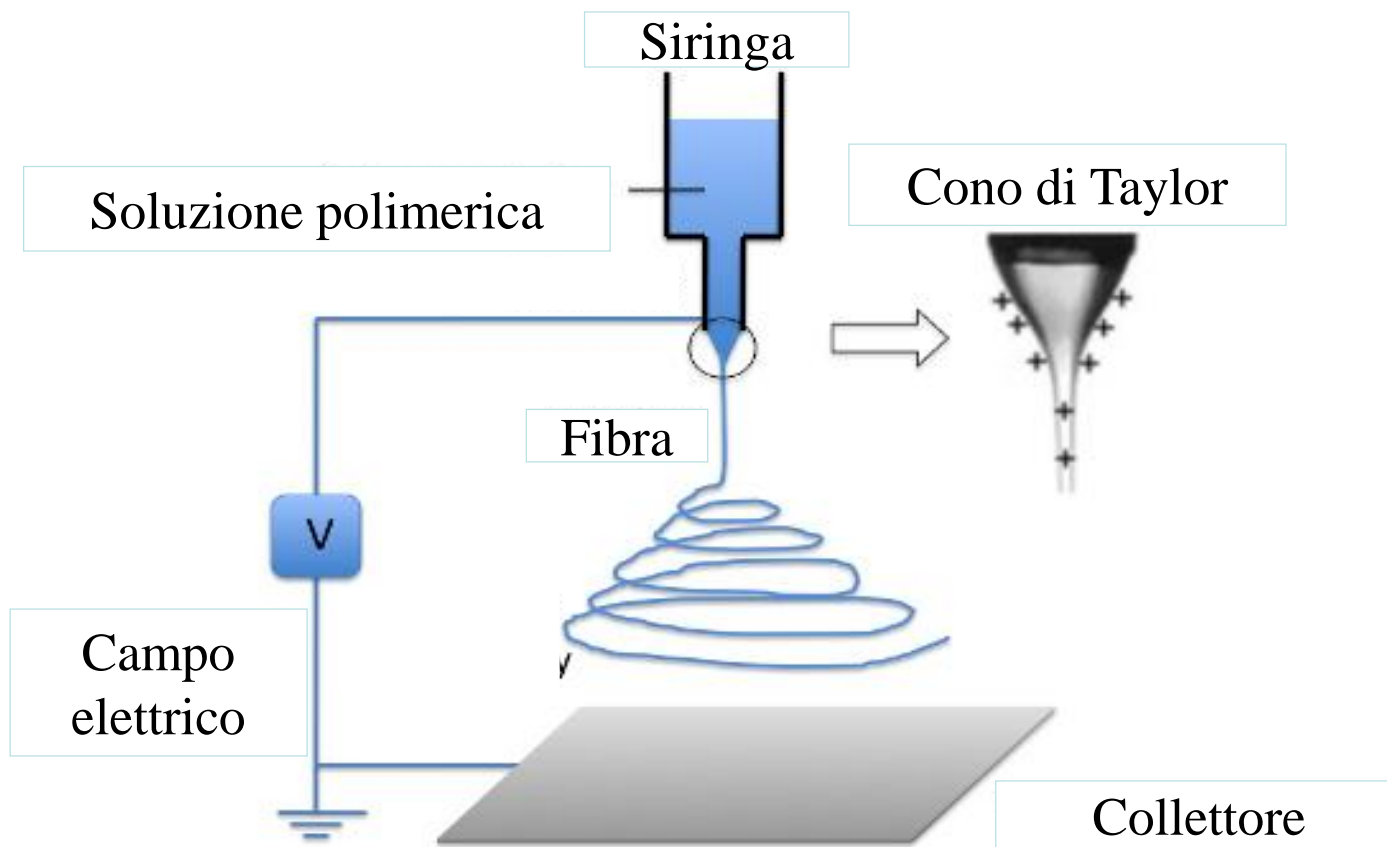
- Con il termine polimeri si indicano tutti i composti organici derivati dall'unione, per mezzo di legami chimici omopolari, di due o più unità strutturali a basso peso molecolare, detti monomeri.
- Si distinguono polimeri naturali e polimeri sintetici
- Il poli(butilene succinato) è un polimero semicristallino sintetico che presenta notevoli proprietà meccaniche, termomeccaniche e di permeabilità. Tra queste le più rilevanti sono: l'elevato grado di biodegradabilità e l'elasticità.



- **Fornire il supporto strutturale e fisico per le cellule che sono presenti nel tessuto.**
- **Regolare le attività delle cellule che vi risiedono all'interno.**
- **Fungere da “serbatoio” dei fattori di crescita.**
- **Fornire un ambiente fisico capace di modificarsi nel tempo, così da garantire una corretta neovascolarizzazione e rimodellazione.**



Elettrospinning



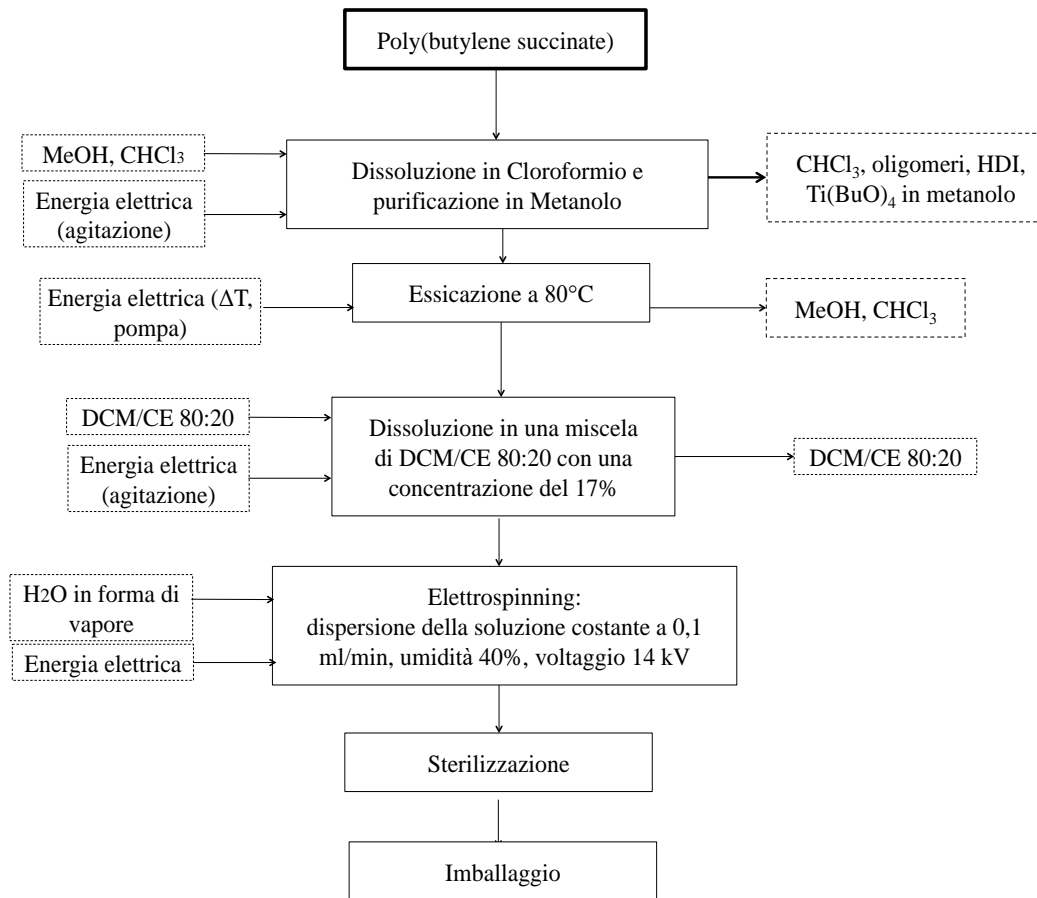


- Obiettivo dello studio è la valutazione ambientale del danno dovuto al ciclo di vita di uno *scaffold* utilizzabile in ingegneria tissutale.
- La funzione del sistema è l'implementazione di uno *scaffold* polimerico.
- I dati sono raccolti in laboratorio quando possibile. I dati mancanti sono stati integrati con stime e dati da letteratura.



Diagramma di flusso

Scaffold in PBS prodotto tramite processo di elettrospinning



Dalla culla al cancello

U.F.: 50g PBS

SimaPro 8.0.4
Metodo di valutazione: IMPACT2002+



$$FF_{ind} = \frac{\bar{C}_{ind}}{\frac{\frac{E_{ind}}{tl} * 24 \cdot t}{A_{emit_{ind}}}}$$

$$DF_{ind} = DF_{EI99} \cdot \frac{FF_{ind}}{FF_{EI99}} \cdot \frac{PD_{ind}}{PD_{EI99}}$$

2 lavoratori per 400 m²

Dove la concentrazione vale:

$$\bar{C}_{ind} = \frac{\frac{E_{ind}}{tl} * 24}{\frac{V_{cap}}{2}}$$

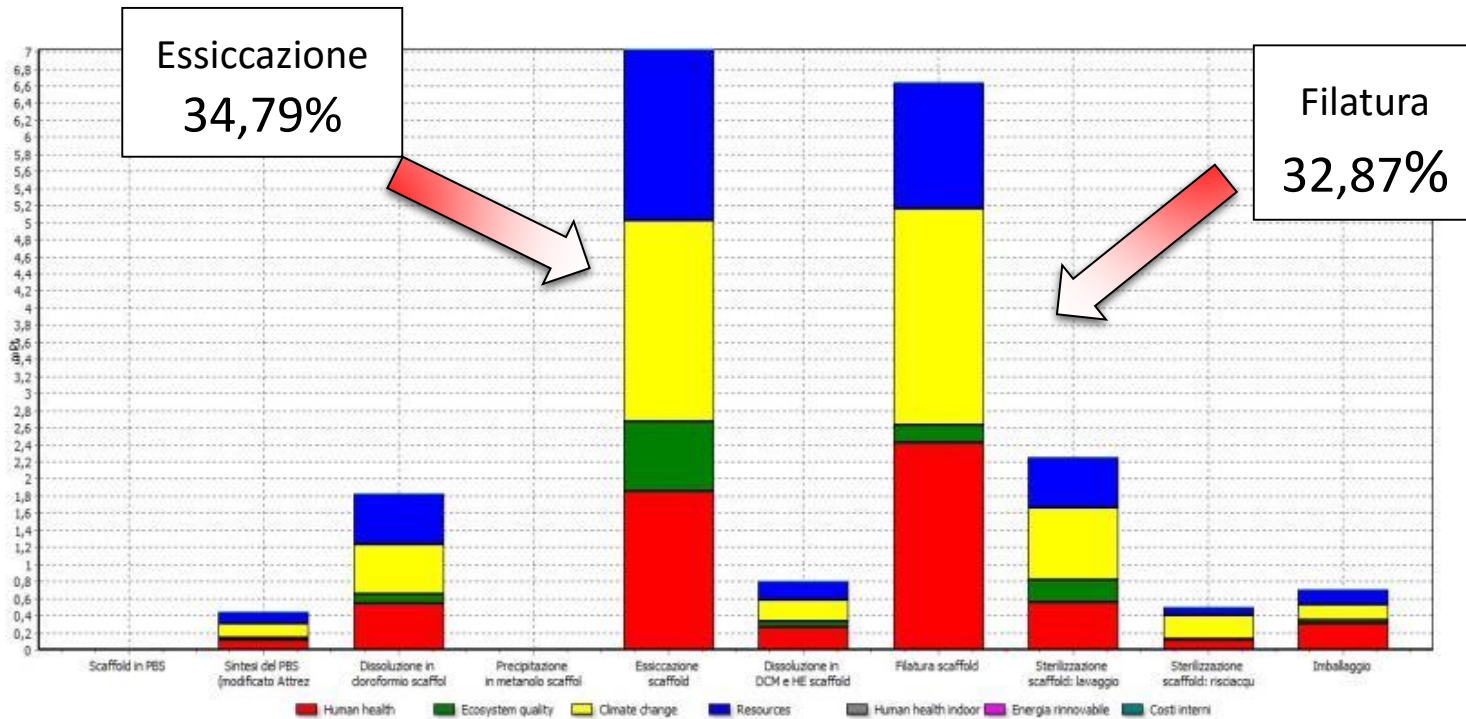


Sostanze esaminate

Sostanze	Carcinogens	Non-Carcinogens	Respiratory-Organics
Cloroformio	318,78	0,067711	2899,4
Metanolo		1,3937	3464,8
Diclorometano	395,06	1,9966	3470,6
Esano		0,41785	3458,7
Acetone		1,6244	3641,9
Etanolo	0,33919		3462,8



Risultati



Analysing 35 g 'Scaffold in PBS';
Method: IMPACT 2002+250215 040915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score

I processi che risultano maggiormente impattanti sono l'essiccazione e la filatura

Categoria di danno	Percentuale %
Human Health	35,61%
Climate Change	30,40%
Resources	26,21%

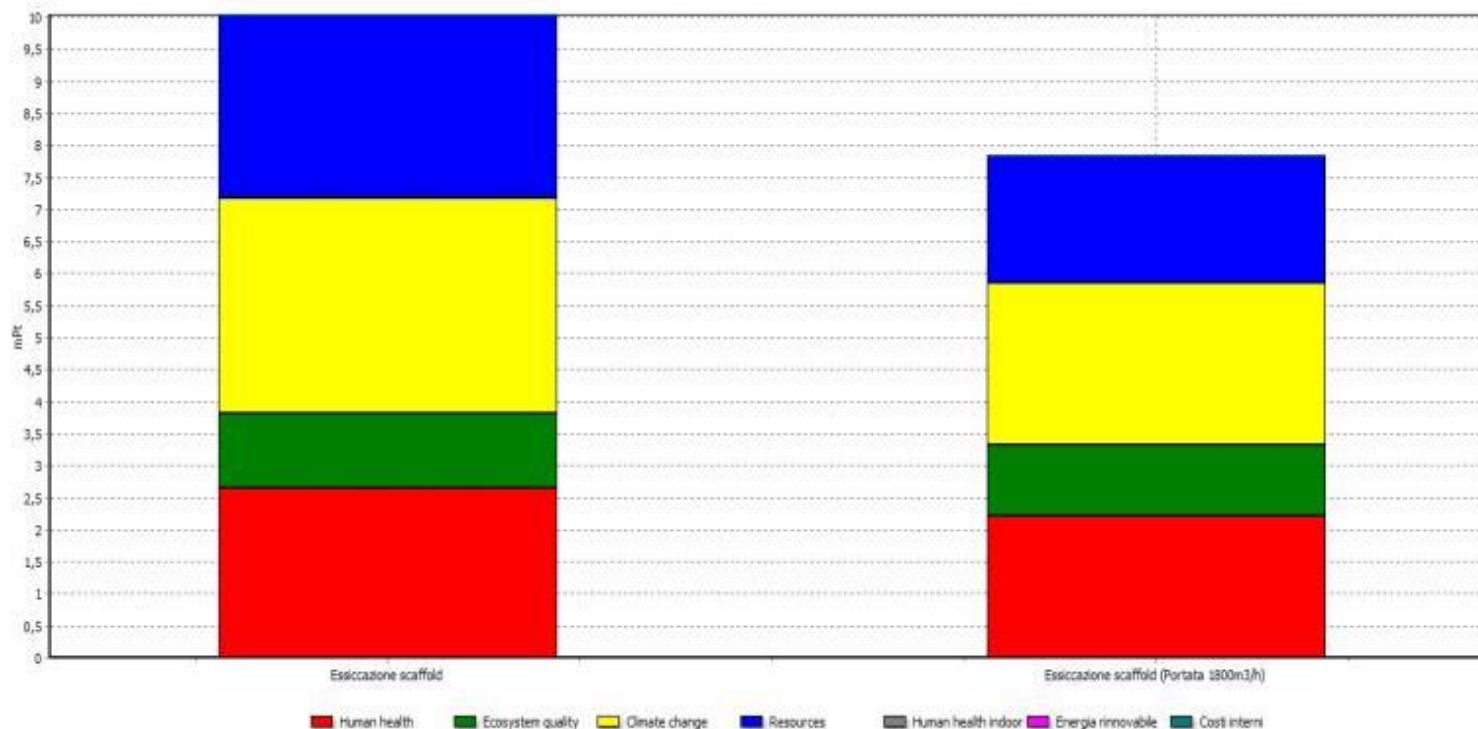


- Il filtro a carboni attivi è stato inserito in presenza di sostanze organiche.
- Le emissioni sono state calcolate proporzionalmente al rapporto tra la temperatura di ebollizione della sostanza e quello dell'acqua.
- Il 99% delle emissioni entra nell'atmosfera, l'1% entra nel laboratorio (emissioni indoor).



Considerazioni sul processo di essiccazione

Confronto tra una portata di aspirazione di 3507,3 e 1800 Nm³/h



Comparing 50 g 'Essiccazione scaffold' with 50 g 'Essiccazione scaffold (Portata 1800m3/h)';
Method: IMPACT 2002+250215 040915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score

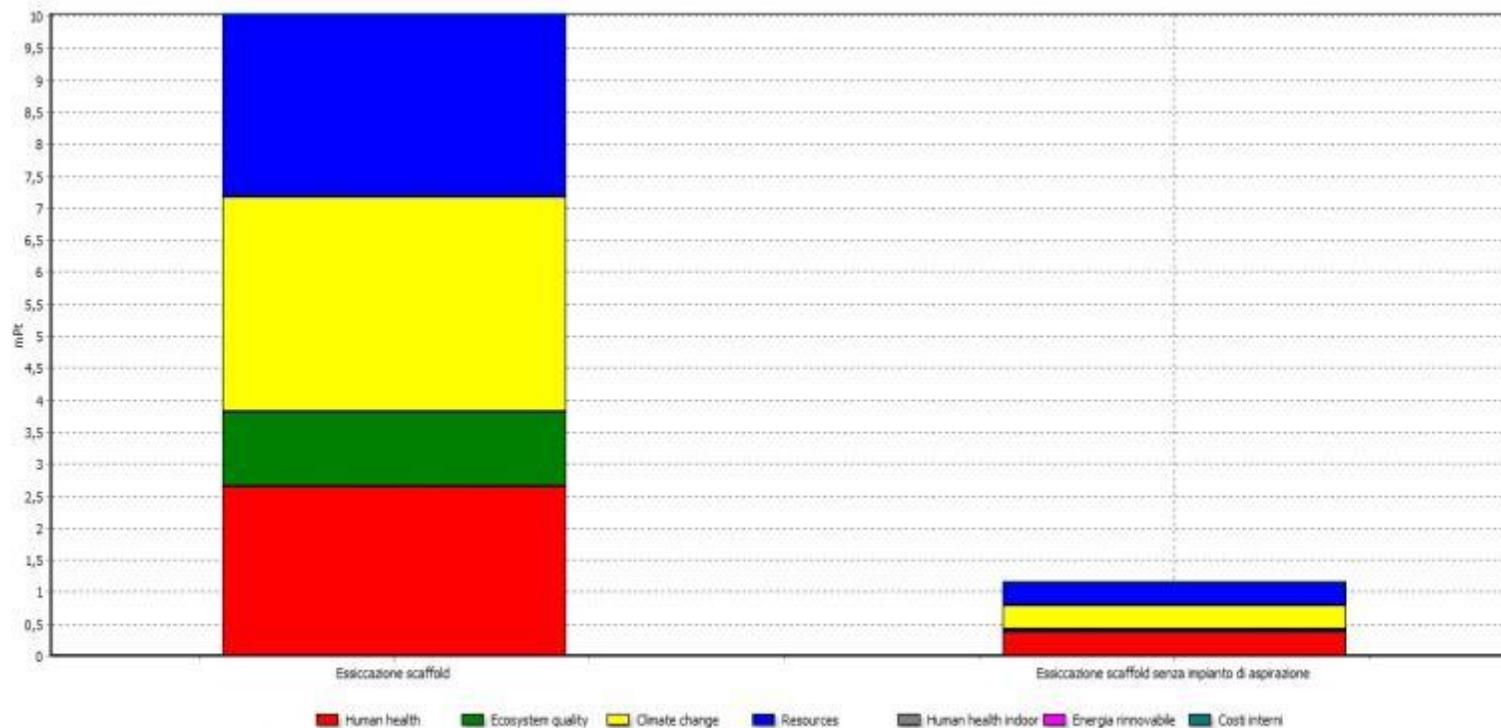
Riduzione del danno del **21,83%**



Considerazioni sul processo di essiccazione

con impianto di aspirazione

Senza impianto di aspirazione



Comparing 50 g 'Essiccazione scaffold' with 50 g 'Essiccazione scaffold senza impianto di aspirazione';
Method: IMPACT 2002+250215 0-40915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score

Riduzione del danno del **88,32%**



- **Portata elevata per un impianto di laboratorio.**
- **Filtro avendo una durata breve necessita di una rigenerazione.**
- **Si produce più danno a livello generale che a lasciare le emissioni indoor e outdoor dirette.**
- **E' doveroso preoccuparsi della salute del lavoratore.**
- **E' importante un corretto dimensionamento dell'impianto.**
- **LCA si occupa del generale e non del particolare quando dovrebbe esserci una correlazione tra quelle che sono le emissioni locali e quelle che sono le emissioni considerate sul bacino dell'Europa.**



Costi esterni

Metodo	Human Health [ELU] [€]	Ecosystem production capacity [ELU]	Abiotic stock resource [ELU] resource [€]	Biodiversity [ELU] Ecosystem quality [€]	Climate change [€]	Totale [€]
EPS	14,94	-0,089	23,43	0,14	/	38,43
IMPACT	1,3577	/	16,737	0,098663	0,55629	18,75

- Il costo esterno calcolato da IMPACT è 18,75€.
- Il costo esterno calcolato da EPS è 38,43€.
- Il primo è il 48,79% di quello calcolato con EPS.



- Il danno totale vale 20,203 mPt
- I processi che impattano maggiormente sono l'essiccazione e la filatura.
- La categoria di danno nella quale si ha il danno massimo è **Climate change**, la seconda è **Human Health** e la terza è **Resources**.
Risulta che il danno massimo è dovuto alla produzione e utilizzo dell'energia elettrica.
- Nel processo di filatura il danno massimo è dovuto al lavaggio delle attrezzature con diclorometano.
- Il danno massimo deriva dall'energia elettrica usata per l'aspirazione



Grazie per l'attenzione