



**Produzione di film plastico per applicazioni di food packaging:
Analisi LCA del processo produttivo di blend PLA/PHB
ottenuti da fonti rinnovabili.**

Giulia Dosi



Produzione di materie plastiche



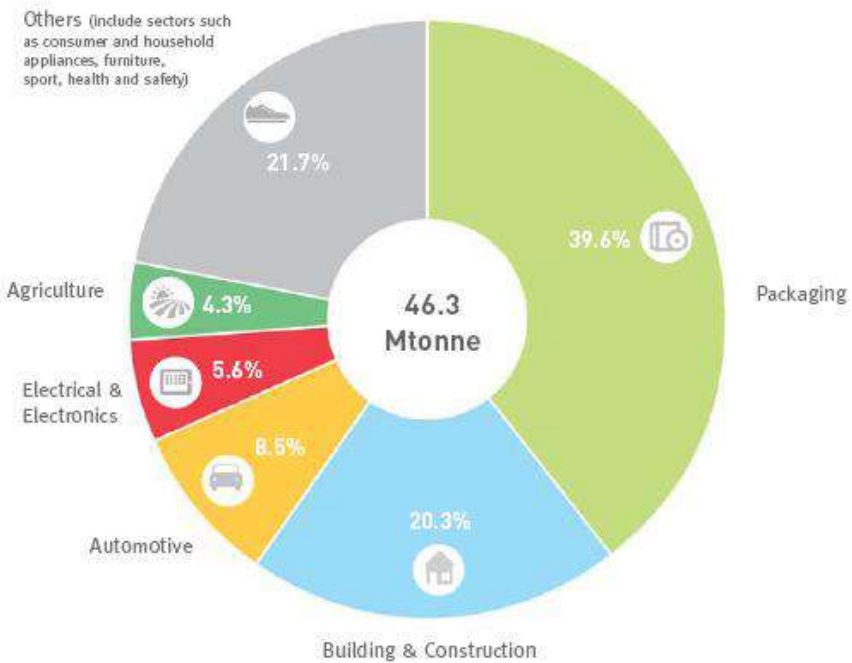
World and European plastics production 2002-2013

Includes Plastics materials (thermoplastics and polyurethanes), other plastics (thermosets, adhesives, coatings and sealants) and PP-fibers.

Source: [PlasticsEurope \(PEM RG\)](#)



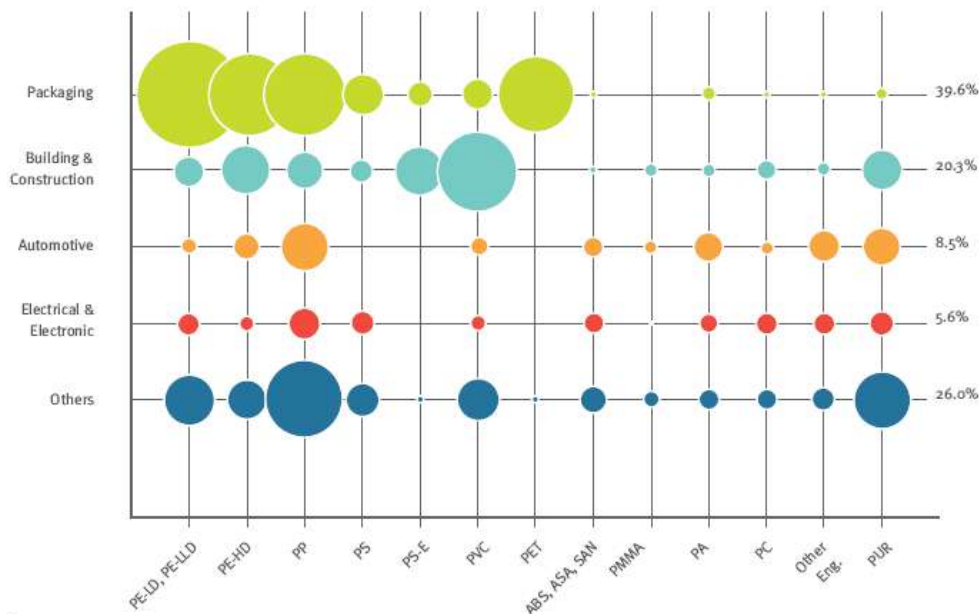
Il carattere versatile della plastica



European plastics demand* by segment 2013

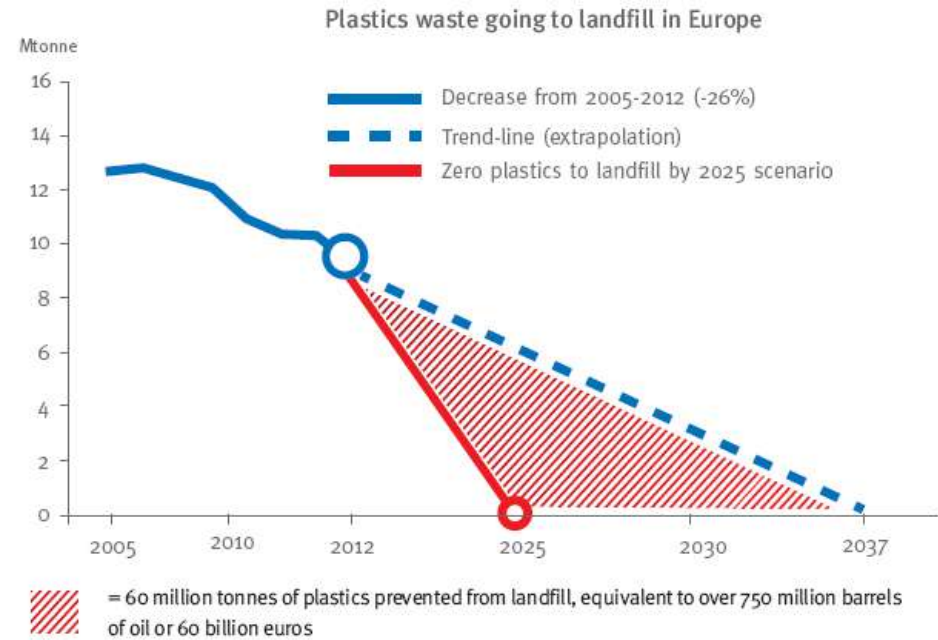
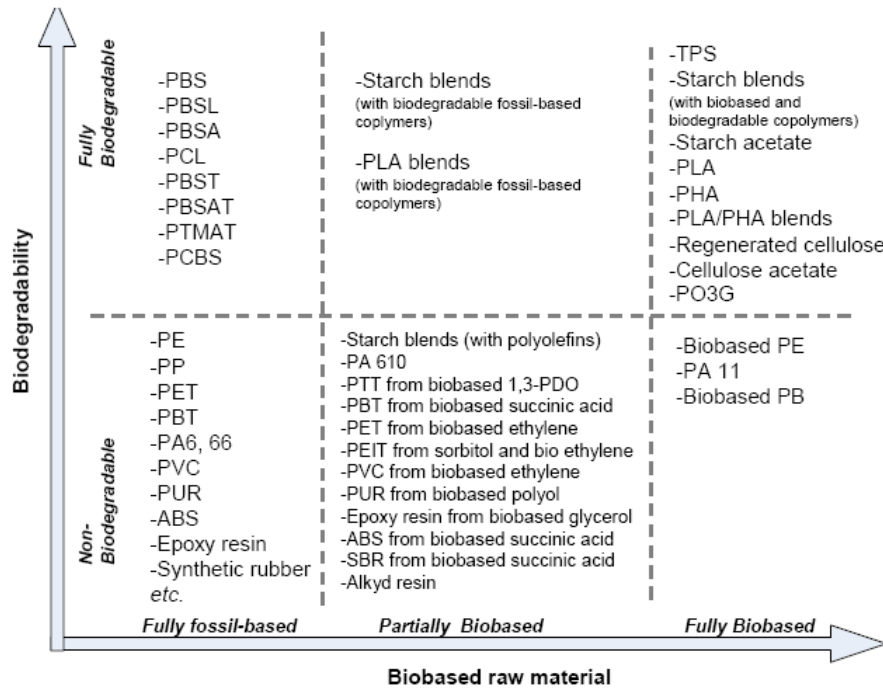
Source: PlasticsEurope (PEMRC) / Consulic / ECEBD

* EU-27+NO/CH





Bioplastiche e "Zero plastics to landfill"





I BIOPOLIMERI

- **Definizione:**

"Un polimero è una macromolecola caratterizzata dalla ripetizione multipla di unità strutturali dette monomeri, costituiti da uno o più gruppi di atomi diversi legati tra loro."

"Il termine bio è largamente usato per indicare le macromolecole biologiche o, talvolta, polimeri sintetici con particolari proprietà. Possono essere impiegati in campo biomedico e nel campo dell'imballaggio alimentare di qualità in sostituzione di polimeri naturali (proteine, polisaccaridi) o in combinazione con essi."

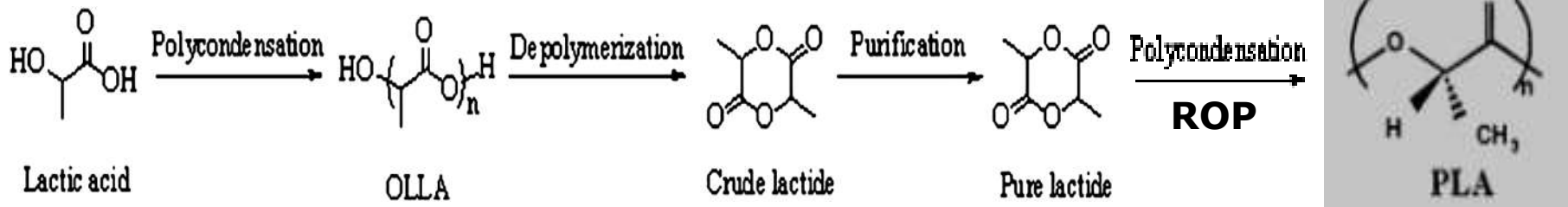
Fonte: Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics
Properties, Processing and Applications
Prima edizione 2012, Elsevier





PLA- Acido polilattico

- L'acido polilattico è un poliesteri alifatico, derivante dall'unità monomerica dell'acido lattico.
- Ha una temperatura di fusione di circa 175°C e subisce degradazione idrolitica.
- L'acido lattico esiste in due forme enantiomeriche (L e D), ma soltanto dall'isomero otticamente attivo (L) è possibile ottenere un PLA ad elevata cristallinità.
- Il monomero si può ottenere sia dal cracking sia tramite processo fermentativo, utilizzando prevalentemente amido di mais come fonte carboniosa.





PHB - Poli-beta-idrossibutirrato

- Il poli- β -idrossibutirrato appartiene alla famiglia dei poliidrossialcanoati (PHAs) ed è generato direttamente attraverso fermentazione batterica in presenza di glicerolo e in condizioni controllate di ossigeno
- I batteri produttori più utilizzati sono appartenenti alle famiglie dei *Bacillus* e degli *Aspergillus*
- I batteri al loro interno possiedono anche l'enzima che permette la degradazione stessa del





Obiettivo dello studio

La valutazione ambientale del danno dovuto alla produzione del film plastico generato dalla miscela di PLA e PHB non provenienti dal petrolio

La funzione del sistema

Produrre un film per imballaggio mediante miscelazione di PLA e PHB

Il sistema

Blend costituito dal 73% di PLA, dal 22% di PHB e 5% di fenolo circa, miscelati allo scopo di ottenere un film per l'imballaggio alimentare

Unità Funzionale

5000 kg di film (120 kg di miscela ottenuta in 1 ora di lavoro con una capacità di 150 kg/h)

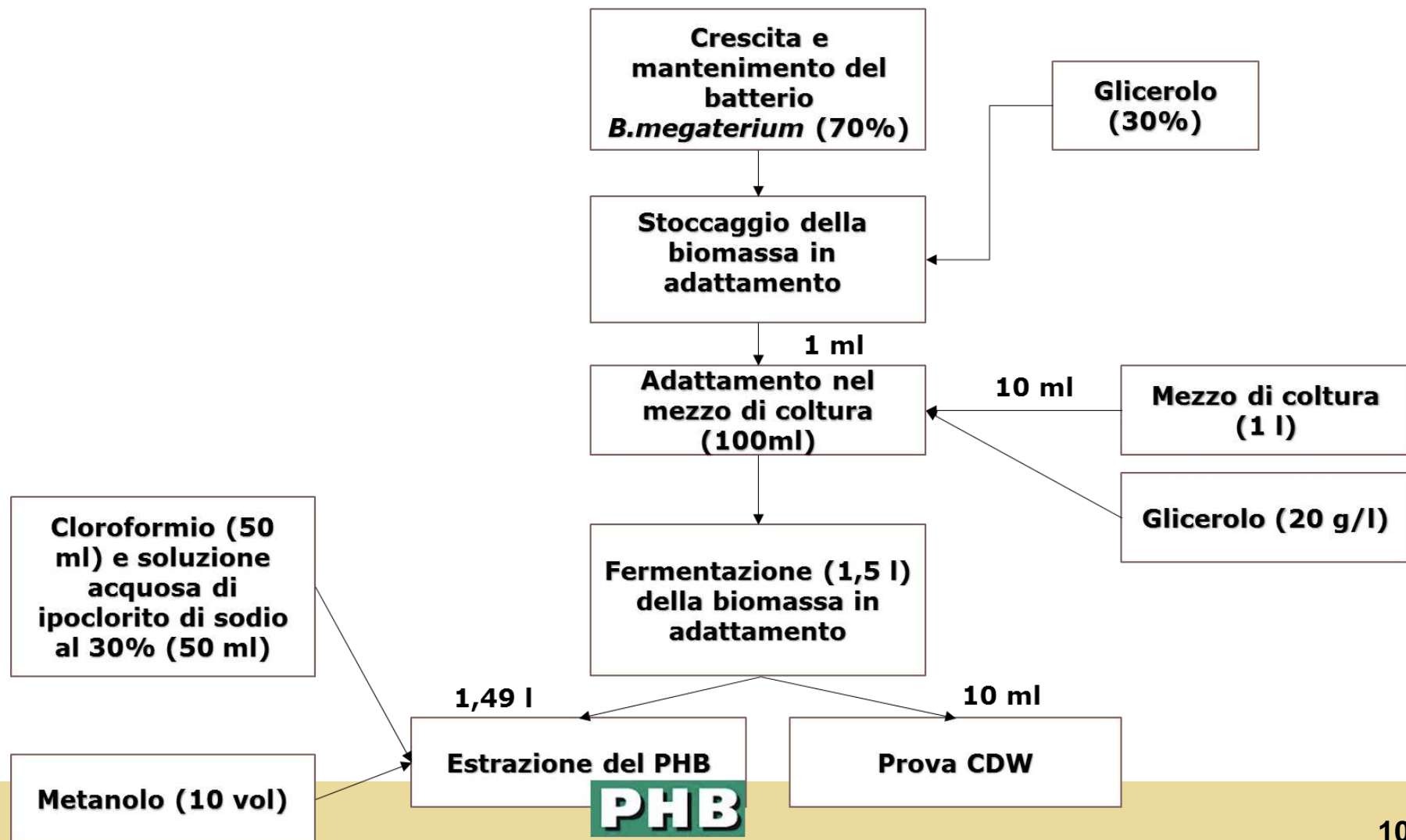
Confini del sistema

Dalla produzione di PLA e PHB e del fenolo fino alla produzione del film, passando attraverso la produzione del blend

Dati primari industriali. EcolInvent 3 o recuperati dalla letteratura. IMPACT 2002+ modificato.

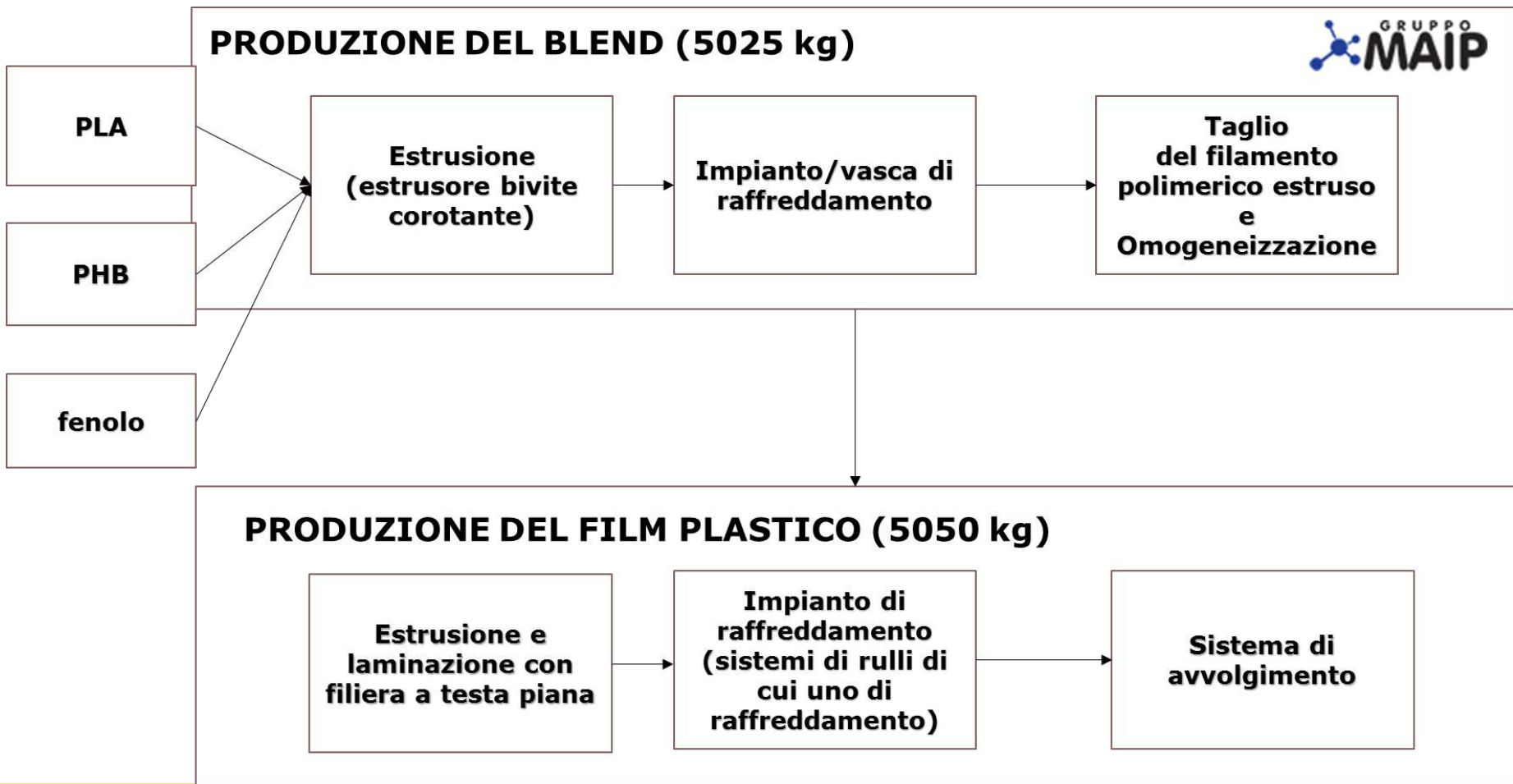


Schema a blocchi del PHB



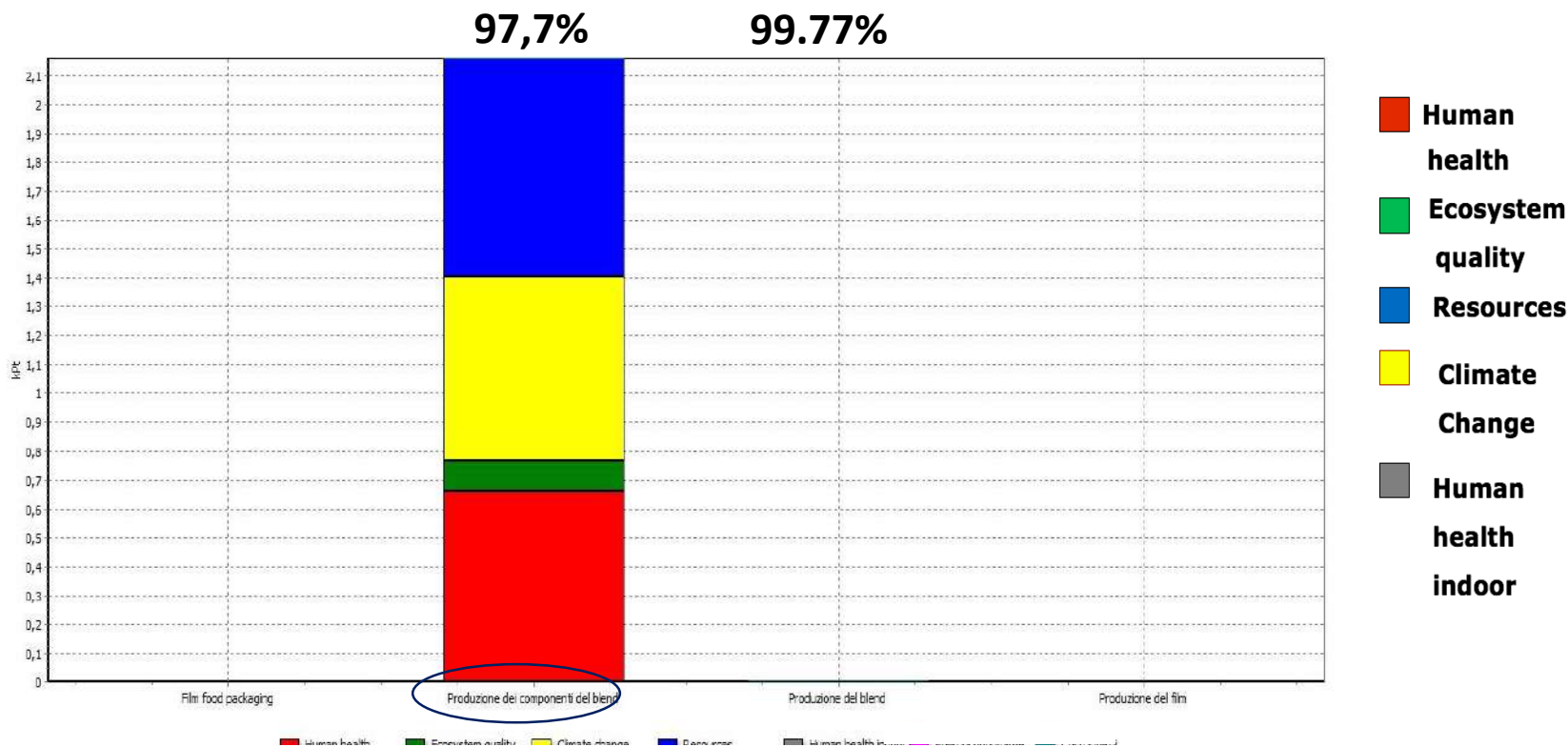


Schema a blocchi - Blend & Film





Valutazione del danno prodotto

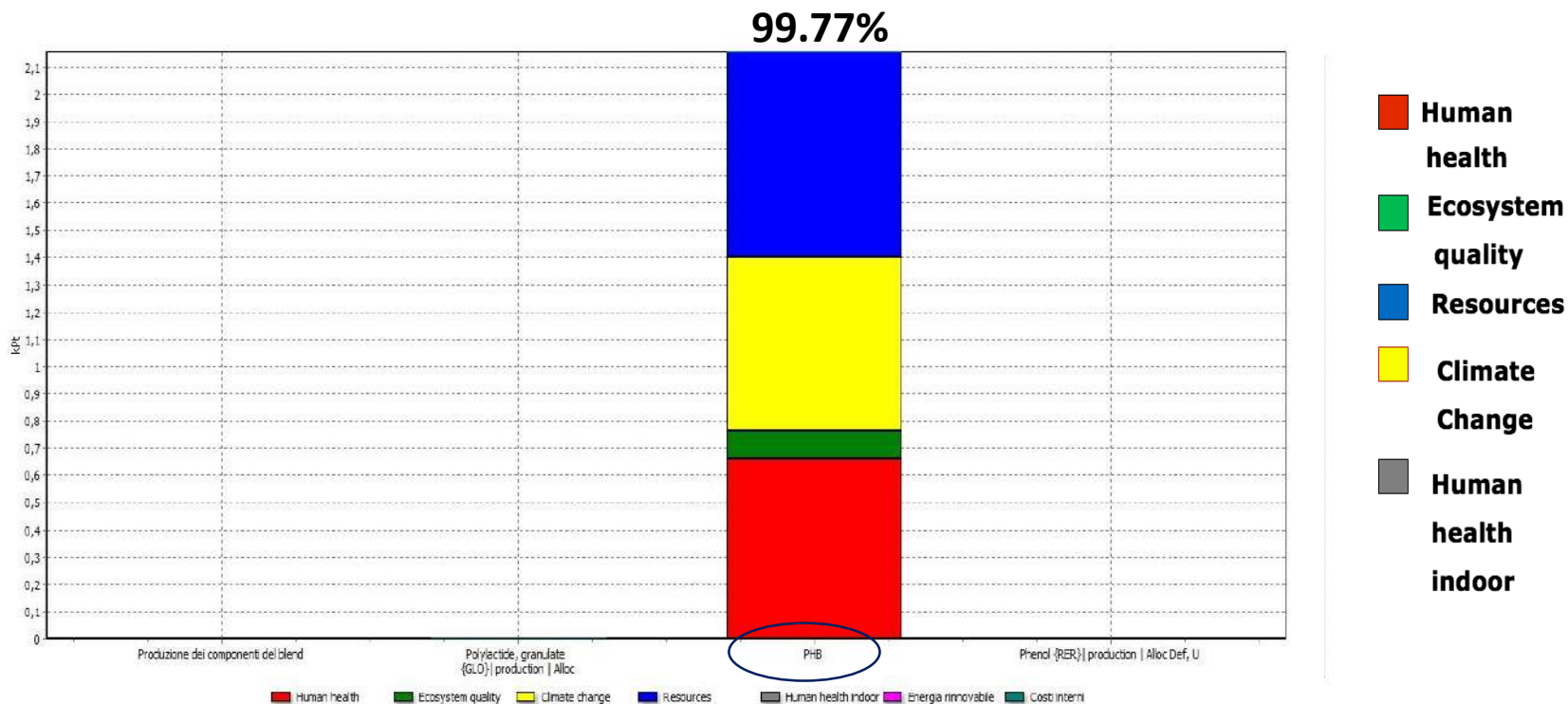


Il danno vale **2,167 kPt** .

Il danno è dovuto per il 30.54% a **Human health**, per il 4.87% a **Ecosystem quality**, per il 29.68% a **Climate change**, per il 34.91% a **Resources**, per l'1.76E-5 a **Human health indoor**.



Valutazione del danno prodotto



Analysing 5050 kg 'Produzione dei componenti del blend';
Method: IMPACT 2002+250215 040915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score
Method: IMPACT 2002+250215 040915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score

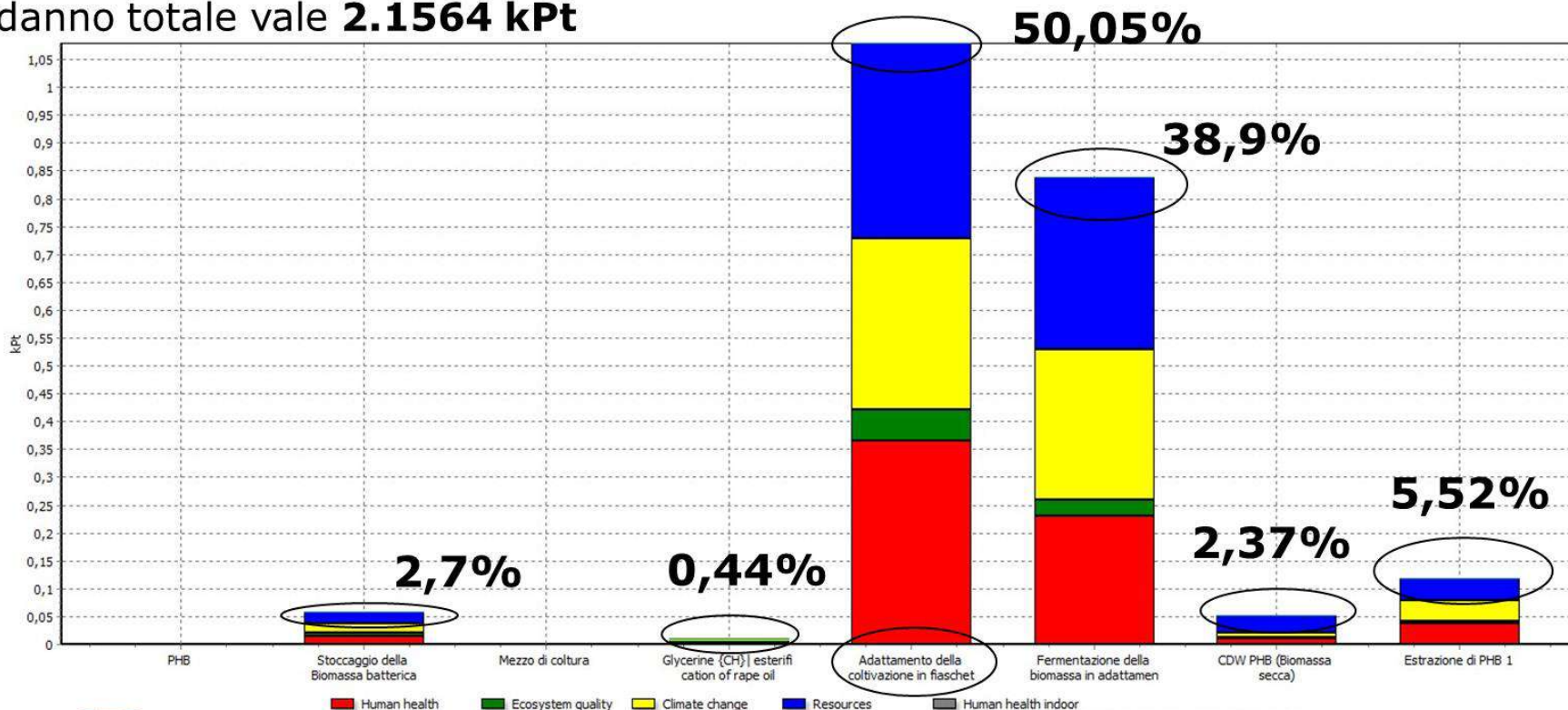
Il danno vale **2,161 kPt** ed è dovuto solo per lo 0.2% al PLA.

Il danno è dovuto per il 30.54% a **Human health**, per il 4.88% a **Ecosystem quality**, per il 29.67% a **Climate change**, per il 34.91% a **Resources**, per l'1.75E-5 a **Human health indoor**.



Analisi ambientale del PHB

Il danno totale vale **2.1564 kPt**

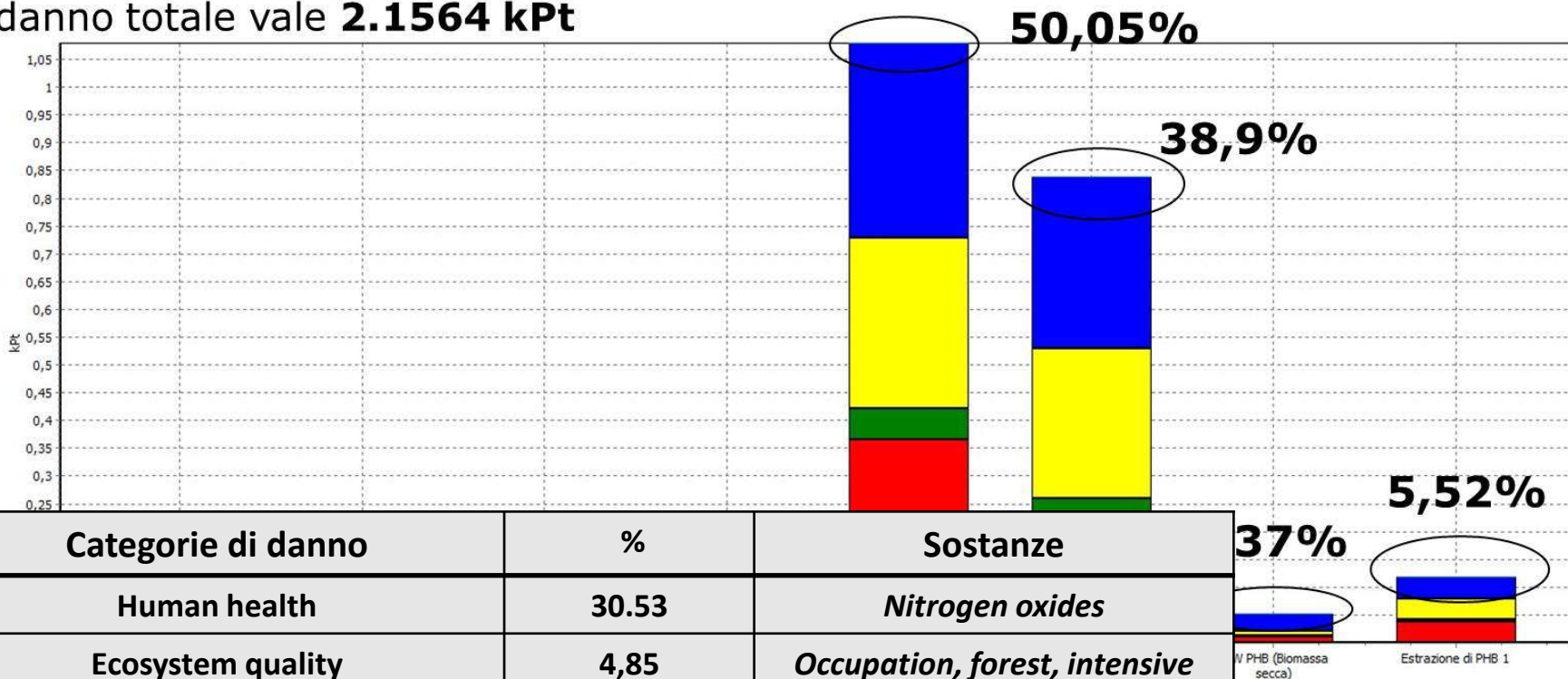


Analysing 1195,8 kg PHB;
 Method: IMPACT_2002+250215 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score



Analisi ambientale del PHB

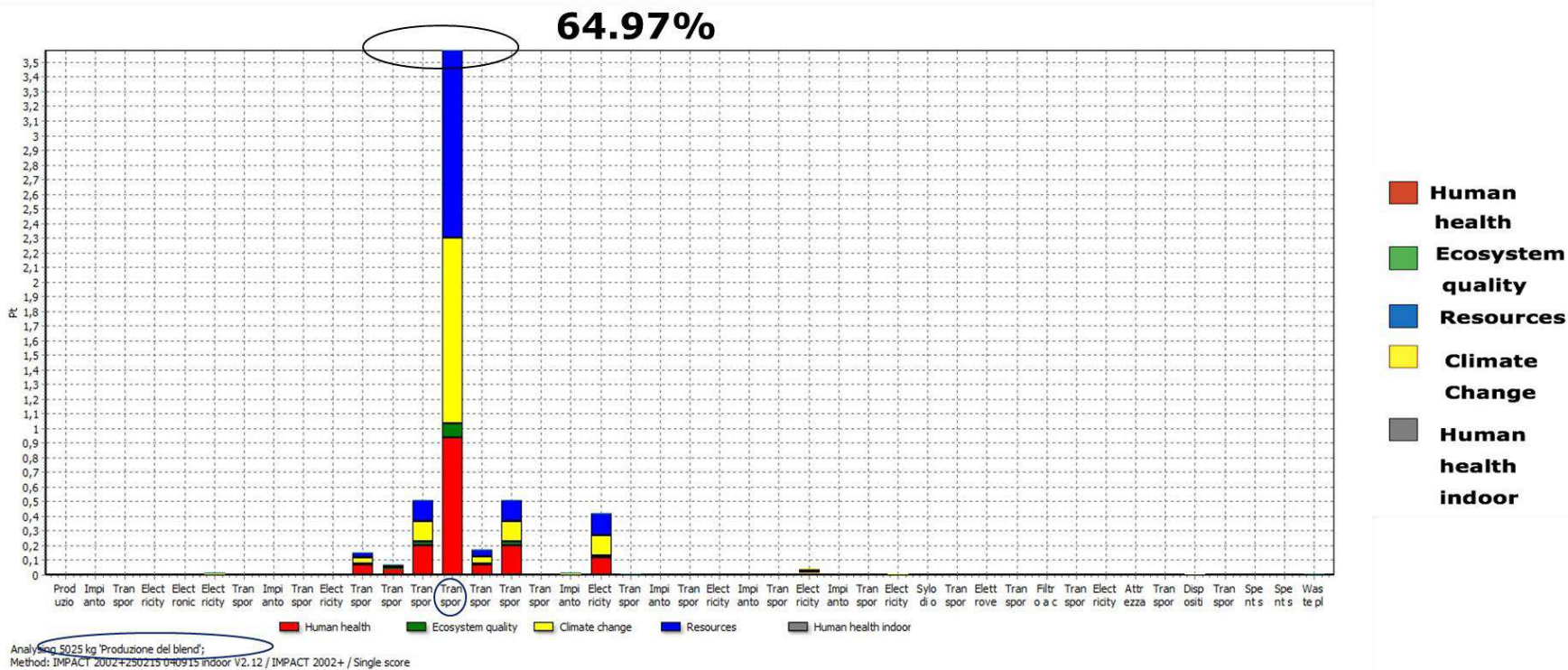
Il danno totale vale **2.1564 kPt**



Categorie di danno	%	Sostanze
Human health	30.53	<i>Nitrogen oxides</i>
Ecosystem quality	4,85	<i>Occupation, forest, intensive</i>
Climate change	26.69	<i>Carbon dioxide, fossil</i>
Resources	34.94	<i>Gas, natural/m3</i>
Human Health indoor	1.75E-5	<i>Chloroform indoor</i>



Valutazione del danno da blend

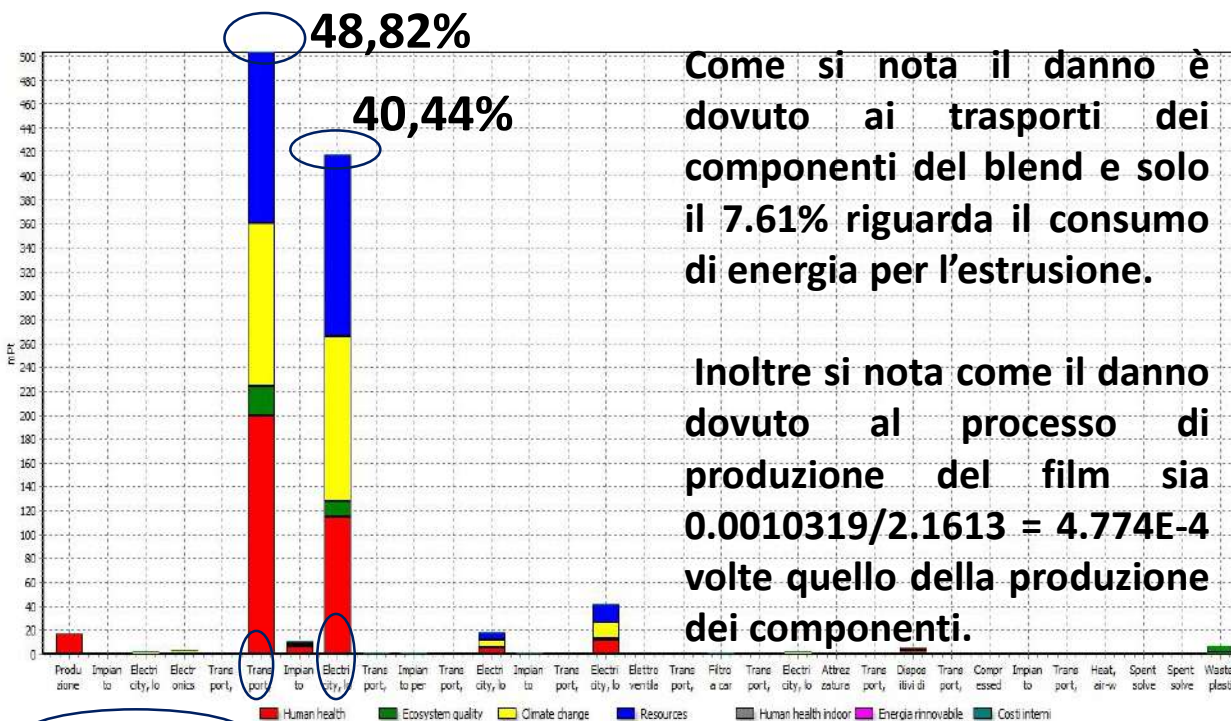


Il danno vale **5.514 Pt.**

Il danno è dovuto per il 30.23% a **Human health**, per il 3.17% a **Ecosystem quality**, per il 32.97% a **Climate change**, per il 33.63% a **Resources** e per il 2.378E-5% a **Human health indoor**.



Valutazione del danno da film



Come si nota il danno è dovuto ai trasporti dei componenti del blend e solo il 7.61% riguarda il consumo di energia per l'estrusione.

Inoltre si nota come il danno dovuto al processo di produzione del film sia $0.0010319 / 2.1613 = 4.774E-4$ volte quello della produzione dei componenti.

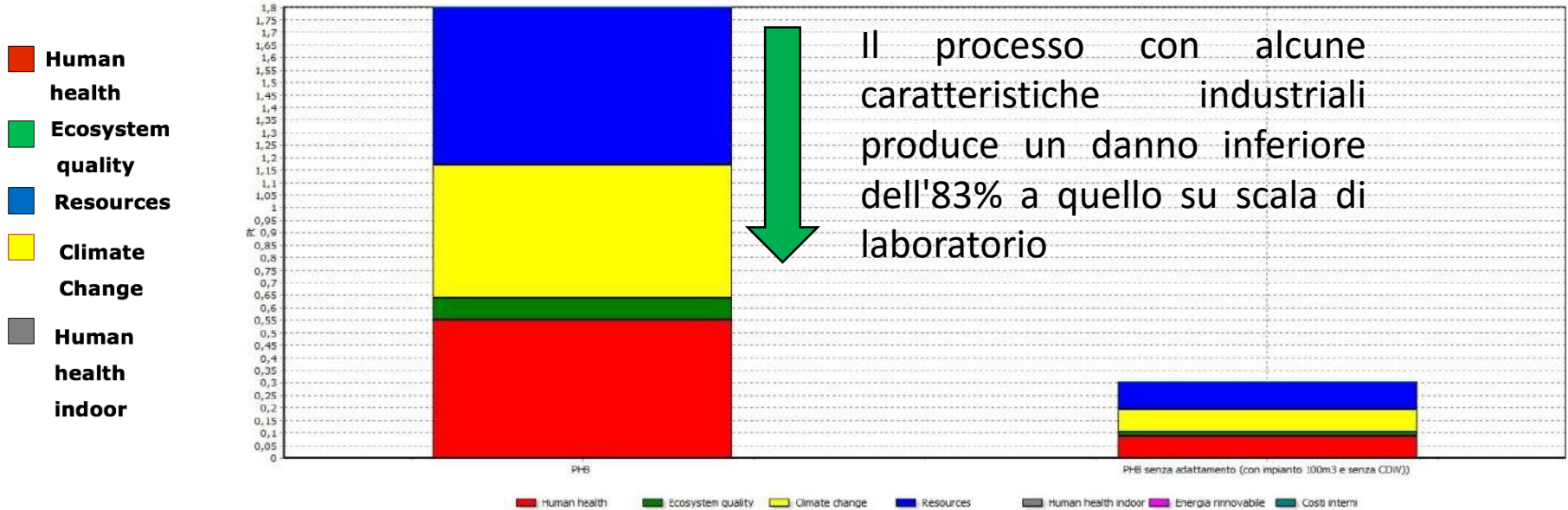
Analyzing 5000 kg "Produzione del film";
Method: IMPACT 2002+ 250215 040215 indoor v2.12 / IMPACT 2002+ / Single score.

Il danno vale **1.0319Pt.**

Il danno è dovuto per il 34.93% a **Human health**, per il 4.02% a **Ecosystem quality**, per il 29.7% a **Climate change**, per il 31.35% a **Resources** e per il 1.2455E-4% a **Human health indoor**.



Confronto PHB Laboratorio – PHB Industriale



Comparing 1 kg 'PHB' with 1 kg 'PHB' senza adattamento (con impianto 100m3 e senza CDW));
Method: IMPACT 2002+250215 0-40915 indoor V2.12 / IMPACT 2002+ / Single score

Riduzione di un fattore 6 del danno dovuto al PHB nel processo principale



Note conclusive

- Il danno dovuto alla produzione di 5000kg di un film ottenuto da PLA e PHB è di **2.1678kPt** ed è dovuto per il 99.7% alla produzione dei componenti PLA, PHB e fenolo.
- La produzione dei componenti produce un danno di **2.1613kPt** ed è dovuto per il 99.78% alla produzione del PHB
- Il danno dovuto alla produzione del film (senza materiali componenti) vale **1.0319Pt** (4.774E-4 volte quello della produzione dei componenti).
- Entrambi i sotto-processi sopraindicati fanno riferimento a un impianto con potenza e peso commisurati ad una produzione di laboratorio. Un impianto progettato per una scala industriale richiede una potenza e un peso per unità di volume inferiori a quelli industriali.



Grazie per l'attenzione