

“Valutazione ambientale con il metodo LCA di un infisso e una seduta monoscocca ottenuti con biopolimeri”

Devid Sassi – Lucrezia Volpi

STORIA

1860

- **CELLULOIDE** (nitrocellulosa e canfora): primo polimero semisintetico impiegato a livello mondiale come alternativa a materiali preziosi e risorse scarse

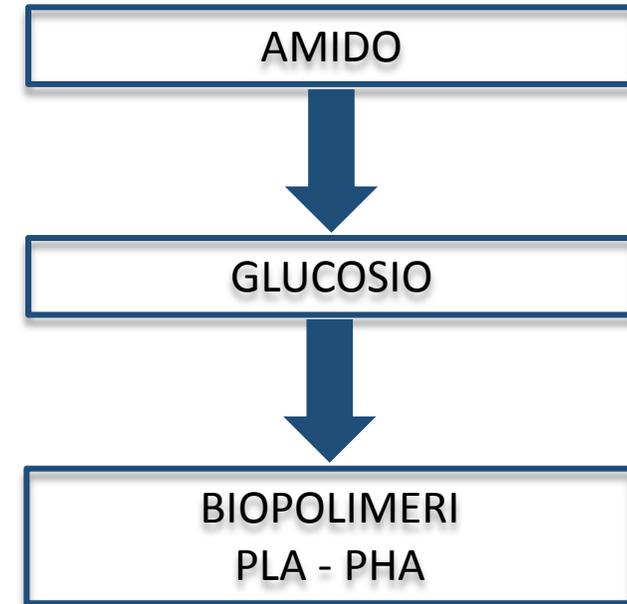
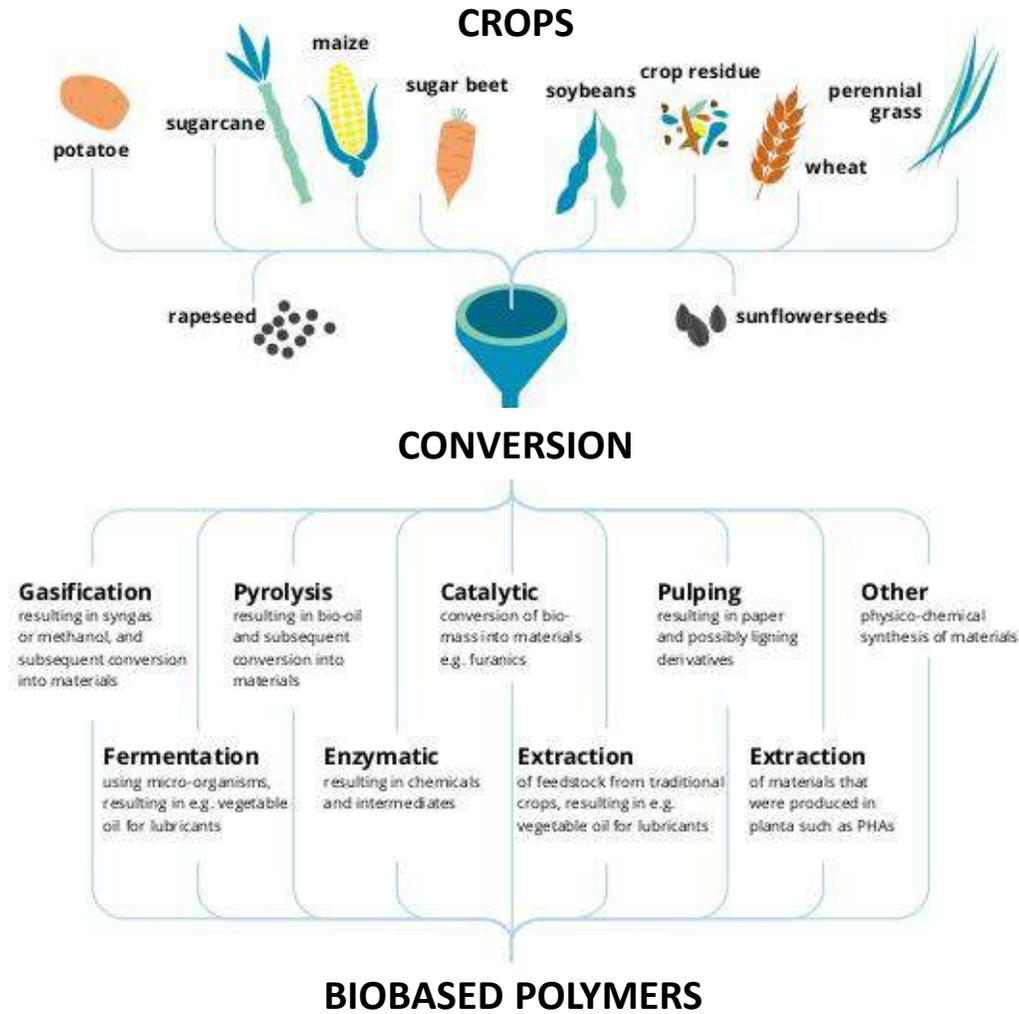
1910

- Con l'arrivo sul mercato del **petrolio** e il suo crescente utilizzo, hanno cominciato a diffondersi in maniera sempre maggiore polimeri di origine fossile, anche grazie all'economicità delle materie prime

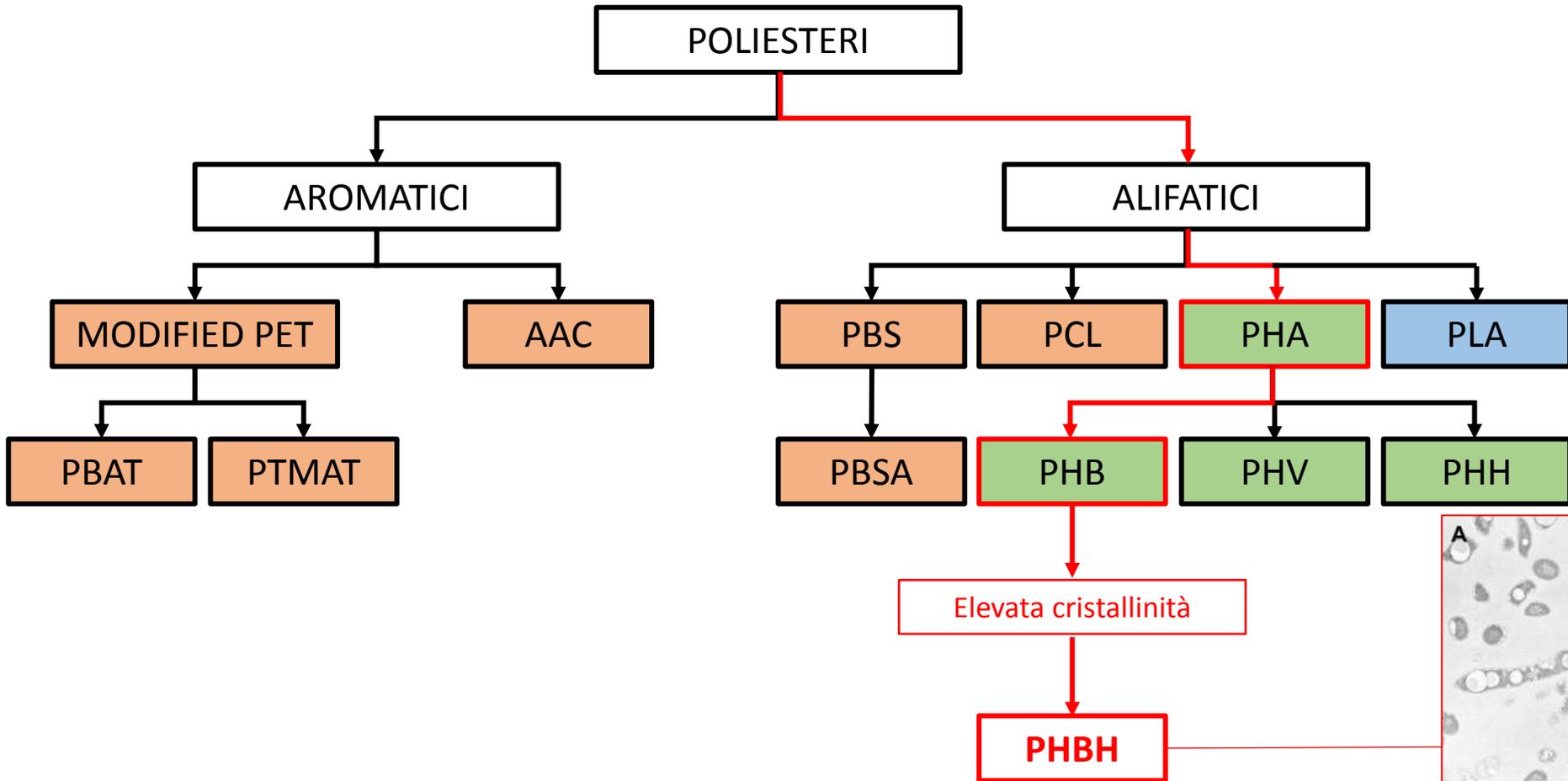
1980

- L'attenzione nei confronti dei biopolimeri è rinata durante gli anni '80 con i polimeri a base di amido, a causa della rapida biodegradabilità e di una maggiore attenzione verso l'ambiente

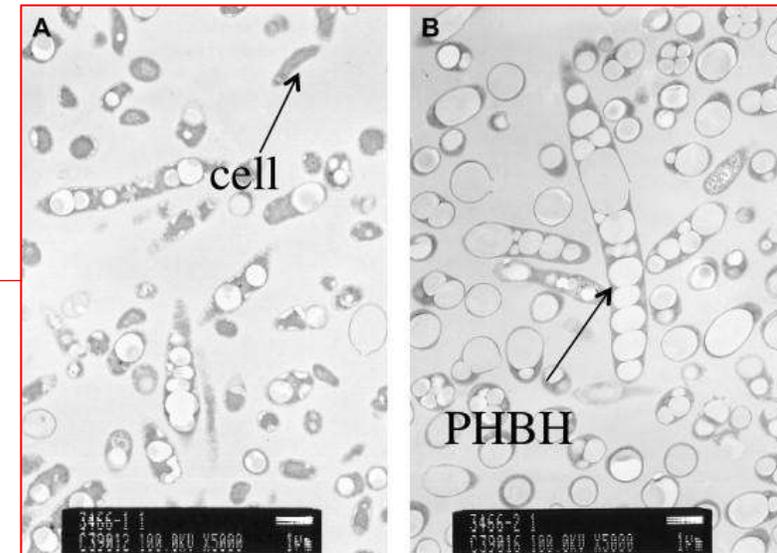
I BIOPOLIMERI



IL PHBH



- Biobased, rinnovabili
- Sintetici, rinnovabili
- Sintetici, non rinnovabili



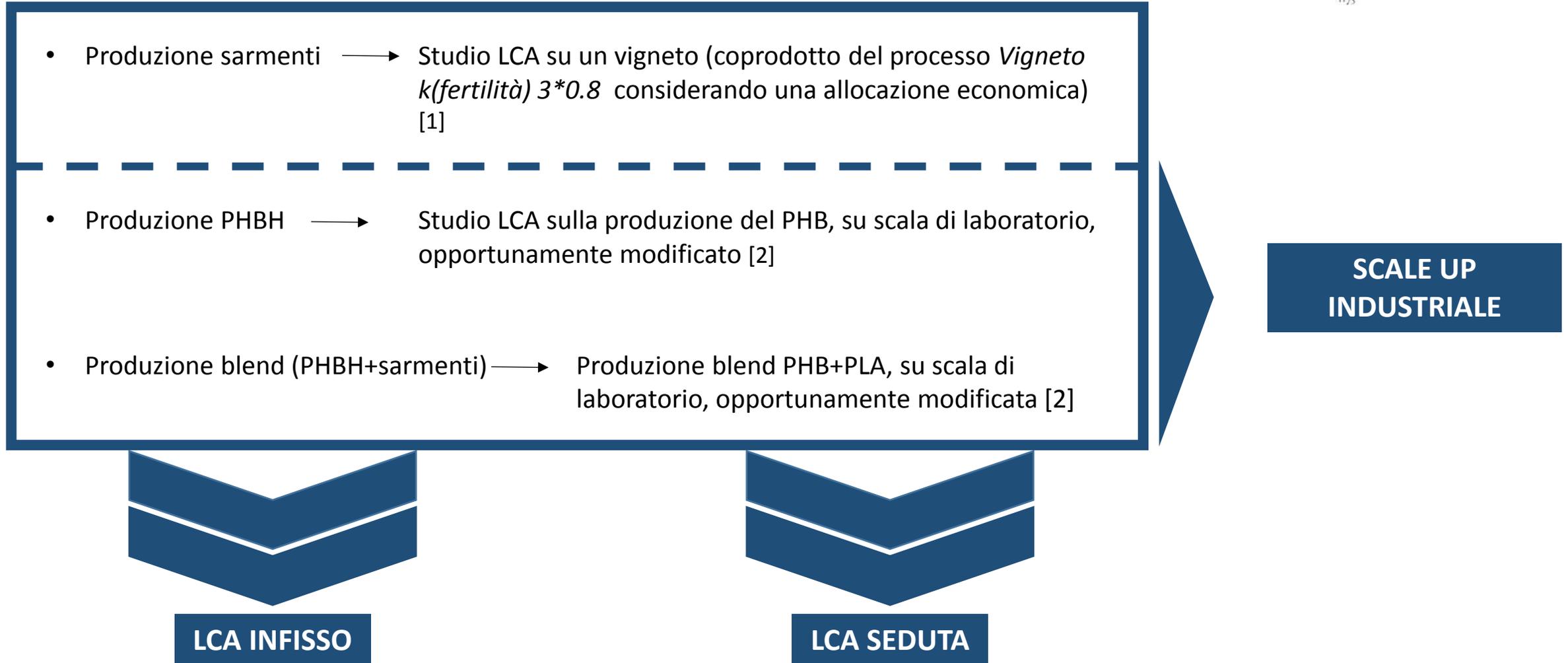
IL PROGETTO

- **OBIETTIVO:** valutazione dell'impatto ambientale di un infisso e di una seduta monoscocca realizzati con PHBH, attraverso la metodologia LCA.



- Il PHBH viene unito ad una matrice ligneo-cellulosica; il blend è così formato da PHBH (80%) e sarmenti ottenuti da potature di vigneti (20%) (Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli studi di Parma).

IL PROGETTO



[1] Ferrari, A. M., Pini, M., Sassi, D., Zerazion, E., & Neri, P. (2018). Effects of grape quality on the environmental profile of an Italian vineyard for Lambrusco red wine production. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3760-3769

[2] Dosi, G. (2015). Produzione di film plastico per applicazioni di food packaging: Analisi LCA del processo produttivo di blend PLA/PHB ottenuti da fonti rinnovabili

IL PROGETTO – Lo Scale Up industriale



Summary of all LCA inputs and outputs.

Step	Description/Calculation	Other inputs and comments
LCA Inputs		
<u>Reactants</u>	Use stoichiometric amounts (same as lab protocol)	
<u>Solvents</u>	Reduce by 20% compared to lab scale Reduce amount by recycling rate where possible → Include energy inputs for recycling process	
Catalysts	Design recycling process where possible	
<u>Heating</u>	$Q_{react(1000\ l)} = \frac{(C_p * m_{mix} + 3.303 \frac{W}{K} * t) * (T_r - 298.15\ K)}{0.75}$	See Eq. (4) Secondary energy source must be chosen (electricity, fuel, gas)
<u>Stirring</u>	$E_{stir(1000\ l)} = 0.0180\ m^5 s^{-3} * \rho_{mix} * t$	See Eq. (6) and Table 3
Homogenizing	$E_{hom(1000\ l)} = 15.47\ m^5 s^{-3} * \rho_{mix} * t$	See Eq. (6) and Table 4
Grinding	8-16 kWh/ton	Depending on size and material
Filtration	1-10 kWh/ton dry material	Depending on grain size
Centrifugation		Centrifugation slightly higher than for filtration
Distillation	$Q_{dist} = \frac{C_p * m_{mix} * (T_{boil} - T_0) + \Delta H_{vap} * m_{dist} * (1.2 * R_{min} + 1)}{\eta_{heat} - 0.1}$	Add cooling water Heat loss included in lower efficiency
Drying	$Q_{dry} = \frac{C_{p,liq} * m_{liq} * (T_{boil} - T_0) + \Delta H_{vap} * m_{vap}}{0.8}$	
Liquid Transfer (Pumping)	$E_{pump} = 55 \frac{J}{kg} * m$	
Other Processes	Use data/values from similar existing processes or machineries	
Infrastructure	Use average dataset from <i>ecoinvent</i> : 1 unit per production plant with a lifespan of 50 years and annual output of 50'000 tons	Dataset: chemical factory construction, organics [unit]

LIFE CYCLE ASSESSMENT - INFISSO

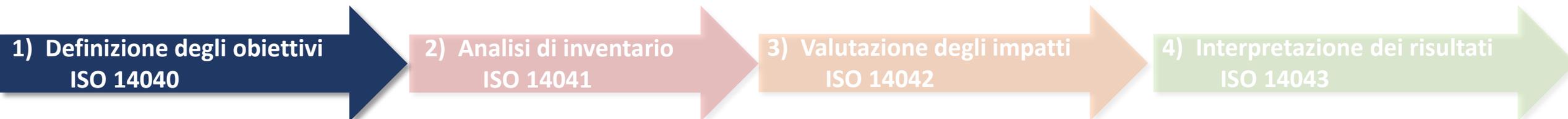
Obiettivo dello studio: la valutazione del danno ambientale relativo alla fase di produzione, uso e fine vita di un infisso realizzato con telaio in PHBH e sarmenti.

Funzione del sistema: separazione di un edificio dall'ambiente esterno, l'aerazione dell'ambiente interno, il passaggio di luce e la visione dello spazio circostante.

Sistema studiato: l'intero ciclo di vita di un infisso con telaio realizzato in PHBH e sarmenti, a partire dalla produzione del telaio e del vetro, alla realizzazione dell'infisso, all'uso fino al suo fine vita.

Unità funzionale: l'unità funzionale è rappresentata dall'area complessiva dell'infisso.

Confini del sistema: i confini del sistema vanno dalle fasi di produzione dei materiali costituenti l'infisso, passando per la sua realizzazione, fase di uso fino al fine vita dello stesso.



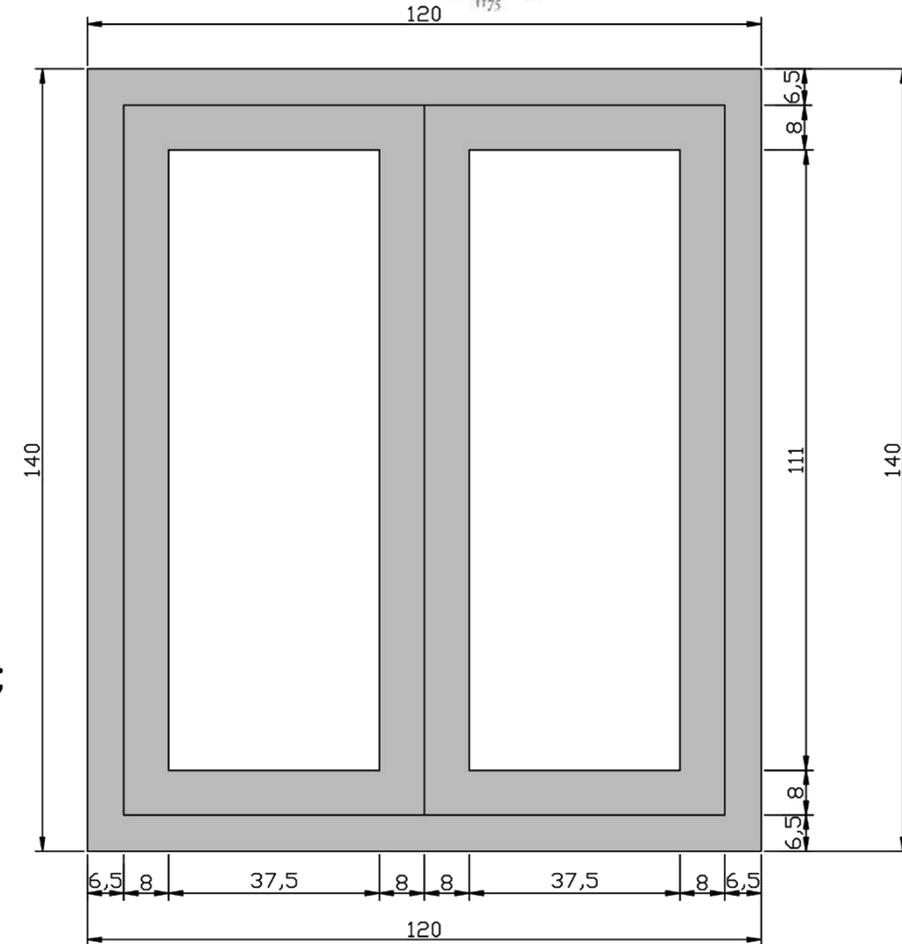
LIFE CYCLE ASSESSMENT - INFISSO



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

INVENTARIO

- Dati primari + Dati da letteratura + Dati da banca dati (Ecoinvent)
- Infisso:
 - 120cm x 140cm;
 - trasmittanza del telaio in PHBH e sarmenti: $U=1,3W/(m^2 \cdot K)$;
 - doppio vetro con riempimento in Argon, $U=1,1 W/(m^2 \cdot K)$;
 - la classe di permeabilità all'aria del serramento è la 4 (secondo la EN 12207);
 - coefficiente di trasmittanza lineica è pari a $0,068W/(m \cdot K)$.



1) Definizione degli obiettivi
ISO 14040

2) Analisi di inventario
ISO 14041

3) Valutazione degli impatti
ISO 14042

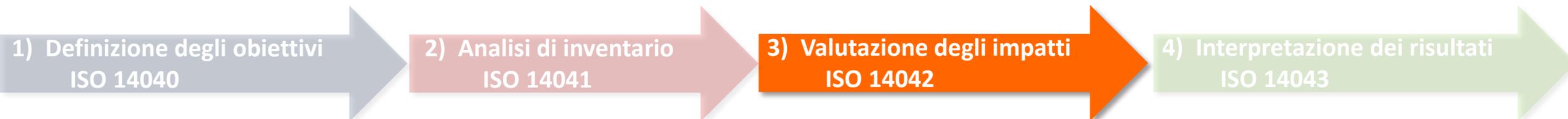
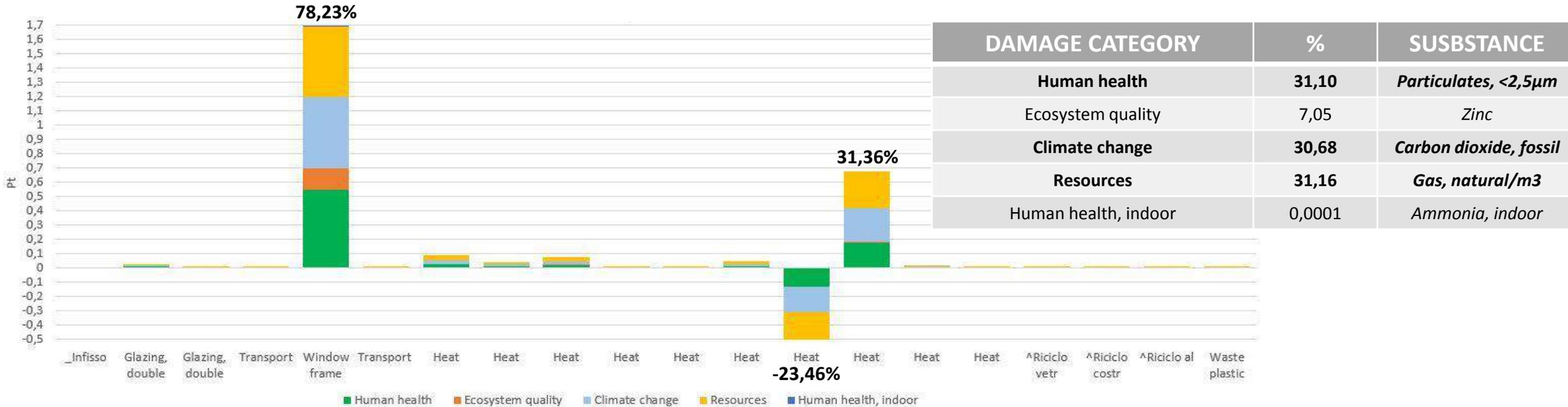
4) Interpretazione dei risultati
ISO 14043

LIFE CYCLE ASSESSMENT - INFISSO



VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Danno totale: 2,15Pt

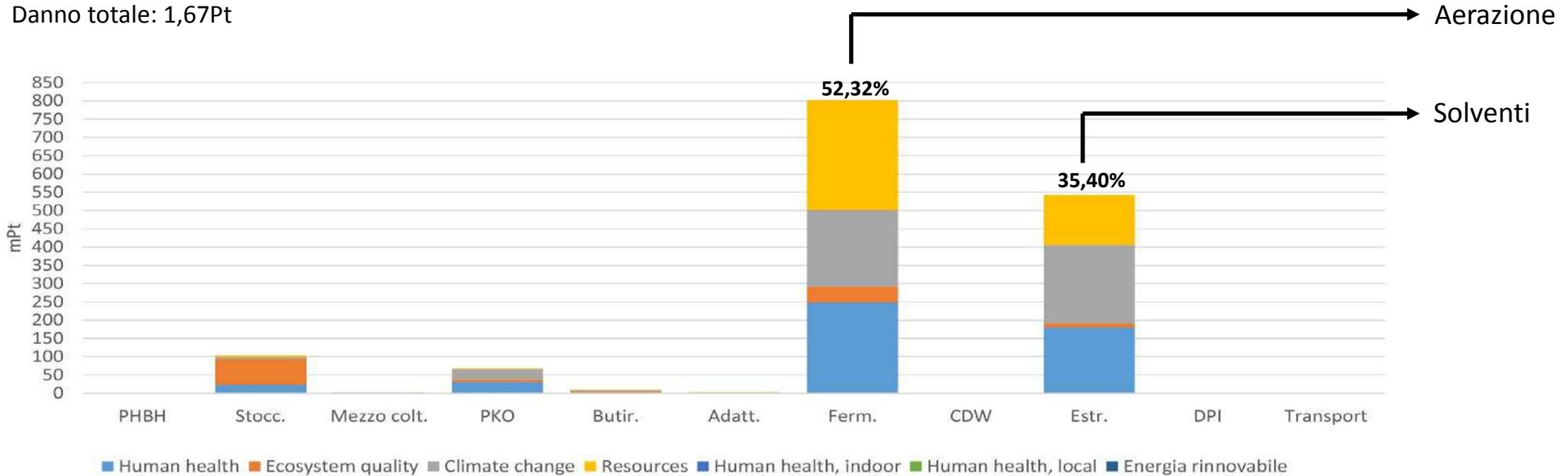


LIFE CYCLE ASSESSMENT - INFISSO



VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI - PHBH

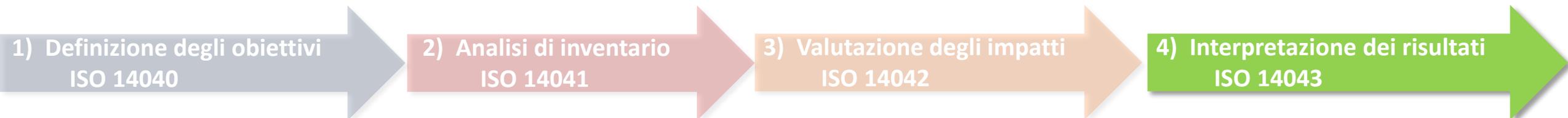
Danno totale: 1,67Pt



LIFE CYCLE ASSESSMENT - INFISSO

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI - PHBH

- Il processo responsabile del maggiore danno ambientale risulta essere quello relativo alla realizzazione del telaio in PHBH e sarmenti, in particolare a causa del processo di **produzione del PHBH**, nonostante lo Scale Up.
- I sotto-processi che contribuiscono maggiormente all'impatto sono la **fermentazione** della massa batterica (in cui predomina l'energia impiegata per insufflare l'aria grazie alla quale avviene la fermentazione batterica stessa) e l'**estrazione** del PHBH (il cui danno maggiore è attribuibile all'uso e allo smaltimento dei solventi impiegati).
- Oltre a questi, contribuiscono al danno ambientale anche i processi relativi ai **flussi termici** attraverso l'infisso che rendono necessario il condizionamento dell'ambiente interno (sia in regime invernale che estivo).



PRODUZIONE DI UNA SEDUTA MONOSCOCCA CON UN BLEND DI SARMENTI DI POTATURA E PHBH

Autori: Paolo Neri, Sassi Devid

LIFE CYCLE ASSESSMENT – SEDUTA MONOSCOCCA

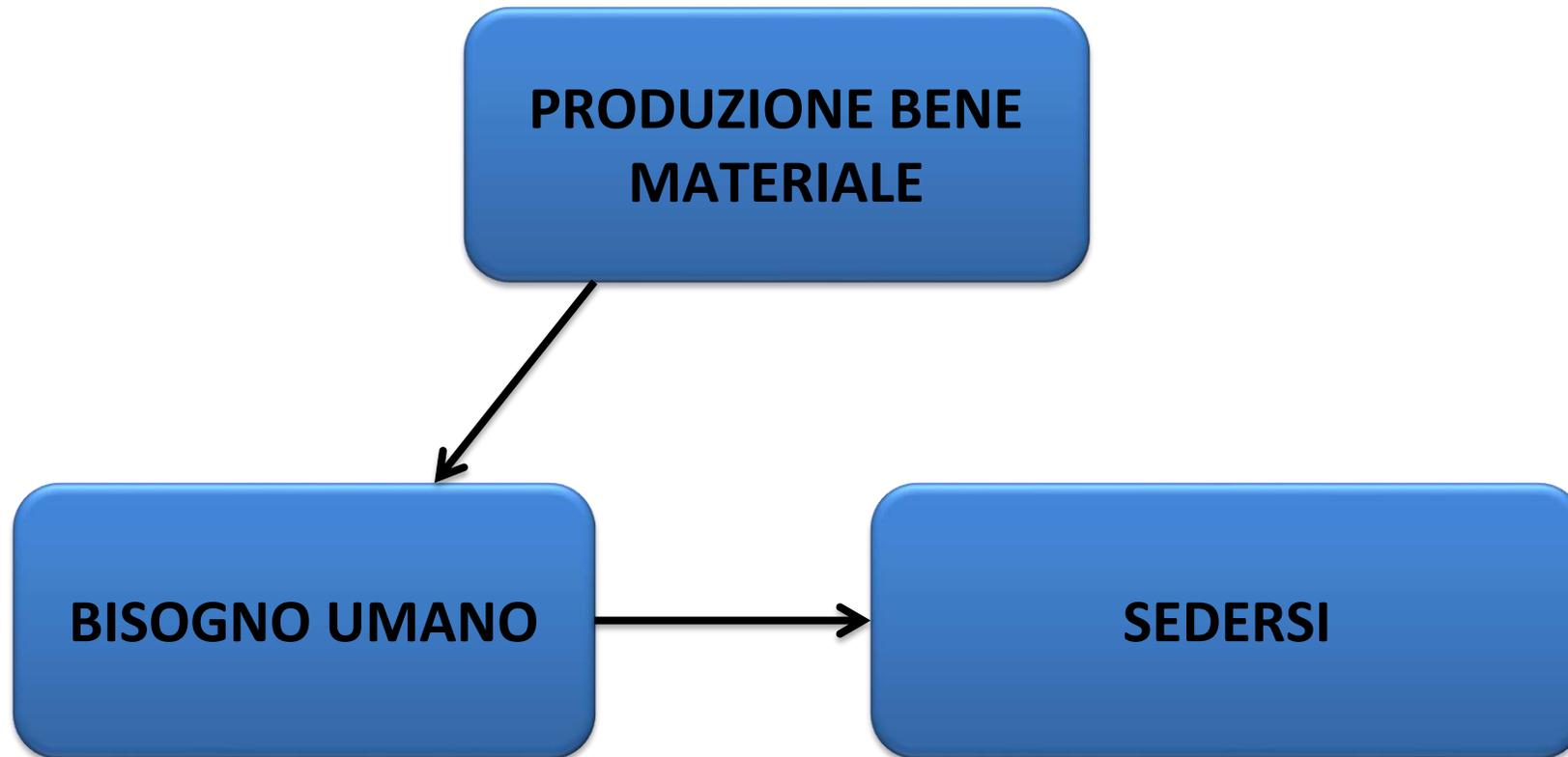
STUDI EFFETTUATI

Calcolo dell' LCA della seduta monoscocca

Calcolo del danno della
produzione del PHBH

Confronto tra la produzione del
blend con due locazioni di
produzione del PHBH differenti:
Giappone e Europa

FUNZIONE DEL SISTEMA





UNITÀ FUNZIONALE

**Produzione della seduta monoscocca del peso di 5kg
mediante lo stampaggio ad iniezione**

**Piedritti della seduta sono ottenuti con stampaggio
ad iniezione supportata da gas**

CONFINI DEL SISTEMA

- Produzione dei prodotti dai quali si ottiene il BLEND
- Produzione della seduta monoscocca
- Fine vita della stessa.

Produzione del PHBH
dall'intervento del
microrganismo
CUPRIAVIDUS NECATOR
alla raccolta del bio-
polimero.

Sarmenti come
coprodotto del processo
Vigneto k(fertilità) $3*0.8$
considerando una
allocazione economica.

QUALITÀ DEI DATI

**DATI NECESSARI ALLA PRODUZIONE DEL PHBH
(LABORATORIO)**

**Produzione di film plastico
per applicazioni di food
packaging, Analisi LCA del
processo produttivo di
blend PLA/PHB ottenuti da
fonti rinnovabili, Università
degli studi di Modena e
Reggio Emilia**

**Dati dimensionali della
seduta monoscocca forniti
dalla committenza tramite
file autocad**

QUALITÀ DEI DATI

**DATI NECESSARI ALLA PRODUZIONE DEL PHBH
(SCALA INDUSTRIALE)**

**Piccinno F., Hischer R.,
Seeger S., Som C., 2016,
From laboratory to
industrial scale: a scale-up
framework for chemical
processes in life cycle
assessment studies. Journal
of Cleaner Production**

**Capacità produttiva PHBH (12
tonnellate/65 ore); le masse
dei reagenti, le energie
impiegate, le emissioni e gli
impianti sono stati modulati
sulla base delle indicazioni e
dei fattori riportati nel
precedente**



QUALITÀ DEI DATI

I DATI NECESSARI ALLA PRODUZIONE DEI SARMENTI

**Effects of grape quality on the environmental profile of an Italian vineyard for Lambrusco red wine production
Department of Sciences and Engineering Methods,
University of Modena and Reggio Emilia**

QUALITÀ DEI DATI

PROCESSO PRODUTTIVO DELLA SEDUTA MONOSCOCCA

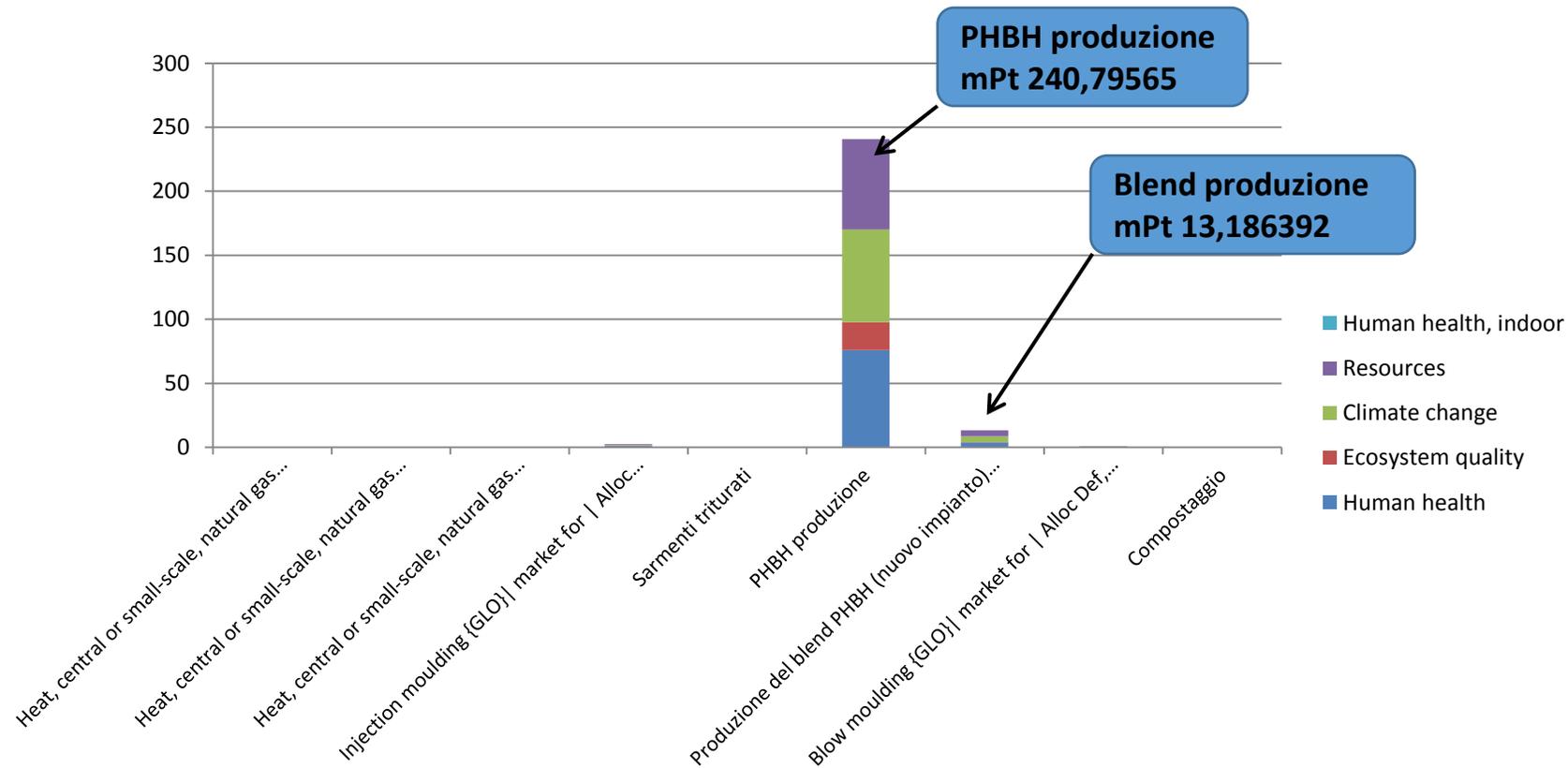
Ecoinvent 3 - (Injection moulding {GLO} | market for | Alloc Def, U (con fine vita dello scarto mediante compostaggio).)

PIEDRITTI
Ecoinvent 3 - (Blow moulding {GLO} | market for | Alloc Def, U (con fine vita dello scarto mediante compostaggio).)

DIMENSIONI DELLA SEDUTA

	Dimensioni seduta (AUTOCAD)
Materiale	PHBH80% e SARMENTI 20%
Piedritto	440mm
Area Seduta	422,2*496,8mm ²
Alzata schienale	408,1mm
Larghezza schienale base	423mm
Larghezza schienale sommità	257mm
Base sezione triangolare piedritto	Anteriore:29,6mm Posteriore:3,12mm
Lato sezione triangolare piedritto	Anteriore:28,2mm Posteriore:28,6mm
Area sezione piedritto	Anteriore 238,77mm ² Posteriore 248,76mm ²
Spessore seduta	12mm
Spessore schienale	12mm
Peso	5,07kg

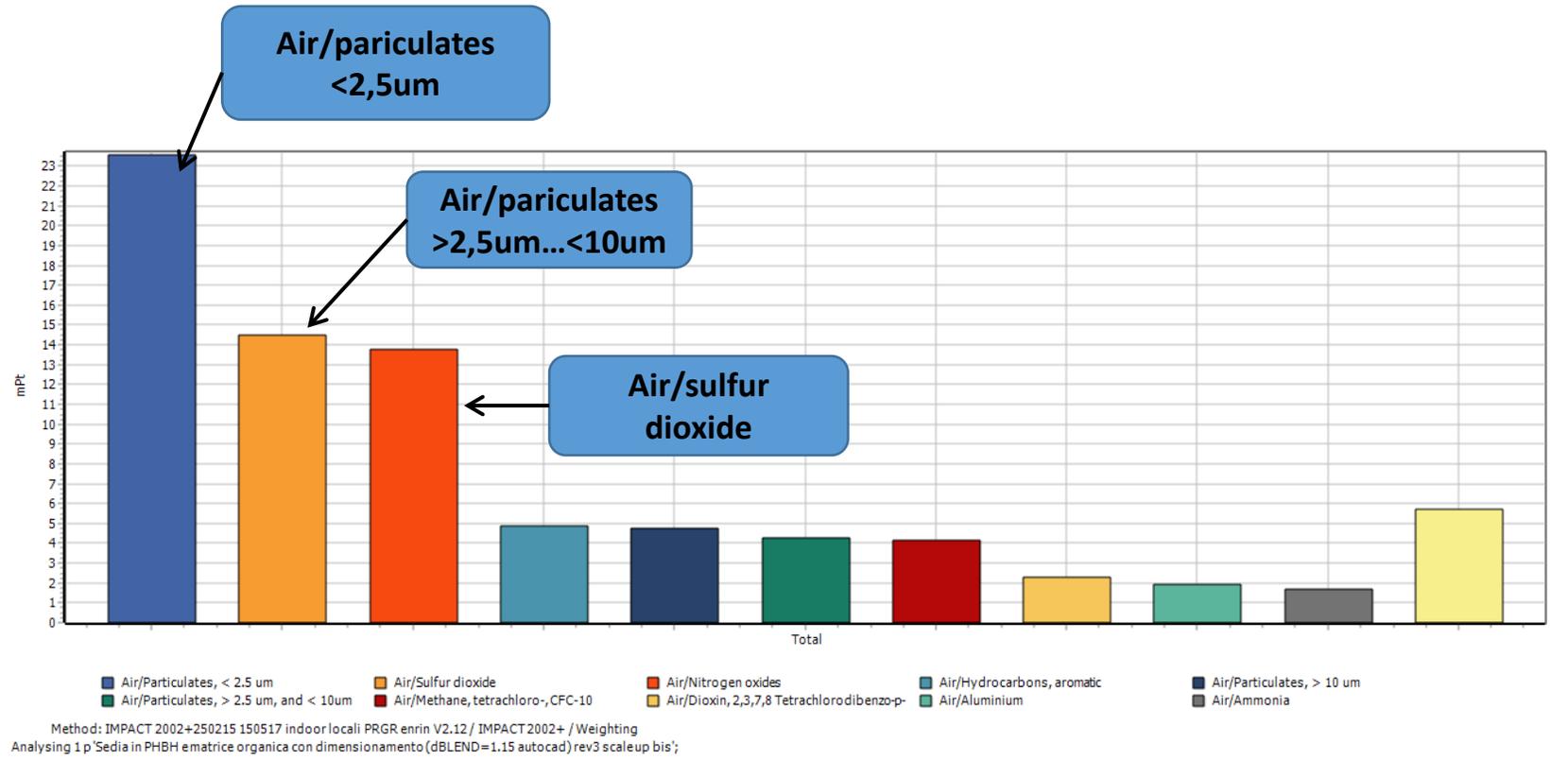
LCA SEDUTA MONOSCOCCA - Valutazione



Il danno totale vale **257,38mPt** ed
93,555% alla produzione del PHBH
5,1232% alla produzione del blend
1,0272% allo stampaggio ad iniezione

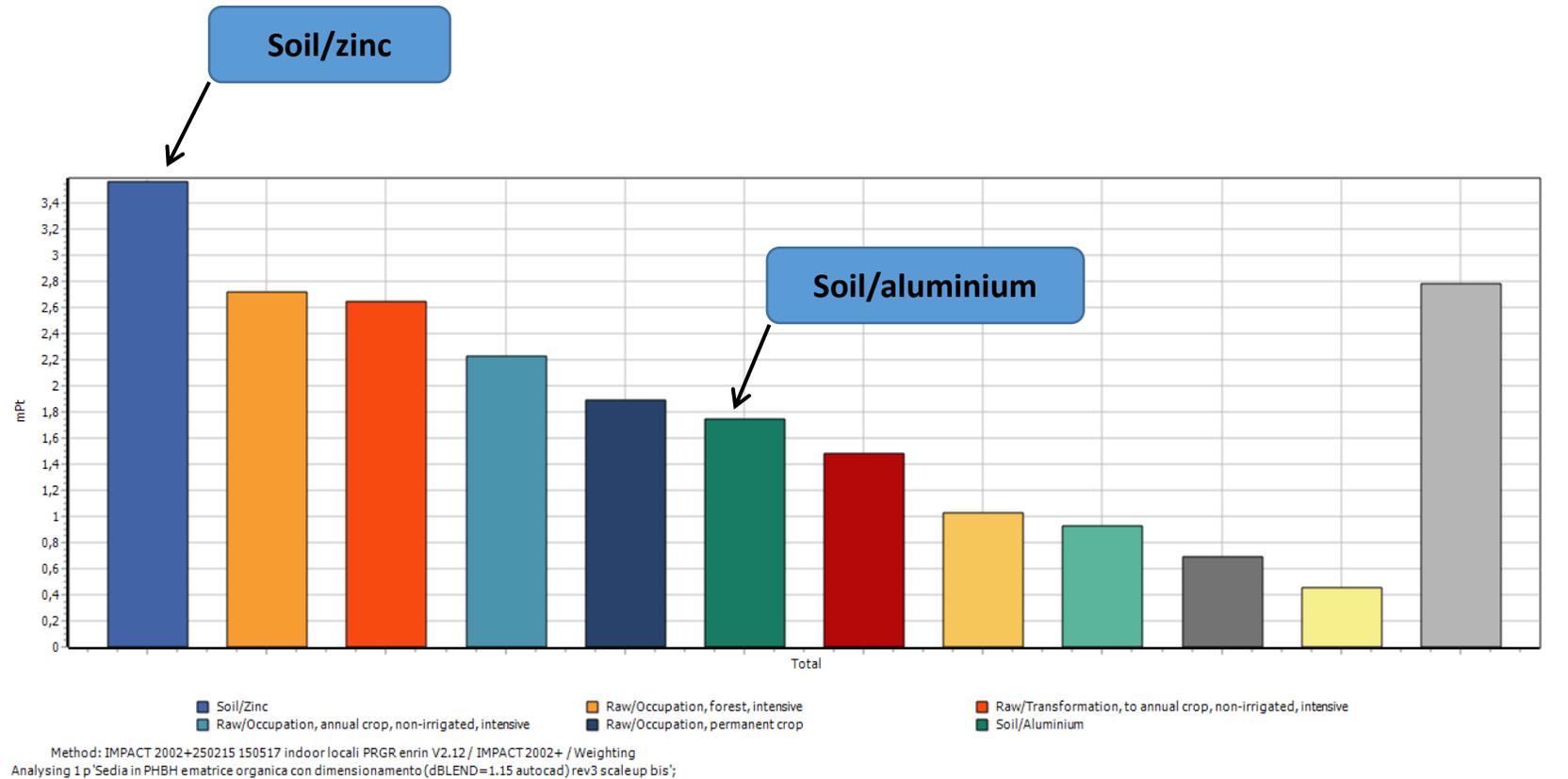
il 31,625% in **Human health**, il 8,5972% in **Ecosystem quality**, il 30,228% in **Climate change**, il 29,55% in **Resources**

LCA SEDUTA MONOSCOCCA – Valutazione Human Health cut off 2%



In Human Health il danno è soprattutto dovuto alle emissioni in aria.

LCA SEDUTA MONOSCOCCA – Valutazione Ecosystem Quality cut off 2%

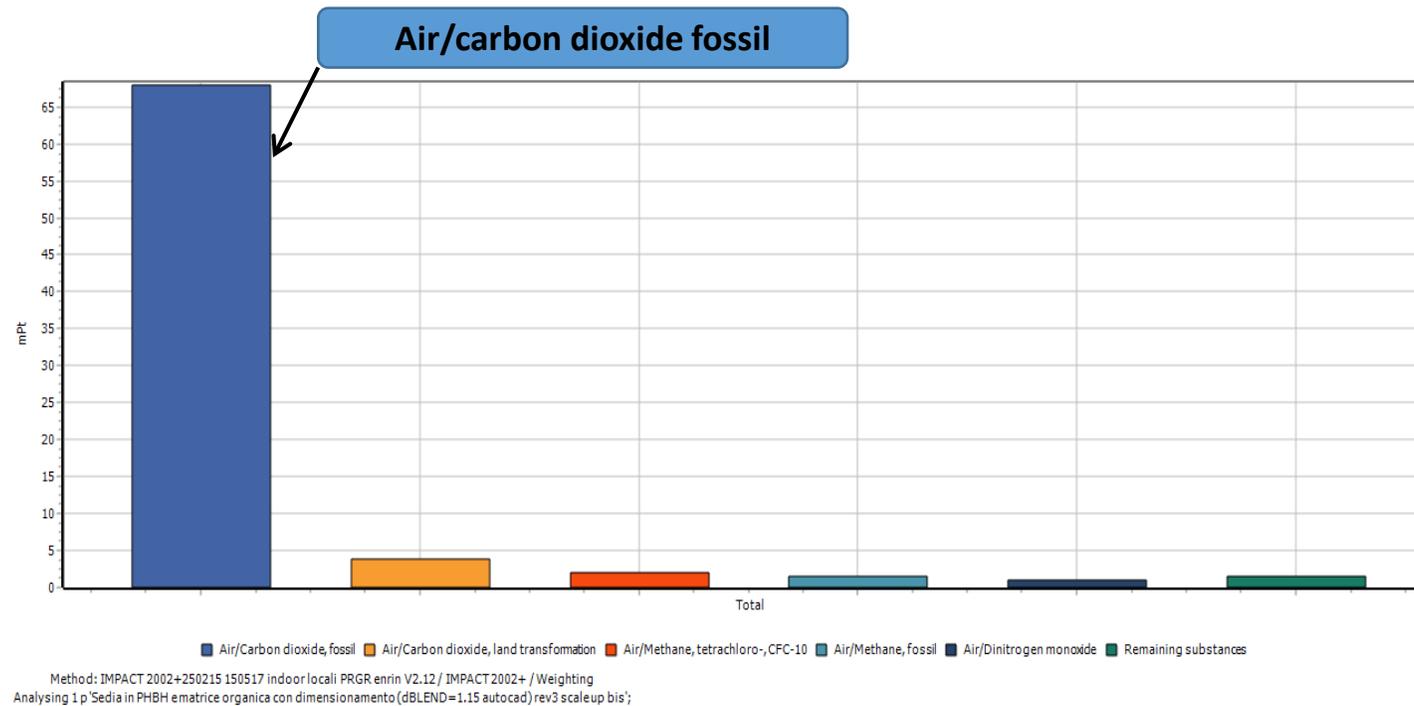


Il danno in Ecosystem Quality è dovuto principalmente alle emissioni di zinco e alluminio nel suolo e alle occupazioni e trasformazioni del suolo

LCA SEDUTA MONOSCOCCA – Valutazione Climate Change cut off 2%

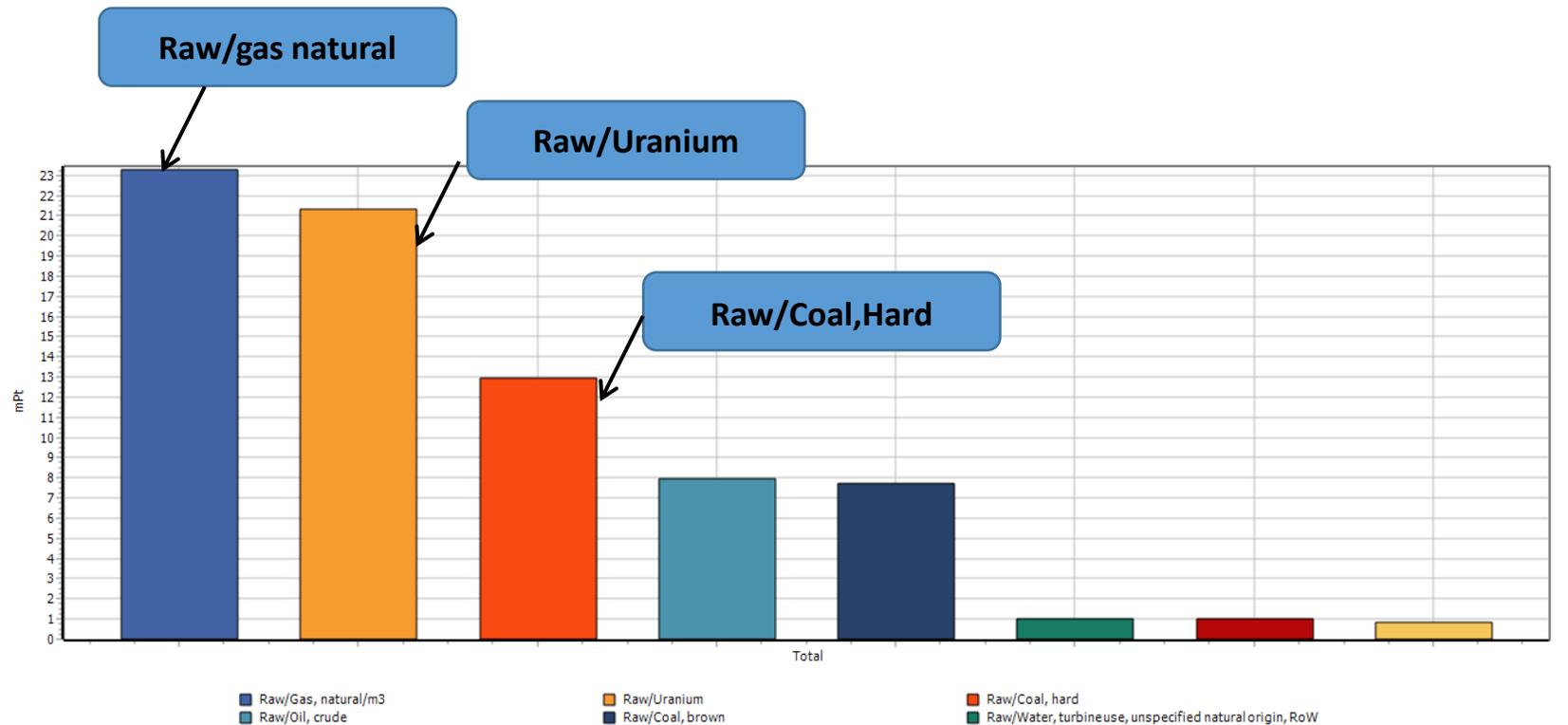


UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA



Climate Change: il danno è dovuto principalmente alle emissioni di anidride carbonica da combustibili fossili.

LCA SEDUTA MONOSCOCCA – Valutazione Resources cut off 1%



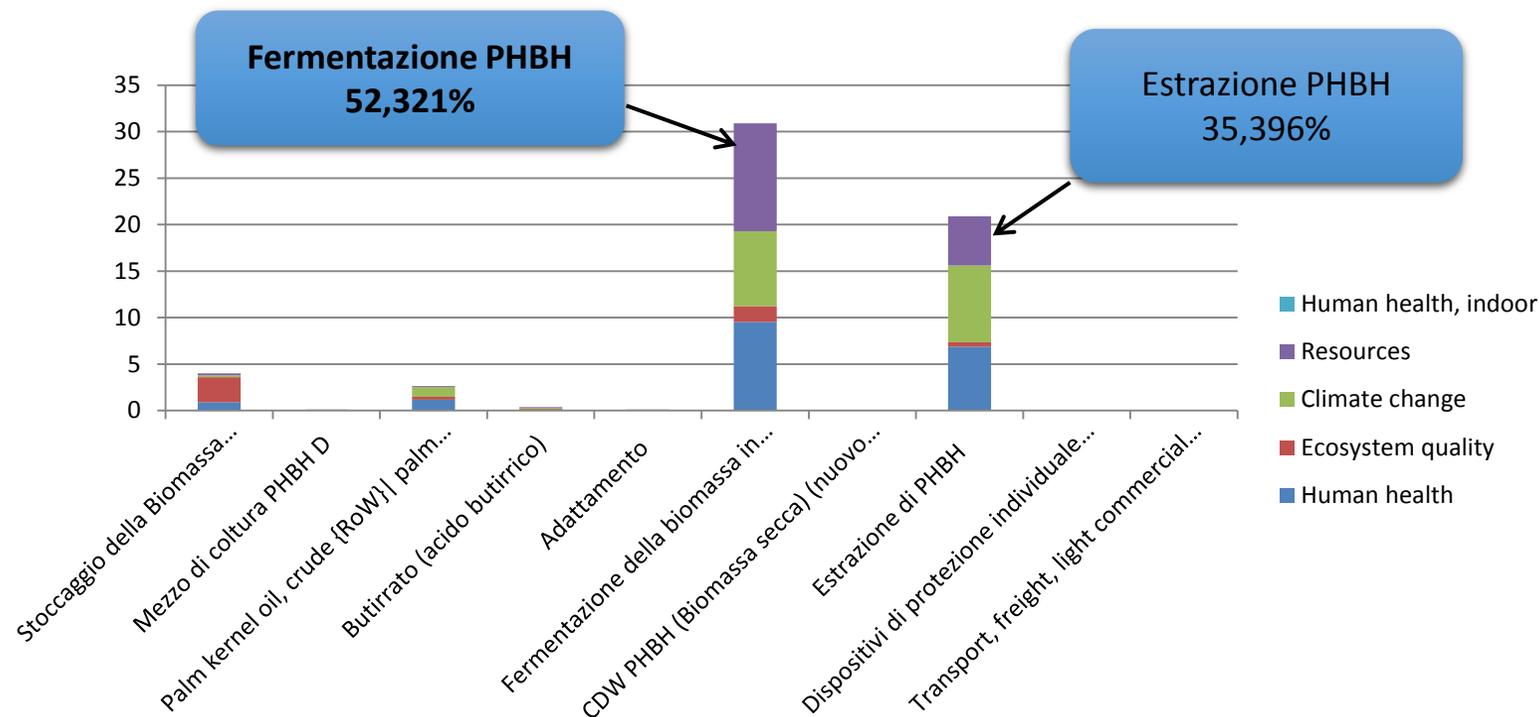
Method: IMPACT 2002+250215 150517 indoor locali PRGR enrin V2.12 / IMPACT2002+ / Weighting
Analysing 1 p 'Sedia in PHBH e matrice organica con dimensionamento (dBLEND=1.15 autocad) rev3 scaleup bis';

Resources: il danno è dovuto principalmente alle necessità energetiche da gas naturale, uranio e carbone.

LCA PRODUZIONE DEL PHBH– Valutazione



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

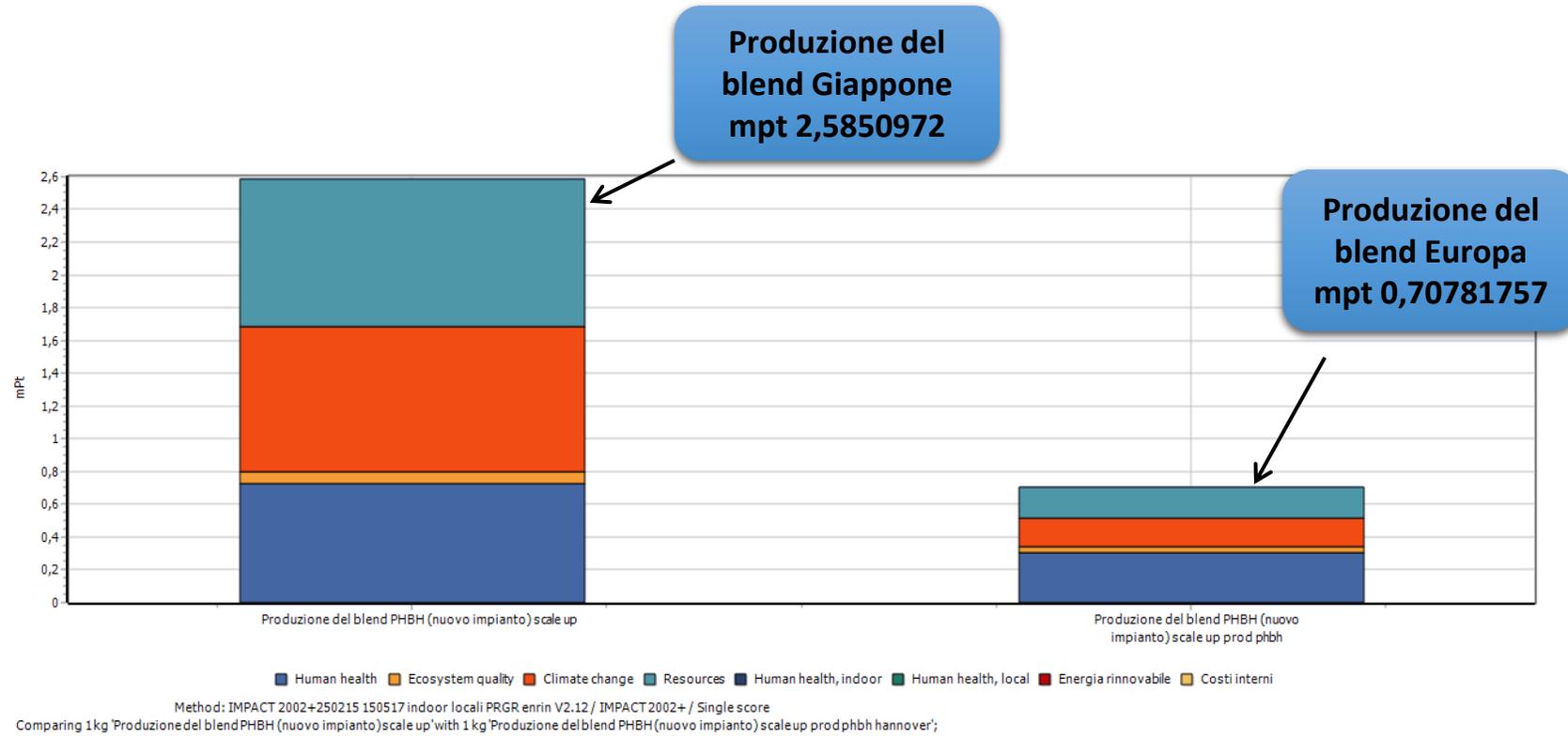


L'impatto è maggiormente dovuto alla **fermentazione** della biomassa batterica e alla **estrazione** del PHBH.

FERMENTAZIONE DELLA BIOMASSA: per produrre 1kg di PHBH il danno vale 30,873642l mpt dovuti per la maggior parte alla necessità energetica.

ESTRAZIONE: per estrarre 1 kg di PHBH il danno vale 20,886639 mpt soprattutto dovuti alla produzione di metanolo e cloroformio e al fine vita degli stessi.

CONFRONTO TRA PRODUZIONE DEL BLEND IN GIAPPONE E PRODUZIONE DEL BLEND IN EUROPA



Spostare la produzione del PHBH consente una riduzione del danno della produzione del blend del 70%

CONCLUSIONI



- La maggior parte del danno è dato dalla **produzione del PHBH**.
- Della produzione del PHBH il processo più impattante è la **fermentazione** della biomassa soprattutto per le necessità energetiche
- La produzione in **Europa** del blend consentirebbe di ridurre l'impatto per la produzione dello stesso al 70 %.
- Dato che la produzione del PHBH determina il danno maggiore nel processo, in sede di **progettazione** il dimensionamento della seduta deve dare notevole rilievo alla scelta di forme maggiormente prestazionali al netto della resistenza del materiale con cui è costruita al fine di ridurre la quantità di materiale usato.



Si ringraziano le aziende

**A ZETA GOMMA S.p.A.
PROGETTI E COSTRUZIONI S.p.A.**

per la collaborazione



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Grazie per l'attenzione

Devid Sassi
devid.sassi@libero.it

Lucrezia Volpi
lucrezia.volpi@unimore.it

4° Seminario Tecnico LCA – Reggio Emilia, 11 Aprile 2018