

Consumi energetici ed impronta carbonica della mela nella fase di post-raccolta

Zanotelli D¹, Ciarapica F¹⁻², Fadanelli L³, Mazzetto F¹,
Tagliavini M¹

1. Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano
2. Dip. Ing. Industriale e Scienze Matematiche, Università Politecnica delle Marche
3. Unità Frutteto Sperimentale e Frigoconservazione, CTT, Fondazione Edmund mach

Laimburg, 11.08.2015



INTRODUZIONE GENERALE

- Collaborazione con Associazione „Assomela“ sul tema „Flussi di carbonio nel ciclo produttivo della mela“



a s s  m e l a



OBIETTIVI:

1. Caratterizzazione di assorbimenti e rilasci di CO₂ della mela nella fase di produzione in campo.
2. Consumi energetici ed impronta carbonica della mela nella fase di post-raccolta
3. Analisi del trasporto al mercato

Analisi del ciclo produttivo della mela nel post-raccolta

- Identificazione e sopralluogo ai magazzini oggetto dello studio: COCEA di Segno e AVN di Casez (Val di Non – TN- produzione annua circa 30.000 t) appartenenti al consorzio Melinda
- Caratterizzazione di tutte le operazioni che coinvolgono la mela dal momento in cui viene scaricata dal trattore in magazzino alla raccolta al momento in cui lo lascia (sala picking)
- Simulazioni di LCA svolte sulla base dei consumi energetici effettivi misurati in cinque anni nei due magazzini

Collaborazione con unità Frutteto sperimentale e Frigoconservazione della
Fondazione Mach (**Livio Fadanelli**)

Metodologia:

LCA - Life Cycle Assessment

- LCA - „Valutazione del ciclo di vita“ : metodo che valuta un insieme di interazioni che un prodotto o un servizio ha con l'ambiente, considerando il suo intero ciclo di vita e secondo procedure standardizzate (ISO 14040 e 14044).
- LCA si compone di Fase procedurali:
 1. **LCI - Inventario del ciclo di produzione:** si chiariscono i confini del ciclo produttivo da analizzare e i diversi processi produttivi
 2. **Analisi degli impatti:** sulla base dell'inventario si analizzano gli impatti dei diversi processi secondo una determinata metodologia
 3. **Interpretazione dei risultati**

1. LCI – Inventory

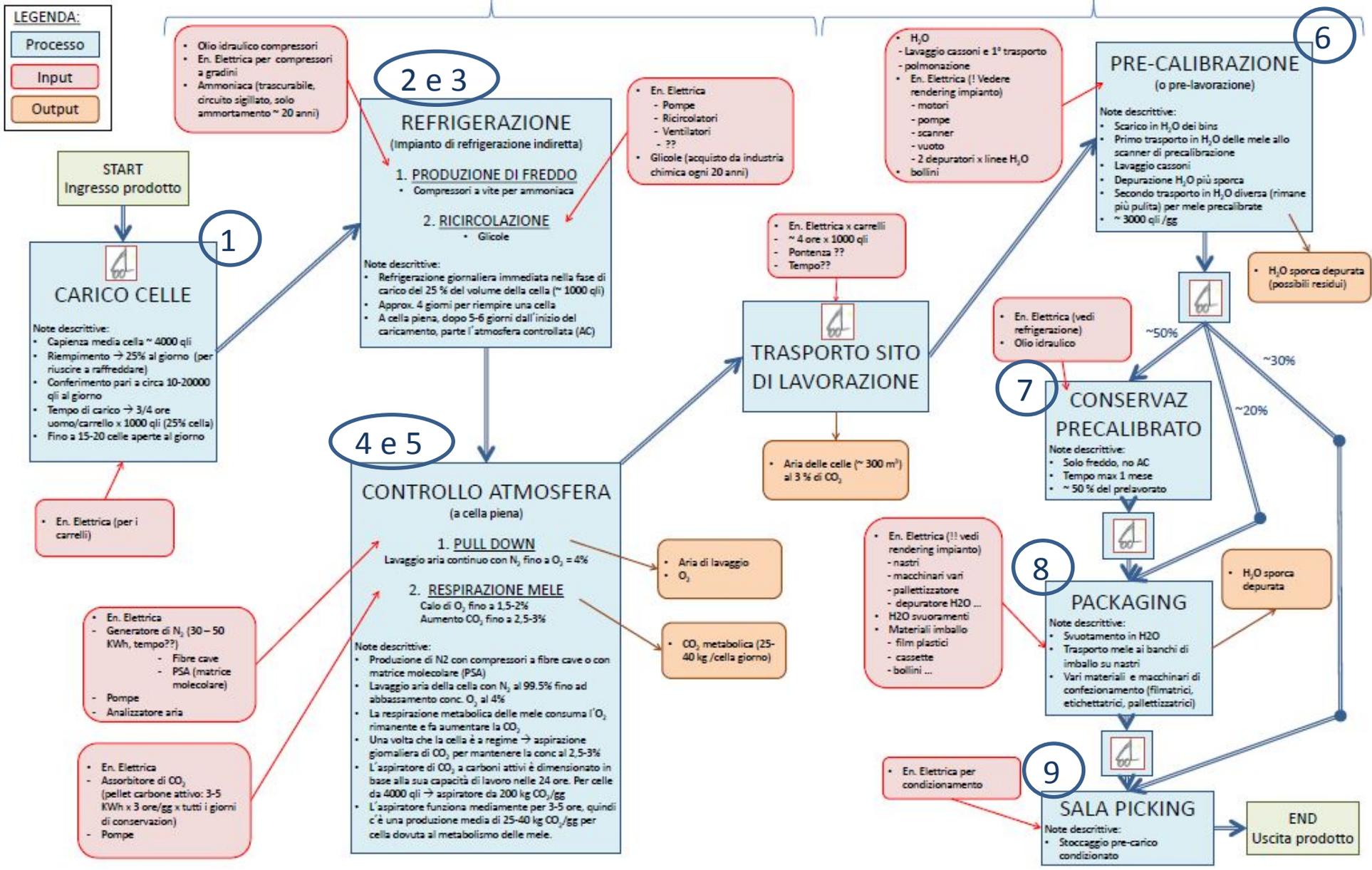
- Confini del ciclo produttivo considerato:
 - Dallo scarico dei cassoni dai trattori (incluso) fino al carico della merce confezionata sui camion (sala picking)
- Processi considerati:
 1. Movimentazioni con carelli elevatori elettrici (4.2 volte)
 2. Refrigerazione iniziale
 3. Mantenimento refrigerazione
 4. Generazione di N₂
 5. Assorbimento di CO₂
 6. Pre-calibratura (Comprende svuotamento, polmonazione e lavaggio cassoni)
 7. Conservazione precalibrato
 8. Packaging
 9. Sala picking

1. LCI - Life Cycle Inventory

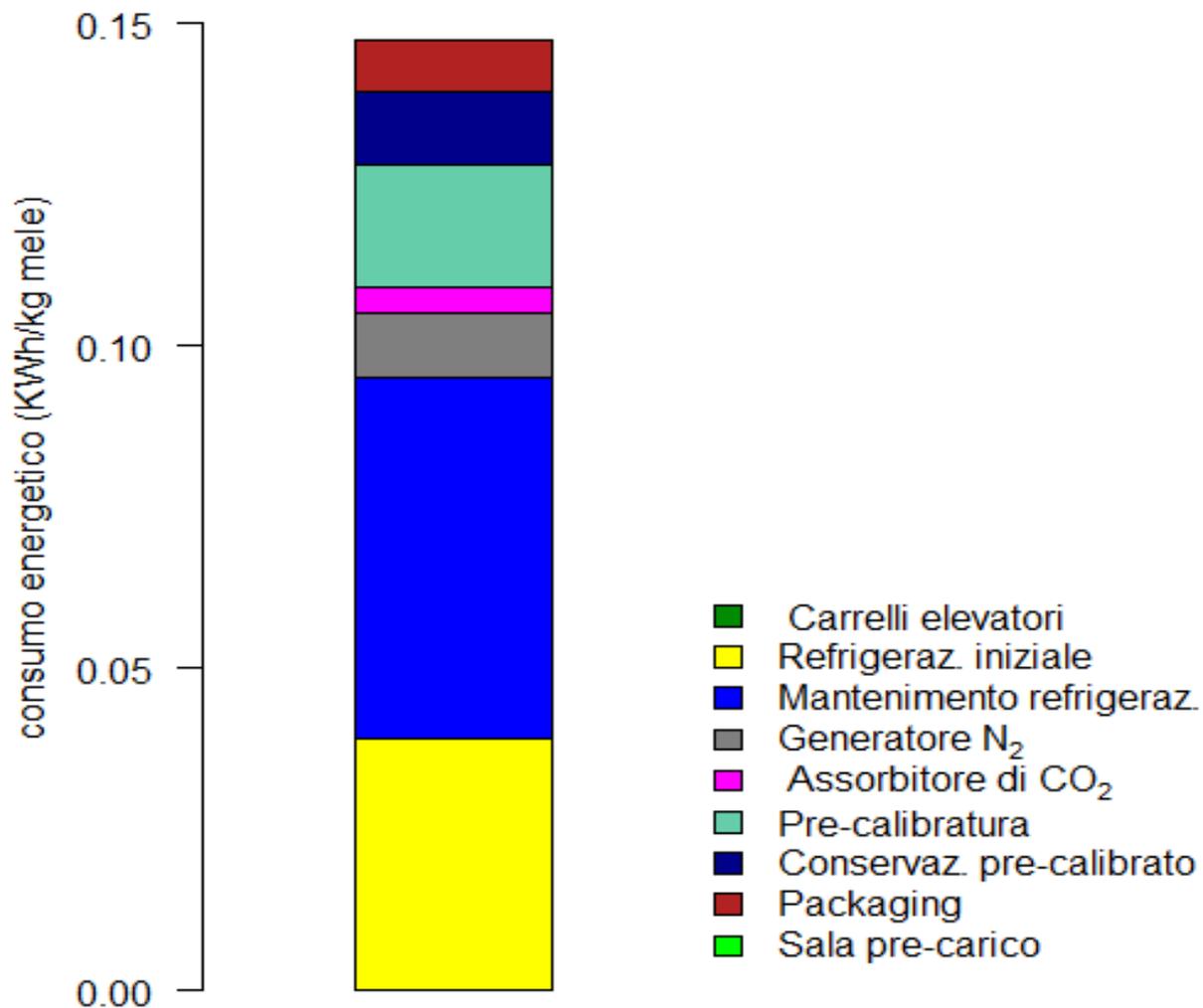
LA MELA – FASE DI POST RACCOLTA

CONSERVAZIONE

LAVORAZIONE



Consumo energetico mela Post-Raccolta



Consumo energetico	
kWh/kg mele	%
0.0001	0.03
0.0390	26.42
0.0560	37.94
0.0100	6.77
0.0042	2.85
0.0190	12.84
0.0112	7.59
0.0081	5.51
0.0001	0.06
0.122 – 0.147	100

2°

1°

3°

2. Analisi LCA → impronta carbonica

- Analisi eseguita tramite il software SIMAPRO 8 che, ad ogni materia o energia utilizzata o prodotta nel ciclo produttivo, associa un impatto relativo sulla base di database pre-costituiti (new ECOINVENT v3)
- Per ogni processo descritto nello schema LCI sono stati considerati input ed output di materia ed energia riferiti ad 1 kg di mele.

Metodologia di analisi utilizzata

→ **IMPACT 2002+ (V2.10)**

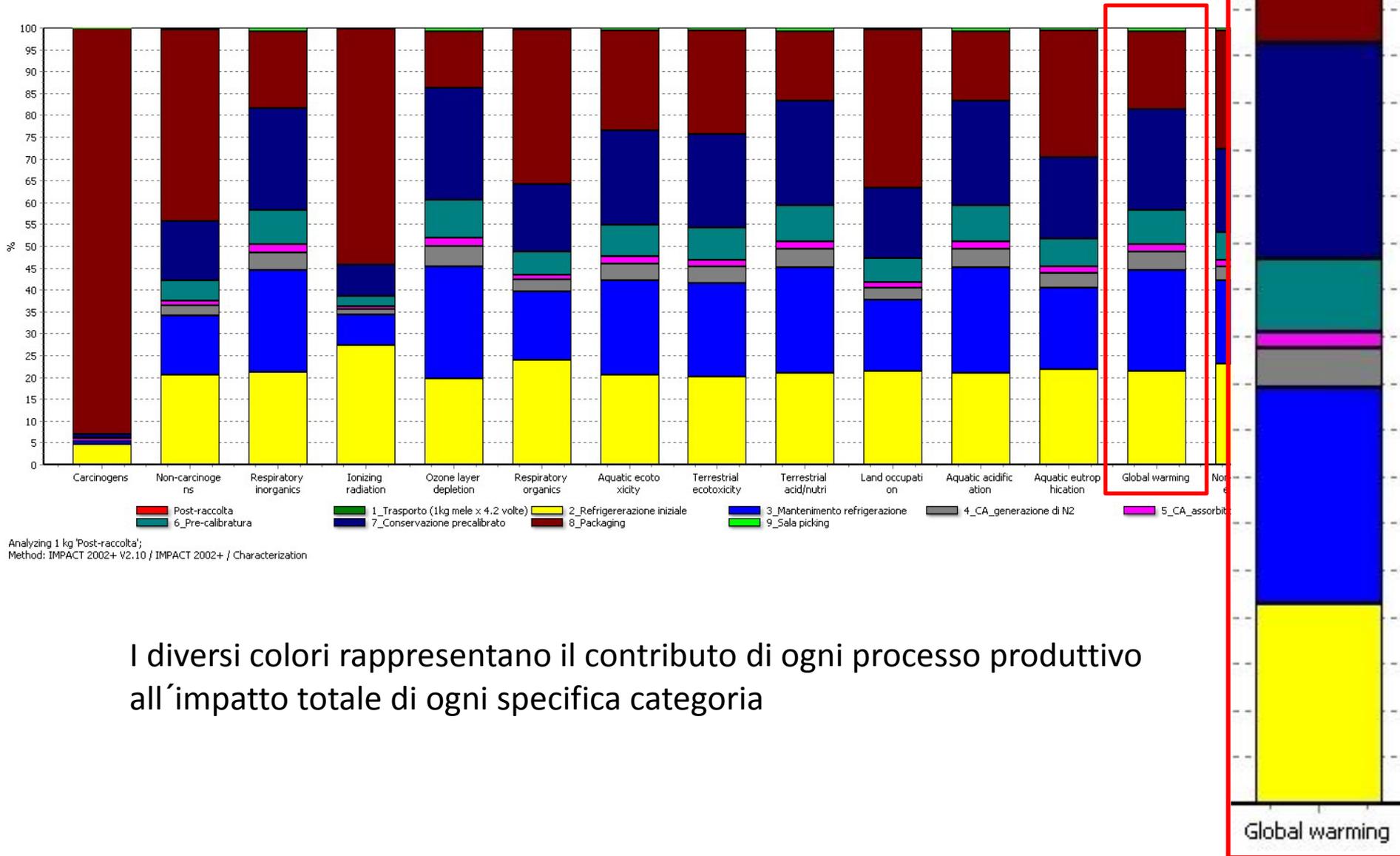
Fornisce una misura su 15 categorie di impatto

Impronta carbonica



Impact category	Unit
Carcinogens	kg C2H3Cl eq
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq
Ionizing radiation	Bq C-14 eq
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq
Respiratory organics	kg C2H4 eq
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq
Land occupation	m2org.arable
Aquatic acidification	kg SO2 eq
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim
Global warming	kg CO2 eq
Non-renewable energy	MJ primary
Mineral extraction	MJ surplus

Risultati LCA



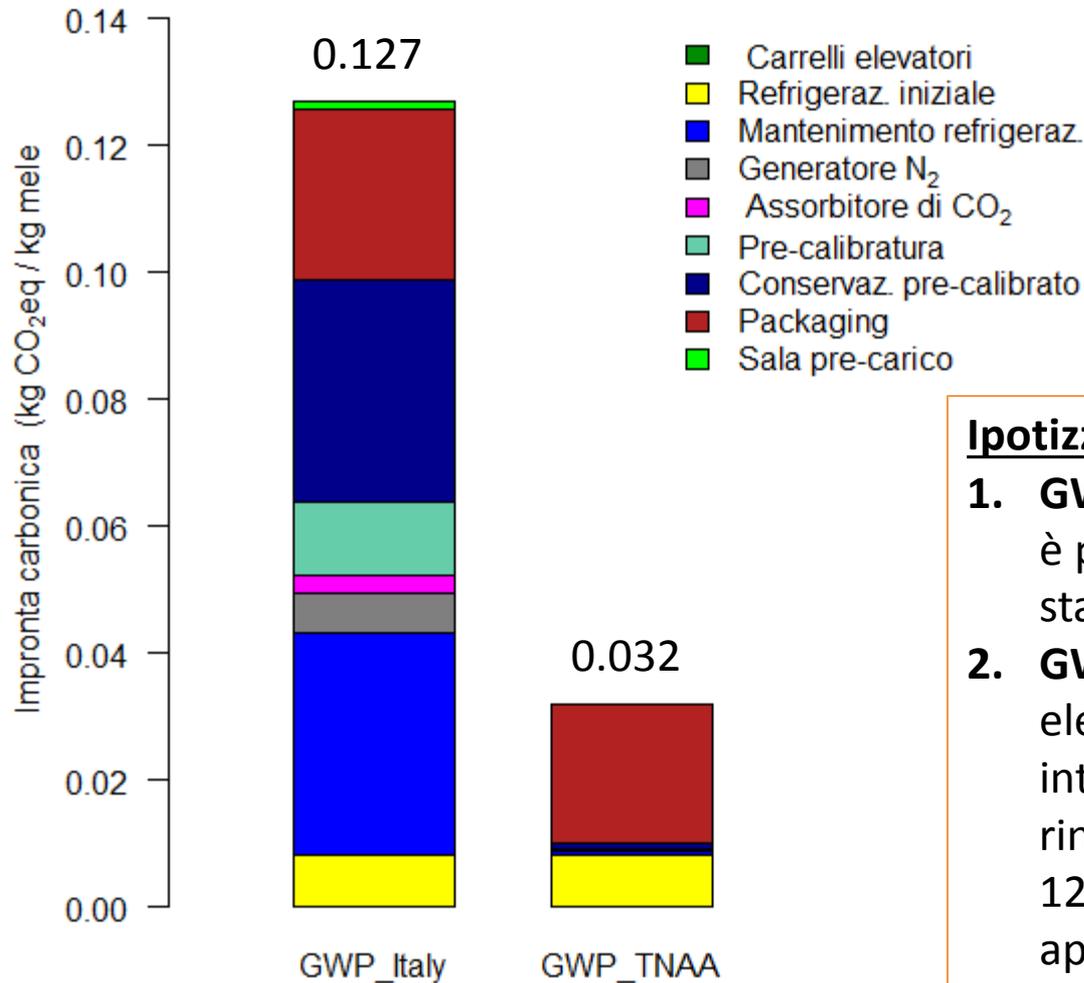
Analyzing 1 kg 'Post-raccolta';
Method: IMPACT 2002+ V2.10 / IMPACT 2002+ / Characterization

I diversi colori rappresentano il contributo di ogni processo produttivo all'impatto totale di ogni specifica categoria

Global warming

Impronta carbonica

kgCO₂eq/kg mela



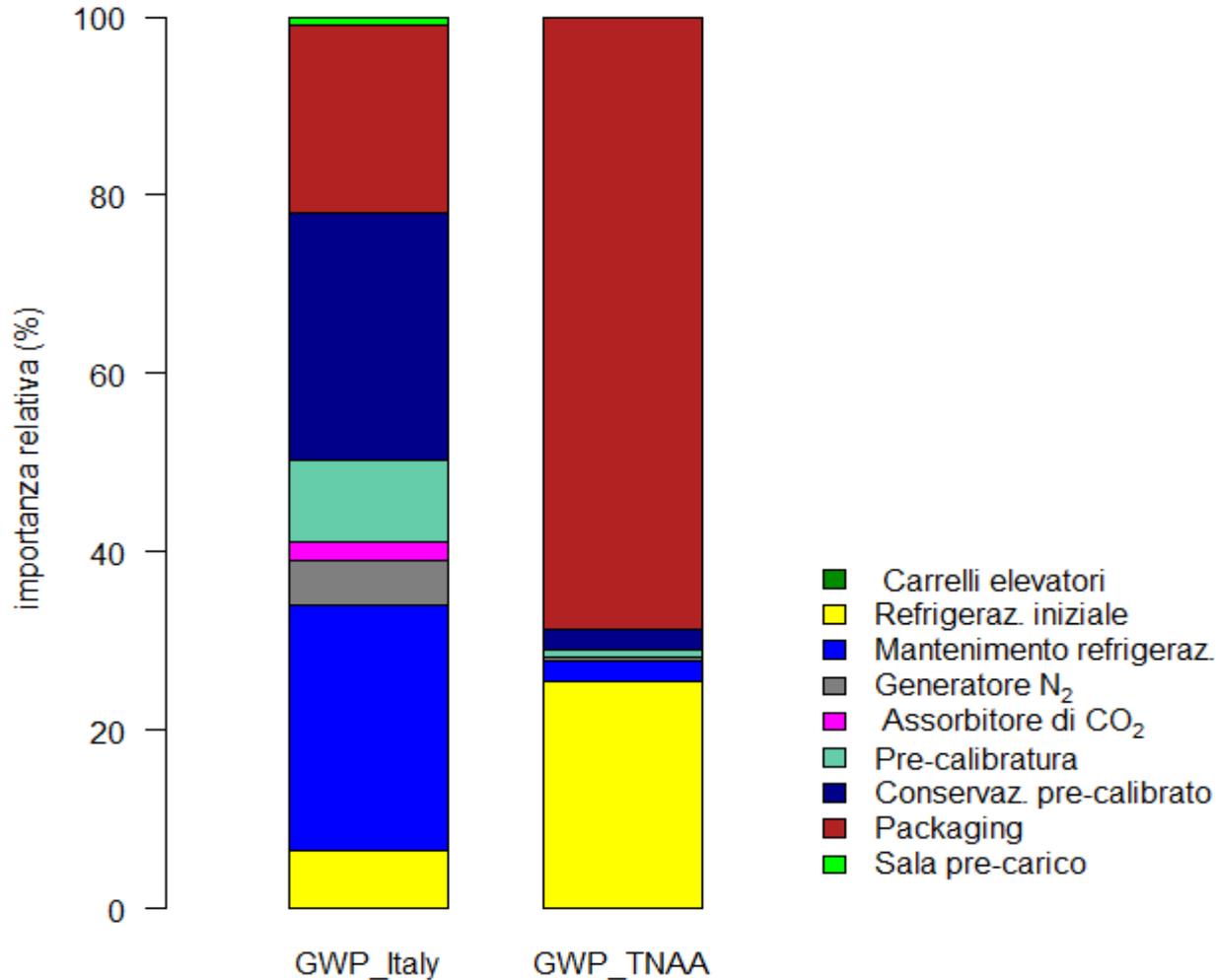
Ipotizzati 2 scenari:

- GWP_Italy:** l'energia elettrica è prodotta secondo lo standard medio italiano
- GWP_TNAA:** l'energia elettrica è ottenuta interamente da fonti rinnovabili (88% idroelettrico, 12 % fotovoltaico) come appurato nel caso esaminato

Scenario	Carelli elevatori	Refrigerazione iniziale	Mantenimento refrigeraz.	Generatore di N ₂	Assorbitore di CO ₂	Pre-calibratura	Conservaz. pre-calibrato	Packaging	Sala pre-carico	Total
GWP_Italy	0.0001	0.0082	0.0350	0.0063	0.0026	0.0118	0.0350	0.0269	0.0011	0.1271
GWP_TNAA	0.0000	0.0082	0.0007	0.0001	0.0001	0.0002	0.0007	0.0220	0.0000	0.0321

Impronta carbonica

incidenza percentuale dei processi



Scenario	GWP_Italy	GWP_TNAA
Carrelli elevatori	0.10	0.01
Refrigerazione iniziale	6.45	25.50
Mantenimento refrigeraz.	27.55	2.23
Generatore di N ₂	4.92	0.40
Assorbitore di CO ₂	2.07	0.17
Pre-calibratura	9.32	0.76
Conservaz. pre-calibrato	27.55	2.23
Packaging	21.15	68.63
Sala pre-carico	0.90	0.07
Total	100	100

Riassunto dei risultati

1. Consumi energetici: **0.122-0.147** kWh /kg mele

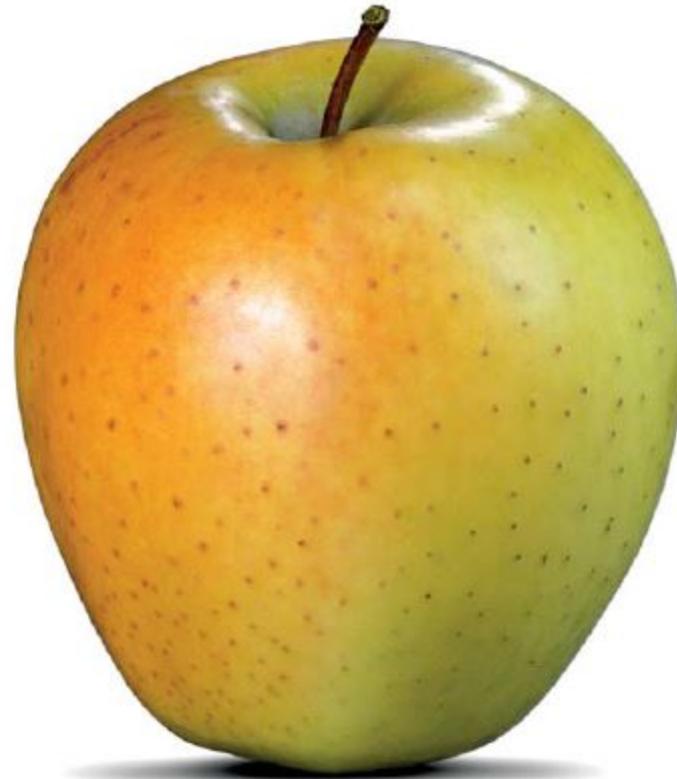
2. Carbon footprint:

GWP_Italy	GWP_TNAA
<i>kg CO₂ eq /kg mele</i>	
0.127	0.032

GWP fase di coltivazione: 0.046 kg CO₂ / kg mele

CONSIDERAZIONI FINALI:

- Il consumo di energia elettrica rappresenta l'input principale nella filiera produttiva della mela nel post-raccolta e si concentra principalmente nei processi di refrigerazione.
- L'uso di energia elettrica da fonti rinnovabili riduce del 75% l'impronta carbonica che si avrebbe usando l'energia prodotta secondo lo standard italiano, portandola su valori inferiori a quelli della produzione in campo (0.046 kg CO₂ kg_{apple}⁻¹)
- Nello scenario più realistico per la realtà del Trentino-Alto Adige il packaging diventa il processo in cui si sviluppano i maggiori impatti in termini di impronta carbonica.



Grazie dell'attenzione!