



INNOVHUB
STAZIONI SPERIMENTALI
PER L'INDUSTRIA

Life Cycle Assessment

Chiara Cappelletti

Team Ambiente ed Economia Circolare

Innovhub-SSI



LCA, Water footprint ed esempi di tecnologie per la gestione efficiente delle risorse idriche

Webinar, 10 Ottobre 2024

Innovhub – SSI

Siamo un centro nazionale di **ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico** partecipato dalla Camera di commercio di Milano Monza Brianza Lodi, che opera in diversi ambiti, tra cui: **cartario, tessile, dei combustibili, degli oli e grassi.**

Missione: supportare lo sviluppo scientifico e tecnologico dell'industria in modo sempre più sostenibile

Offriamo **servizi di analisi e prove, consulenza tecnico-scientifica e supporto all'innovazione** con particolare attenzione a tre **centri di competenza:**

FOOD

ENERGIA E
SOSTENIBILITÀ

PROCESSI
INDUSTRIALI

Inoltre, forniamo informazione e assistenza su legislazione e finanziamenti comunitari, trasferimento tecnologico transnazionale, supporto alla partecipazione a programmi di R&S

Sommario

1. Cos'è e a cosa serve l'LCA

2. Normativa

3. Fasi di una LCA

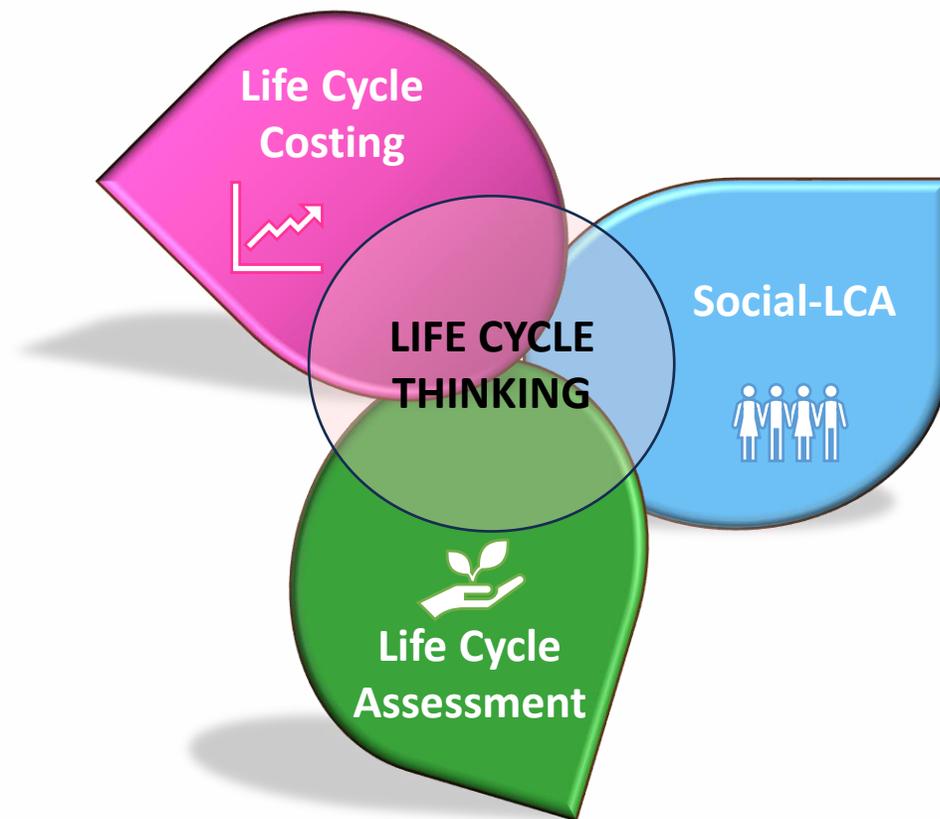
✓ Raccolta Dati

✓ Metodi di valutazione



Life Cycle Assessment (LCA)

Valutazione dell'impatto ambientale, in termini di flussi di materia ed energia, di un prodotto o di un processo lungo il suo intero ciclo di vita.



Ciclo di Vita

Fasi consecutive e interconnesse di un sistema di prodotto, dall'acquisizione delle materie prime o dalla generazione delle risorse naturali, fino allo smaltimento finale.

estrazione/acquisizione
delle materie prime



smaltimento
e/o riciclaggio

A cosa serve?

Permette di studiare nel dettaglio ogni aspetto relativo a ciascuna componente di un prodotto o servizio, sviscerando la complessità del suo intero ciclo di vita.

Per confrontare alternative diverse relativamente ad uno stesso prodotto

100%
original

original



100%
recycled

recycled

Per valutare dove risiedono gli impatti maggiori e poter fissare delle priorità di intervento

Per richiedere certificazioni volontarie ambientali



Per confrontare la prestazione ambientale di prodotti anche molto diversi, ma aventi la stessa funzione



Per comunicare la prestazione ambientale del prodotto

EPD[®]



UNI EN ISO 14040:2006
Valutazione del ciclo di vita
Principi e quadro di riferimento

UNI EN ISO 14044:2006
Valutazione del ciclo di vita
Requisiti e linee guida

Approcci metodologici

- ✓ Singolo parametro
 - Impronta climatica dei prodotti (Carbon footprint) (UNI EN ISO 14067:2013)
 - Impronta idrica (Water footprint) (UNI EN ISO 14046:2016)

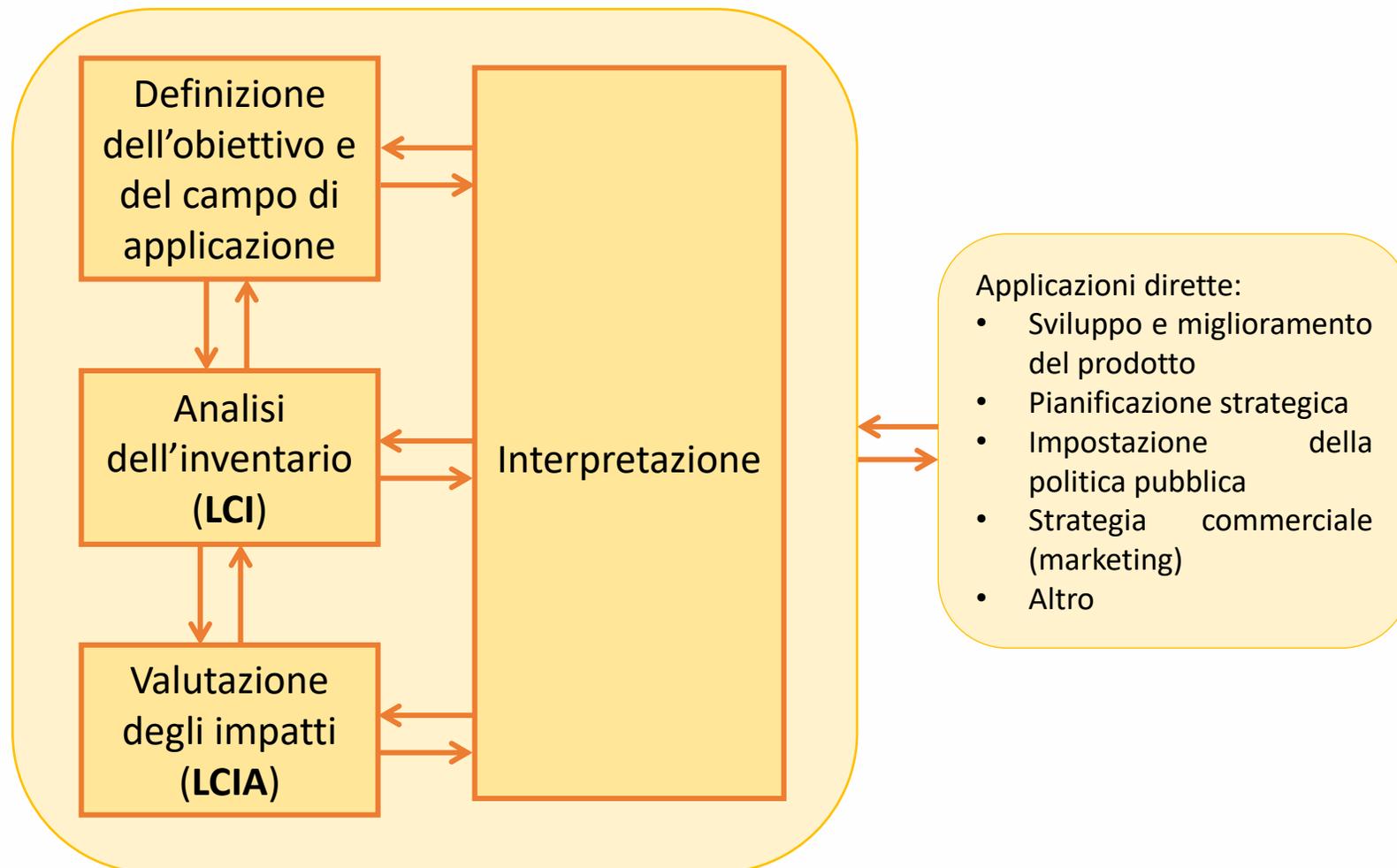
- ✓ Multi-parametro
 - Environmental Product Declaration (EPD)
 - Product Environmental Footprint (PEF)



Fasi di una LCA

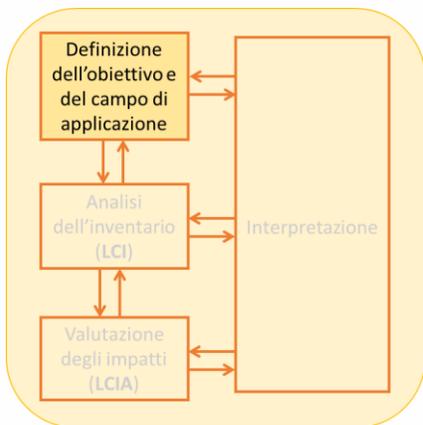
Le norme ISO individuano 4 fasi in uno studio di LCA:

1. Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'LCA
2. Analisi di inventario del ciclo di vita (**LCI**)
3. Valutazione dell'impatto del ciclo di vita (**LCIA**)
4. Interpretazione del ciclo di vita



Fase 1

Obiettivo e Campo di applicazione



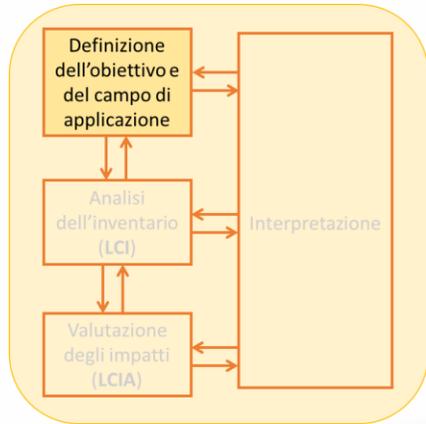
Durante questa fase vengono definite:

- ✓ lo scopo dello studio
- ✓ l'unità funzionale
- ✓ i confini del sistema e le fasi del ciclo produttivo che devono essere coinvolte

Fase 1

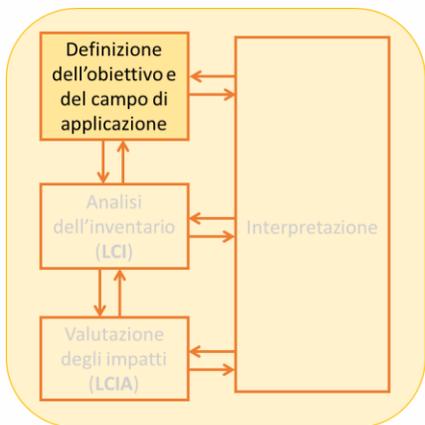
Scopo dello studio

Cosa si vuole ottenere



Fase 1

Unità Funzionale o Unità Dichiarata



Definisce la quantificazione delle funzioni identificate.
Deve essere chiaramente definita e misurabile.

L'**unità funzionale** deve essere definita in base ai seguenti aspetti:

- funzioni o servizi forniti: "**cosa**"
- portata della funzione o del servizio: "**quanto**"
- livello di qualità atteso: "**quale livello di qualità**"
- durata/vita del prodotto: "**per quanto tempo**"

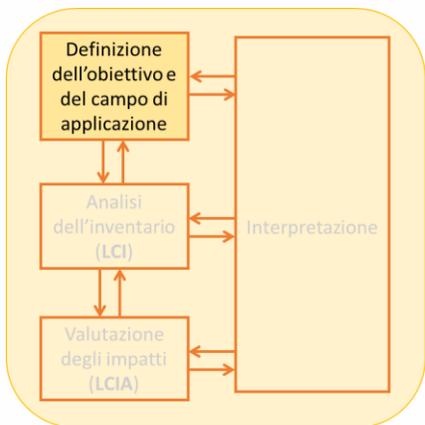
1 m² di tessuto in lana cardata o peli adatto al confezionamento di capi di abbigliamento cardati quali maglioni o cappotti costituiti da almeno il 51% in peso di fibra laniera oppure ottenuti da peli fini.

Per quanto tempo: definizione di n° di lavaggi

Nel caso dei **prodotti intermedi** l'unità funzionale è più difficile da definire perché spesso questi prodotti svolgono molteplici funzioni e non se ne conosce l'intero ciclo di vita. Dovrebbe pertanto essere applicata una **unità dichiarata**, ad esempio, la massa (kg) o il volume (metro cubo).

Fase 1

Confini del Sistema



Definisce le unità di processo da includere nel sistema di cui si costruisce il modello.

✓ Cradle to Grave



✓ Cradle to Gate



✓ Gate to Gate

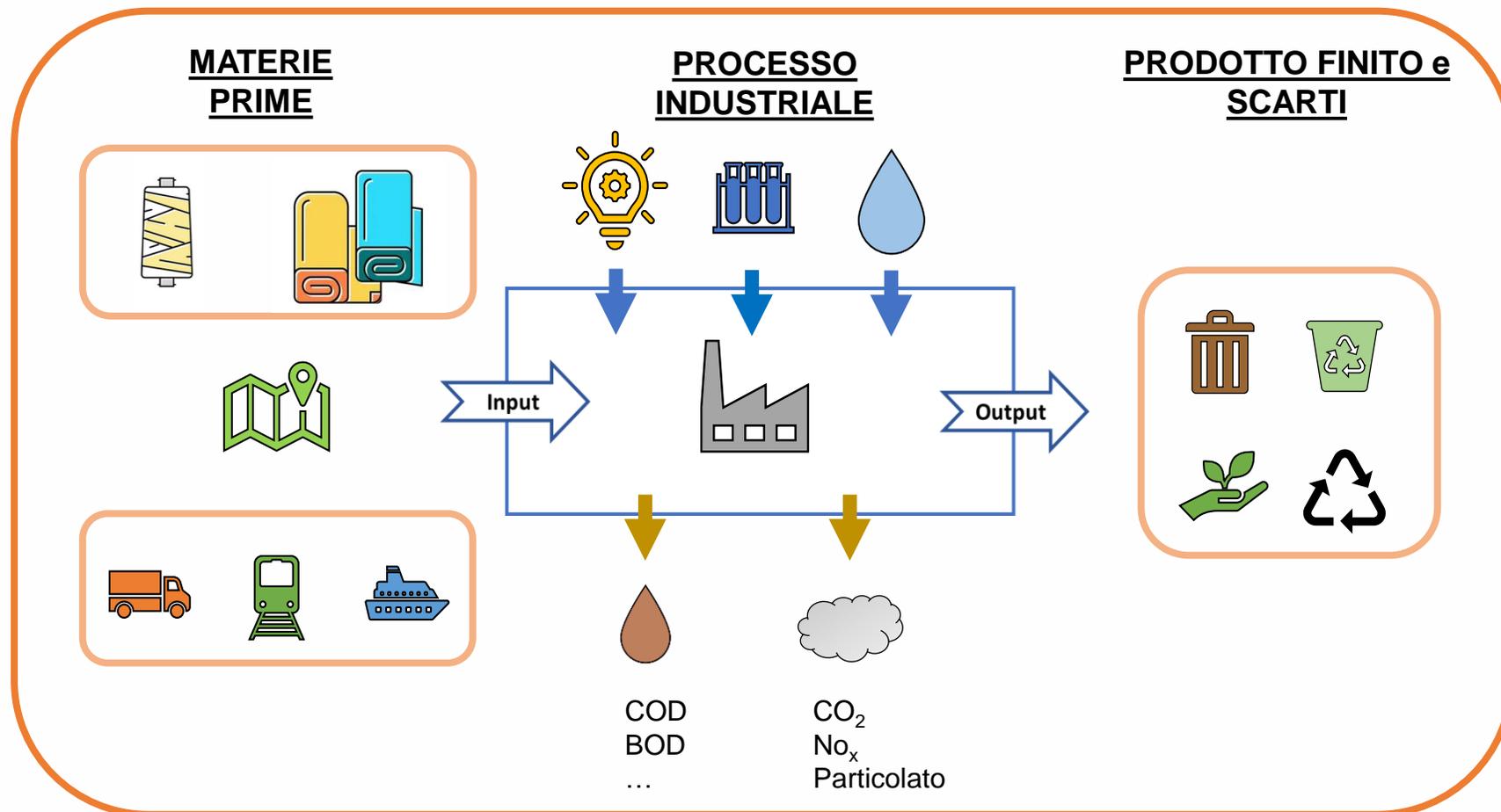
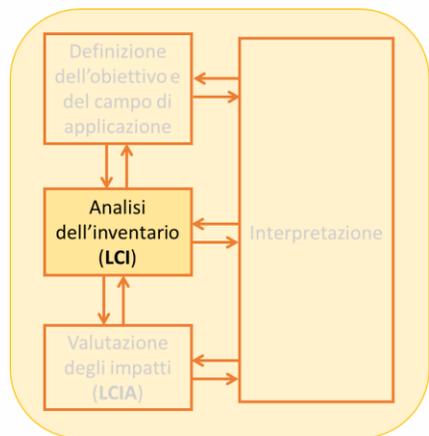


✓ Gate to Grave

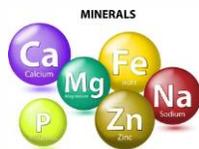
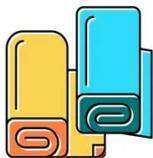


Fase 2

Analisi di Inventario



Materie Prime - Additivi - Imballaggi



| INPUT MATERIA PRIMA - ADDITIVI - IMBALLAGGI | Quantità | Unità di Misura | Fornitore (località) | Distanza (km) | Mezzo di Trasporto | | |
|--|----------|--------------------|-------------------------|------------------|--|--|-----------------------------|
| | | | | | Tipologia (camion, nave, aereo...) | Categoria (Container, Euro 3, Euro 4...) | Capacità di carico (ton) |
| Materia prima | | kg | | | | | |
| Prodotti chimici | | kg | | | | | |
| Scatola di cartone | | kg | | | | | |
| | | kg | | | | | |



- ✓ Se sono utilizzate differenti tipologie di trasporto, devono essere indicate separatamente.
- ✓ Fornire, se possibile, le schede tecniche dei materiali

Processo Industriale

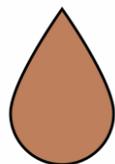


| CONSUMI ENERGETICI | Quantità | Unità di Misura | Fonte di approvvigionamento |
|---|----------|-----------------|-----------------------------|
| Energia Elettrica (mix elettrico nazionale) | | kWh | |
| Energia Elettrica (impianto fotovoltaico) | | kWh | |
| Energia Elettrica (fonti rinnovabili) | | kWh | |
| Gas Metano | | m ³ | |
| Altro | | | |



| CONSUMI IDRICI | Quantità | Unità di Misura | Fonte di approvvigionamento |
|--|----------|-----------------|-----------------------------|
| Acqua da rete idrica | | m ³ | |
| Acqua da pozzo | | m ³ | |
| Altra tipologia di acqua (specificare) | | m ³ | |

Emissioni



| EMISSIONI IN ACQUA | Quantità | Unità di Misura | Note |
|--------------------------------|----------|-----------------|------|
| Acqua scaricata | | m3 | |
| COD | | | |
| BOD | | | |
| Altri inquinanti (specificare) | | | |

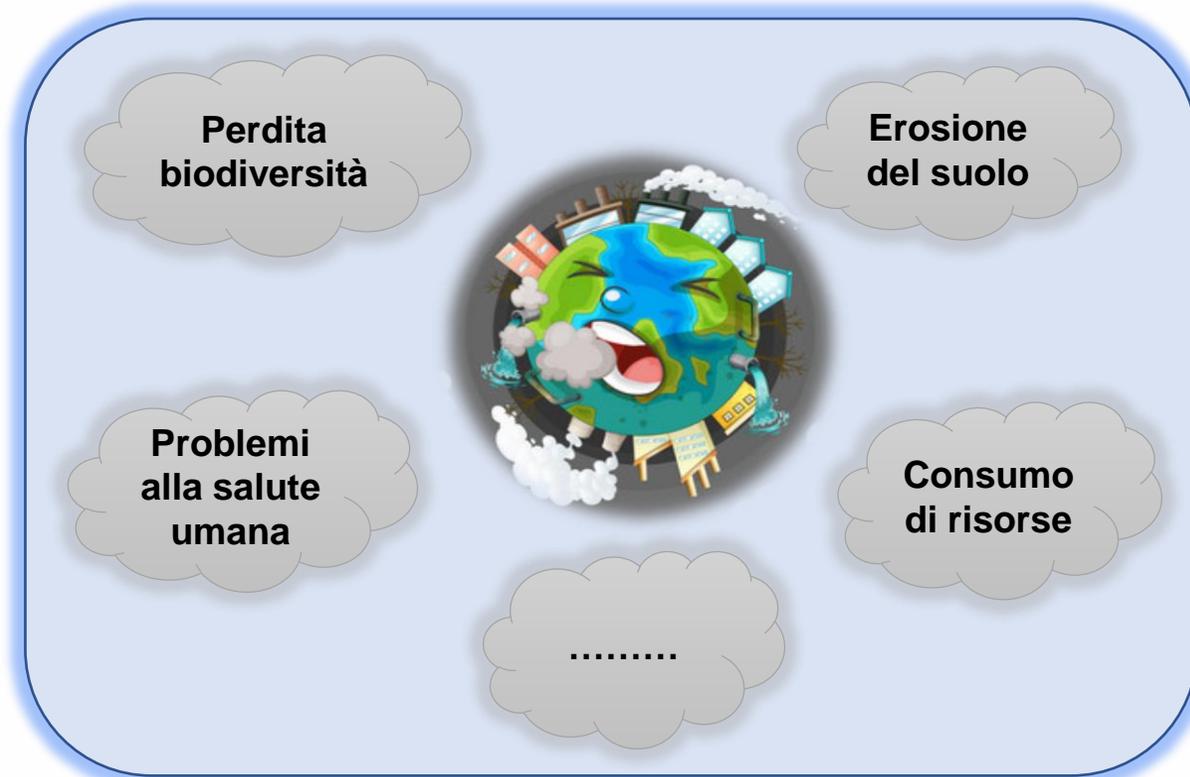
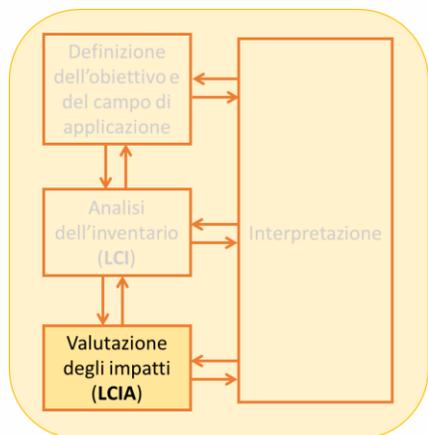


| EMISSIONI IN ARIA | Quantità | Unità di Misura | Note |
|---------------------------------------|----------|-----------------|------|
| CO ₂ | | | |
| NO _x | | | |
| SO ₂ | | | |
| Particolato | | | |
| Altre emissioni in aria (specificare) | | | |

Fase 3

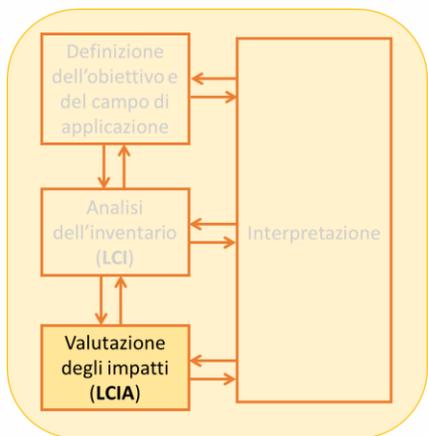
Valutazione dell'Impatto

- ✓ I flussi individuati durante l'analisi di inventario sono ordinati, classificati ed aggregati in diverse categorie di impatto ambientale.
- ✓ Quantifica e valuta i possibili effetti nocivi sulla salute e sull'ambiente, utilizzando i dati raccolti con l'inventario.



Fase 3

Metodi di valutazione



Europei



- ✓ CML-IA
- ✓ Environmental Prices
- ✓ Ecological scarcity 2013
- ✓ EF 3.1 method (adapted)
- ✓ EN 15804 + A2 method
- ✓ EPD (2018)
- ✓ EPS 2015d and EPS 2015dx

Americani



- ✓ BEES
- ✓ TRACI 2.1

Globali



- ✓ IMPACT World+
- ✓ ReCiPe 2016



Categorie di impatto sia Midpoint (orientato al problema) che Endpoint (orientato al danno)

Singolo-parametro

- ✓ IPCC 2021
- ✓ AWARE



PEF- Metodo EF 3.1

La **PEF (Product Environmental Footprint)** è nata con l'obiettivo di sviluppare una metodologia **europea armonizzata** per gli studi di impronta ambientale. Metodo promosso dalla **Commissione Europea** per «stabilire un approccio metodologico comune per consentire agli stati membri ed ai settori privati di valutare, dichiarare, commercializzare le performances ambientali di prodotti, servizi, e compagnie che sia basato sulla valutazione degli impatti ambientali lungo tutto il ciclo di vita» (raccomandazione 2013/ EU/79 aggiornata con raccomandazione n 2279 del 16/12/2021).

- ✓ Basata sulla valutazione del ciclo di vita (LCA) per quantificare l'impatto ambientale dei prodotti
- ✓ **16 categorie** di impatto ambientale
- ✓ **Fattori di normalizzazione e pesatura** per ottenere un "single score"

| Categoria di Impatto | Unit | NF | WF |
|-----------------------------------|------------------------|----------|--------|
| Acidification | mol H+ eq | 5.56E+01 | 6,20% |
| Climate change | kg CO ₂ eq | 7.55E+03 | 21,06% |
| Ecotoxicity, freshwater | CTUe | 5.67E+04 | 1,92% |
| Particulate matter | disease inc. | 5.95E-04 | 8,96% |
| Eutrophication, marine | kg N eq | 1.95E+01 | 2,80% |
| Eutrophication, freshwater | kg P eq | 1.61E+00 | 2,96% |
| Eutrophication, terrestrial | mol N eq | 1.77E+02 | 3,71% |
| Human toxicity, cancer | CTUh | 1.73E-05 | 2,13% |
| Human toxicity, non-cancer | CTUh | 1.29E-04 | 1,84% |
| Ionising radiation | kBq U-235 eq | 4.22E+03 | 5,01% |
| Land use | Pt | 8.19E+05 | 7,94% |
| Ozone depletion | kg CFC-11 eq | 5.23E-02 | 6,31% |
| Photochemical ozone formation | kg NMVOC eq | 4.09E+01 | 4,78% |
| Resource use, fossils | MJ | 6.50E+04 | 8,32% |
| Resource use, minerals and metals | kg Sb eq | 6.36E-02 | 7,55% |
| Water use | m ³ depriv. | 1.15E+04 | 8,51% |

Metodo che deve essere utilizzato per la creazione di **dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD)**.

Una EPD viene sempre creata in base a una regola di categoria di prodotto (PCR).

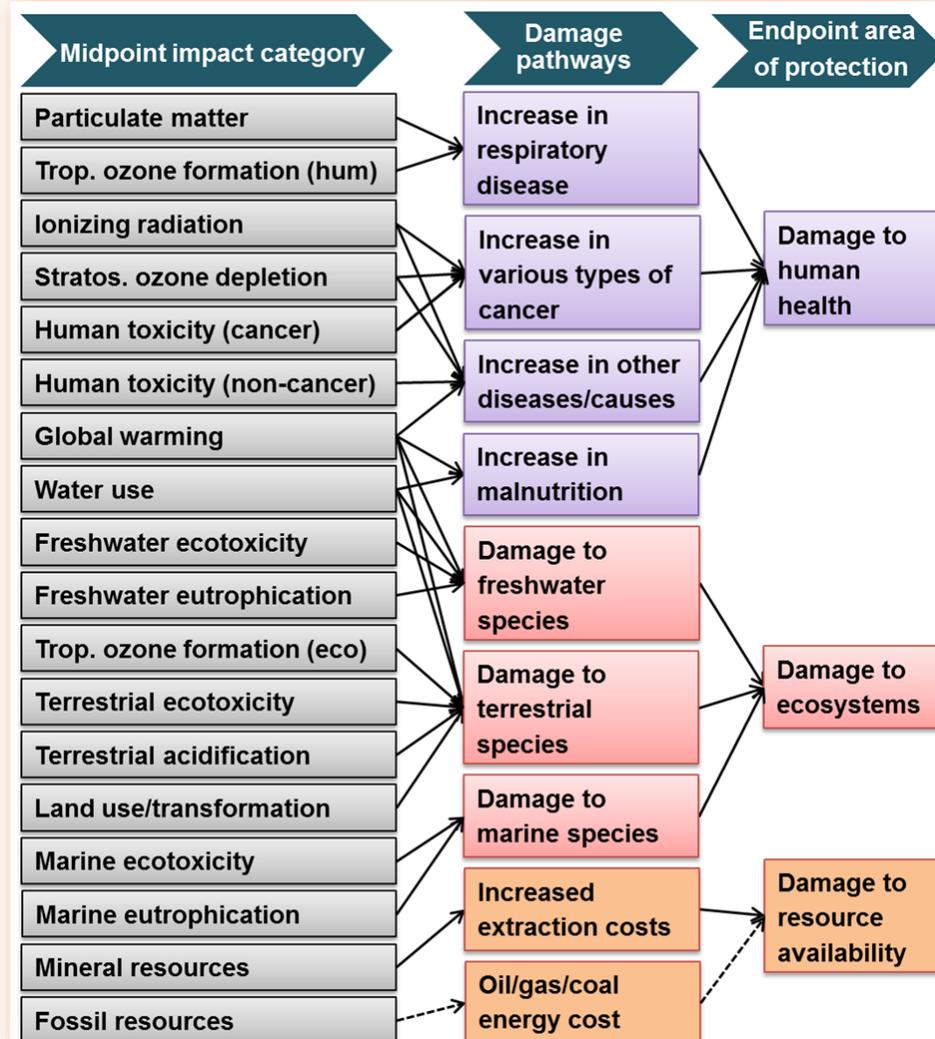
La maggior parte delle categorie di impatto sono tratte direttamente dal metodo **LMC-IA baseline** (eutrofizzazione, riscaldamento globale, riduzione dell'ozono e riduzione delle risorse abiotiche) e **LMC-IA non baseline** (acidificazione). La categoria di scarsità d'acqua si basa sul metodo **AWARE** e l'ossidazione fotochimica si basa su **ReCiPe 2008**.

- ✓ La normalizzazione e la pesatura **non** vengono considerate.
- ✓ Prende in considerazione **8 categorie** di impatto

| Categoria di Impatto | Unità di misura |
|---------------------------------|-----------------|
| Acidification | Kg SO2 eq |
| Eutrophication | kg PO4--- eq |
| Global warming (GWP100a) | kg CO2 eq |
| Photochemical oxidation | kg NMVOC eq |
| Abiotic depletion, elements | Kg Sb eq |
| Abiotic depletion, fossil fuels | MJ |
| Water scarcity | m3 eq |
| Ozone layer depletion | Kg CFC-11 eq |

ReCiPe

- ✓ elaborato dalla società di consulenza PRé
- ✓ mid-point method: considera **18** differenti categorie di impatto
- ✓ end-point method: aggrega in un ***singolo valore (Pt)*** i risultati delle 3 categorie di danno:
 1. Danni alla salute umana, espressa come numero di anni di vita persi e numero di anni di disabilità (DALY).
 2. Danni all'ecosistema, espressi come perdita di specie su una certa area, durante un certo periodo (species.yr).
 3. Danni alle risorse, espressi come costi in eccesso della produzione futura di risorse su un arco di tempo infinito (USD2013).



Confronto Metodi

EF 3.1

| Categoria d'impatto | Unità di misura |
|-----------------------------------|-----------------|
| Acidification | mol H+ eq |
| Climate change | kg CO2 eq |
| Ecotoxicity, freshwater | CTUe |
| Particulate matter | disease inc. |
| Eutrophication, marine | kg N eq |
| Eutrophication, freshwater | kg P eq |
| Eutrophication, terrestrial | mol N eq |
| Human toxicity, cancer | CTUh |
| Human toxicity, non-cancer | CTUh |
| Ionising radiation | kBq U-235 eq |
| Land use | Pt |
| Ozone depletion | kg CFC11 eq |
| Photochemical ozone formation | kg NMVOC eq |
| Resource use, fossils | MJ |
| Resource use, minerals and metals | kg Sb eq |
| Water use | m3 depriv. |

EPD

| Categoria di Impatto | Unità di misura |
|---------------------------------|-----------------|
| Acidification | Kg SO2 eq |
| Eutrophication | kg PO4--- eq |
| Global warming (GWP100a) | kg CO2 eq |
| Photochemical oxidation | kg NMVOC eq |
| Abiotic depletion, elements | Kg Sb eq |
| Abiotic depletion, fossil fuels | MJ |
| Water scarcity | m3 eq |
| Ozone layer depletion | Kg CFC-11 eq |

ReCiPe 2016 Mid point

| Categoria di Impatto | Unità di misura |
|--|-----------------|
| Global warming | kg CO2 eq |
| Stratospheric ozone depletion | Kg CFC-11 eq |
| Ionizing radiation | kBq Co-60 eq |
| Ozone formation, Human health | kg NOx eq |
| Fine particulate matter formation | Kg PM2.5 eq |
| Ozone formation, Terrestrial ecosystem | Kg NOx eq |
| Freshwater eutrophication | kg P eq |
| Marine eutrophication | kg N eq |
| Terrestrial ecotoxicity | Kg 1,4-DCB |
| Freshwater ecotoxicity | Kg 1,4-DCB |
| Marine ecotoxicity | Kg 1,4-DCB |
| Human carcinogenic toxicity | Kg 1,4-DCB |
| Human non-carcinogenic toxicity | Kg 1,4-DCB |
| Land use | m2a crop eq |
| Mineral resource scarcity | kg Cu eq |
| Fossil resource scarcity | Kg oil eq |
| Water consumption | m3 |

Come si conduce un'analisi LCA

- Software



- Dati primari

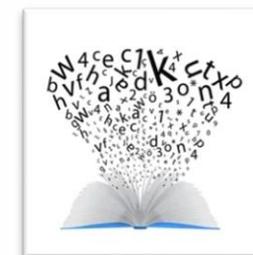


- Dati Secondari

Database



Bibliografia



Qualità dei Dati

Caratteristiche dei dati relative alla loro capacità di soddisfare i requisiti indicati (ISO 14040:2006).
La qualità dei dati riguarda vari aspetti, come la rappresentatività tecnologica (**TeR**), geografica (**GeR**) e temporale (**TiR**), nonché la completezza e la precisione dei dati di inventario (**P**).

| Valutazione della qualità dei dati per i criteri TeR, GeR, TiR, P | Livello di qualità dei dati |
|---|-----------------------------|
| 1 | Eccellente |
| 2 | Molto buona |
| 3 | Buona |
| 4 | Soddisfacente |
| 5 | Scarsa |

| Valutazione della qualità globale dei dati (DQR) | Livello della qualità globale dei dati |
|--|--|
| $DQR \leq 1,5$ | Qualità eccellente |
| $1,5 < DQR \leq 2,0$ | Qualità molto buona |
| $2,0 < DQR \leq 3,0$ | Qualità buona |
| $3,0 < DQR \leq 4,0$ | Qualità soddisfacente |
| $DQR > 4$ | Qualità scarsa |

$$DQR = \frac{TeR + GeR + TiR + P}{4}$$

#EENCanHelp

Thank you

Follow us @EEN_EU

Chiara Cappelletti

Expert Sostenibilità ambientale e LCA
INNOVHUB-SSI

chiara.cappelletti@mi.camcom.it

02 8515 3654



eeu.ec.europa.eu



INNOVHUB
STAZIONI SPERIMENTALI
PER L'INDUSTRIA

