



MASTER IN ENTREPRENEURSHIP
INNOVATION MANAGEMENT
IN COLLABORATION WITH **MIT SLOAN**

IN COLLABORATION WITH
MIT MANAGEMENT
SLOAN SCHOOL



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
PARTHENOPE

MASTER MEIM 2022-2023

Operations Management Master 2022-2023

ADVANCED AND SUSTAINABLE MANUFACTURING STRATEGIES

Prof. Antonella Petrillo

Department of Engineering – University of Naples «Parthenope»



Dall'intelligenza artificiale a quella circolare

L'AI rappresenta il più potente acceleratore per la realizzazione di un nuovo modello di produzione e consume [Report 2019].

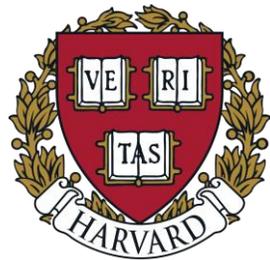


SXD Zero Waste

Grazie ad algoritmi di AI, SXD le informazioni sullo schizzo vengono combinate con il tessuto per produrre modelli a scarto zero

[SXD | Zero Waste Design \(sxd-ai.com\)](http://sxd-ai.com)

SXD won “Nobel Prize of Fashion”



Founder
Shelly Xu



Harvard Innovation Labs



Luciano Bueno

Founder & CEO at GALY



GALY.CO



CELLULAR AGRICULTURE

AI può aiutare anche a creare soluzioni che riducono l'impatto delle catene di approvvigionamento esistenti.

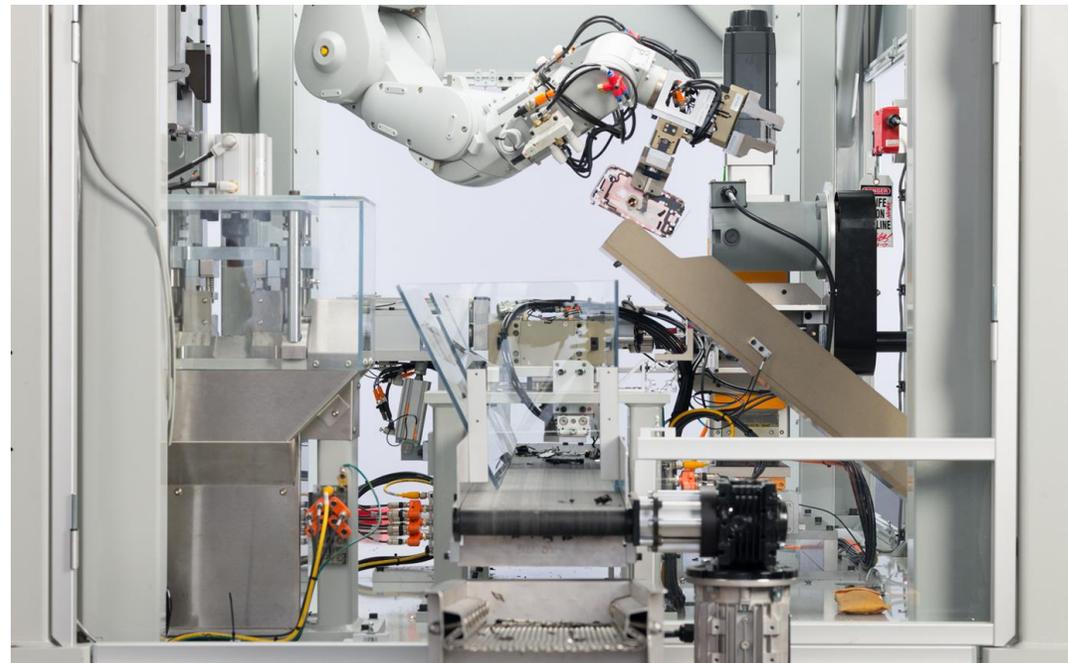
GALY.CO coltiva cotone da cellule in laboratorio utilizzando l'80% di risorse in meno rispetto all'agricoltura tradizionale e può produrre sia cotone normale che cotone biologico.

Ad esempio, la produzione di quattro camicie realizzate con il suo "Incredible Cotton" consente di **risparmiare fino a 9.200 litri di acqua.**

Apple amplia i programmi di riciclo globali

Aumento dei materiali riciclati poi è un'altra soluzione per ridurre le emissioni di carbonio

Apple ha sviluppato **Daisy**, un robot in grado di scomporre un iPhone in componenti riutilizzabili in 18 secondi, inclusi minerali rari come cobalto, oro e platino. O anche il progetto **HolyGrail**, che utilizza filigrane digitali nei prodotti per facilitare la selezione dei materiali riciclabili a fine vita.



The background of the image is a dimly lit museum or gallery. In the foreground, a large, circular, 3D model of a life cycle assessment is visible, featuring a central hub with radiating lines and a green circular arrow path around the perimeter. In the background, a large globe of the Earth is displayed on the right, and several people are seen interacting with various exhibits, including a large gear-like structure and some red display cases. The overall atmosphere is educational and technological.

Deloitte.
University
The Leadership Center

3D opportunity for life cycle assessments

A 3D printer nozzle is shown in a factory setting, with a tree in the foreground. The background is a blurred industrial environment with metal structures and pipes. The text is overlaid on the image.

Produzione additiva e sostenibilità

La stampa 3D elimina l'uso di materiale in eccesso e quindi i rifiuti inutili praticamente dall'inizio. Anche la possibilità di utilizzare il design generativo gioca un ruolo importante in termini di ottimizzazione delle parti ed è uno dei principali vantaggi della stampa 3D rispetto ai metodi di produzione tradizionali.

Inoltre, una stampante 3D permette la produzione su richiesta. Questo non solo fa risparmiare tempo, ma elimina anche la necessità di lunghi percorsi di trasporto e aree di stoccaggio, riducendo di conseguenza l'emissione di CO₂

1

La valutazione del ciclo di vita come strumento di controllo



THOMSON

LCA WEEE



REFIND

Technologies



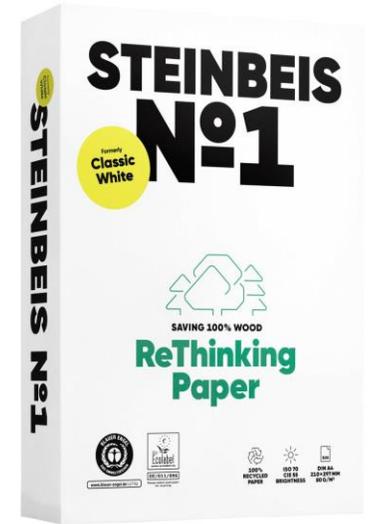
Per un'intelligenza circolare

Secondo l'UNEP, l'agenzia per la protezione ambientale delle Nazioni Unite, il mercato globale dei **RAEE vale oltre 62 miliardi di dollari e solo il 20% viene formalmente riciclato.**

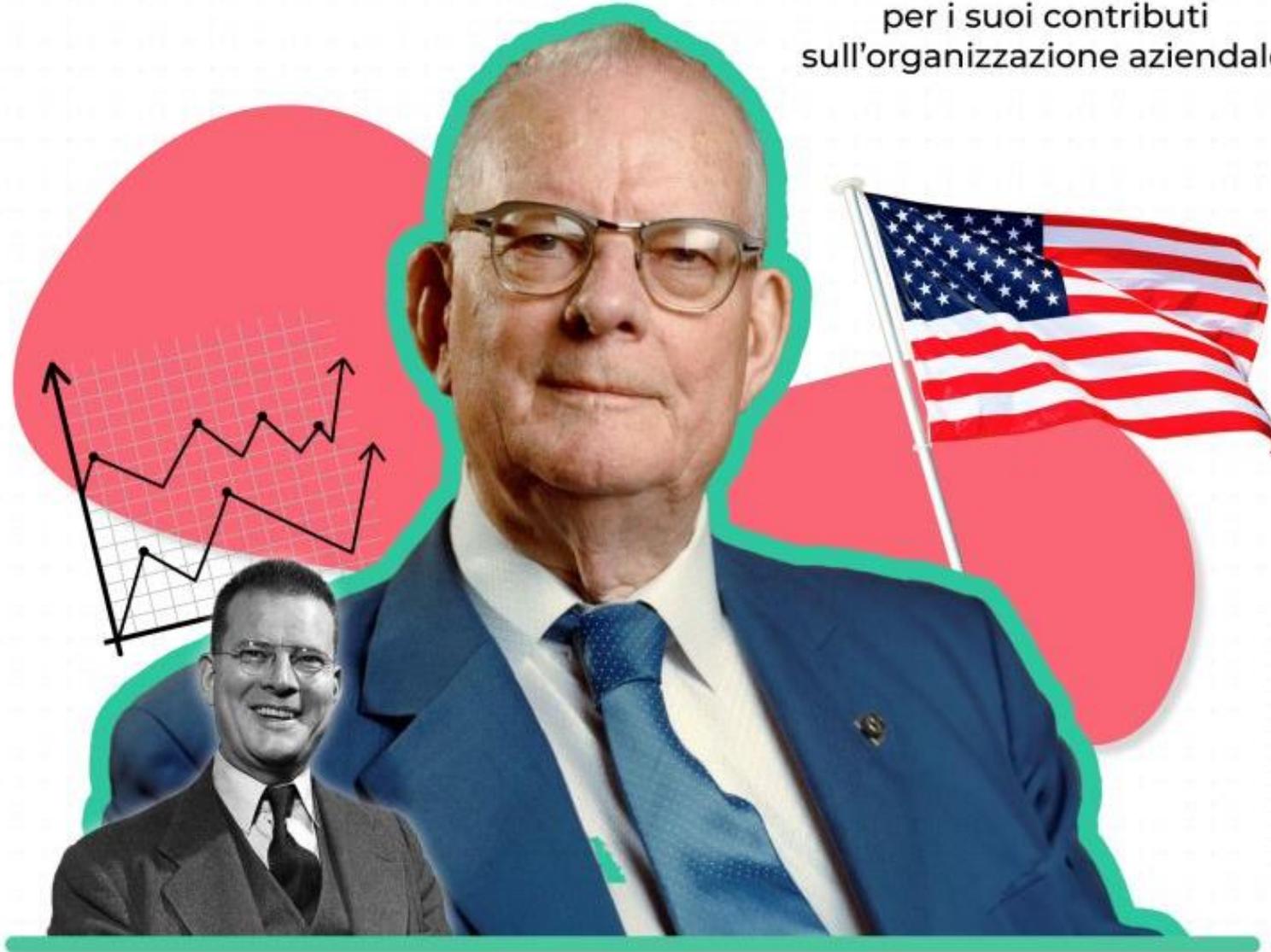
Un problema ambientale e sociale enorme, che colpisce particolarmente i paesi in via di sviluppo. Una grande risorsa per il riciclo, ma anche per l'analisi delle quantità è l'ispezione visiva.

È in questo modo che **Refind Technologies**, azienda svedese, riesce ad analizzare in modo più preciso possibile i componenti dei rifiuti elettronici ma anche le quantità e le specie dei pesci negli oceani. Tramite ispezione visiva è possibile smistare i prodotti in modo automatico, distinguendone i materiali e preparandoli al re-manufacturing.

Cosa hanno in comune tutte queste innovazioni?



W.Edwards Deming,
statistico noto
per i suoi contributi
sull'organizzazione aziendale



**“Senza dati sei solo
un'altra persona
con un'opinione.”**



Lo zaino ecologico



È un indicatore elaborato dal **Wuppertal Institut for Climate, Environment and Energy** per misurare il peso dei nostri consumi sull'ambiente. Misura in kg il carico di natura che ogni prodotto o servizio porta sulle proprie "spalle" in un immaginario zaino e considera tutte le risorse utilizzate nelle diverse fasi per produzione, trasporto, uso e smaltimento. Per esempio: un'automobile media (1 ton) ha uno zaino pari a 25 ton, un computer da tavolo (15 kg) 15 ton, un anello d'oro (es. fede da 5 gr) 3 ton. Per il suo calcolo si considera l'LCA (Life Cycle Assessment) che valuta l'impatto ambientale di un prodotto, di un servizio o di un processo lungo tutto il suo ciclo di vita. Può contribuire a sviluppare strategie di miglioramento, come l'utilizzo di materiali a basso impatto ambientale, l'ottimizzazione dei processi produttivi, il risparmio energetico e altre misure sostenibili...





Economia circolare, le aziende ci credono e vedono i risultati dei loro investimenti

Nel 2023, per quasi due aziende italiane su tre (62%), gli investimenti in economia circolare hanno portato a un maggiore ritorno economico con un deciso progresso rispetto al 41% dell'anno scorso.

Ma per quasi la metà delle imprese (47%) la mancanza di competenze è il principale ostacolo, un dato in crescita rispetto al 36% del 2022 e per il 41% delle aziende la normativa è ancora troppo complicata (nel 2022 lo dichiarava il 16%), a maggior ragione sui temi della circolarità.



A woman is shown from the chest up, wearing a white t-shirt with the words "SOCIETÀ BENEFIT" printed in a hand-drawn, black, blocky font. The t-shirt is decorated with various green and black illustrations: a small green car, a recycling symbol, a lightbulb, a bicycle, a sun, a wind turbine, a globe, and a plug. She is holding a black smartphone in front of her. The background is a solid green color. In the top left corner, there is a small orange horizontal bar.

Le Società Benefit

Le Società Benefit sono una nuova forma giuridica di impresa, introdotta in Italia con la legge 28 dicembre 2015, n. 208 (commi 376-383 e allegati 4 – 5) ed entrata in vigore dal primo Gennaio 2016

B Corp

La certificazione B Corp identifica le organizzazioni che, oltre a perseguire obiettivi economici di profitto, rispondono anche agli standard più elevati di tutela ambientale ed equità sociale.

Si tratta di una certificazione rilasciata dall'ente no profit statunitense B Lab.

Si parte dal compilare un Business Impact Assessment (BIA), ovvero un questionario che valuta l'impegno dimostrato dall'azienda rispetto a 5 dimensioni rilevanti:

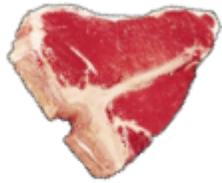
- Persone: ambiente di lavoro, salari, benefit, formazione
- Governance: responsabilità sugli obiettivi e trasparenza nella comunicazione
- Comunità: sostegno alla comunità di riferimento, riflessi sull'occupazione e la prosperità delle località limitrofe
- Ambiente: riduzione dei rifiuti, efficienza energetica
- Clienti: impatto positivo dei prodotti e servizi sulla vita dei consumatori

Certificazione



Corporation

In quale fase del ciclo di vita si verifica l'impatto ambientale più importante per un prodotto acquistato, usato e ritirato a Napoli?



- Meat produced in Uruguay
 - Brick produced in Apulia
 - Button battery manufactured in Milan
 - Smartphone manufactured in Finland
 - Coffee glass made of Polypropylene in Milan
- Production of Raw Materials
 - Production
 - Distribution
 - Use/maintenance
 - Retirement



Origini

Life Cycle Assessment

Coca Cola

Le prime applicazioni, svolte sotto il nome di **REPA (Resource and Environmental Profile Analysis)** risalgono agli **anni '70**; si trattava di studi commissionati da Coca Cola Company e da Mobil Chemical Company ad alcuni ricercatori del Midwest Research Institute.

Lo studio per **Coca Cola** era finalizzato a determinare le conseguenze ambientali della produzione di **diversi contenitori per bevande**, al fine di scegliere il materiale (fra vetro, plastica e alluminio) più idoneo ad essere re-impiegato a fine vita con il minor impatto ambientale.



Coca-Cola



ExxonMobil Chemical

Lo studio commissionato da **Mobil Chemical** era invece finalizzato a stabilire quale, tra **fogli in poliestere e fogli di carta**, fosse il materiale più ecologico per il confezionamento dei prodotti alimentari.

Si trattava in pratica dell'analisi dei flussi di specifiche risorse (materie prime ed energia) limitatamente però alla sola fase di trasformazione di queste nel prodotto finito.



Anno 1990

Il metodo LCA viene presentato per la prima volta solo nel 1990, nell'ambito di un congresso del SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) svoltosi negli Stati Uniti, in cui viene caratterizzato in modo più preciso l'obiettivo di questo tipo di analisi, allargato a tutto il ciclo di vita di un prodotto.

Nel 1993 SETAC pubblica le prime Linee Guida: "Guidelines for Life-Cycle Assessment: a code of practice", in cui è delineata la metodologia dell'LCA.





Importanza di un approccio al ciclo di vita

EARTH OVERSHOOT DAY 2020

By August 22nd, we will have used more from nature than our planet can renew in the whole year.



EARTH
OVERSHOOT
DAY

#MOVETHEDATE



EARTH OVERSHOOT DAY

La pandemia di COVID-19 ha causato la riduzione dell'impronta ecologica globale, dimostrando quanto siano possibili rapidi cambiamenti nei modelli di consumo delle risorse naturali. Tuttavia, la vera sostenibilità, che consente a tutti di prosperare sulla Terra, può essere raggiunta solo attraverso l'ingegno e la pianificazione, non il disastro.

Dopo che la pandemia ha causato una diminuzione dell'uso delle risorse nel 2020, il mondo è tornato al business as usual e ha eguagliato il peggior risultato finora: l'Earth Overshoot Day è di nuovo il 29 luglio. La prima data in assoluto è stata registrata per la prima volta nel 2019.

2021
EARTH
OVERSHOOT
DAY
JULY 29





EARTH

OVERSHOOT

DAY 2022

28 JULY

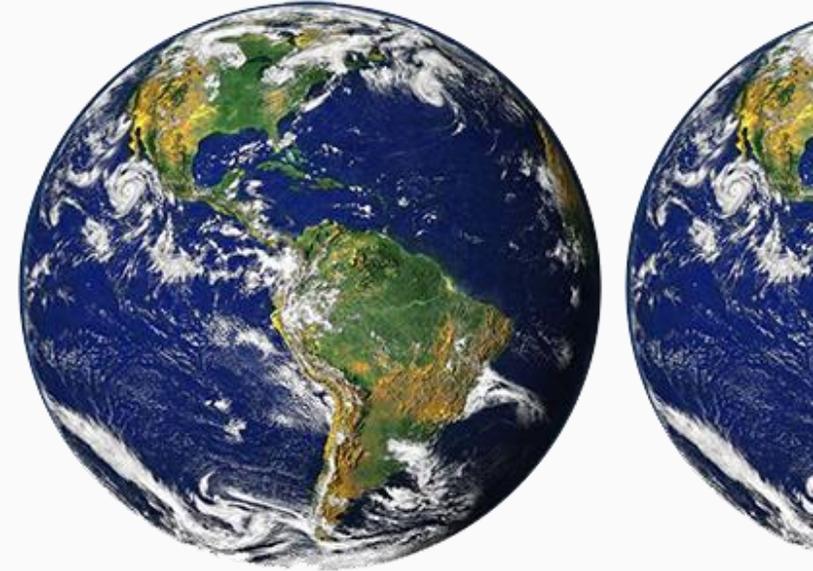
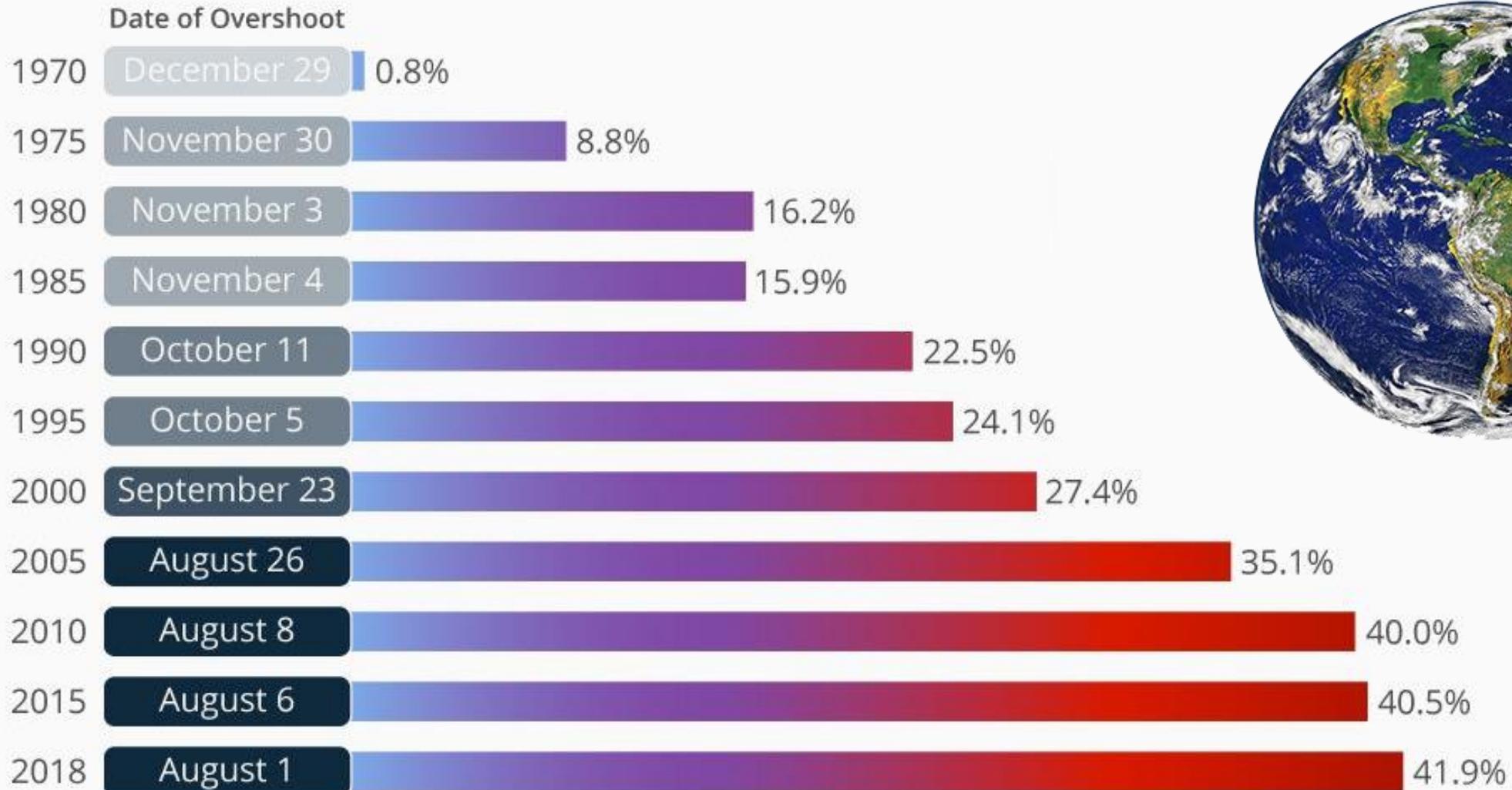
Earth Overshoot Day

August 2 - 2023



Earth Overshoot Day Comes Sooner Every Year

Share of year remaining after Earth Overshoot Day (1970–2018)





Pollution

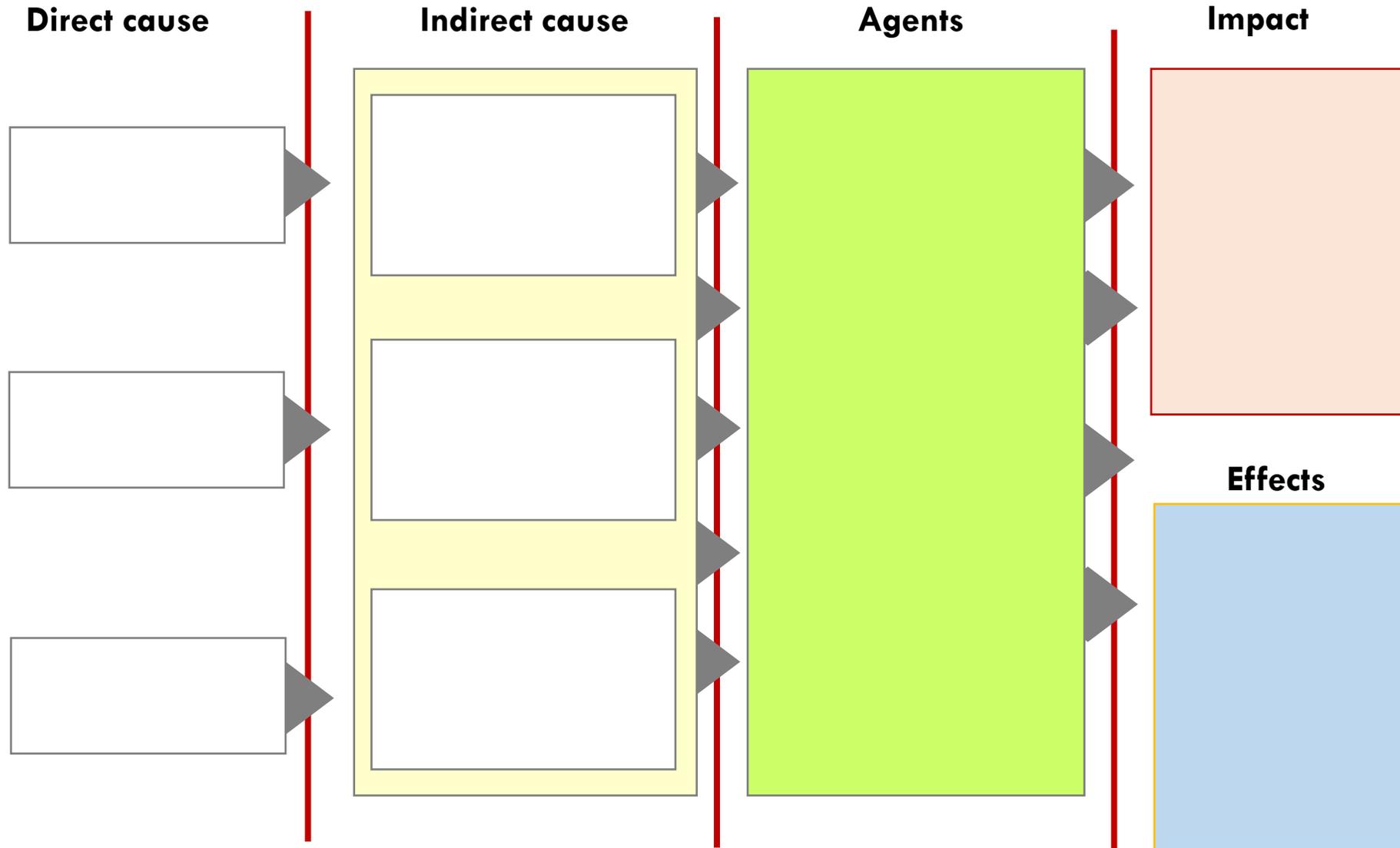


Waste

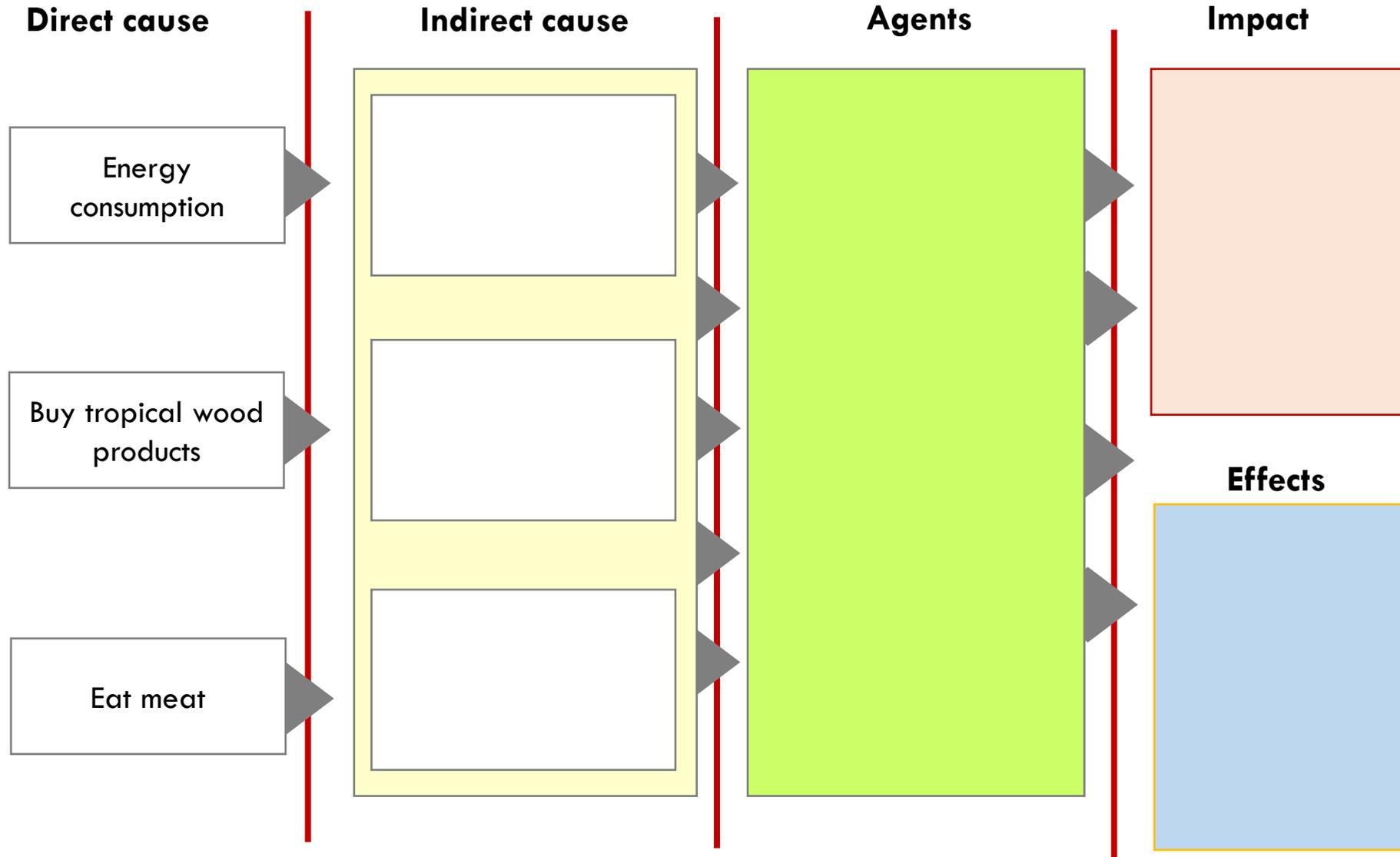
A polar bear is standing on a small, isolated ice floe in a vast sea of broken ice. The water is a deep, dark blue-green, and the sky is a bright blue with scattered white clouds. In the background, there are dark, rugged mountains with patches of snow. The overall scene conveys a sense of isolation and the impact of climate change on the polar environment.

Global warming

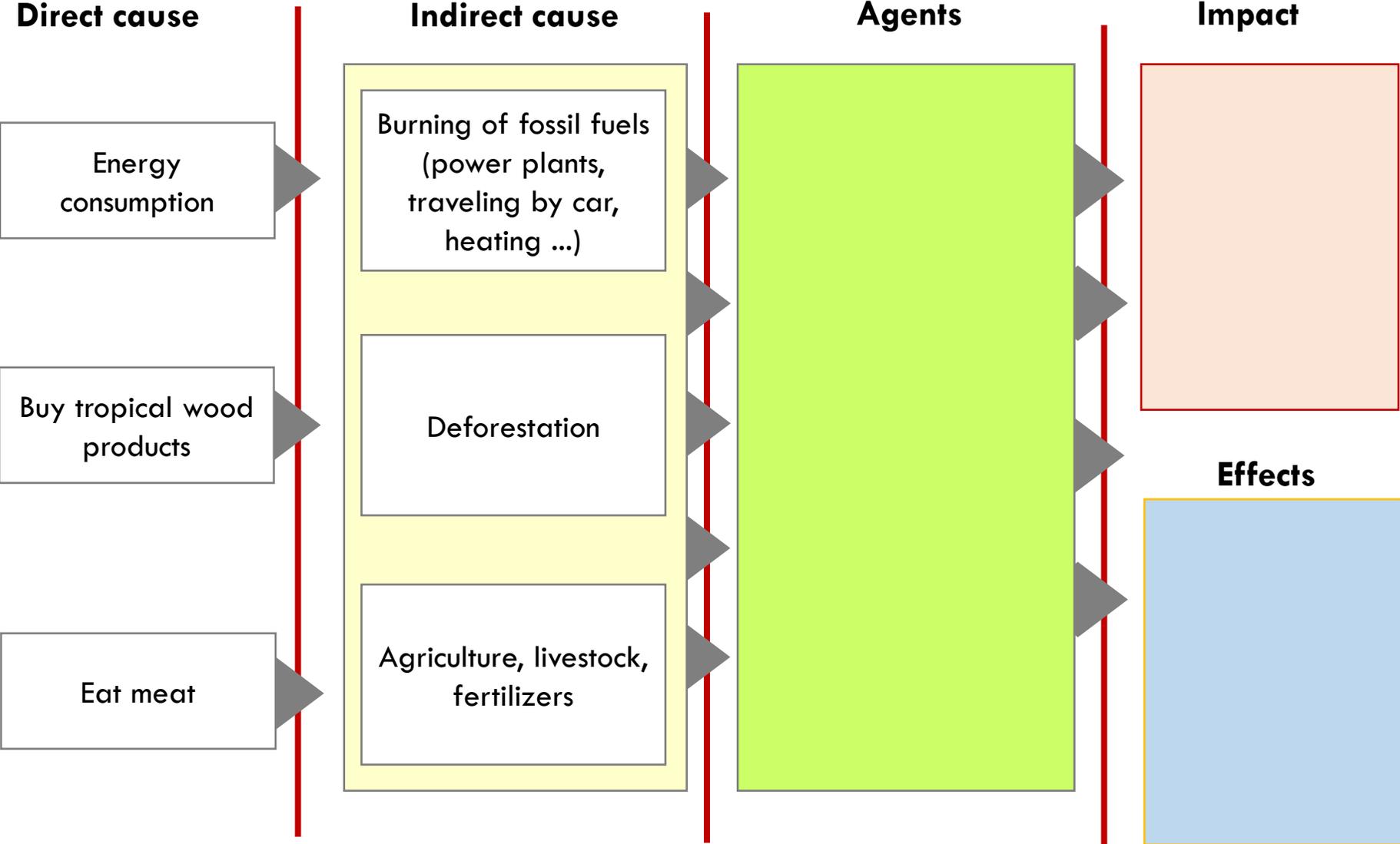
Global warming



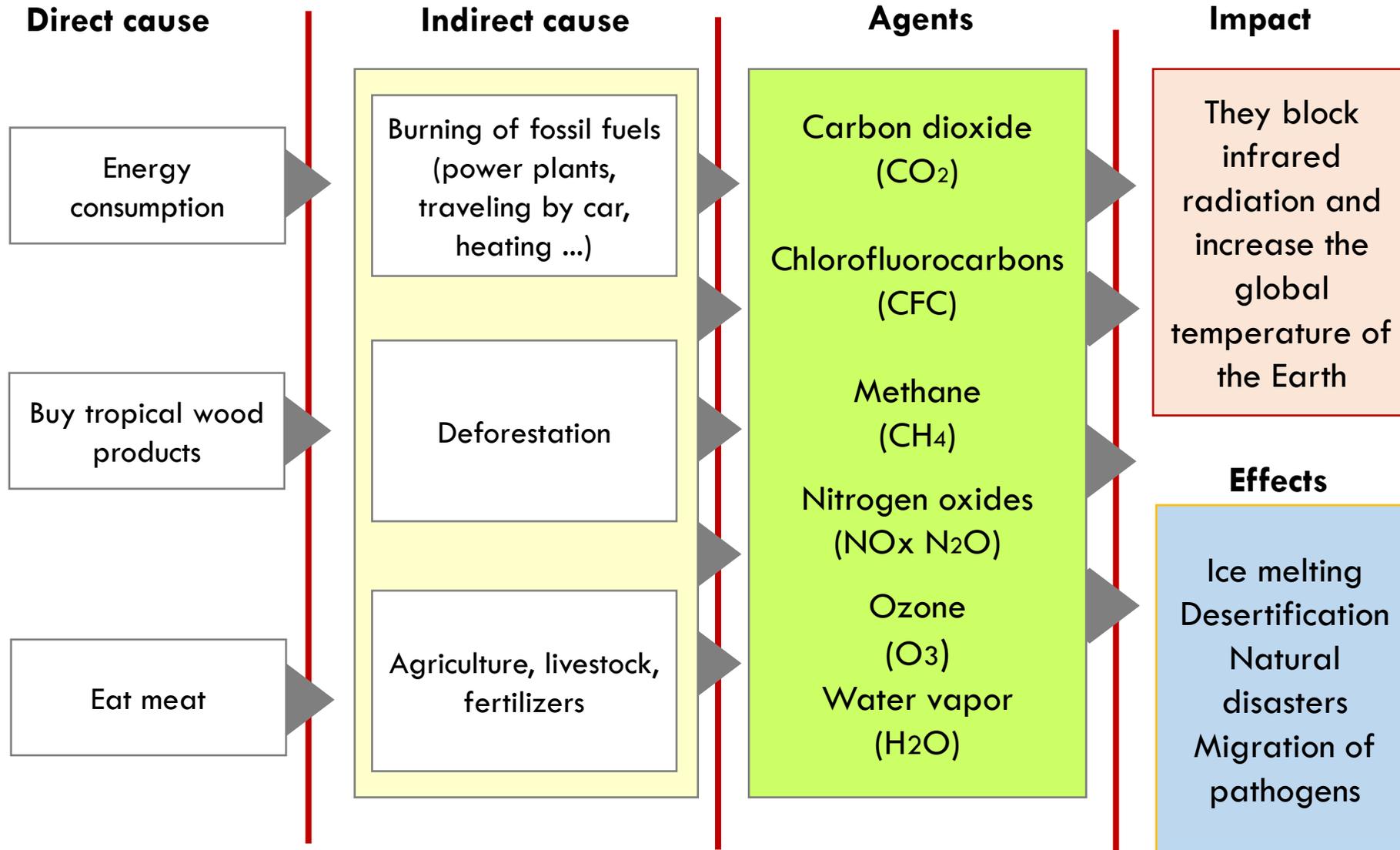
Global warming



Global warming



Global warming



Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

Environmental impact of EU consumption
through the assesement of 16 different impacts using LCA as reference methodology



Analysis of consumption trends, patterns and scenarios for **food, housing, mobility, household goods, appliances.** Including consumers' behaviour

Environmental impacts



- Human toxicity cancer
- Human toxicity non cancer
- Particulate matter
- Photochemical ozone formation
- Ionising radiation



- Impact due to water use
- Ecotoxicity



- Climate change
- Impact due to resource use



- Euthrophication marine and freshwater
- Ecotoxicity



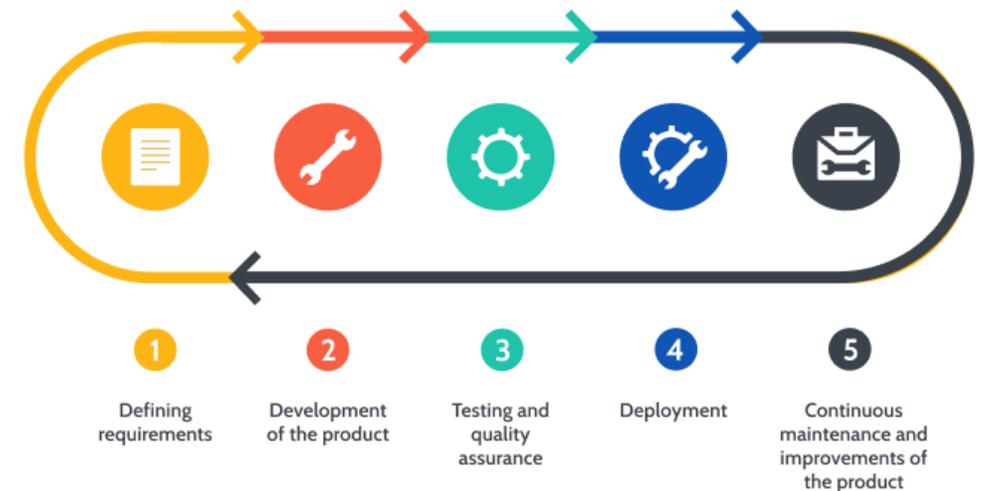
- Impact due to land use
- Euthrophication terrestrial
- Acidification
- Impact due to resource use (metals, minerals and fossils)
- Ozone depletion

The image features a hand in the lower-left foreground pointing towards a large, faint circular diagram in the background. The diagram is a complex network of interconnected nodes and lines, surrounded by several circular icons representing different fields of study or industry. To the right of the diagram, a hand is shown holding a glowing yellow lightbulb, which is the focal point of the image. The background is a soft-focus green, suggesting an outdoor setting with foliage.

**Life Cycle Assessment
(LCA)
?
Life Cycle Management
(LCM)**

Life Cycle Management

Life Cycle Management (LCM) è un concetto integrato per la gestione del ciclo di vita totale di beni e servizi verso una produzione e un consumo più sostenibili



Life Cycle Assessment

Il Life Cycle Assessment (LCA) è una delle **metodologie** maggiormente utilizzate per valutare il comportamento ambientale di prodotti, processi e attività.

Secondo la **UNI EN ISO 14040**

Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento il "Life Cycle Assessment"

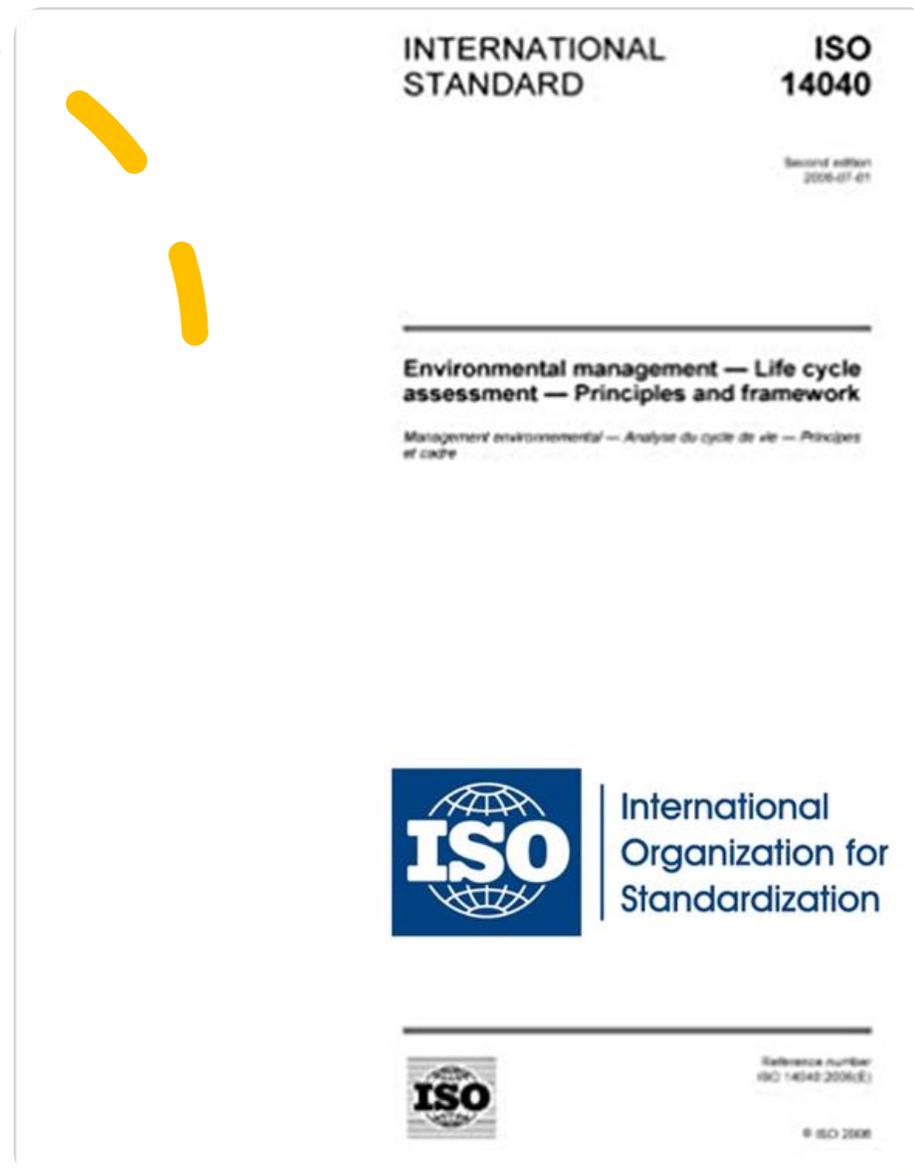
è un metodo di valutazione attraverso tutto il ciclo di vita degli elementi in ingresso e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali di un sistema di prodotto.

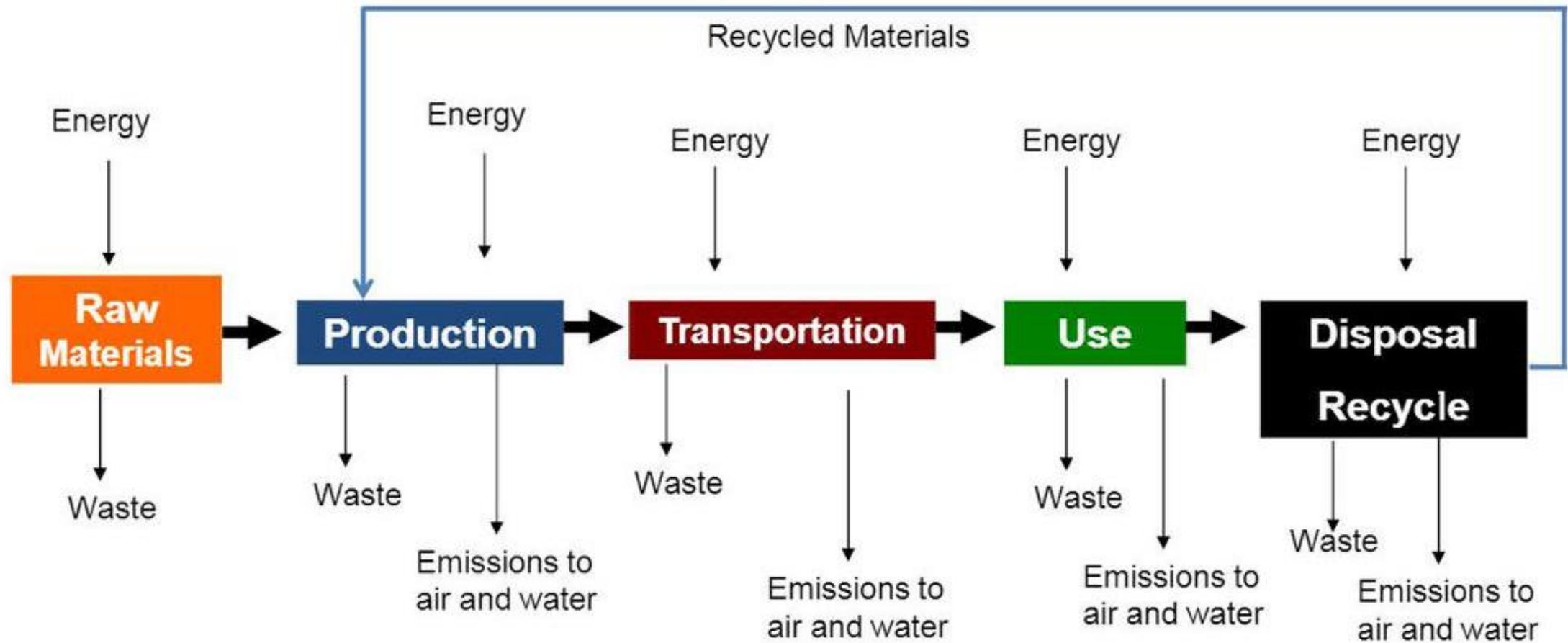


Life Cycle Assessment

La definizione proposta nel 1993 dalla SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), oggi formalizzata nella ISO 14040 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, è la seguente:

*“è un **procedimento oggettivo** di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un’attività, effettuato attraverso l’identificazione dell’energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell’ambiente. La valutazione include l’intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l’estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l’uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale”.*





Life Cycle Assessment

Life cycle stages

La valutazione del ciclo di vita copre tutti gli input rilevanti provenienti dall'ambiente (ad es. minerali e petrolio greggio, acqua, uso del suolo) nonché le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo (ad es. anidride carbonica e ossidi di azoto).

Life Cycle Assessment

In sintesi, l'obiettivo del metodo LCA è quello di ridurre il **carico ambientale** associato ad un prodotto/processo nell'intero ciclo di vita e in relazione alla funzione.

A tal fine è necessario implementare un **approccio sistemico** e **trasparente** per la progettazione di un prodotto/processo in cui gli input di materiali e di energia, nonché l'impatto di tutte le emissioni e i rifiuti siano ridotti al minimo in termini sia quantitativi sia qualitativi ovvero valutando la dannosità degli effetti.





Progettiamo la sostenibilità

Life Cycle Assessment

Si stima che fino all'80%
dell'impatto ambientale
di un prodotto viene
determinato nella **fase di
progettazione**

European Commission





Minimizzare il consumo di materiali: Come?

Dematerializzare il prodotto o alcune sue parti

Sedute IKEA AIR

A close-up photograph of a person's hand holding a tablet. The tablet screen displays a digital version of a book, showing text from 'The Complete Works of William Shakespeare'. The text is arranged in a clean, readable layout with a 'Library' icon in the top left corner. The background is a warm, brownish-gold color.

Minimizzare il consumo di materiali: Come?

Digitalizzare il prodotto o alcune sue parti

eBook

A modern bathroom with a dark grey wall and floor. On the left, a shower panel with three control knobs and a showerhead is mounted. In the center, a dark grey towel hangs on a wall-mounted rack. To the right, a white integrated toilet and sink unit is mounted on the wall. A white rectangular cabinet is mounted above the sink. A white toilet paper holder is on the wall to the right of the toilet.

Sistemi di consumo di materiali più efficienti: Come?

Progettare sistemi di recupero dei materiali

Impianto sanitario integrato W + W di Roca



Sistemi di consumo di materiali più efficienti: Come?

Progettare sistemi di recupero dei materiali

i-Magic Fortius cyclette di Tacx



Scegliere fonti energetiche a nulla o minima tossicità

Fonti energetiche che minimizzano le emissioni dannose durante la produzione e la produzione

Torcia a manovella LJUSA di IKEA



Ottimizzare la vita dei prodotti

Progettare vite utili per i vari
componenti

Stampante Kyocera con tamburi a lunga durata





Progettare l'affidabilità

Predisporre e facilitare la sostituzione, per l'aggiornamento delle parti software

Ara lo smartphone modulare di Google

Approccio Life Cycle

Considerazione

Sono stati progettati molti prodotti per i quali è stato ridotto l'impatto ambientale in una fase, ma lo si è aumentato complessivamente, perché esso è peggiorato in altre fasi e rispetto alla sua funzione, più di quanto non fosse migliorato.





Come usiamo il metodo del Life Cycle Assessment

Confronto o Pianificazione?



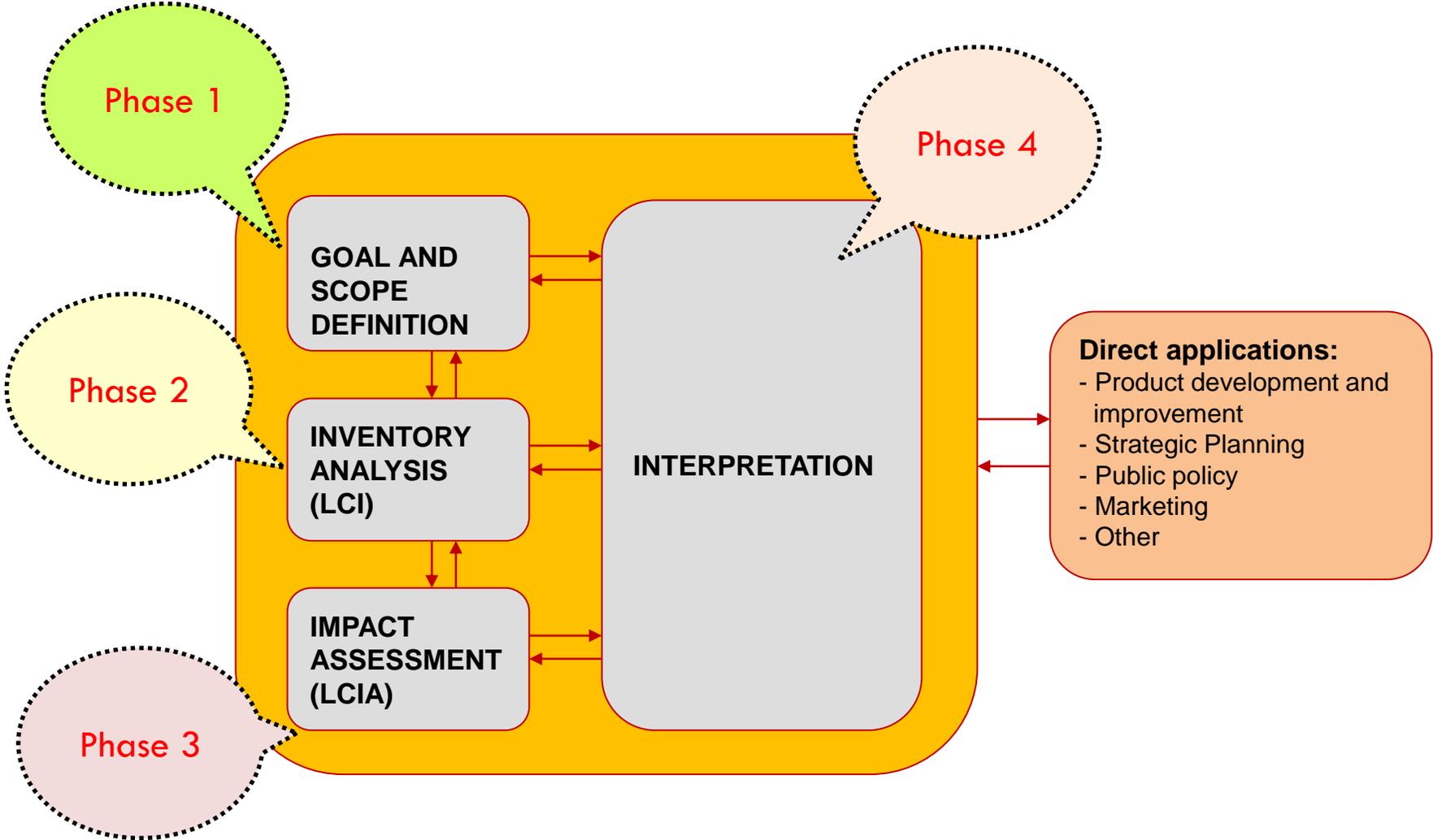
Life Cycle Assessment

In accordo con tale la **ISO 14040** la procedura LCA si articola in **4 fasi distinte e consecutive**:

- 1. DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI - GOAL AND SCOPE DEFINITION:** Definizione degli obiettivi dello studio e confini del sistema;
- 2. ANALISI DI INVENTARIO - LIFE CYCLE INVENTORY LCI:** Analisi di Inventario (o Eco-inventario): in questa fase si quantificano i flussi di materia e di energia in ingresso ed in uscita dalle vari fasi del ciclo di vita;
- 3. ANALISI DEGLI IMPATTI - LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT LCIA:** Valutazione dell'Impatto: stima dei potenziali impatti ambientali associati ai flussi determinati nella fase precedente di inventario;
- 4. ANALISI DI MIGLIORAMENTO - LIFE CYCLE IMPROVEMENT:** Interpretazione dei risultati: si esegue una valutazione degli output delle due fasi precedenti e se ne verifica la corrispondenza con gli obiettivi dello studio definiti nella prima fase.

Life Cycle Assessment

ISO 14040:2006: Main Phases





FASE 1

Definizione degli Obiettivi

FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Si definisce **S.M.A.R.T.** un obiettivo:

- **Specifico**, cioè che non lascia spazio ad ambiguità;
- **Misurabile** senza equivoci e verificabile in fase di controllo;
- **raggiungibile** (dall'inglese **Achievable**), poiché un obiettivo non raggiungibile demotiva all'azione allo stesso modo di uno facilmente raggiungibile;
- **Rilevante** da un punto di vista organizzativo, cioè coerente con la mission aziendale;
- **definito nel Tempo**.

FASE 1

Definizione degli Obiettivi

In questa fase vengono definiti: obiettivo dello studio, ragione per intraprendere lo studio, target audience e descrizione del sistema scelto - unità funzionale, confini del sistema, requisiti di qualità dei dati, ipotesi dichiarate, metodi di valutazione, selezione delle categorie di impatto, ecc.

L'LCA può essere applicata a un prodotto, processo o attività.



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Concetti fondamentali

Due concetti sono fondamentali per comprendere l'LCA sono: “**unità funzionale**” e “**confini del sistema**”.

L’“unità funzionale” è l'unità di riferimento per misurare le prestazioni degli input e degli output del prodotto. La sua funzione deve essere identificata e quantificata al fine di confrontare diversi prodotti o sistemi.

FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Unità funzionale

Perché è utile definirla?



FASE 1

Definizione degli Obiettivi



Unità funzionale

E' selezionata per confrontare e definire il livello di dettaglio. Può essere correlata all'uso potenziale del prodotto o potrebbe essere un'unità fisica reale.

Consente di lavorare in modo corrispondente ai sistemi alternativi per il suo confronto.

?!Funzione erogata?!



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Unità funzionale



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Esempi di unità funzionale

Due prodotti differenti non possono essere paragonati, ma possono esserlo i loro servizi, come nel caso dei contenitori di liquidi, ad esempio il latte. Le confezioni sono realizzate

in vetro e in plastica. L'unità funzionale è "la distribuzione di una certa quantità di latte" (ad esempio 100.000 litri o un'altra quantità).

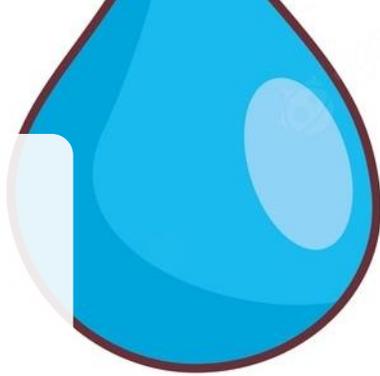
Quando due prodotti appartengono alla stessa categoria, ad esempio due sedie, l'unità funzionale per lo studio di ciascun prodotto è "una sedia".



FASE 1
Definizione degli
Obiettivi



Unità
funzionale



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

A cosa servono?



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

I confini del Sistema determinano quali processi unitari debbano essere inclusi nell'LCA.

Questi processi saranno determinati considerando fattori come: valutazione dell'applicazione, ipotesi dichiarate, esclusioni, dati di qualità richiesti, limitazioni economiche, ecc.



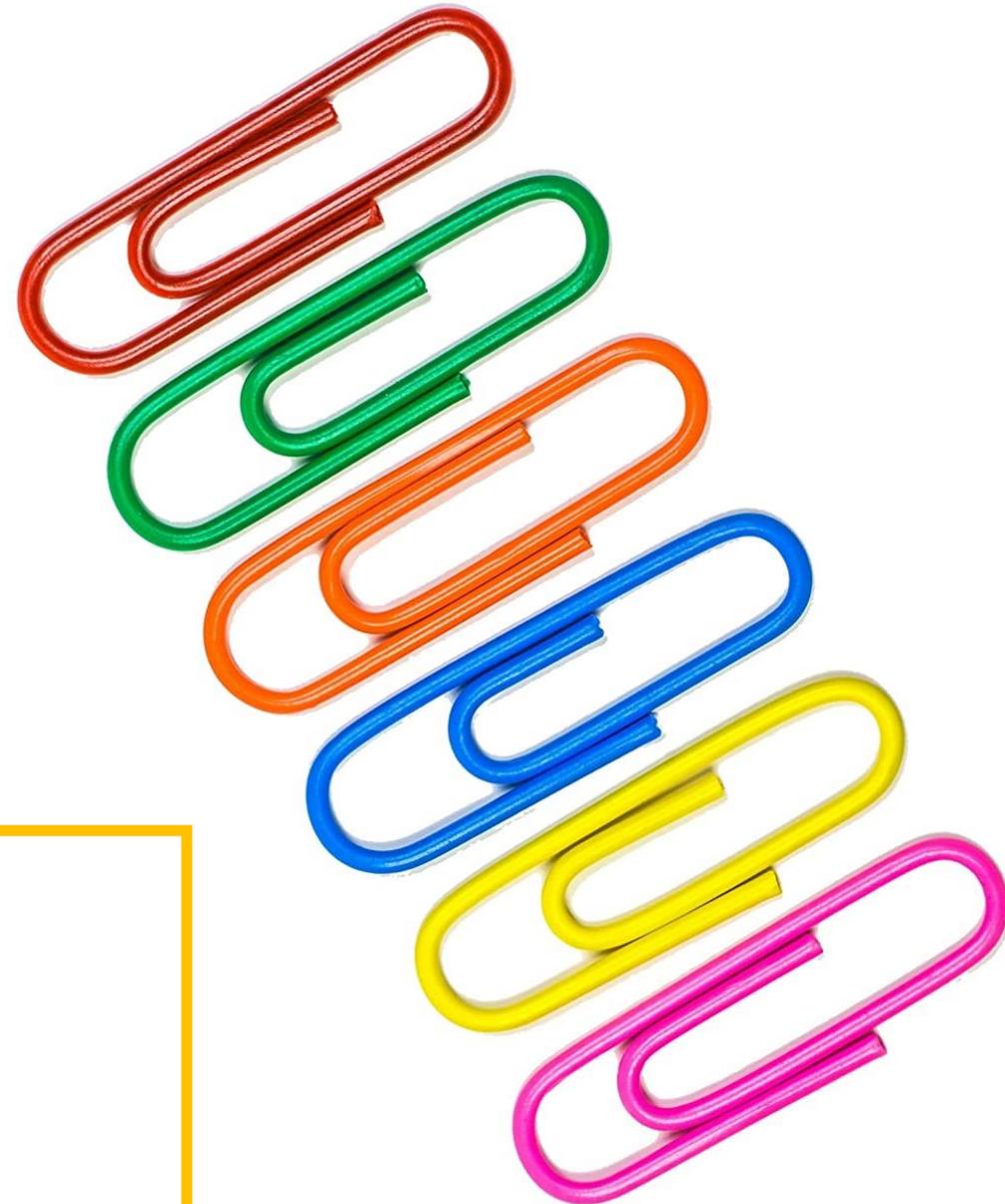
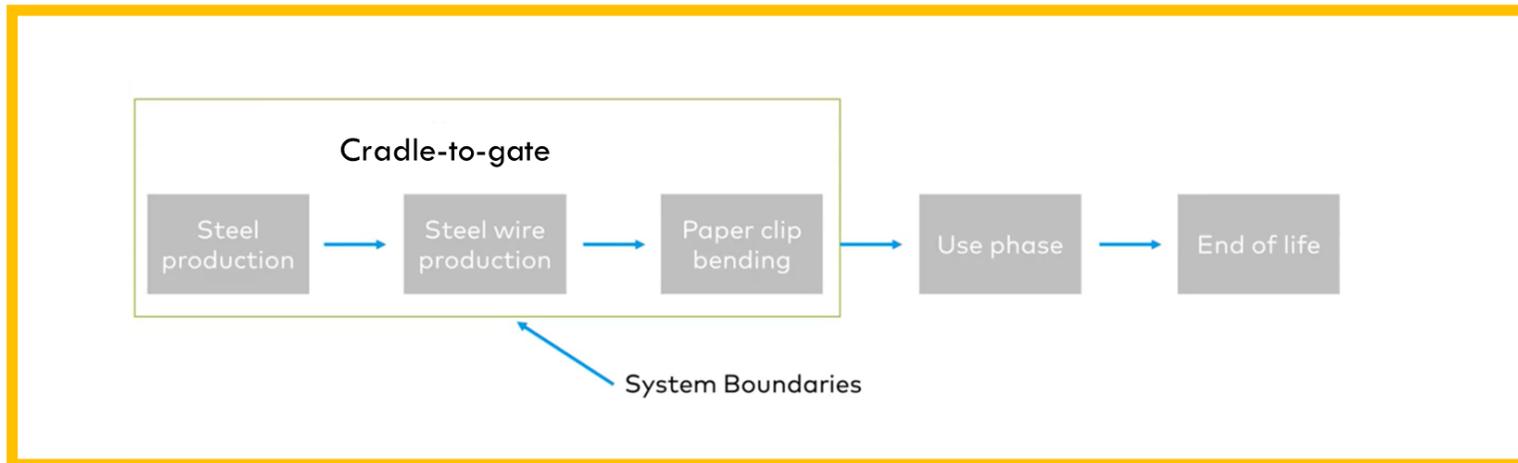
FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

Cradle to Gate (Dalla culla al Cancellino)

un ciclo di vita parziale, dall'estrazione delle materie prime, trasformazione e input di produzione, fino al cancello del produttore



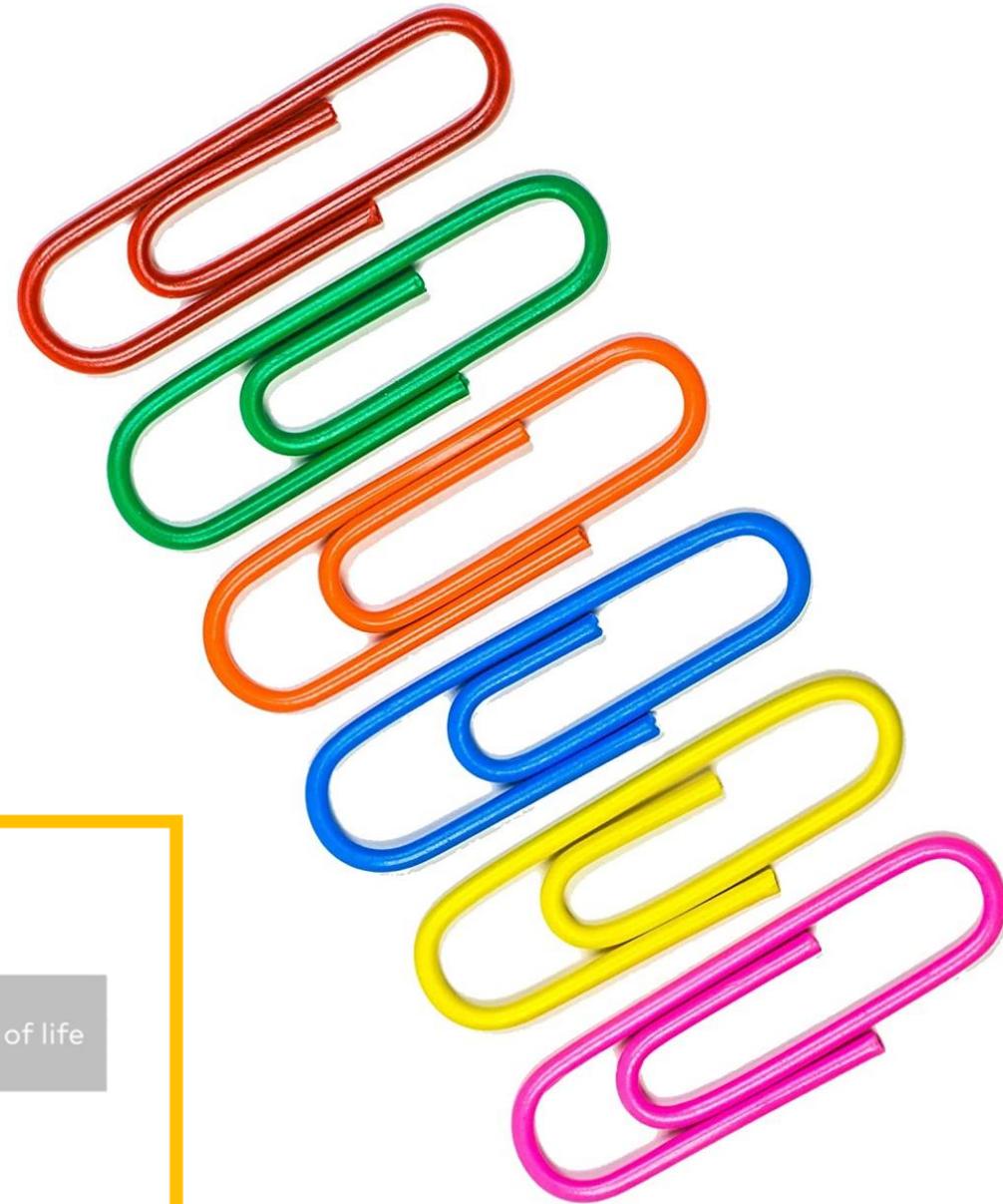
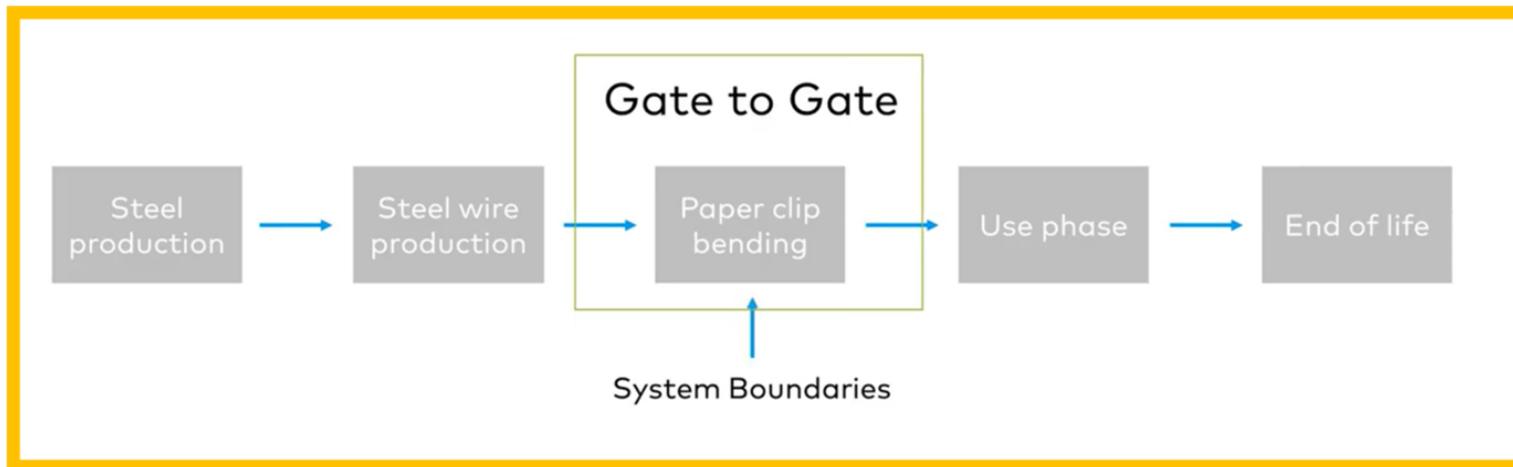
FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

Gate to Gate (Dal Cannello al Cannello):

una catena di approvvigionamento parziale che comprende esclusivamente i processi effettuati su un prodotto all'interno di una specifica organizzazione o sito (input e output)



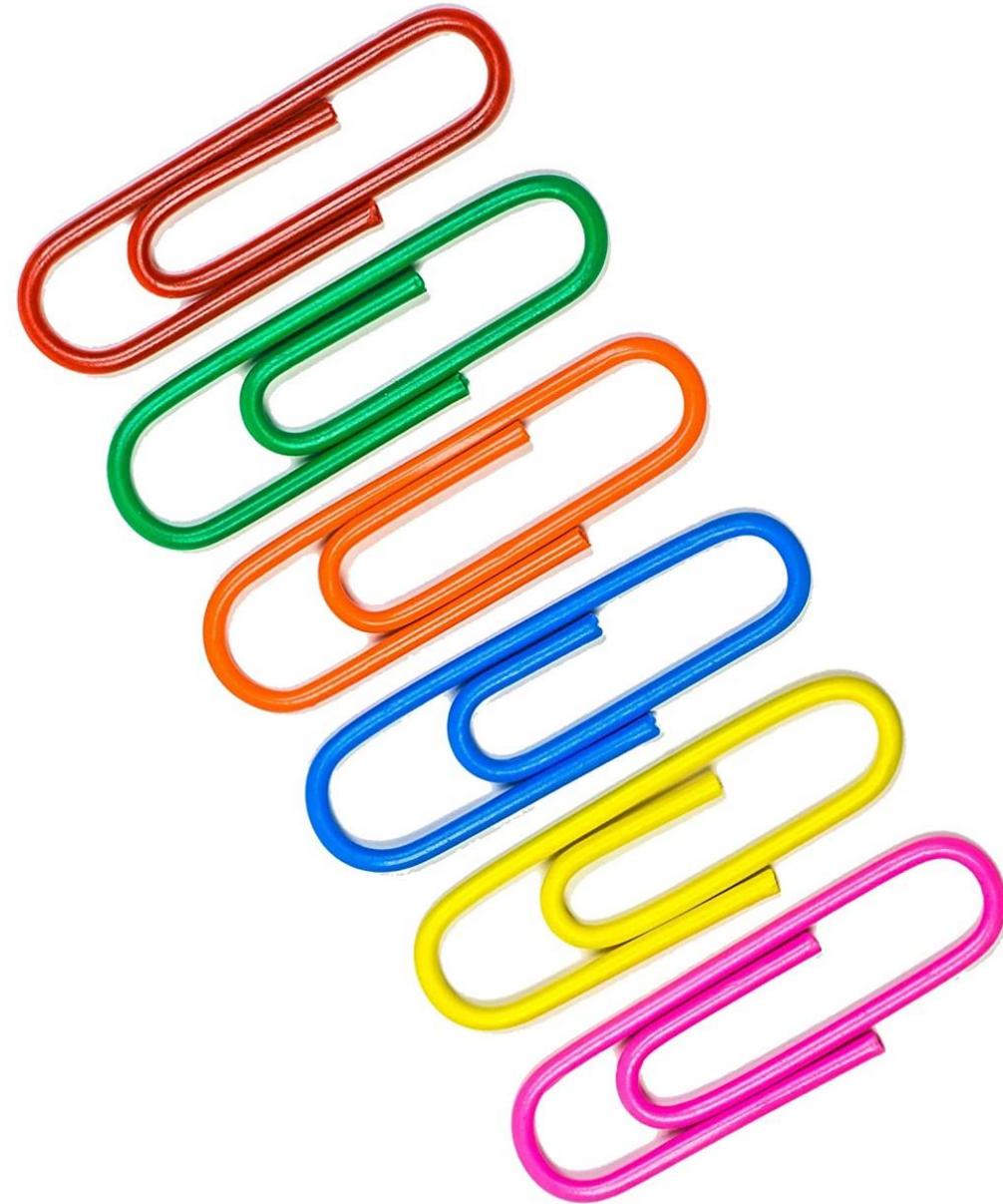
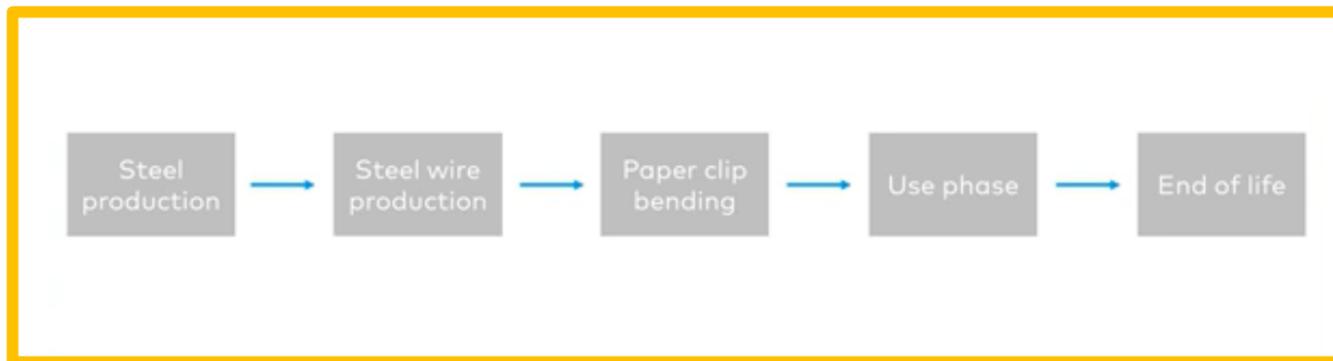
FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

Cradle to Grave (Dalla Culla alla Tomba)

un ciclo di vita del prodotto che comprende l'estrazione delle materie prime, i processi, la distribuzione, lo stoccaggio, l'uso, le fasi di smaltimento o di riciclo (fine vita)



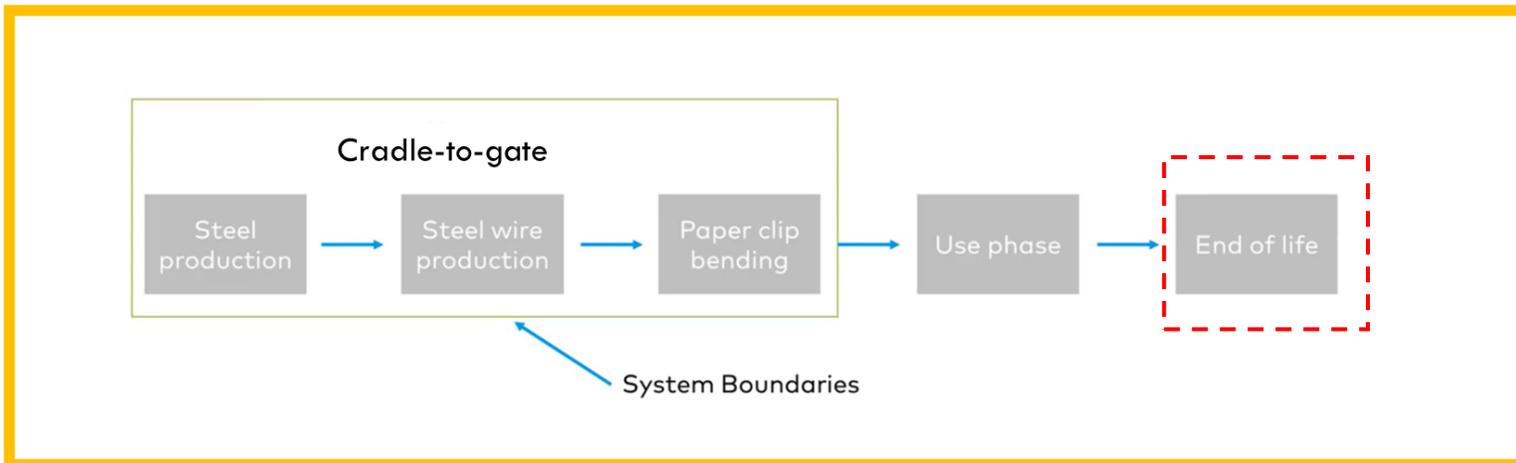
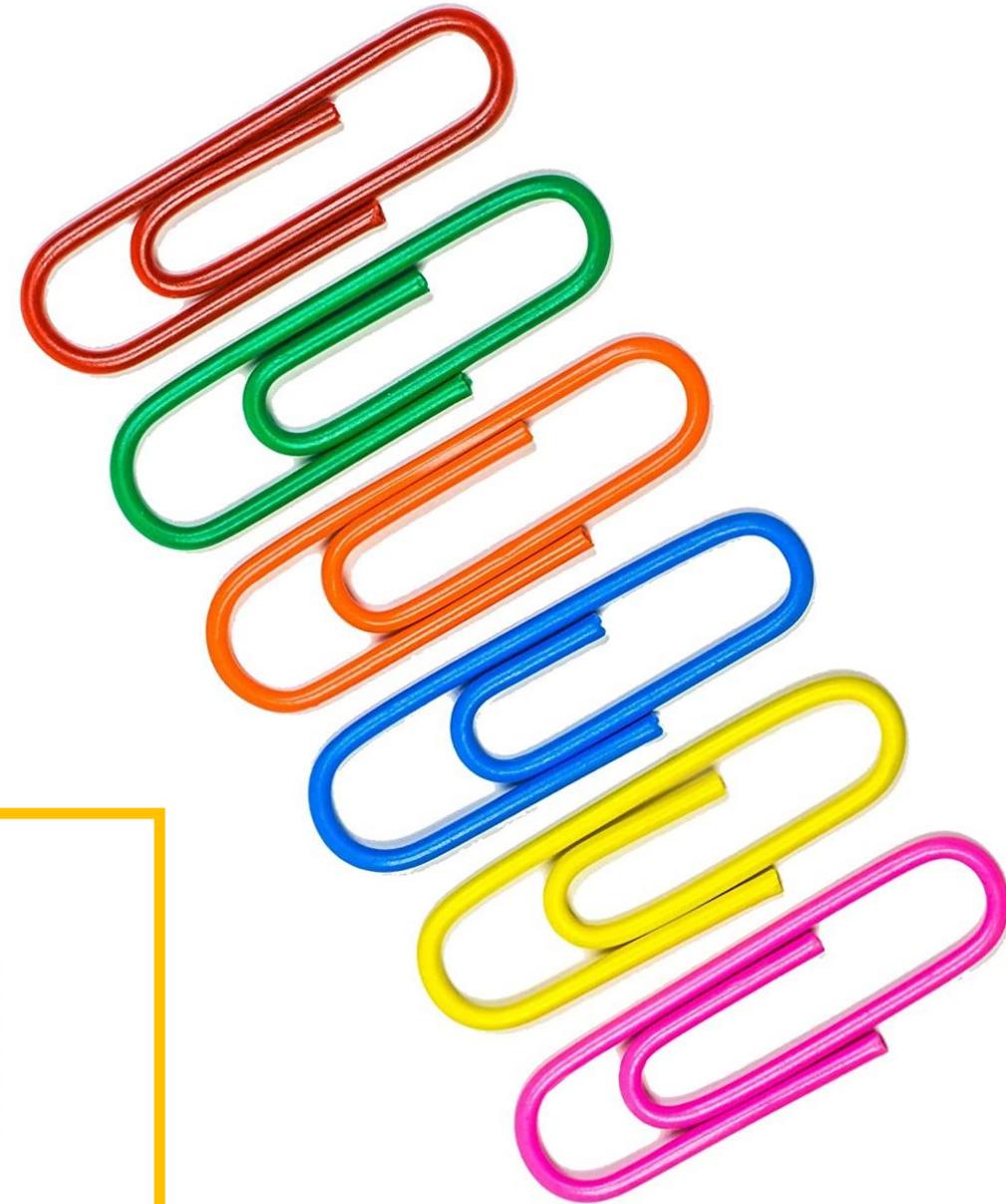
FASE 1

Definizione degli Obiettivi

Confini del sistema

Cradle to Cradle (Dalla Culla alla Culla)

uno specifico caso di cradle-to-grave, dove la fase di smaltimento a fine vita del prodotto è un processo di riciclo



FASE 1

Definizione degli Obiettivi

ESEMPIO: macchina da caffè per uso domestico, capacità max di 10 tazze



Scopo

Unità Funzionale

Confini del sistema

FASE 1

Definizione degli Obiettivi

ESEMPIO: macchina da caffè per uso domestico, capacità max di 10 tazze



Scopo

Immettere sul mercato un prodotto con basso impatto ambientale

Unità Funzionale

Erogazione di caffè per una vita media utile stimata:

- l'utente medio usa la macchina 2 volte al giorno per 5 anni

Confini del sistema

- tutte le fasi del ciclo di vita della macchina

FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

In questa fase vengono raccolti i dati necessari per la valutazione ambientale del prodotto, processo o attività sulla base di questo metodo.

La raccolta dei dati implica un grande lavoro, da un lato, la conoscenza dei materiali e la loro origine, i processi, l'energia consumata, i trasporti, ecc.; e dall'altra, la qualità dei dati e la loro disponibilità. Quando i dati non possono essere raccolti direttamente, possono essere utilizzati dati secondari.



FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

Il bilancio di massa ed energia è il metodo principale per eseguire l'inventario del ciclo di vita

Gli input e gli output del sistema definito sono identificati e quantificati per l'LCA, cioè gli "aspetti" ambientali relativi all'unità funzionale.

Esempi di "Input" e "Output":

- Input: acqua, energia e consumo di carburante, materiali e beni di consumo, ecc.
- Output: acque reflue, rifiuti, emissioni, ecc.



FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

Fonti d'informazione per un LCI (Data Set)

Esistono diverse fonti d'informazione per stendere un inventario del ciclo di vita. Devono necessariamente essere fonti affidabili.

- **ECOINVENT (Svizzera):** dati su elettricità, fonti di energia, trasporti, materiali industriali, prodotti e processi agricoli, trattamento dei rifiuti, ecc. La sua fonte di informazione è l'Ufficio federale svizzero dell'ambiente
- **IDEMAT (Paesi Bassi):** dati su materiali industriali, energia e trasporti
- **TEAM (Francia, Regno Unito, USA, Italia, Giappone):** dati raccolti dalla consulenza multinazionale PWC relativa al trattamento dei rifiuti, ai prodotti elettronici, ecc.
- **BUWAL 250 (Svizzera):** dati relativi alle emissioni legate alla produzione di energia e ai diversi processi di produzione, trasporto e rifiuti
- **ETH-ESU (Svizzera):** dati sulla produzione e sull'importazione di carburante, sulla produzione e commercializzazione dell'energia elettrica, emissioni derivanti dall'estrazione di energia primaria, estrazione di risorse minerali, produzione di materie prime e materiali

FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

EXAMPLES

European Reference Life Cycle Database (ELCD, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3>):

JOINT RESEARCH CENTRE
EPLCA - European reference Life-Cycle Database

European Commission - JRC - IES - EPLCA - ELCD

Stock: Default root data stock

Home
Dataset download
Developer support
Browse Data Sets
Processes
LCIA Methods
Flows
Flow Properties
Unit Groups
Sources
Contacts
Search Data Sets
Search Processes

ELCD3.2

2nd FILTER: ENERGY CARRIERS AND TECHNOLOGIES / HEAT AND STEAM

1 PROCESSES

3rd "RECORDS"

Filter results

Name and Description
Classes:
Energy carriers and technologies / Heat and steam
Energy carriers and technologies / Liquid based fuels
Energy carriers and technologies / ...

Filter

(1 of 17) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10 entries per page (169 total)

Name	Location	Classification	Reference year	Valid until
Heat residential heating systems from light fuel oil (low sulphur), condensing boiler, max. heat output 14.9 kW consumption max. at consumer at a temperature level of 55°C	EU-27	Energy carriers and technologies / Heat and steam	2006	2012
Heat residential heating systems from natural gas, condensing boiler, max. heat output 14,0 kW consumption max. at consumer at a temperature level of 55°C	EU-27	Energy carriers and technologies / Heat and steam	2006	2012
Heat residential heating systems from wood pellets, boiler, max. heat output 14.9 kW consumption max. at consumer at a temperature level of 70°C	EU-27	Energy carriers and technologies / Heat and steam	2006	2012
Process steam from Heavy fuel oil 90 % heat plant consumption mix. at power plant MJ 90 % efficiency	SI	Processes / ELCD / Energy carriers and technologies / Heat and Steam	2004	2015

FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

ESEMPIO: MACCHINA CAFFÈ AMERICANA

Life Cycle INVENTARIO PROCESSI (pre-produzione e produzione)



FASE 2

Analisi dell'Inventario (LCI)

ESEMPIO: MACCHINA CAFFE' AMERICANA

Life Cycle INVENTARIO PROCESSI (distribuzione, uso e dismiss.)



distribuzione: con camion da 30 t per una distanza media di 300 Km

dismissione: flusso di rifiuti solidi urbani

energia el.: 0,1kwh per 1 uso medio
0,07kwh per portare a ebollizione
0,03kwh per mantenere in temperatura
> consumo vita stimata: 365kwh

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

In questa fase l'Inventario viene tradotto in possibili indicatori dell'impatto ambientale in relazione all'ambiente, alla salute umana e al consumo di risorse naturali.

Ci sono 3 fasi:

1. Classificazione delle categorie d'impatto (Obbligatorio)
2. Caratterizzazione o "modellizzazione" dei dati di inventario. (Obbligatorio)
3. Normalizzazione, raggruppamento e ponderazione. (Opzionale)



FASE 3

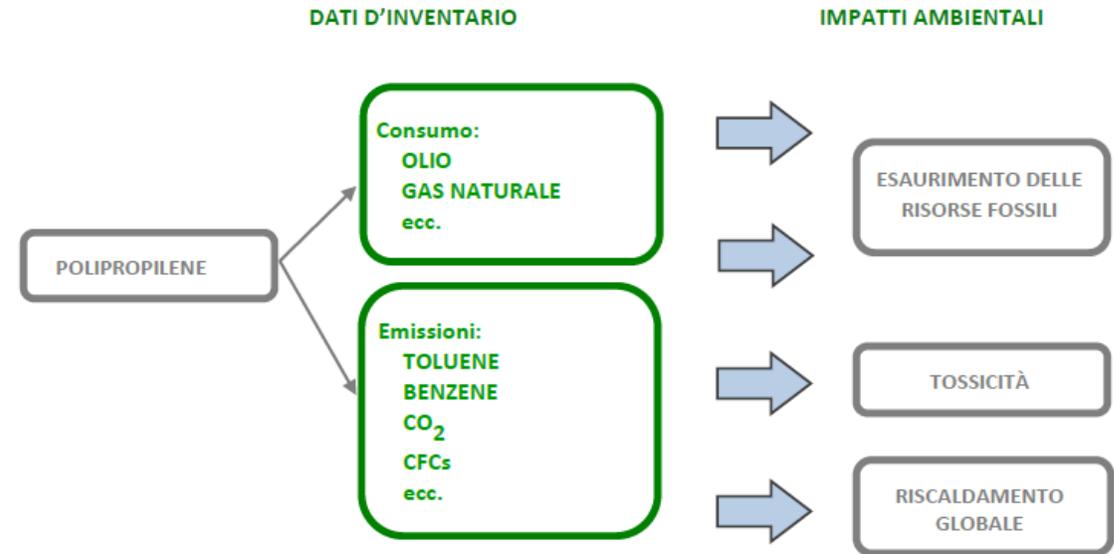
Valutazione dell'Impatto

Classificazione delle categorie d'impatto

Esistono **una vasta gamma** di categorie di impatto ambientale e la scelta di una determinata LCA dipende dallo scopo dello studio, dal profilo e dall'accuratezza dei risultati richiesti.

Vengono assegnati i dati a ciascuna categoria di impatto in base all'effetto ambientale atteso.

Una sostanza deve essere considerata in ciascuna categoria se contribuisce a diverse categorie di impatto.



FASE 3

Valutazione dell'Impatto

Classificazione delle categorie d'impatto

La tabella mostra le categorie d'impatto definite dalla Società di Tossicologia e Chimica Ambientale (SETAC)

CATEGORIE D'IMPATTO AMBIENTALE		Unità di riferimento	Fattore di caratterizzazione
Riscaldamento globale	Fenomeno osservato in misurazione della temperatura che mostra in media un aumento dell'atmosfera terrestre e della temperatura degli oceani negli ultimi decenni.	Kg. Eq. CO ₂	Potenziale di riscaldamento globale (GWP)
Uso di risorse energetiche	Energia consumata nella raccolta delle materie prime, nella produzione, nella distribuzione, nell'uso e nel fine vita dell'elemento valutato.	MJ	Quantità consumata
Riduzione dell'ozono	Effetti negativi dipendenti dalla capacità di protezione dello strato di ozono contro le radiazioni ultraviolette del sole.	Kg. Eq. CFC-11	Potenziale di riduzione dell'ozono (ODP)
Eutrofizzazione	Crescita eccessiva della popolazione di alghe per l'arricchimento artificiale dei fiumi e delle riserve idriche in conseguenza all'uso massivo di fertilizzanti e detersivi. Questo porta ad un alto consumo dell'ossigeno nelle acque.	Kg. Eq. de NO ₃	Potenziale di eutrofizzazione (EP)
Acidificazione	Perdita della capacità di neutralizzazione del suolo e dell'acqua come conseguenza degli ossidi di zolfo e di azoto scaricati nell'atmosfera che ritornano in superficie sotto forma di acidi.	Kg. Eq. SO ₂	Acidificazione potenziale (AP)
Consumo di materie prime	Consumo dei materiali estratti dalla natura.	Tm	Quantità consumata
Formazione di ossidanti fotochimici	Formazione di precursori dall'inquinamento fotochimico. L'impatto della luce solare naturale su quei precursori, causa la formazione di una serie di composti noti come ossidanti fotochimici (ad esempio Ozono-O ₃).	Kg. Eq. C ₂ H ₄	Potenziale di formazione di ossidanti fotochimici (POFP)

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

Classificazione delle categorie d'impatto

Ordinary impact categories	Acronym	Physical basis	Normalization reference EU-15	Unit
Global Warming	GW	Global	8,700	kg CO ₂ -eq. /person/yr
Photo-chemical Ozone Formation	POF	Regional	25	kg C ₂ H ₄ -eq. /person/yr
Stratospheric Ozone Depletion	SOD	Global	0.103	kg CFC-11-eq./person/yr
Acidification	AC	Regional	74	kg SO ₂ -eq. /person/yr
Nutrient Enrichment	NE	Regional	119	kg NO ₃ ⁻ -eq. /person/yr
Toxicity-related impact categories	Acronym	Physical basis	Normalization reference EU-15	Unit
Eco-Toxicity in soil	ETs	Regional	964,000	m ³ soil /person/yr
Eco-Toxicity in water chronic	ETwc	Regional	352,000	m ³ water /person/yr
Human-Toxicity via soil	HTs	Regional	127	m ³ soil /person/yr
Human-Toxicity via water	HTw	Regional	50,000	m ³ water /person/yr
Human-Toxicity via air	HTa	Regional	60,900,000,000	m ³ air /person/yr

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

Caratterizzazione dei dati di inventario

Dopo aver assegnato una o più categorie d'impatto ambientale a ciascuna sostanza presente nell'inventario, utilizzando una classificazione, il loro valore è confrontato con la sostanza di riferimento di quella categoria.

Gli effetti ambientali diventano unità dell'indicatore usando i **"fattori di caratterizzazione"** per ciascuna categoria d'impatto. Perciò, si ottengono unità equivalenti, che possono aggiungersi l'una all'altra per misurare il contributo delle sostanze alla categoria d'impatto.

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

Caratterizzazione dei dati di inventario

La fase di caratterizzazione porta ad una aggregazione degli impatti di ciascuna classe di effetto ambientale.

Per aggregare il contributo di diversi input e output ad un determinato effetto ambientale, non è sufficiente sommarli nella loro unità di misura (kg, MJ, ecc.).

Alcune sostanze, infatti, hanno un effetto più intenso di altre, ed è quindi necessario usare dei fattori che pesino questa maggiore o minore influenza prima della loro somma.

In pratica, si valuta il contributo di tutte le estrazioni e le emissioni ad un determinato effetto ambientale, moltiplicando ognuna di esse per un determinato fattore di equivalenza, che ne indica il contributo relativo

Valore-effetto caratterizzato effetto i =

$$\sum \text{emiss/estr.} \times \text{fattore di equivalenza effetto } i / \text{emiss } i / \text{estr. } k \times \text{quantità emiss. /estra. } k$$

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

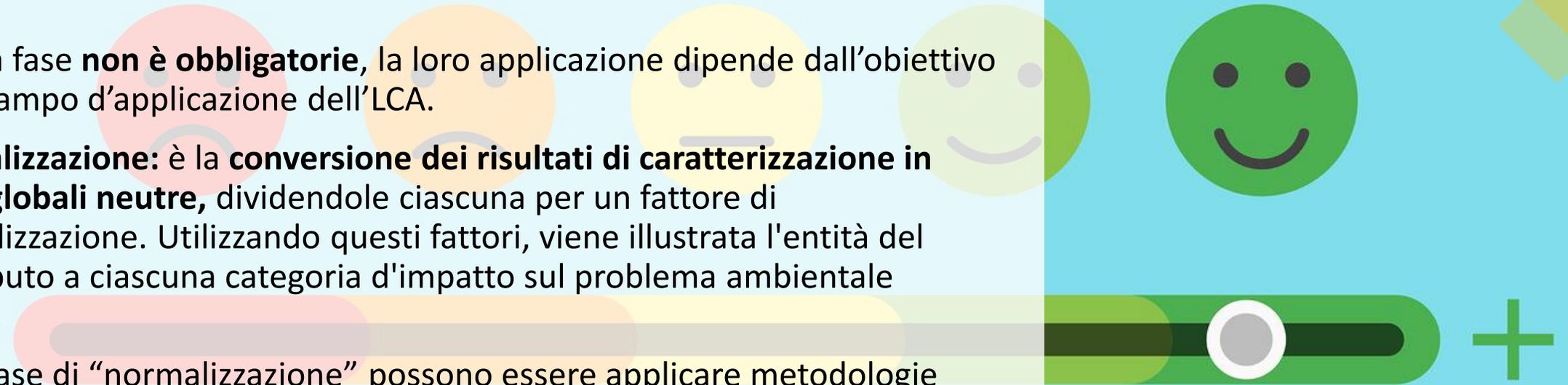
Normalizzazione

Questa fase **non è obbligatoria**, la loro applicazione dipende dall'obiettivo e dal campo d'applicazione dell'LCA.

Normalizzazione: è la **conversione dei risultati di caratterizzazione in unità globali neutre**, dividendole ciascuna per un fattore di normalizzazione. Utilizzando questi fattori, viene illustrata l'entità del contributo a ciascuna categoria d'impatto sul problema ambientale Locale.

Nella fase di "normalizzazione" possono essere applicate metodologie differenti per calcolare l'impatto del ciclo di vita. Il metodo scelto varierà in base al livello di informazioni richieste e allo scopo dell'LCA (livello interno, livello esterno, confronto tra prodotti, ecc.).

Alcuni metodi intendono definire un profilo ambientale che quantifica i "midpoint", che rappresentano le varie categorie di impatto, altri cercano di valutare gli "endpoint" sull'ambiente



FASE 3

Valutazione dell'Impatto

Normalizzazione

“ENDPOINT”, valutazione dell'ultimo effetto ambientale: le categorie di impatto finale variano e influiscono direttamente sulla società. Sono più rilevanti e accessibili in tutto il mondo. Tuttavia, non c'è consenso scientifico, non sono completamente elaborate

“MIDPOINT”, valutazione degli effetti a medio termine: queste categorie sono più vicine all'intervento ambientale. Esistono modelli di calcolo che si adattano meglio all'intervento in queste categorie ambientali intermedie. Sono le più usate



FASE 3 Valutazione dell'Impatto

Metodologie per la
“Life Cycle Impact
Assessment”

Nome	Nazione	Anno	Osservazioni
CML-IA	Paesi Bassi	2001	Sviluppatore: Centre for Environmental Studies (CML), Università di Leida, 2001. Sostituisce il metodo CML 1992. Include: caratterizzazione e normalizzazione.
Ecological scarcity 2013	Germania	2013	Sviluppatore: il metodo della "scarsità ecologica", noto anche come Ecopoints o Umweltbelastungspunkte, è un monitoraggio della scarsità ecologica 2006 e del metodo Ecological Scarcity 1997, che era noto come Ecopoints 97 (CH). Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EDIP 2003	Danimarca	2003	Sviluppatore: Institute for Product Development, Technical University of Denmark con cinque aziende danesi. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EPD (2013)	Svezia	2013	Sviluppatore: il metodo precedente era EPD (2008) ed è utilizzato per disegnare dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD), come spiegato nel sito web del Consiglio svedese di gestione ambientale (SEMC) Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EPS 2015d e EPS 2015dx	Svezia	2015	La metodologia predefinita per l'EPS 2015 (Strategie di priorità ambientale sulla progettazione del prodotto) è un metodo orientato al danno, precedentemente EPS 2000. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
ILCD 2011 Midpoint+	Europa	2011	Sviluppatore: si tratta della metodologia rivista ed aggiornata della ILCD Midpoint 2011 (senza il +) che può essere trovato nella cartella Superate. In questa nuova versione, sono stati aggiunti i fattori di normalizzazione secondo "Normalisation method and data for Environmental Footprints, 2014, Lorenzo Benini, et al., Report EUR 26842 EN". Sono stati aggiornati fattori di caratterizzazione nella categoria "Uso del terreno" basandosi su ""ERRATA CORRIGE to ILCD - LCIA Characterization Factors" - Version06_02_2015(v. 1.0.6) - "List of changes to CFs for land use from v 1 0 5 to v 1 0 6_REVISIED.xlsx" ". Include: caratterizzazione.

FASE 3 Valutazione dell'Impatto

Metodologie per la
“Life Cycle Impact
Assessment”

Nome	Nazione	Anno	Osservazioni
Impact 2002+	Svezia	2002	Sviluppatore: IMPACT 2002+, acronimo di IMPACT Assessment of Chemical Toxics, è una metodologia di valutazione dell'impatto originariamente progettata dall'École Polytechnique Fédérale di Losanna (EPFL), con studi aggiornati condotti dal gruppo di ricerca stessi ora sotto il nome Sistemi Ecoinvent-Life Cycle (Losanna). Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
ReCiPe 2016	Paesi Bassi	2016	Sviluppatore: ReCiPe 2016 è una versione aggiornata ed estesa di ReCiPe 2008. Come il predecessore, il ReCiPe 2016, include il midpoint (orientato ai problemi) e l'endpoint (orientato al danno) disponibili per tre diversi approcci (Individualista (I), Gerarchico (H) ed Egalitario (E)). Include: scelte di valore, caratterizzazione a livello medio, normalizzazione, valutazione dei danni e ponderazione.
BEES	USA	2010	Sviluppatore: BEES, acronimo di Building for Environmental and Economic Sustainability, uno strumento software sviluppato per l'Istituto nazionale degli standard e della tecnologia (NIST). BEES combina una valutazione parziale del ciclo di vita e il costo dei materiali da costruzione in un unico strumento. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
TRACI 2.1	USA	2012	Sviluppatore: strumento per la riduzione e la valutazione delle sostanze chimiche e altri impatti ambientali (TRACI) è un software indipendente

FASE 3 Valutazione dell'Impatto

Metodologie per la
“Life Cycle Impact
Assessment”

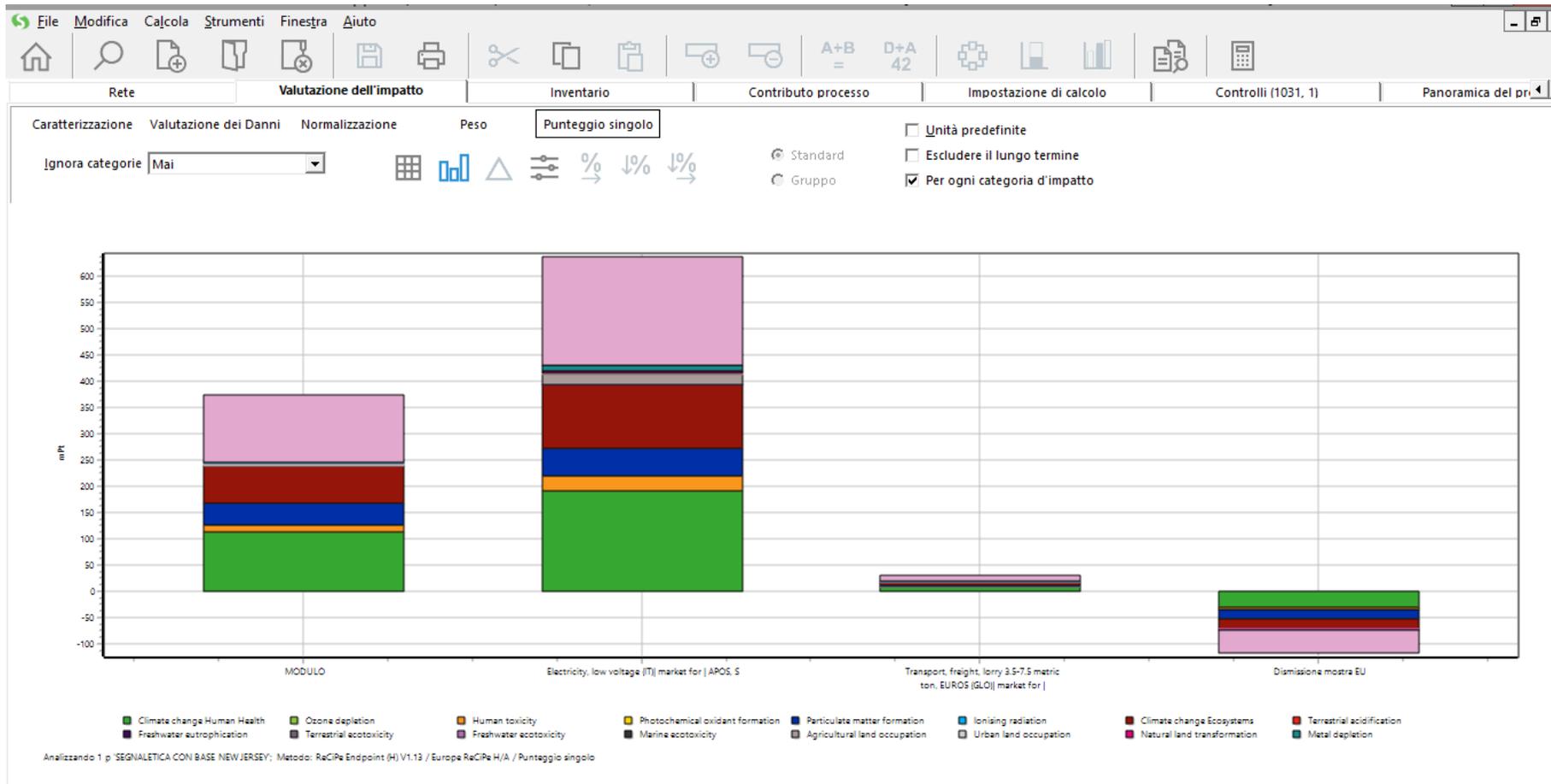
Nome	Nazione	Anno	Osservazioni
CML-IA	Paesi Bassi	2001	Sviluppatore: Centre for Environmental Studies (CML), Università di Leida, 2001. Sostituisce il metodo CML 1992. Include: caratterizzazione e normalizzazione.
Ecological scarcity 2013	Germania	2013	Sviluppatore: il metodo della "scarsità ecologica", noto anche come Ecopoints o Umweltbelastungspunkte, è un monitoraggio della scarsità ecologica 2006 e del metodo Ecological Scarcity 1997, che era noto come Ecopoints 97 (CH). Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EDIP 2003	Danimarca	2003	Sviluppatore: Institute for Product Development, Technical University of Denmark con cinque aziende danesi. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EPD (2013)	Svezia	2013	Sviluppatore: il metodo precedente era EPD (2008) ed è utilizzato per disegnare dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD), come spiegato nel sito web del Consiglio svedese di gestione ambientale (SEMC) Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
EPS 2015d e EPS 2015dx	Svezia	2015	La metodologia predefinita per l'EPS 2015 (Strategie di priorità ambientale sulla progettazione del prodotto) è un metodo orientato al danno, precedentemente EPS 2000. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.
			sviluppato dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente degli Stati Uniti (EPA) specificamente per gli Stati Uniti, che utilizza parametri di input che si trovano negli Stati Uniti. Include: caratterizzazione, normalizzazione e ponderazione.

FASE 3

Valutazione dell'Impatto

EXAMPLE: AMERICAN COFFEE MACHINE

Results of rating for the phases of the cycle life points out that the **consumption in use phase** has the greatest impact



EXAMPLE: AMERICAN COFFEE MACHINE

SUSTAINABLE IDEAS GENERATION



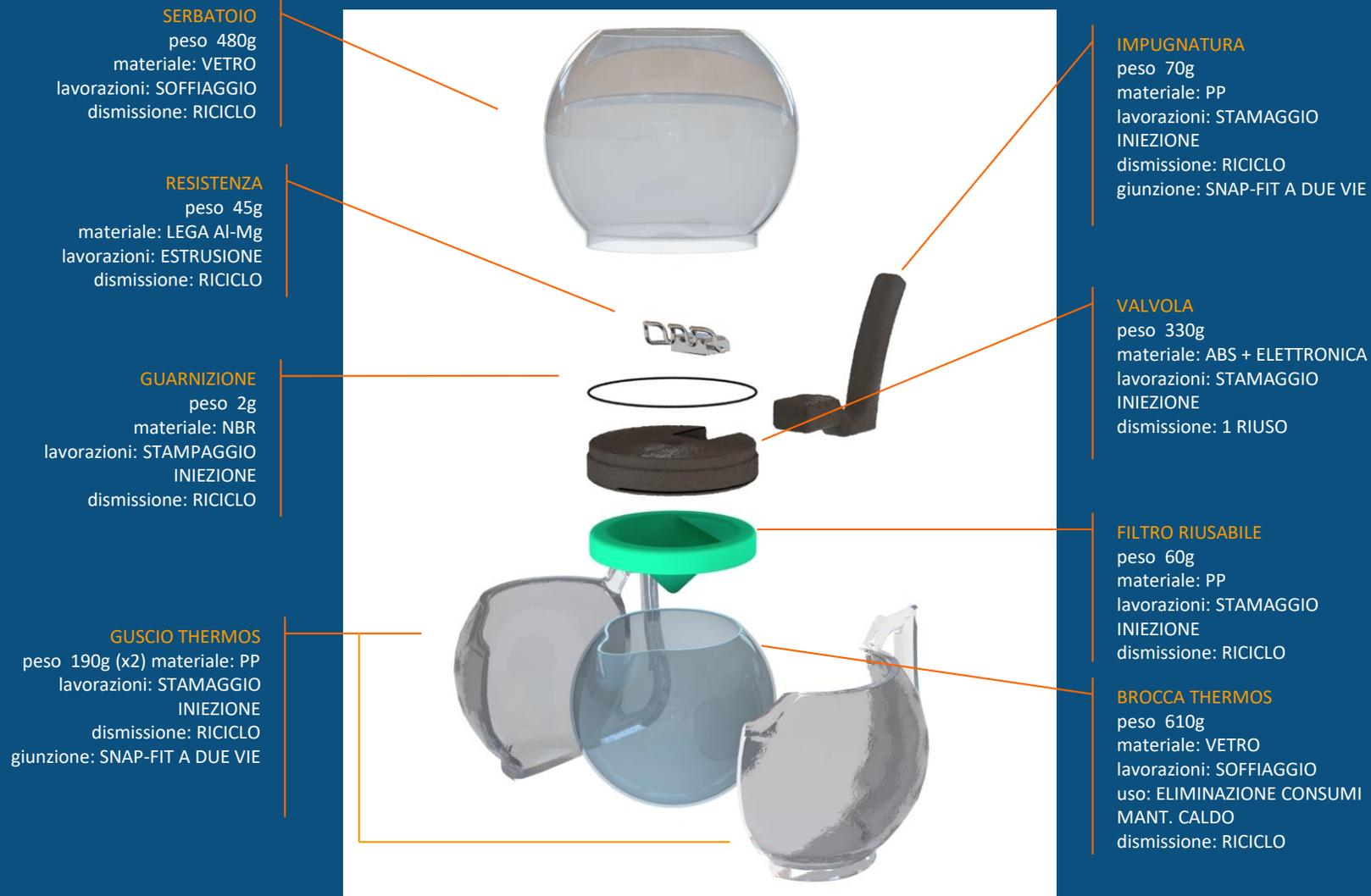
ESEMPIO: MACCHINA CAFFÈ AMERICANA

SUSTAINABLE IDEAS GENERATION



EXAMPLE: AMERICAN COFFEE MACHINE

CONCEPT DESIGN DETAIL



FASE 4

Interpretazione dei Risultati

In questa fase vengono interpretati i risultati delle due fasi precedenti, “analisi dell’inventario” e “valutazione dell’impatto”, secondo gli obiettivi e il campo d’applicazione definito all’inizio.

Le conclusioni dell’interpretazione dei risultati vengono registrate, che consente di identificare gli stadi dell’LCA con il maggiore impatto ambientale, e quindi possono o devono essere migliorati.

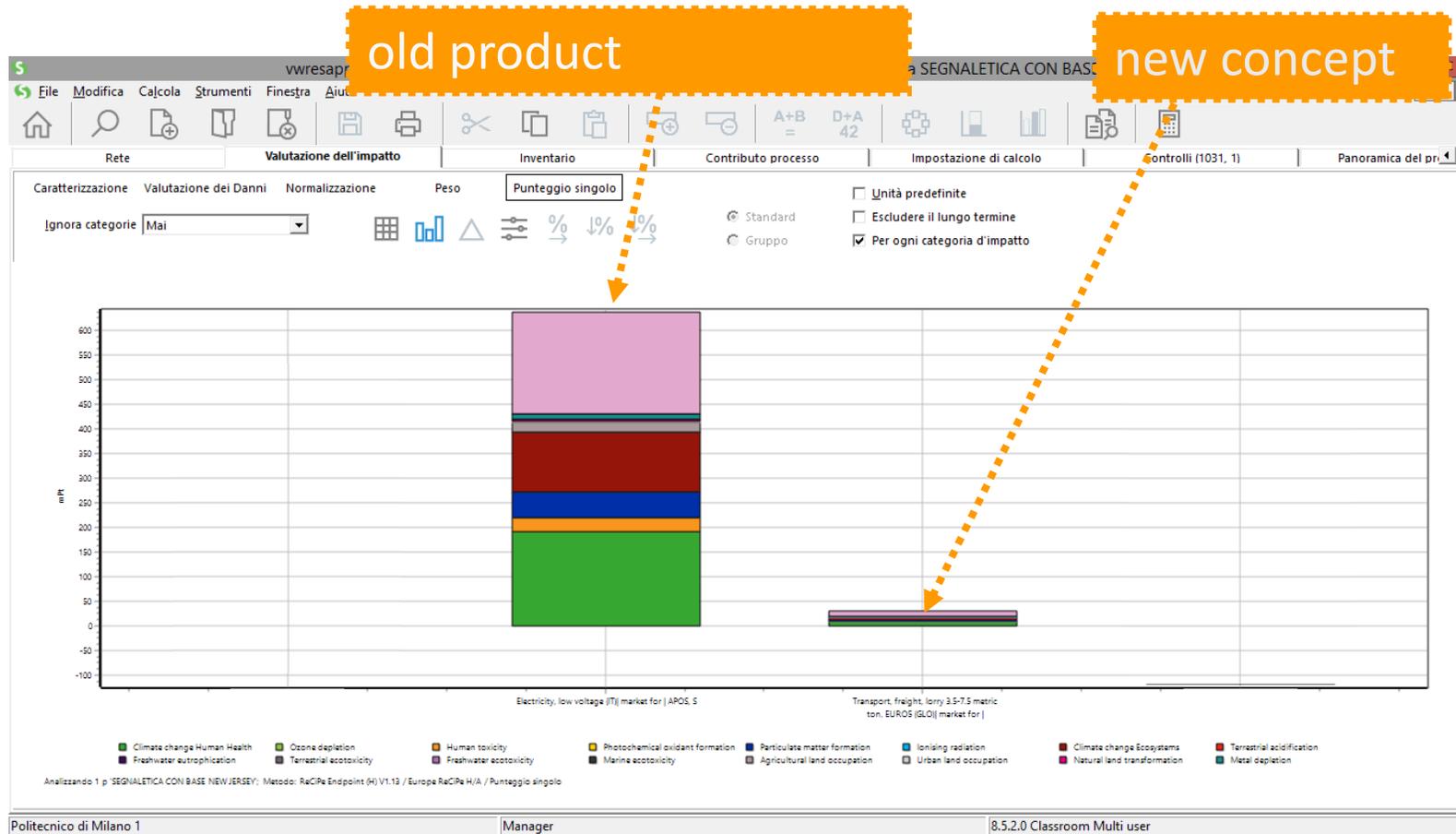
Nel caso in cui lo scopo dello studio sia quello di confrontare due prodotti, i risultati possono determinare quale ha un comportamento ambientale migliore.



FASE 4

Interpretazione dei Risultati

EXAMPLE: AMERICAN COFFEE MACHINE
SIMPLIFIED LCA FOR CONCEPT VERIFICATION



2

Analisi dei costi del Ciclo di Vita

Life Cycle Costing

Il Life Cycle Costing (LCC) considera **tutti i costi**, incluso l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, nella fase di progettazione e sviluppo di un prodotto, processo o attività.

I costi di un prodotto, di un processo o di un'attività sono facilmente identificabili durante l'intero ciclo di vita, ad es. costi diretti di materie prime, energia e manodopera.

Tuttavia, esistono altri costi meno visibili, come la perdita di produttività dovuta a rifiuti generati, emissioni, ecc.

LCC include ogni flusso di denaro relativo a un prodotto durante la sua intera vita, combina parametri economici e ambientali ed è utile nel processo decisionale.





Life Cycle Costing

La metodologia di analisi Life Cycle Costing (LCC) riguarda la stima dei costi, in termini monetari, originatisi in tutte le fasi della vita utile di un'opera, **ossia la costruzione, la gestione, la manutenzione e l'eventuale dismissione/recupero finale.**

Lo scopo è quello di minimizzare la somma dei costi associati ad ogni fase del ciclo di vita, ed opportunamente attualizzati, garantendo in tal modo benefici economici sia al produttore che all'utilizzatore finale



Life Cycle Costing

La LCC è uno strumento utile alle aziende per capire i costi di ogni step del Ciclo di Vita di un prodotto o servizio, dalla sua pre-produzione alla dismissione finale.

Life Cycle Costing

Il Life Cycle Costing calcola i costi analizzando:

- **costi di investimento**, come il prezzo d'acquisto e tutti i costi associati (consegna, installazione, garanzia ecc.)
- **costi operativi**, per esempio l'uso di energia, combustibile e acqua
- **costi di manutenzione**, come quelli legati alle sostituzioni e servizi
- **costi di fine vita**, per esempio quelli legati al ritiro e smaltimento, o il valore residuo, ovvero le entrate legate alla vendita del prodotto



Life Cycle Costing

Per calcolare il Costo del Ciclo di Vita di un prodotto o servizio bisogna tenere in considerazione le seguenti variabili di costo:

- acquisto e installazione;
- fase d'uso dei prodotti, per esempio i costi legati all'elettricità, il gas, l'acqua, ...;
- manutenzione e mantenimento;
- dismissione.





Life Cycle Costing

Da un punto di vista formale è possibile rappresentare il concetto in questo modo:

LCC = Costo di acquisto + Costo di manutenzione e di riparazione + Consumo di acqua + Consumo di energia + Costo di sostituzione-valore residuo + Costo di smaltimento.

A small green plant with several leaves is growing out of a large pile of coins. The coins are of various denominations and colors, including copper, silver, and gold. The background is a dark, solid color. In the top left corner, there is a small orange horizontal bar.

Life Cycle Costing

Il metodo LCC permette di **prendere decisioni di acquisto** molto più consapevoli.

Per esempio, la valutazione del Costo del Ciclo di Vita di un prodotto o servizio tiene in considerazione anche la manutenzione che potrebbe essere decisiva all'acquisto di determinate materie prima a scapito di altre.

Life Cycle Costing

3 tipi di LCC

Se la Life Cycle Assessment considera gli aspetti ambientali e la Social Life Cycle Assessment quelli sociali, la LCC completa i tre pilastri della sostenibilità considerandone gli aspetti economici.

Possono essere identificati tre tipi di LCC:

- convenzionale;
- ambientale;
- sociale



Life Cycle Costing

LCC convenzionale

La LCC convenzionale è quella più utilizzata, e si basa su una valutazione puramente economica che considera i costi delle diverse fasi del ciclo di vita generalmente sostenuti da un solo attore (produttore o consumatore).

I costi esterni o non direttamente sostenuti dall'attore considerato spesso non vengono considerati. Inoltre, spesso non viene analizzato l'intero ciclo di vita, e la fase di fine vita non è comunque mai inclusa.

Life Cycle Costing

LCC ambientale

Nell'analisi LCC ambientale vengono considerati i costi relativi al Ciclo di Vita di un prodotto o servizio, sostenuti dagli **attori coinvolti**. Vengono presi in considerazione anche i costi definiti da **fattori esterni** e situazionali rispetto al Ciclo di Vita, in modo tale da internalizzarli all'analisi.

La LCC ambientale è complementare all'analisi LCA perché hanno in comune lo stesso modello di sistema di prodotto.

Quindi LCC ambientale ed LCA sono considerate due analisi complementari, infatti nella LCC ambientale è richiesta anche l'analisi LCA.

Life Cycle Costing

LCC sociale

Questo tipo di LCC si differenzia dalle LCC convenzionale e ambientale perché prende in considerazione **tutti gli stakeholder non direttamente collegati** con il sistema produttivo di un prodotto o servizio.

L'analisi dei Costi degli impatti ambientali associati a beni e servizi è una fase importante per chi volesse accedere alle gare d'appalto pubbliche, seguendo il GPP (**Green Public Procurement**).

Life Cycle Costing

I vantaggi della LCC sono:

- in base ai risultati, la definizione di azioni tempestive per generare guadagno, o per abbassare i costi della catena di produzione di un prodotto o servizio;
- una presa di decisione efficiente in base alle valutazioni eseguite sui profitti e sui costi, all'interno di un determinato step del Ciclo di Vita;
- ottenimento di valutazioni accurate e realistiche sul Costo del Ciclo di Vita dei prodotti;
- previsione accurata, nel lungo termine, dell'utile aziendale;
- previsione dei costi relativi a tutto il Ciclo di Vita di un prodotto o servizio;
- consapevolezza da parte delle aziende di quale step del Ciclo di Vita si trova un prodotto o servizio, in modo tale da poter agire tempestivamente sui suoi costi.



Life Cycle Costing

Esempio

Caratteristiche del bene “Lavatrice”:

- bene durevole
- acquistato dal settore privato (famiglie)
- vita utile nell’ordine di 10-15 anni
- mercato di riferimento: Europa (differenze in termini di tecnologia, capacità, durata del ciclo di lavaggio, consumo di acqua)

Unità di riferimento per i calcoli di LCC:

Per il caso “idealizzato”: Unità Funzionale definita come “1840 cicli di lavaggio per una famiglia media composta da 3 persone su un periodo di 11 anni”



Life Cycle Costing

Costi per produrre la lavatrice

Fase	Voce di costo	Quantità	Unità di misura	Costo unitario	Unità di misura	Costo (€)
Ricerca & Sviluppo						
	Lavoro (designer)	0,50	ore	40,00	€/ora	
	Subtotale					
Pre-produzione						
	Acciaio	26,50	kg	1,50	€/kg	
	Cemento (contrappeso)	1,00	pezzo	10,00	€/pezzo	
	Carborane 40%	12,00	kg	1,80	€/kg	
	Plastica (polipropilene)	6,00	kg	1,10	€/kg	
	Alluminio	4,00	kg	1,80	€/kg	
	Truciolato	2,50	kg	0,90	€/kg	
	Ghisa	2,00	kg	1,20	€/kg	
	Vetro	1,00	pezzo	16,00	€/pezzo	
	Rame	1,00	kg	1,90	€/kg	
	Componenti elettronici	1,00	pezzo	75,00	€/pezzo	
	Cotone con legante fenolico	0,50	kg	35,00	€/kg	
	Cavi	1,50	m	1,50	€/m	
	Altri materiali	2,00	kg	7,00	€/kg	
	Subtotale					
Produzione						
	Elettricità	50,00	kWh	0,16	€/kWh	
	Gas	40,00	kWh	0,05	€/kWh	
	Tariffa per acqua e acque reflue	0,09	m3	3,50	€/m3	
	Trattamento rifiuti	7,00	kg	4,00	€/kg	
	Altri servizi	-	-	-	-	15,00
	Lavoro (operaio)	1,30	ore	25,00	€/ora	
	Deprezzamento e oneri fiscali	-	-	-	-	20,00
	Subtotale					

Life Cycle Costing

Costi per uso, manutenzione e fine vita

Fase	Voce di costo	Quantità	Unità di misura	Costo unitario	Unità di misura	Costo (€)
Uso						
	Acquisto della lavatrice	1,00	pezzo	500,00	€/pezzo	
	Acqua	70,17	m3	4,00	€/m3	
	Elettricità	1117,00	kWh	0,18	€/kWh	
	Detersivi	183,84	kg	1,76	€/kg	
	Costi per il fine vita	1,00	pezzo	0,00	€/pezzo	
	Subtotale					
Manutenzione						
	Manutenzione	11,00	anni	10,00	€/anno	
	Subtotale					
Fine vita						
	Raccolta	1,00		8,00	€	
	Smontaggio	1,00		16,00	€	
	Ricavi dal riuso	1,00		-48,00	€	
	Riciclaggio	1,00		5,00	€	
	Ricavi dal riciclaggio	1,00		-15,00	€	
	Subtotale					

Fase	Voce di costo	Quantità	Unità di misura	Costo unitario	Unità di misura	Costo (€)
Ricerca & Sviluppo	Lavoro (designer)	0,50	ore	40,00	€/ora	20,00
	Subtotale					20,00
Pre-produzione	Acciaio	26,50	kg	1,50	€/kg	39,75
	Cemento (contrappeso)	1,00	pezzo	10,00	€/pezzo	10,00
	Carborane 40%	12,00	kg	1,80	€/kg	21,60
	Plastica (polipropilene)	6,00	kg	1,10	€/kg	6,60
	Alluminio	4,00	kg	1,80	€/kg	7,20
	Truciolato	2,50	kg	0,90	€/kg	2,25
	Ghisa	2,00	kg	1,20	€/kg	2,40
	Vetro	1,00	pezzo	16,00	€/pezzo	16,00
	Rame	1,00	kg	1,90	€/kg	1,90
	Componenti elettronici	1,00	pezzo	75,00	€/pezzo	75,00
	Cotone con legante fenolico	0,50	kg	35,00	€/kg	17,50
	Cavi	1,50	m	1,50	€/m	2,25
	Altri materiali	2,00	kg	7,00	€/kg	14,00
	Subtotale					216,45
	Produzione	Elettricità	50,00	kWh	0,16	€/kWh
Gas		40,00	kWh	0,05	€/kWh	2,00
Tariffa per acqua e acque reflue		0,09	m3	3,50	€/m3	0,32
Trattamento rifiuti		7,00	kg	4,00	€/kg	28,00
Altri servizi		-	-	-	-	15,00
Lavoro (operaio)		1,30	ore	25,00	€/ora	32,50
Deprezzamento e oneri fiscali		-	-	-	-	20,00
Subtotale						105,82

Life Cycle Costing

Soluzione

Costi per produrre la lavatrice

Fase	Voce di costo	Quantità	Unità di misura	Costo unitario	Unità di misura	Costo (€)
Uso						
	Acquisto della lavatrice	1,00	pezzo	500,00	€/pezzo	500,00
	Acqua	70,17	m3	4,00	€/m3	280,68
	Elettricità	1117,00	kWh	0,18	€/kWh	201,06
	Detersivi	183,84	kg	1,76	€/kg	323,56
	Costi per il fine vita	1,00	pezzo	0,00	€/pezzo	0,00
	Subtotale					1305,30
Manutenzione						
	Manutenzione	11,00	anni	10,00	€/anno	110,00
	Subtotale					110,00
Fine vita						
	Raccolta	1,00		8,00	€	8,00
	Smontaggio	1,00		16,00	€	16,00
	Ricavi dal riuso	1,00		-48,00	€	-48,00
	Riciclaggio	1,00		5,00	€	5,00
	Ricavi dal riciclaggio	1,00		-15,00	€	-15,00
	Subtotale					-34,00

Life Cycle Costing

Soluzione

Costi per uso, manutenzione e fine vita della lavatrice

4

Software

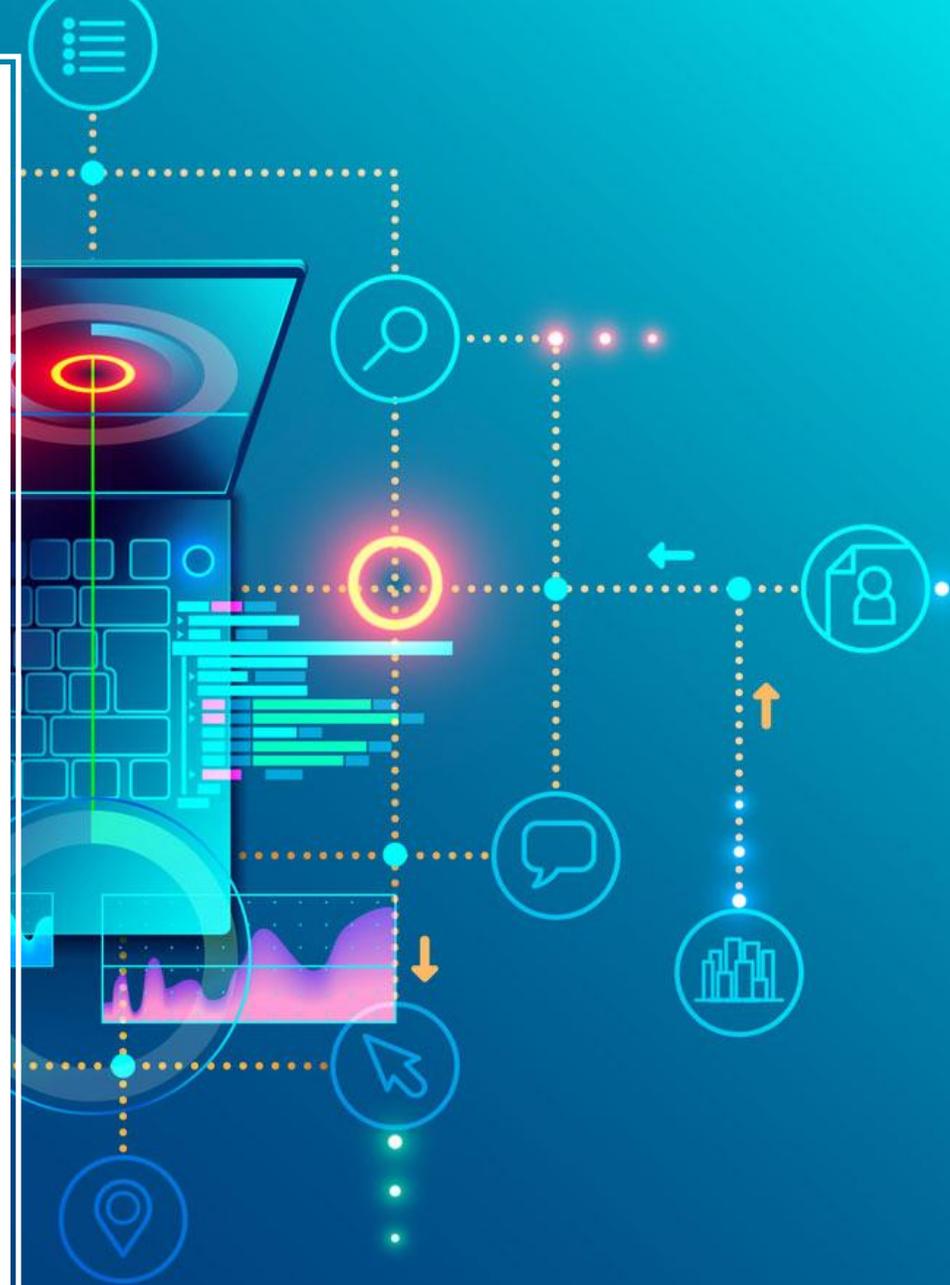
Software

per l'implementazione di un'LCA e una valutazione del LCC

Un'indagine LCA è complessa perché implica un grande lavoro di analisi, basato su calcoli di grandi dimensioni e sull'uso di set di dati. Data la complessità di queste operazioni, si ricorre ampiamente all'utilizzo di strumenti software per l'LCA.

Alcuni strumenti software includono già un modulo per eseguire la valutazione del Life Cycle Costing (LCC).

Gli strumenti software facilitano lo studio LCA, in maniera particolare nelle seguenti fasi: inventario, valutazione dell'impatto e interpretazione dei risultati.



umberto®
know the flow.

openLca

SimaPro



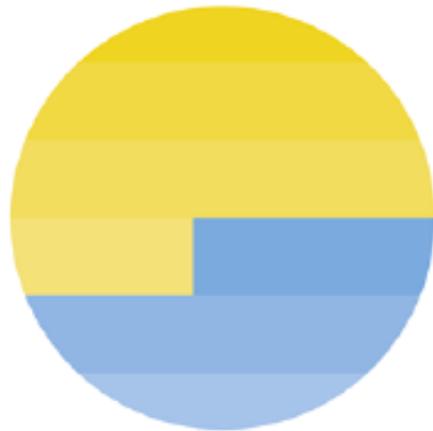
GaBi Software
PRODUCT SUSTAINABILITY

Software

per l'implementazione di un'LCA e
una valutazione del LCC



GaBi Software



GaBi



Welcome to GaBi

Let's get started!



GaBi Software

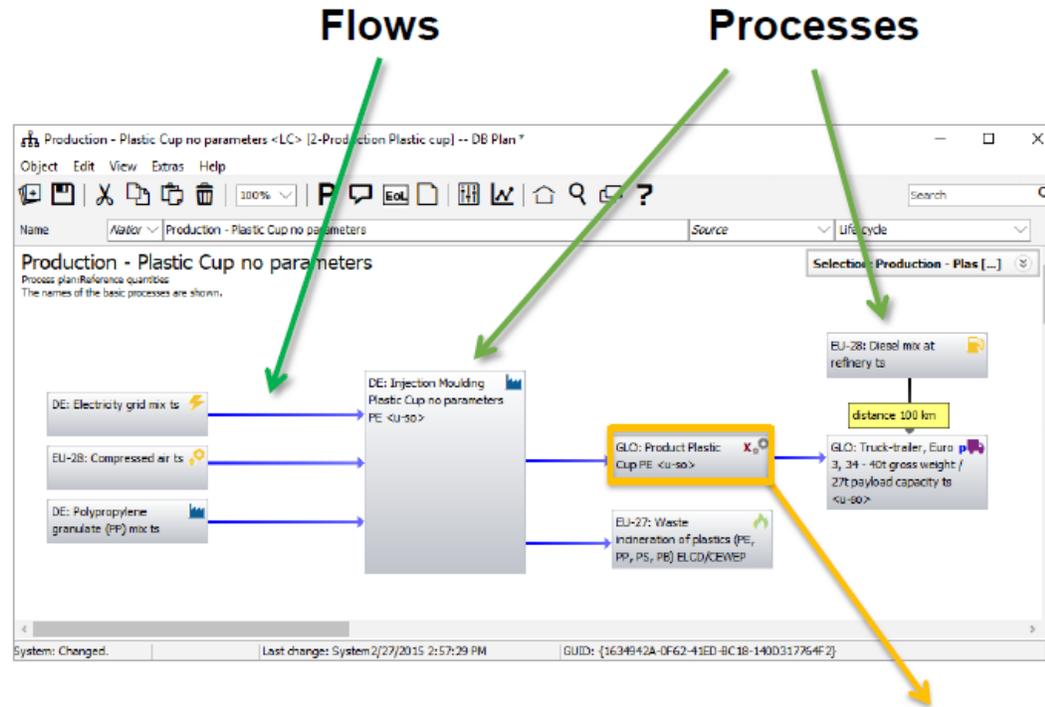
GaBi - LCA objects symbols

The following objects form the basis of every GaBi database and are essential elements for a LCA and relevant for the calculation of the LCIA results:

-  **Results calculation**
-  **Plans (models)**
-  **Processes**
-  **Flows**
-  **Quantities**
-  **Units**

Plans

GaBi Software



- Plans are built up by inserting processes or other plans (e.g. using **drag & drop**).
- Processes are **connected via flows**.
- Plans can be connected to other plans or processes via flows as well.

Dummy processes are not 'real' data carriers, are used to connect parts in a system model, e.g.:

- show the reference output/product on a plan,
- enable connection between processes,
- rename flows,
- change units (kg to m).



Dashboard

GaBi Software

You can also calculate results of a selected plan or a process from the DB manager menu.

The screenshot displays the GaBi software interface. The main window is titled "plastic cup - GaBi training [Projects] -- DB Projects". The menu bar includes "Object", "Edit", "View", "Extras", and "Help". The toolbar contains various icons, with the "Calculate" icon (a green 'W' symbol) highlighted by a green box and a green arrow pointing to the "Transport" plan in the "Plans" table below.

The "Plans" table shows the following data:

Nation Name	Type	Source	Lock
Transport	LC		

The "Results" window, titled "Transport [Balances] -- DB Results", displays the following data:

- Object: Transport
- ISO documentation: Object list
- LC recommendations: Climate change (incl. biogenic carbon) [kg CO2-e], Climate change (excl. biogenic carbon) [kg CO2-e], Ozone Depletion [kg R11-Equiv.], Human Toxicity, cancer effects [CTU], Human toxicity, non-cancer effects [CTU], Particulate matter/respiratory inorganic [PM2.5], Ionizing radiation, human health [Bq235 eq], Photochemical Ozone Formation [kg NMO3-Equiv.], Acidification [Mole of H+ eq.], Eutrophication, terrestrial [Mole of N eq.].
- Displayed dashboard rows: 1, 2, 3, 4
- Displayed dashboard columns: 1, 2, 3, 4
- Chart animation: Chart animation
- Show table: Show table
- Configuration: Configuration

The "Results" window also displays four bar charts:

- GWP (incl. biogenic CO2)
- GWP (excl. biogenic CO2)
- ODP, steady state
- Human tox (cancer)

The status bar at the bottom indicates: System: Changed, Last change: System(2)/29/2017 12:46:35 PM, GUID: (00000000-0000-0000-0000-000000000000)



SIMPLIFIED LCA

TOOLS / METHODS HAVE BEEN DEVELOPED FOR FASTER / CHEAPER (but less reliable) EVALUATIONS

SIMPLIFIED LCA TOOL EXAMPLE:

IdematLightLCA



TU Delft

simplified LCA app for the product design, which evaluates the environmental impact in "eco-cost", "carbon footprint"

Free download:

Google Play Store e Apple Store

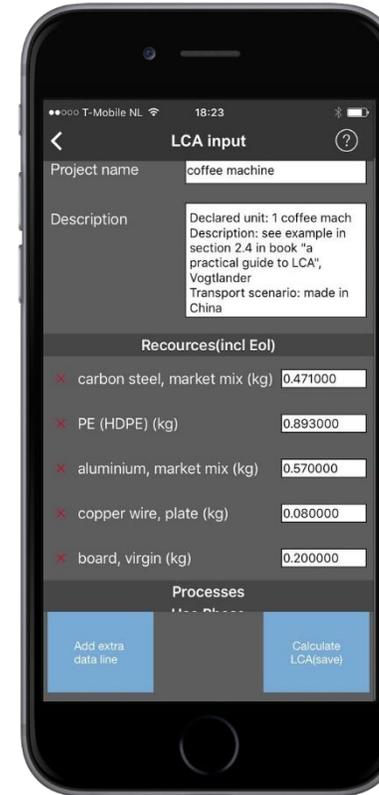
Video guide:

<https://www.youtube.com/watch?v=oLgy4Z4XVRQ&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=LE4Ik52-1CU>

Webpage

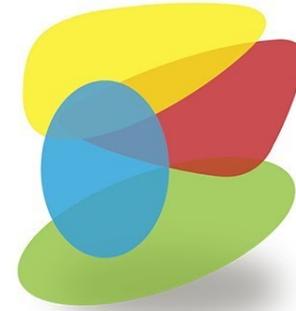
[Idemat app and IdematLightLCA app - Sustainability Impact Metrics \(ecocostsvalue.com\)](http://ecocostsvalue.com)



SIMPLIFIED LCA TOOL EXAMPLE:

Ecoaudit tool in Ansys Granta Edupack

The Eco Audit Tool was implemented by Granta Design within the CES Software tool for the selection of materials. It is a quick and easy tool for estimating the energy usage and CO2 footprint of a product design at each phase in the product life cycle.



Eco Audit tool

GRANTA
MATERIAL INSPIRATION

TO VIEW: <https://www.youtube.com/watch?v=9qlw7JroxRY>

TO DOWNLOAD THE TOOL: <https://www.ansys.com/en-in/products/materials/granta-edupack>

TOOL FOR QUALITATIVE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT:

ecodesign checklist

UNEP

checklist for
assessment
qualitative
impact
for each phase
of the cycle of
life

www.unep.fr

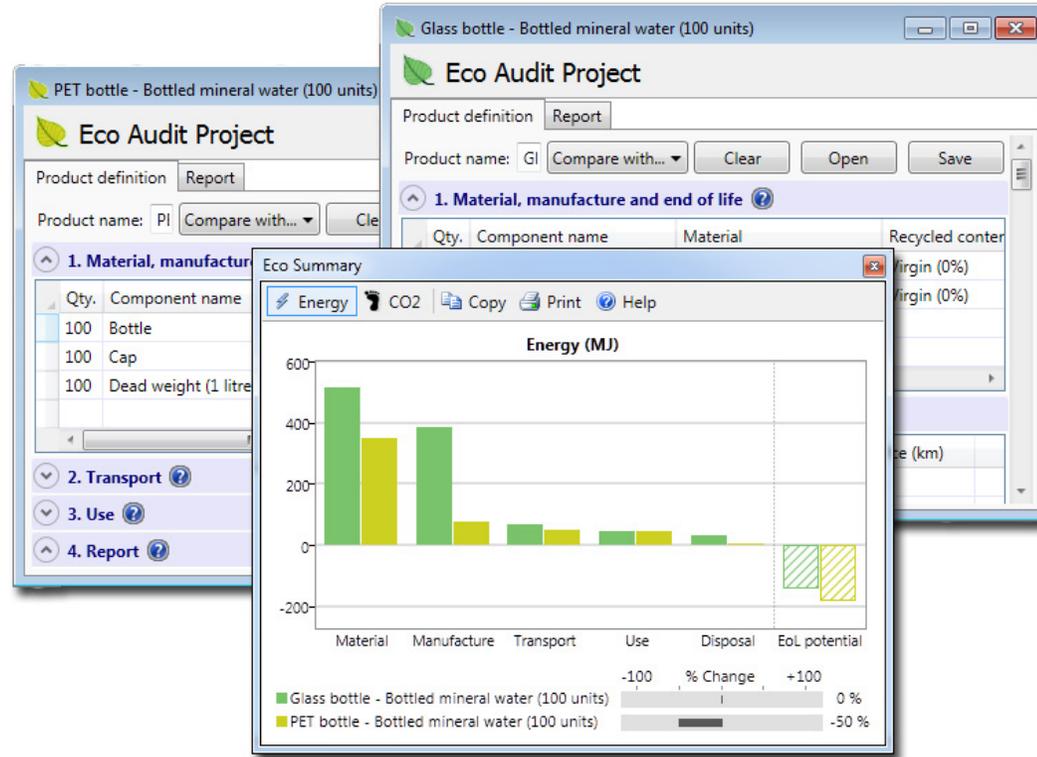


Life cycle stage 1: PRODUCTION AND SUPPLY OF MATERIALS AND COMPONENTS	Life cycle stage 2: IN-HOUSE PRODUCTION	Life cycle stage 3: DISTRIBUTION	Life cycle stage 4: UTILIZATION	Life cycle stage 5: RECOVERY AND DISPOSAL
<p>What problems can arise in the production and supply of materials and components?</p> <ul style="list-style-type: none">● How much, and what types of plastic and rubber are used?● How much, and what types of additives are used?● How much, and what types of metals are used?● How much, and what other types of materials (glass, ceramics etc.) are used?● How much, and which type of surface treatment is used?● What is the environmental profile of the components?● How much energy is required to transport the components and materials?	<p>What problems can arise in the production process in your own company?</p> <ul style="list-style-type: none">● How many, and what types of production processes are used (including connections, surface treatments, printing and labelling)?● How much, and what types of auxiliary materials are needed?²● How high is the energy consumption?● How much waste is generated?● How many products don't meet the required quality norms?	<p>What problems arise in the distribution of the product to the customer?</p> <ul style="list-style-type: none">● What kind of transport packaging, bulk packaging and retail packaging are used (volumes, weights, materials, reusability)?● Which means of transport are used?● Is transport efficiently organized?	<p>What problems arise when using, operating, servicing and repairing the product?</p> <ul style="list-style-type: none">● How much, and what type of energy is required, direct or indirect?¹● How much, and what kind of consumables are needed?²● What is the technical lifetime?● How much maintenance and repairs are needed?● What and how much auxiliary materials and energy are required for operating, servicing and repair?● Can the product be disassembled by a layman?● Are those parts often requiring replacement detachable?● What is the aesthetic lifetime of the product?	<p>What problems can arise in the recovery and disposal of the product?</p> <ul style="list-style-type: none">● How is the product currently disposed of?● Are components or materials being reused?● What components could be reused?● Can the components be disassembled without damage?● What materials are recyclable?● Are the materials identifiable?● Can they be detached quickly?³● Are any incompatible inks, surface treatments or stickers used?● Are any hazardous components easily detachable?● Do problems occur while incinerating non-reusable product parts?
<p>Ecodesign strategy 1: Selection of low-impact materials¹</p> <ul style="list-style-type: none">● Clean materials● Renewable materials● Low energy content materials● Recycled materials● Recyclable materials <p>Ecodesign strategy 2: Reduction of material usage¹</p> <ul style="list-style-type: none">● Reduction in weight● Reduction in (transport) volume	<p>Ecode:</p> <ul style="list-style-type: none">● Optim● Alter● Few● Low● Less● Few	<p>Ecode:</p> <ul style="list-style-type: none">● Reduc● Red● Red <p>Ecode:</p> <ul style="list-style-type: none">● Optim● Less● Ener● Ener	<p>Ecodesign strategy 5: Reduction of impact in the user stage³</p> <ul style="list-style-type: none">● Low energy consumption● Clean energy source● Few consumables needed²● Clean consumables● No wastage of energy or consumables <p>Ecodesign strategy 6: Optimization of initial lifetime³</p> <ul style="list-style-type: none">● Reliability and durability● Easy maintenance and repair● Modular product structure● Classic design⁴● Strong product-user relation⁵	<p>Ecodesign strategy 7: Optimization of the end-of-life system⁶</p> <ul style="list-style-type: none">● Reuse of product (components)● Remanufacturing/refurbishing● Recycling of materials● Safe incineration

TOOL FOR THE SELECTION OF MATERIALS WITH LOW ENVIRONMENTAL IMPACT

Eco Audit Tool
in CES selector
GRANTA DESIGN

software tool
for the evaluation of
energy consumption and
of **CO2 emissions**
integrated into one
tool for the
selection of materials



<http://www.grantadesign.com/products/ecoaudit/>

LCA TOOL FOR PRODUCT EVALUATION

ECODESIGN PILOT

free web tool for support the design of products that use checklist for product evaluation and the definition of priorities and lines guide to guide development of new products

ECODESIGN online **PILOT** INTRODUZIONE | PILOT ASSISTENT | MPARA APPLICA

Ottimizzare l'uso del prodotto
Miglioramento del prodotto ← (Tipo A: Prodotti a Materie Prime Intensive, Tipo B: Prodotti a Produzione Intensiva) ←

Stampa - Valutazione del prodotto
Prodotto _____

Il prodotto è stato ben adattato ai veri bisogni degli utilizzatori?
Esattamente quali requisiti dovrebbe avere il prodotto? Qual è lo scopo principale del prodotto? C'è una domanda sufficiente?

Importanza (R)	Compilazione (F)	Priorità (P)
<input type="radio"/> Molto importante (10)	<input type="radio"/> si (1)	P = R * F
<input type="radio"/> Poco importante (5)	<input type="radio"/> quasi (2)	
<input type="radio"/> Non rilevante (0)	<input type="radio"/> poco (3)	
	<input type="radio"/> no (4)	

Misure Realizzare un prodotto orientato agli utilizzatori che mira un'alta frequenza d'uso APPROXIMATIVAMENTE

Idea per la realizzazione _____

Costi più uguale meno Perché _____

Fattibilità difficile facile Perché _____

Esecuzione subito più tardi mai **Responsabilità** _____ **Deadline** _____

Il modo d'uso del prodotto è semplice e il suo uso è ampiamente ovvio?
Quali controlli sono assolutamente necessari, quali sono superflui? Come può essere semplificato il modo d'uso?

Importanza (R)	Compilazione (F)	Priorità (P)
<input type="radio"/> Molto importante (10)	<input type="radio"/> si (1)	

gratuito on-line

<http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ITALIANO/PDS/INDEX.HTM>

LCA TOOL FOR PRODUCT EVALUATION

GREENFLY
RMIT

web tool that
uses strategies of
eco-design and data from
LCA to support the
design of
products and the
communication of
environmental qualities

www.greenflyonline.org



The screenshot shows the Greenfly website homepage. At the top, there is a navigation menu with links for Home, About, Sign-up, and Contact. The main banner features the Greenfly logo and the tagline "design greener products". Below the logo, there is a navigation menu with links for Home, About, Sign-up, and Contact. The main content area is divided into several sections:

- Hero Section:** A large banner with the text "The online tool that puts sustainability onto the designer's agenda" and a "Start your free trial" button. Below the text are images of a fan, a chair, a faucet, and a sofa.
- About greenfly:** A section with a heading "About greenfly" and a paragraph: "Greenfly is a revolutionary new online tool that helps you design environmentally improved products. It is a user-friendly design support tool focused on real-world design projects." Below this is another paragraph: "Greenfly incorporates life-cycle modelling and EcoDesign strategies with easy to use, cutting-edge web technology. Greenfly shows the environmental impacts of your design choices through strong graphical representation and helps you improve and communicate your product sustainability decisions." To the right of the text are images of computer monitors displaying various charts and graphs.
- Member login:** A section with the heading "Member login" and the text "Enter your Greenfly Login ID and password to access your personal account". It includes input fields for "Login ID:" and "Password:" and a "Login" button. Below this is a link: "Not yet a member? Sign up for free trial."
- Demo video:** A section with the heading "Demo video" and the text "Play the video tour". It includes a large green play button icon.

5

In sintesi

Limiti del Life Cycle Assessment

Limiti dei dati: La LCA richiede una vasta quantità di dati per valutare accuratamente il ciclo di vita di un prodotto.

Limiti della disponibilità dei dati temporali: La LCA può essere influenzata dalla disponibilità di dati storici o futuri.

Limiti dei confini del sistema: Definire i confini del sistema in una LCA può essere soggettivo.

Limiti delle assunzioni: La LCA spesso si basa su molte assunzioni, come i modelli di vita utile dei prodotti o i tassi di riciclaggio.

Limiti dell'interpretazione: Interpretare i risultati di una LCA può essere complesso e soggettivo.

Limiti dell'incertezza: Le LCAs sono intrinsecamente affette da incertezze.

Limiti delle categorie di impatto: La scelta delle categorie di impatto (ad esempio, le emissioni di gas serra o l'uso dell'acqua) può influenzare i risultati della LCA.

Limiti della geolocalizzazione: La localizzazione geografica può influenzare notevolmente i risultati della LCA.



Benefici del Life Cycle Assessment



Fornisce informazioni relative agli impatti ambientali negative, partendo da un approccio olistico che racchiude tutte le fasi del Ciclo di Vita.

È utile per prendere decisioni e per promuovere lo sviluppo e la progettazione del prodotto con prestazioni ambientali migliori.

È utile per evitare che l'implementazione di una soluzione a un problema ambientale in una determinata fase del ciclo generi un problema ancora peggiore in un'altra.

È il supporto tecnico di Ecodesign e "Eco-labeling" perché aiuta a far conoscere i criteri ambientali considerati durante la progettazione.

È uno strumento non solo per la protezione ambientale e la conservazione delle risorse naturali, ma anche per la riduzione dei costi.

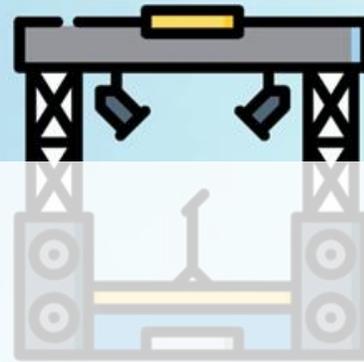
Possibili applicazioni

Il metodo LCA può essere utilizzato:

- Come supporto al design di prodotto, servizio e processo
- Come supporto per lo sviluppo di schemi di Etichettatura Ambientale: nella definizione dei criteri ambientali di riferimento per un dato gruppo di prodotti (etichette ecologiche di tipo I: Ecolabel), o come principale strumento atto ad ottenere una Dichiarazione Ambientale di Prodotto: DAP (etichetta ecologica di tipo III).

Potenzialmente quindi le sue applicazioni sono innumerevoli:

- Sviluppo e Miglioramento di prodotti/processi;
- Marketing Ambientale;
- Pianificazione strategica;
- Attuazione di una Politica Pubblica



GREENWASHING

"earth
friendly"

"nontoxic"

"certified
green"

"chemical
free"

"bio"

"natural"

"eco"



Etichette Ambientali di Prodotto

Etichette ambientali Tipo I – ISO 14024. Etichette ecologiche volontarie basate su un sistema multicriteria che considera l'intero ciclo di vita del prodotto sottoposte a certificazione esterna da parte di un ente indipendente. Tra queste rientra, ad esempio, il marchio europeo di qualità ecologica ECOLABEL.

Autodichiarazioni ambientali Tipo II – ISO 14021. Etichette ecologiche che riportano auto-dichiarazioni ambientali da parte di produttori, importatori o distributori di prodotti, senza che vi sia l'intervento di un organismo indipendente di certificazione (tra le quali: "Riciclabile", "Compostabile", ecc.).

Dichiarazioni Ambientali di Prodotto ISO Tipo III – ISO 14025. Etichette ecologiche che riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Sono sottoposte a un controllo indipendente e presentate in forma chiara e confrontabile.



L'EPD: uno strumento per comunicare le performance di sostenibilità

Le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) possono svolgere un ruolo chiave nell'aiutare le aziende a definire la loro linea di base delle emissioni e individuare i punti caldi lungo tutta la catena del valore.

L'EPD è un documento utilizzato per aiutare le aziende a comunicare le prestazioni ambientali dei prodotti e può supportare i requisiti di divulgazione ambientale «net zero».



L'EPD: uno strumento per comunicare le performance di sostenibilità

Sulla base della valutazione del ciclo di vita (LCA), le EPD quantificano l'ambiente

impatti dei prodotti lungo tutto il loro ciclo di vita, da "cradle to grave."

- Verificato in modo indipendente.
- Sviluppato secondo standard globali (ISO 14040 and ISO 14044).
- "Cradle-to-grave" studi con informazioni sull'impatto ambientale di un prodotto durante tutte le sue fasi del ciclo di vita.



THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM



EPD Library

https://www.environdec.com/library/_?Epd=8462



Contact



EPD Library



PCR Library



Search

EPD Portal



Search the EPD Library

Filter

Product Category

Food & beverages



PCR

Select...



Geographical scope

Select...



Validity

Select...



gg/mm/aaaa





SOFT DRINK MULTIFRUIT

BRIK 330 ml

Environmental Product Declaration

An EPD should provide current information, and may be updated if conditions change. The stated validity is therefore subject to the continued registration and publication at www.environdec.com.
This EPD is compliant with ISO 14025.

Programme: The International EPD® System, www.environdec.com

Programme operator: EPD International AB

 Conserve Italia

 EPD®

Osservazioni

La **natura delle scelte** e delle assunzioni fatte nell'LCA (per esempio fissare i confini del sistema, scegliere le sorgenti dei dati, stabilire le categorie di impatto) può essere **soggettiva**.

Per effetto delle ipotesi assunte, i **modelli** utilizzati per analizzare l'inventario o per valutare l'impatto ambientale hanno dei limiti e **possono non essere adatti** per qualsiasi impatto ambientale e per qualsiasi applicazione.

I **risultati** degli studi di LCA centrati su questioni regionali o globali **possono non essere adatti** alle applicazioni locali; per esempio le condizioni locali potrebbero non essere adeguatamente rappresentate dalle condizioni regionali o globali.

L'accuratezza degli studi di LCA può essere limitata dalla **accessibilità e dalla disponibilità dei dati** interessanti, o dalla qualità dei dati, per esempio mancanza di dati, loro tipologia, livello di aggregazione, valori mediati, o specifici di un sito.





Trasparenza



Opportunità, verso un approccio integrato

Multicriteria Analysis, approcci partecipativi per supportare individuazione/selezione dei criteri e la quantificazione, tramite indicatori misurabili, di parametri di sostenibilità energetico-economico-ambientale.