

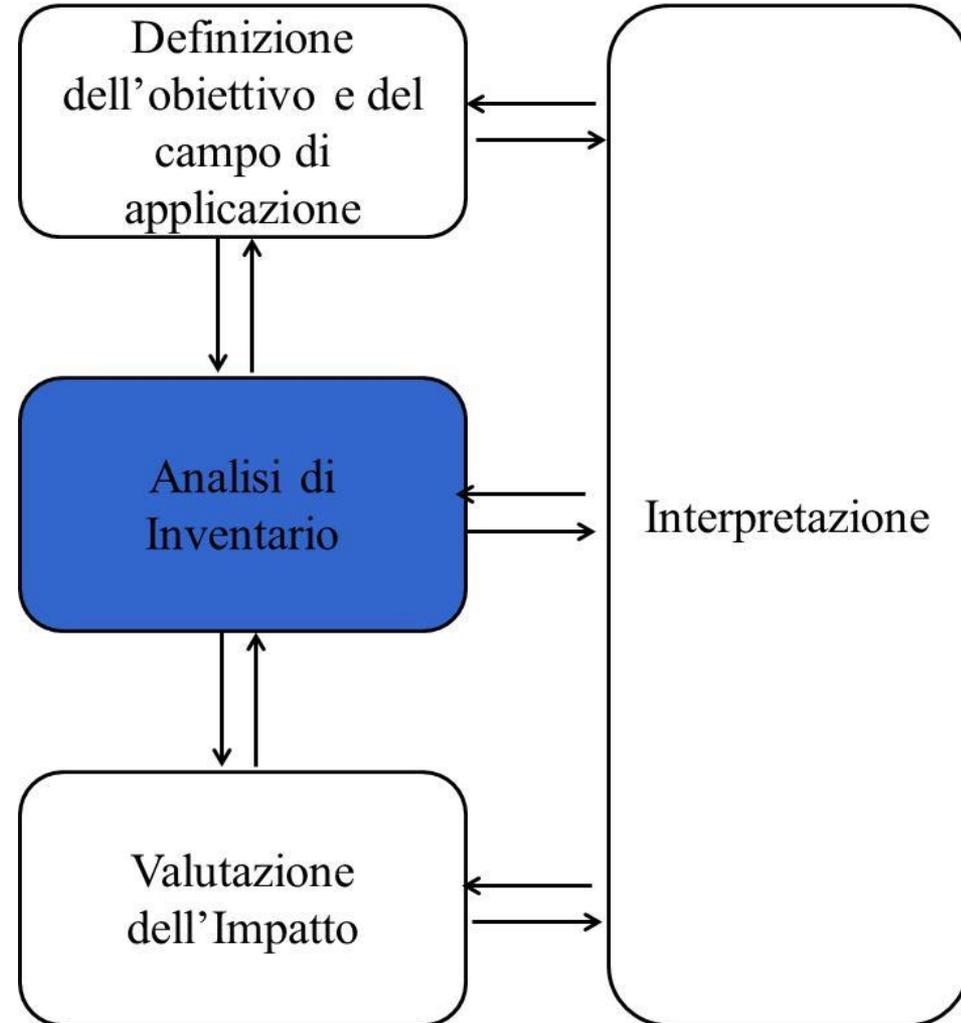
La gestione e la qualità dei dati nella metodologia LCA

- ✓ **Che cos'è un inventario Life Cycle Inventory (LCI)**
- ✓ **Come costruire un inventario LCI**
- ✓ **Raccolta dati (foreground e background system)**
- ✓ **Dati primari, secondari e terziari**
- ✓ **Qualità dei dati di inventario (dati e metadati)**

Analisi di Inventario (Life Cycle Inventory)

La seconda fase del ciclo di vita comprende la compilazione e quantificazione dei flussi in entrata e in uscita di un sistema di prodotto lungo l'intero ciclo di vita.

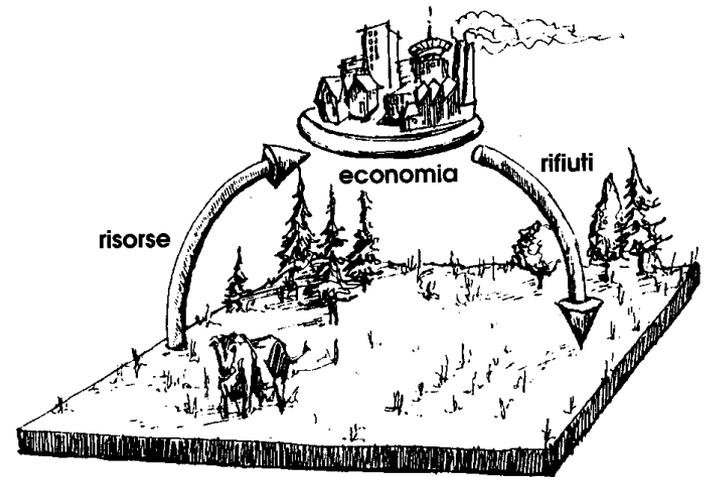
L'Analisi di Inventario comprende la **raccolta dei dati** e i **procedimenti di calcolo** che consentono di quantificare i flussi in entrata e in uscita di un sistema di prodotto.



Che cos'è un inventario

Life Cycle Inventory (LCI)

1. Raccolta dei dati in relazione ai processi attivati dal sistema oggetto dello studio (es. prodotto), in relazione ai confini di sistema considerati (es. fasi del ciclo di vita)
2. Quantificazione dei flussi “verso” e “provenienti da” ciascun processo attivato dal sistema (**input** e **output**) risorse ed emissioni/rifiuti



materie prime

energia

acqua

input



rifiuti solidi

emissioni in acqua

emissioni in aria

output

Life Cycle Inventory (LCI)

riduzione dei consumi di **materie prime**



riduzione delle emissioni di **rifiuti**

riduzione dei consumi di **energia**



riduzione delle emissioni in **aria**

riduzione dei consumi di **acqua**



riduzione delle emissioni in **acqua**

Life Cycle Inventory (LCI)

Oggetto dello studio

I dati di inventario LCI possono essere riferiti a:

- ✓ un singolo processo (es. una **lavorazione**)
- ✓ un materiale o prodotto (es. l'acciaio)
- ✓ un prodotto utile nella produzione di un altro prodotto (es. additivo)
- ✓ un componente (es. parte meccanica)
- ✓ un sistema (es. una finestra)
- ✓ un servizio (es. trasporto, software)

Life Cycle Inventory (LCI)

Confini di sistema

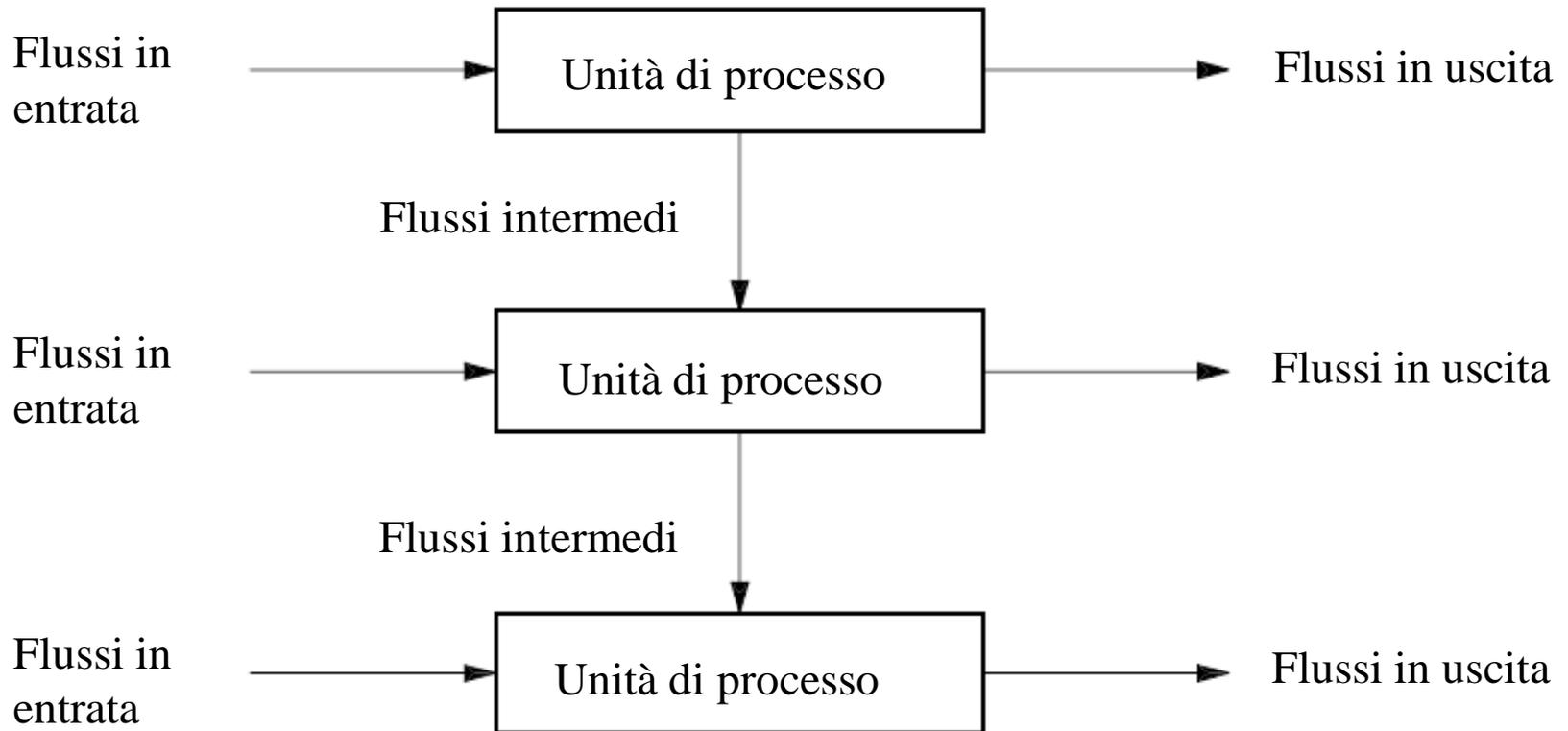
I dati di inventario LCI possono essere riferiti a:

- ✓ una singola fase del ciclo di vita (es. from gate-to-gate)
- ✓ più fasi del ciclo di vita (es. from cradle-to-gate)
- ✓ l'intero ciclo di vita (from cradle to grave or from cradle to cradle)

Life Cycle Inventory (LCI)

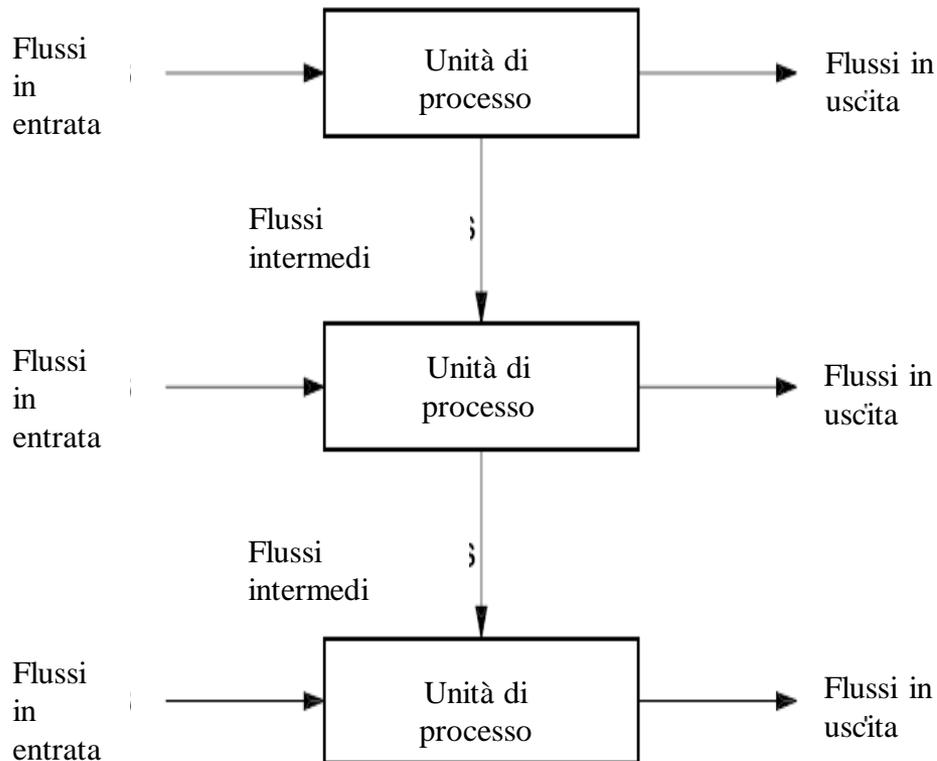
Raccolta dati

Unità di processo: il più piccolo elemento per cui sono quantificati i flussi in entrata e in uscita durante la fase di inventario di ciclo di vita.



Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

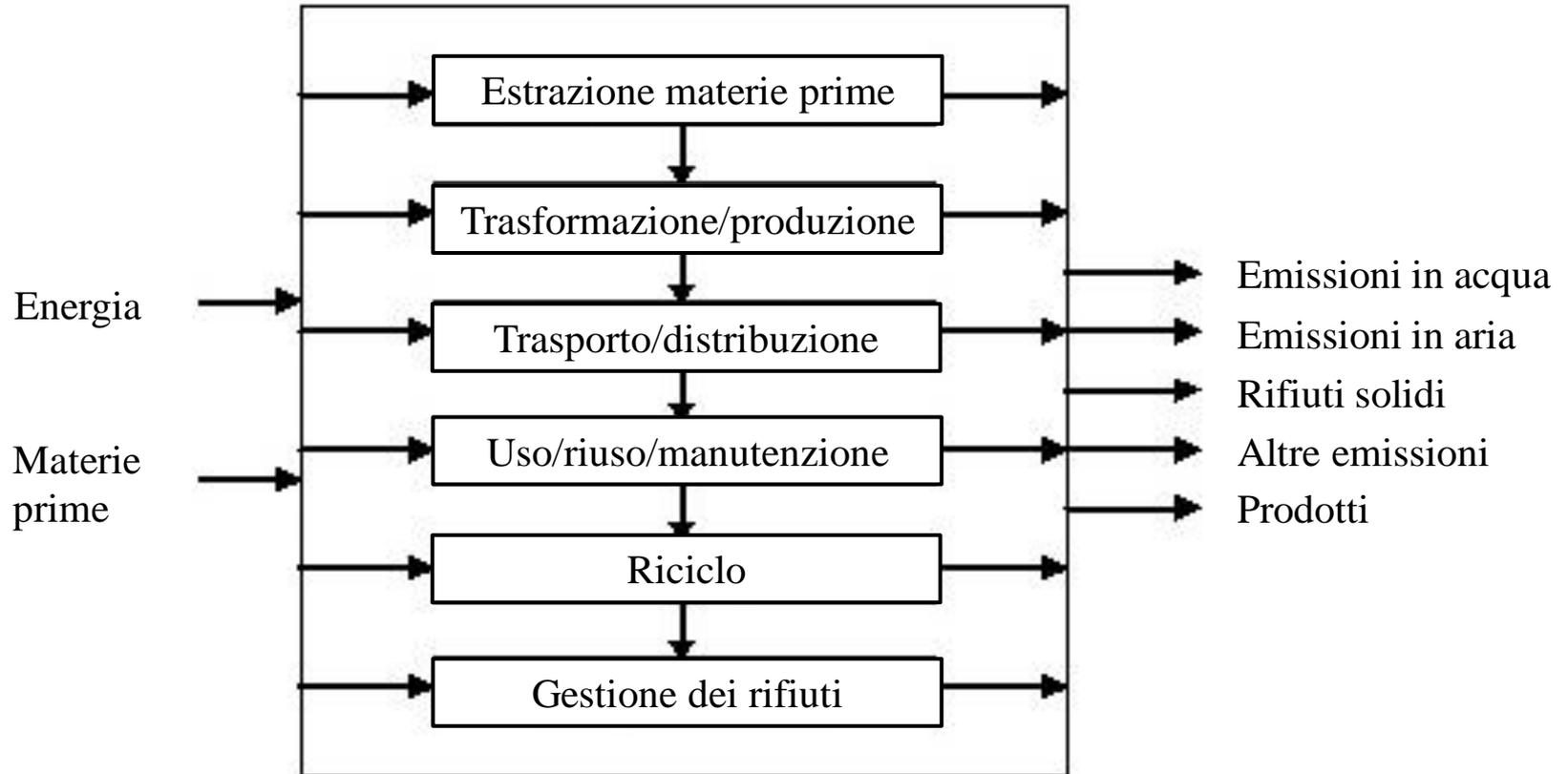


Sistema di prodotto: insieme di unità di processo interconnesse da flussi di prodotti intermedi, che rappresentano una o più funzioni definite, e che modellizzano il ciclo di vita di un prodotto.

Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

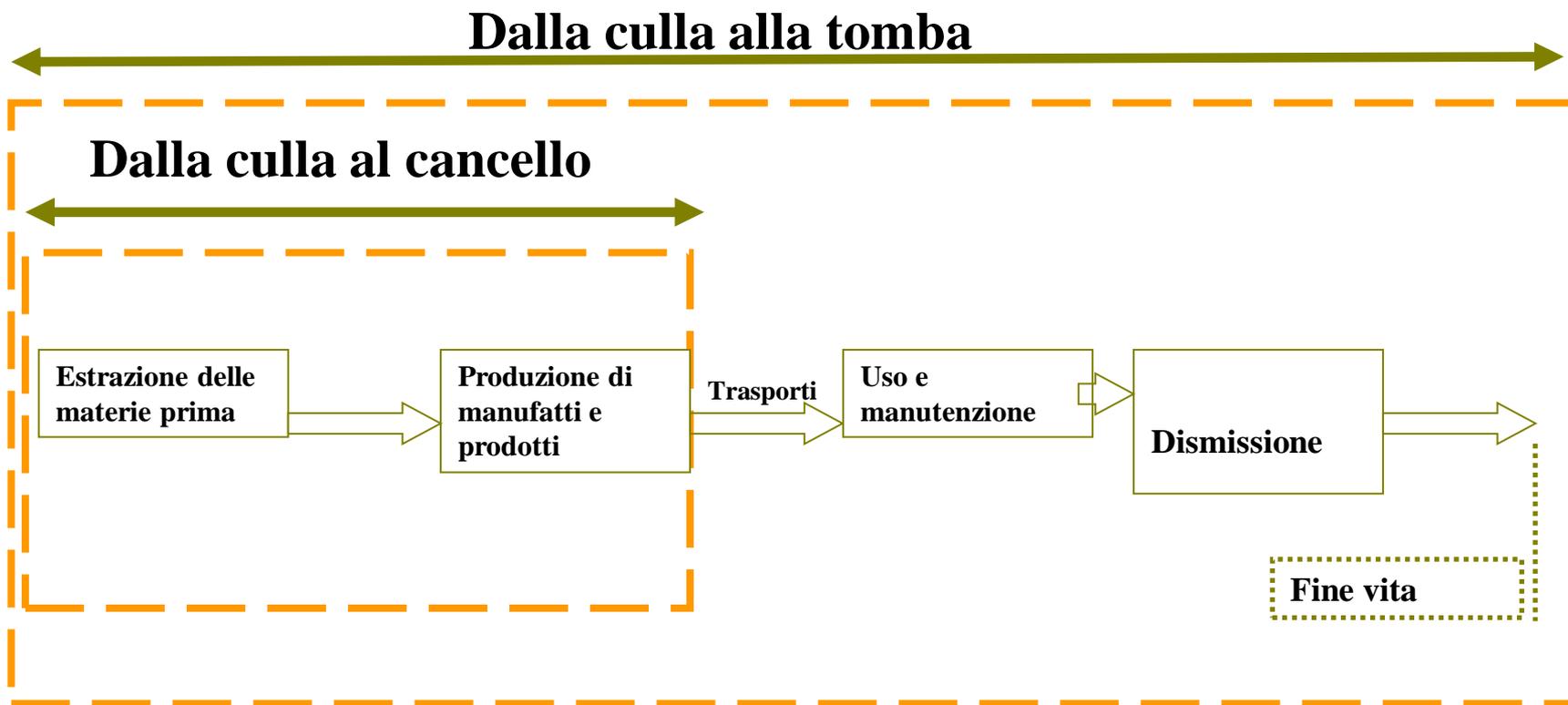
Sistema di prodotto



Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Le unità di processo devono essere identificate all'interno dei **confini del sistema**, identificati nella definizione del campo di applicazione dello studio.

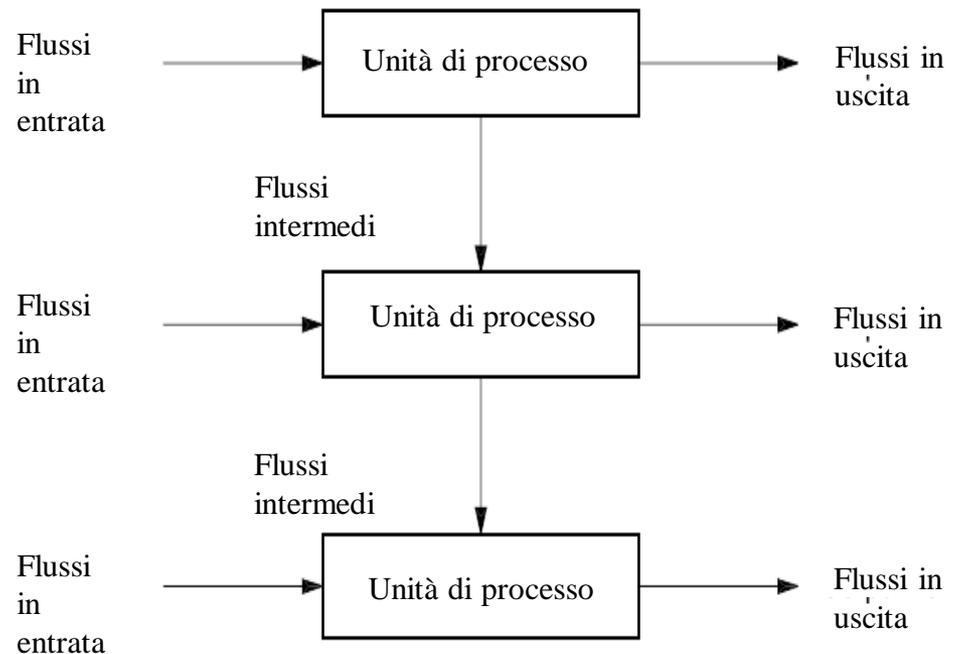


Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Per ogni unità di processo compresa nei confini del sistema devono essere raccolti dati (flussi in entrata e in uscita) che includono:

- input di massa, di energia
- prodotti, co-prodotti e rifiuti,
- emissioni in acqua, aria, acqua e suolo



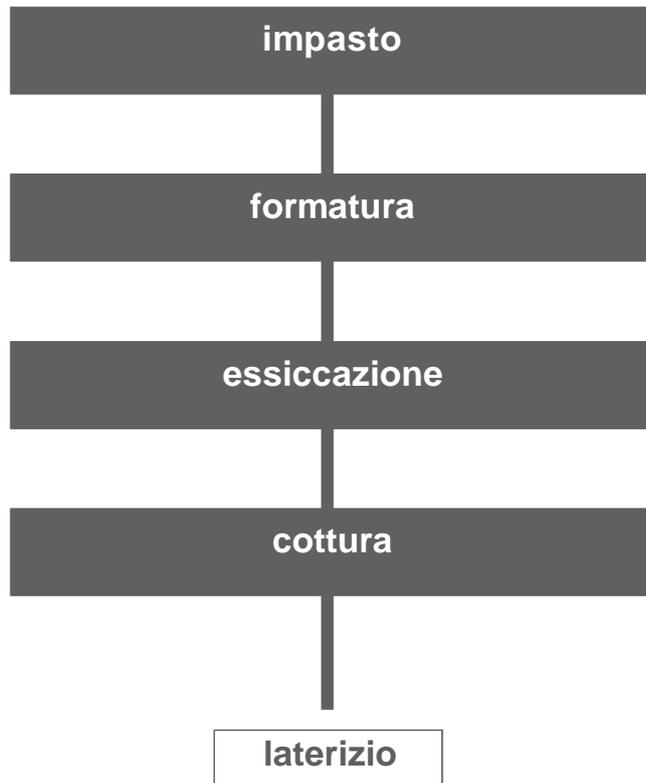
Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Si raccomanda di:

- Disegnare un diagramma di flusso che schematizzi tutte le unità di processo da modellizzare rappresentando le loro interrelazioni;
- Descrivere ogni processo nel dettaglio;
- Elencare i flussi e i dati rilevanti associati ad ogni unità di processo;
- Definire una lista delle unità utilizzate;
- Descrivere per tutti i dati il processo di raccolta e le procedure di calcolo adottate.

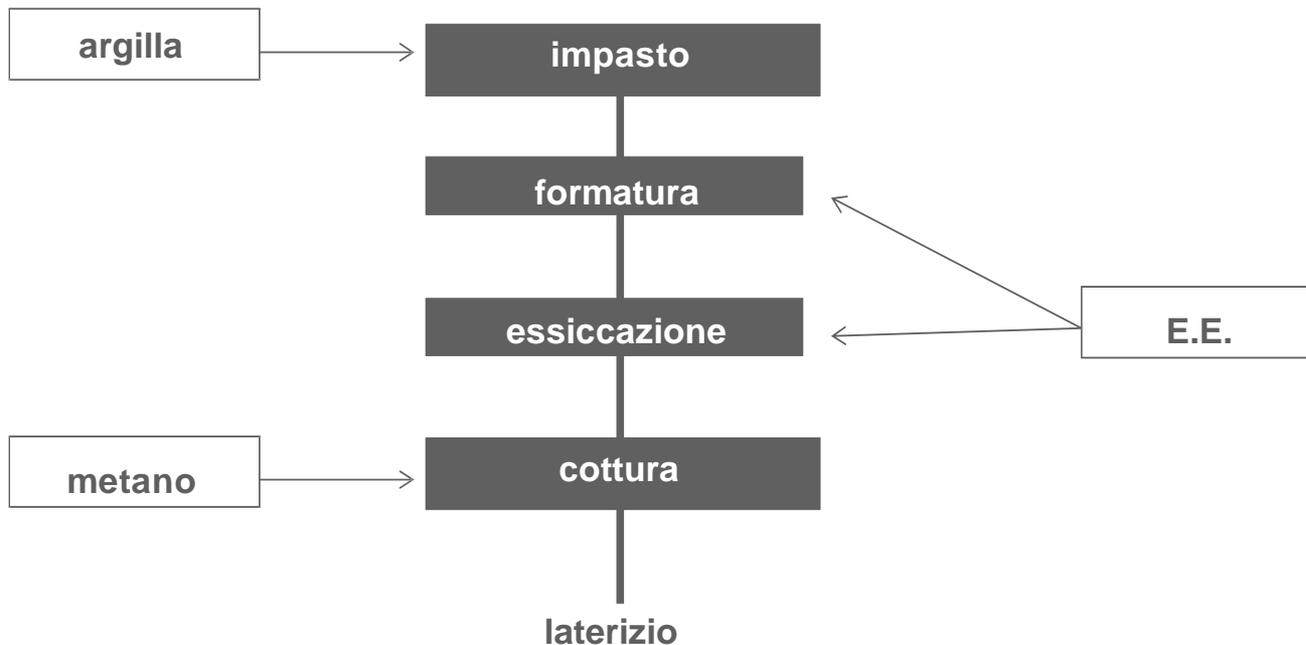
Come costruire un inventario (LCI)



Per realizzare un inventario di dati occorre definire le singole operazioni unitarie **(processi)** che devono essere fatte per ottenere l'oggetto di studio

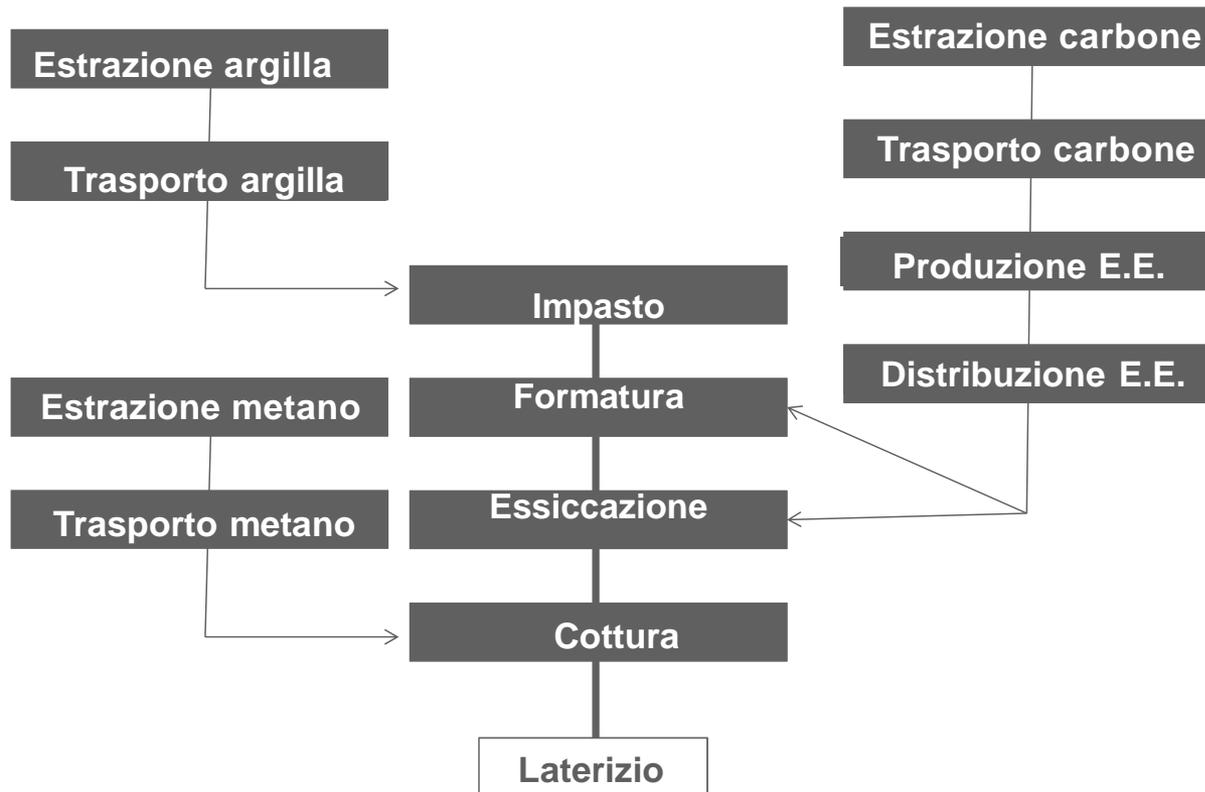
Come costruire un inventario (LCI)

Per realizzare un inventario di dati occorre definire le singole operazioni unitarie (**processi**) che devono essere fatte per ottenere l'oggetto di studio



Produzione del laterizio. Alcuni input: e.e., metano, argilla

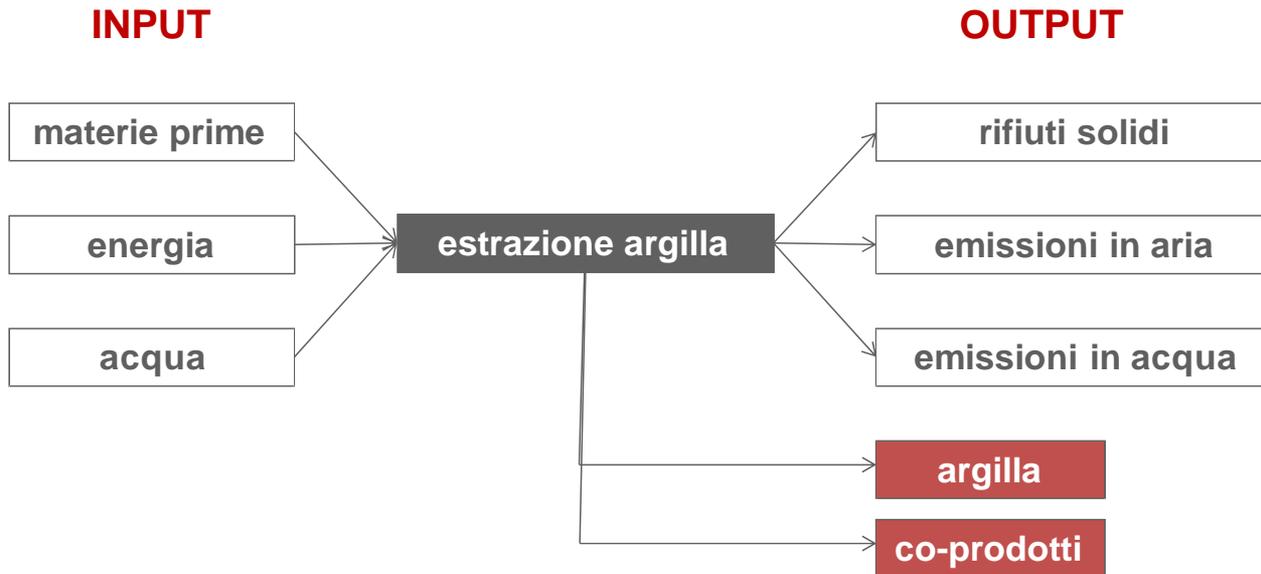
Come costruire un inventario (LCI)



Per realizzare un inventario di dati occorre definire le singole operazioni unitarie (**processi**) che devono essere fatte per ottenere l'oggetto di studio.

Diagramma di flusso (flowchart)

Come costruire un inventario (LCI)



Per ciascun processo vanno rilevati i dati di input e di output, che andranno a costituire i dati di inventario

Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Completed by:		Date of completion:		
Unit process identification:		Reporting location:		
Time period: Year		Starting month:	Ending month:	
Description of unit process: (attach additional sheet if required)				
Material inputs	Units	Quantity	Description of sampling procedures	Origin
Water consumption ^a	Units	Quantity		
Energy inputs ^b	Units	Quantity	Description of sampling procedures	Origin
Material outputs (including products)	Units	Quantity	Description of sampling procedures	Destination
NOTE The data in this data collection sheet refer to all unallocated inputs and outputs during the specified time period.				
^a For example, surface water, drinking water.				
^b For example, heavy fuel oil, medium fuel oil, light fuel oil, kerosene, gasoline, natural gas, propane, coal, biomass, grid electricity.				

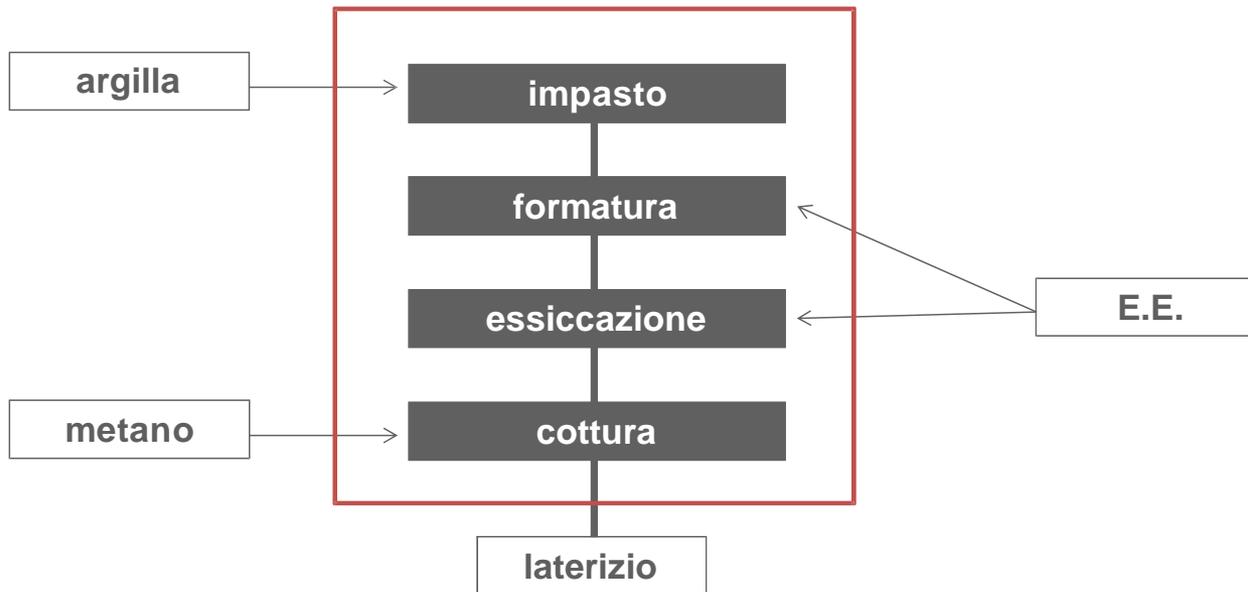
Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Unit process identification:			Reporting location:
Emissions to air ^a	Units	Quantity	Description of sampling procedures (attach sheets if necessary)
Emissions to water ^b	Units	Quantity	Description of sampling procedures (attach sheets if necessary)
Emissions to land ^c	Units	Quantity	Description of sampling procedures (attach sheets if necessary)
Other releases ^d	Units	Quantity	Description of sampling procedures (attach sheets if necessary)
Describe any unique calculations, data collection, sampling, or variation from description of unit process functions (attach additional sheets if necessary).			
<p>^a For example inorganics: Cl₂, CO, CO₂, dust/particulates, F₂, H₂S, H₂SO₄, HCl, HF, N₂O, NH₃, NO_x, SO_x; and organics: hydrocarbons, PCB, dioxins, phenols; metals: Hg, Pb, Cr, Fe, Zn, Ni.</p> <p>^b For example: BOD, COD, acids, Cl₂, CN₂⁻, detergents/oils, dissolved organics, F⁻, Fe ions, Hg ions, hydrocarbons, Na⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, organochlorides, other metals, other nitrogen compounds, phenols, phosphates, SO₄²⁻, suspended solids.</p> <p>^c For example: mineral waste, mixed industrial waste, municipal solid waste, toxic wastes (please list compounds included in this data category).</p> <p>^d For example: noise, radiation, vibration, odour, waste heat.</p>			

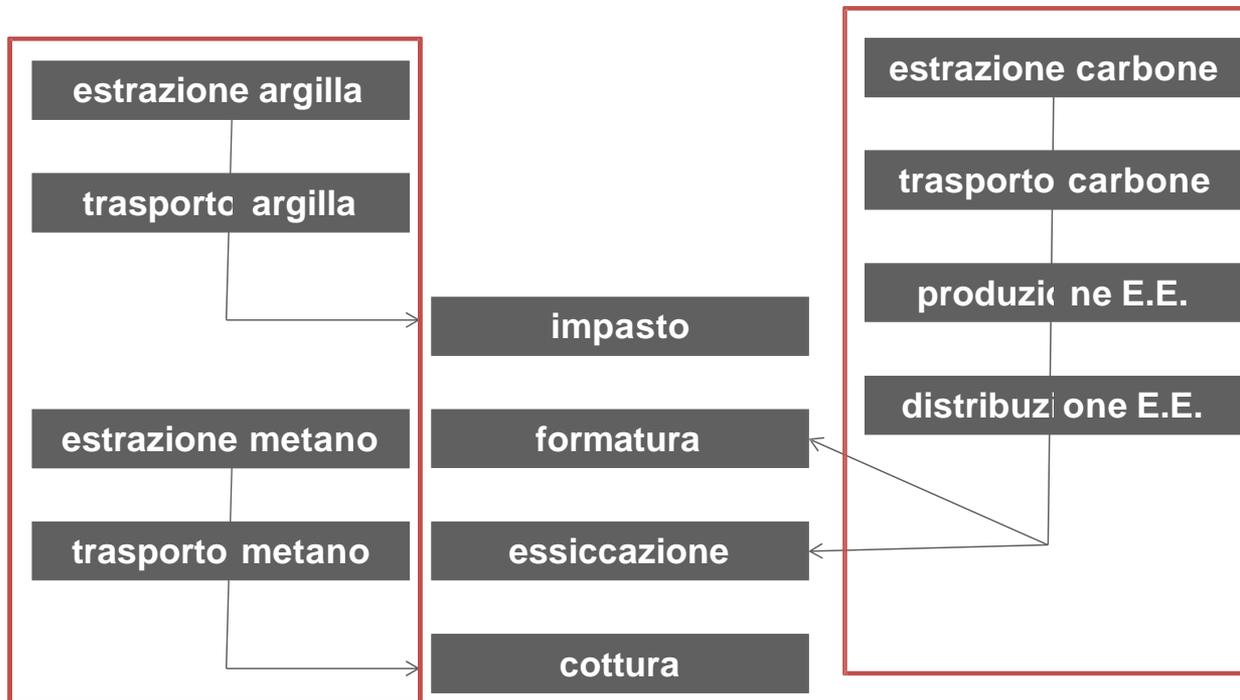
Raccolta dati

(foreground e background system)



Il sistema **foreground** è definito come l'insieme dei processi direttamente interessati dallo studio (unità funzionale esempio 1 kg di laterizio), i cui dati vengono raccolti direttamente.

Raccolta dati (foreground e background system)



Il sistema **background** è il sistema che fornisce energia e materiali al foreground (e/o che riceve energia e materiali dal foreground)

Raccolta dati (foreground e background system)

Componenti	Materiale	Peso Kg	%
Profili telaio stipite e anta	Alluminio	22,55	34
Accessori	Alluminio	3,76	6
Accessori	Pvc	0,1	0
Guarnizioni	EPDM	1,9	3
Vetro flot temperato	Vetro	12,51	19
Vetro flot basso emissivo	Vetro	25,03	38
	Peso totale	65,85	



Identificate le **parti** costituenti il sistema oggetto di studio (foreground system), occorre definire i processi indiretti attivati da ciascuna di queste parti (background system)

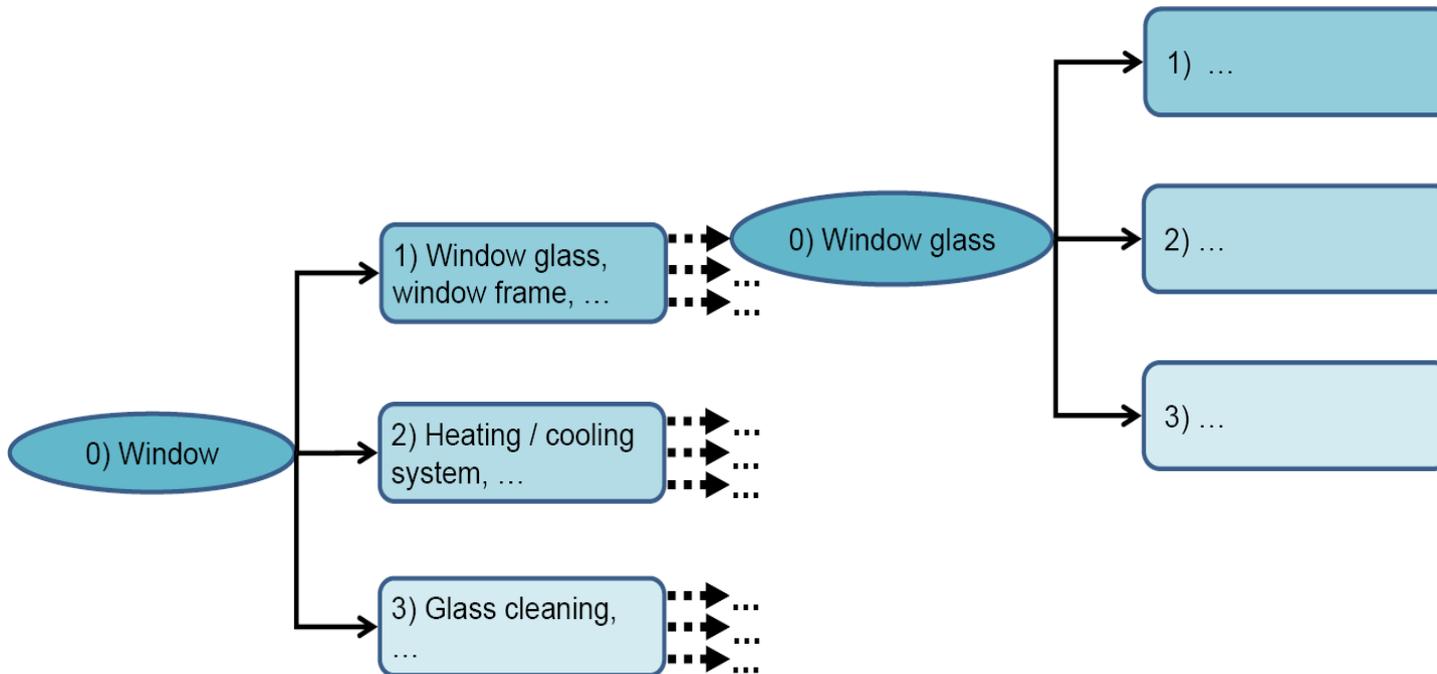
Raccolta dati (foreground e background system)

FASE DI PRODUZIONE



<i>Descrizione processo</i>	<i>Energia</i>	<i>CO₂ eq.</i>
Estrazione bauxite	488 MJ	308 kg
Lavorazione bauxite	1750 MJ	2477 kg
Lavorazione ossido di alluminio	54.003 MJ	8285 kg
Produzione billette	5490 MJ	414 kg
Estrusione profili	3654 MJ	363 kg
Ossidazione/verniciatura	6822 MJ	631 kg
Lavorazione di assemblaggio	1354 MJ	202 kg
Trasporti	34432 MJ	208 kg
<i>Totali</i>	107.992 MJ	12.888 kg

Raccolta dati (foreground e background system)



Identificati i **processi** attivati **nel ciclo di vita** dal sistema oggetto di studio (foreground system), occorre definire i processi indiretti attivati da ciascuno di questi processi (background system)

Raccolta dati (foreground e background system)

Inventario per ciascun elemento lungo il ciclo di vita

consumo di risorse	g (sabbia, argilla, bauxite,...)
consumo di energia	MJ (rinnovabile, non rinnovabile,...)
consumo di acqua	l
emissioni in aria	g (CO ₂ , CH ₄ , SO _x , NO _x , HCl, HF...)
emissioni in acqua	g (BOD, COD, N,...)
emissioni in suolo (rifiuti solidi)	g (pericolosi, non pericolosi)

Dati primari, secondari, terziari

I dati LCI possono essere:

- ✓ specifici, provenienti da rilevamenti diretti (**dati primari**)
- ✓ medi, da banca dati (**dati secondari**)
- ✓ generici, da studi in letteratura (**dati terziari**)

Il controllo della qualità dei dati dipende dai requisiti derivanti dall'obiettivo del lavoro. L'approfondimento e l'ampiezza della LCA possono differire notevolmente a seconda dell'obiettivo di un LCA.

- ✓ LCA dettagliata
- ✓ LCA semplificata

Dati primari, secondari, terziari

Obiettivo della elaborazione di dati LCI può essere:

- ✓ **Interno**
- ✓ **Esterno**
- ✓ **Banca dati**

I dati LCI possono essere usati per modellare una LCA al fine di:

- ✓ **ottimizzazione ambientale di un processo o di un prodotto**
- ✓ **comunicazione ambientale (es. Environmental Product Declaration)**
- ✓ **comparazione tra alternative (supporto alle scelte)**
- ✓ **definizione di linee guida o strategie politiche**
- ✓ **ecodesign**

Dati primari, secondari, terziari

Identifico le quantità di materiali di 1 finestra (**dati primari** raccolti da me):

- 25 kg di alluminio
- 2 kg EPDM
- 32 kg di vetro

e cerco i **dati secondari** nel database (background system) relativi ai consumi di materie prime, energia, acqua, emissioni in aria, acqua, suolo per ciascuno dei materiali coinvolti

Dati primari, secondari, terziari

Identifico le quantità di flussi di 1 kg di alluminio (**dati primari** raccolti da me) del processo produttivo in stabilimento (foreground system)

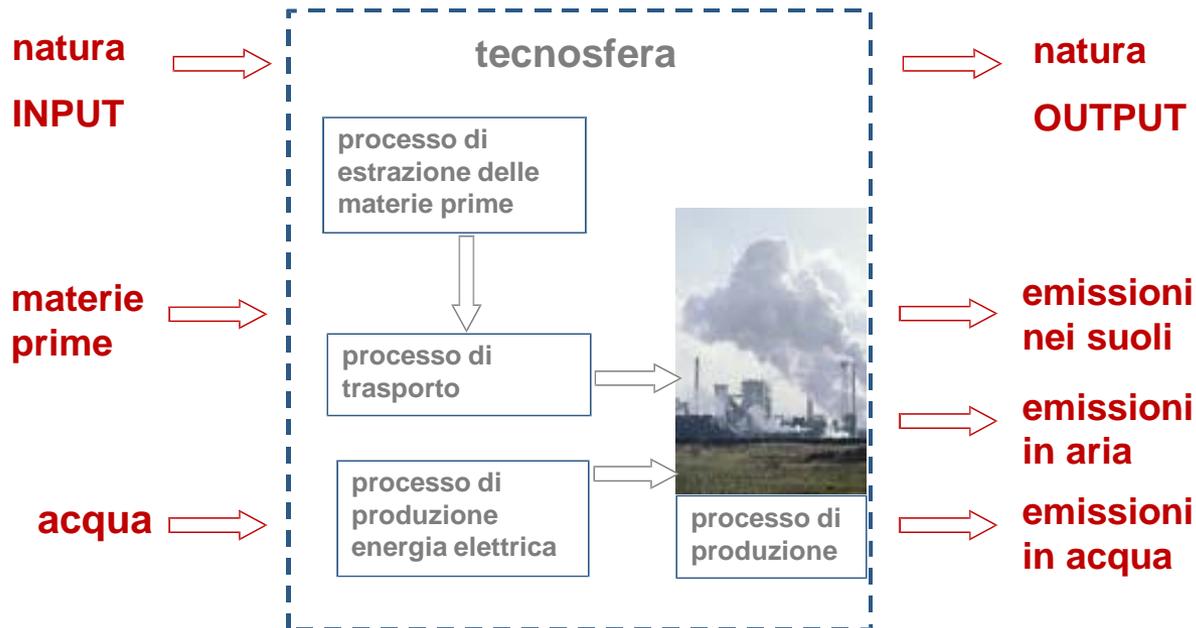
INPUT: kg materie prime, litri di acqua, MJ energia (MJ energia elettrica, m³ di metano, ecc.)

OUTPUT: emissioni in aria (kg di CO₂, ecc.), emissioni in acqua, rifiuti

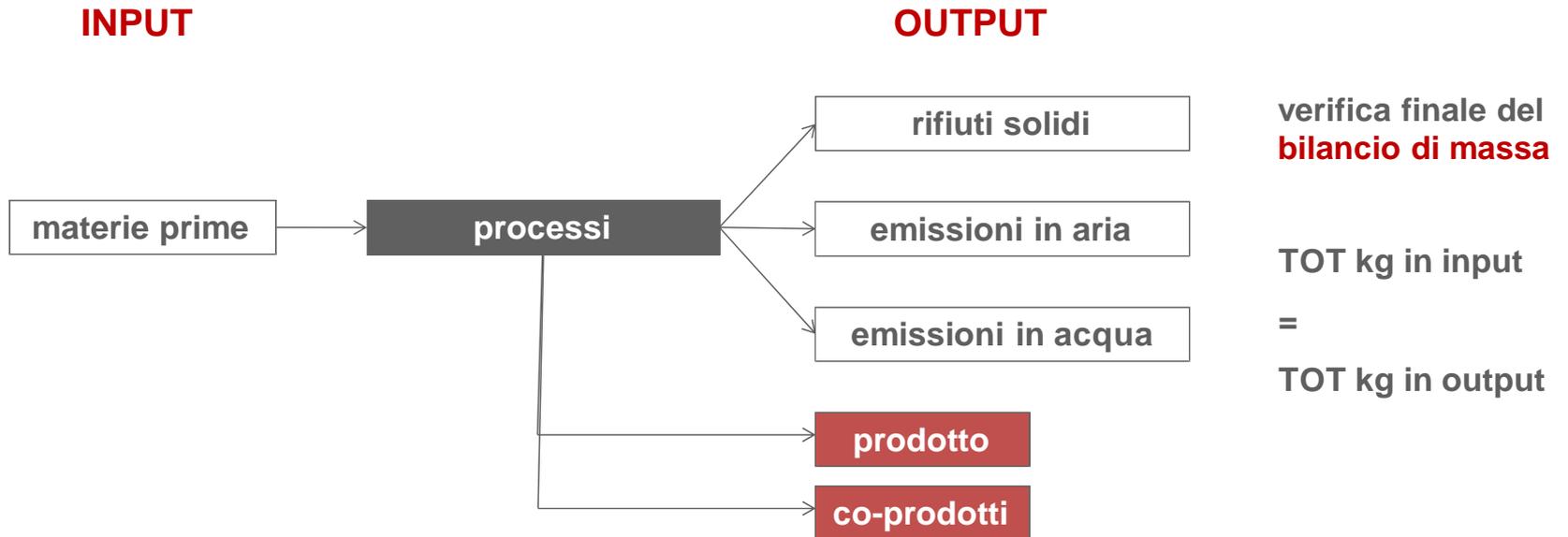
e cerco i **dati secondari** nel database (background system) relative a consumi di materie prime, energia, acqua emissioni in aria, acqua, suolo per ciascuno dei flussi non elementari (es. fornitura EE e metano)

Inventario

Alla fine della catena dei flussi da processo a processo, i dati di inventario LCI devono essere costituiti da **flussi elementari**



inventario



inventario

Inventario

1 kg Cement, Portland {Europe without Switzerland}| production | Alloc D

Sostanza	Compartim	Unità	Cement, Portland
Acenaphthene	Aria	pg	666.7172
Acenaphthene	Acqua	ng	10.49652
Acenaphthylene	Aria	pg	53.18133
Acenaphthylene	Acqua	pg	656.4545
Acephate	Aria	pg	223.5599
Acephate	Terreno	ng	738.6516
Acetaldehyde	Aria	µg	90.14658
Acetaldehyde	Acqua	ng	709.502
Acetamide	Aria	pg	55.0328
Acetamide	Terreno	ng	104.1375
Acetic acid	Aria	µg	148.5255
Acetic acid	Acqua	µg	2.289153
Acetochlor	Terreno	ng	34.96732
Acetone	Aria	µg	42.4184
Acetone	Acqua	ng	55.29997
Acetonitrile	Aria	ng	499.4576
Acetonitrile	Acqua	pg	526.9633
Acetyl chloride	Acqua	pg	926.0425
Acidity, unspecified	Acqua	µg	3.719454

Alla fine, i dati di inventario LCI devono essere costituiti da flussi elementari

Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

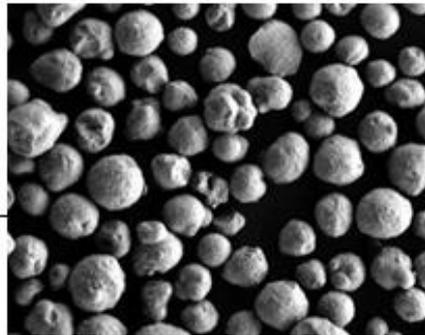
Esempio:

prodotto oggetto di analisi: 1 tonnellata di alluminio.

Occorre definire i quantitativi coinvolti risalendo lungo la filiera.



4 t bauxite



2 t allumina



1 t alluminio

Life Cycle Inventory (LCI)

Raccolta dati

Tipologia di dati:

- Dati primari: specifici, provenienti da rilevamenti diretti
- Dati secondari: dati medi provenienti da database ambientali
- Dati terziari: dati generici provenienti da studi di letteratura.

Life Cycle Inventory (LCI)

Dati da raccogliere

I dati da raccogliere possono essere quantitativi, descrittivi e qualitativi.

I dati quantitativi sono gli input e gli output:

- Input di materie prime e di energia, input di materiali ausiliari, altri input fisici (ad esempio, uso del suolo);
- Prodotti;
- Emissioni in aria, acqua e suolo, rifiuti e altri aspetti ambientali (ad esempio, il rumore).

Informazioni qualitative: periodo al quale i dati si riferiscono, tecnologia adottata nel processo produttivo, provenienza delle materie prime, localizzazione del processo.

Life Cycle Inventory (LCI)

Dati da raccogliere

I dati da raccogliere possono essere quantitativi, descrittivi e qualitativi.

Inoltre devono essere raccolti i dati necessari per risolvere i problemi di allocazione:

- Pesi dei prodotti;
- Prezzi dei prodotti;
- Relazione fisiche tra i flussi.

Dati relativi al trasporto: distanze percorse, mezzi di trasporto.

Dati relativi alle bollette (elettricità, acqua, altri combustibili ...)

Life Cycle Inventory (LCI)

Fonti di dati

Uno dei problemi della LCA è che le competenze dell'analista non coprono tutte le tecnologie adoperate nel ciclo di vita del prodotto.

Quindi, l'analista non ha accesso a tutte le fonti rilevanti di dati.

Possibili strategie di ricerca dei dati:

- Conoscenze diretta
- Database
- Studi scientifici
- Sperimentazioni dirette
- Questionari ai fornitori di dati, agli esperti, ecc.



Life Cycle Inventory (LCI)

Database

Creati da:

- Università (ad esempio, Delft University)
- Istituti di ricerca pubblici
- Agenzie per la protezione industriale
- Associazioni di categoria industriali
- Società di consulenza ambientale

Life Cycle Inventory (LCI)

Database



JOINT RESEARCH CENTRE

LCA Tools, Services, Data and Studies

European Commission > JRC > IES > LCT > European Platform on LCA > LCA Info Hub

Main Menu
Home
Introduction to LCA
ELCD database
LCA Resources Directory
- User Guidance
- Providers
- Databases
- Search
- Services
- Tools
- Studies
- Add/Edit entry (study only)
Links
Glossary

List of databases



This page lists databases for your search or chosen category. Click on the name of the database to see the description of the database

Database + version	Supplier	Database Languages
CPM LCA Database	Center for Environmental Assessment of Product and Material Systems - CPM	English
DEAM™	Ecobilan - PricewaterhouseCoopers	English
DEAM™ Impact	Ecobilan - PricewaterhouseCoopers	English
DIM 1.0	ENEA - Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment	Italian English
ECODESIGN X-Pro database V1.0	EcoMundo	English
ecoinvent Data v1.3	ecoinvent Centre	Japanese English
EIME V8.0	Bureau Veritas CODDE	Spanish French English
EIME V9.0	Bureau Veritas CODDE	Spanish French English
erawdf	AQUA+TECH Specialities	Aymara
esu-services database v1	ESU-services Ltd.	German English
Eurofer data sets	EUROFER	English
GaBi databases 2006	PE International GmbH	Japanese German English
GEMIS 4.4	Oeko-Institut (Institute for applied Ecology), Darmstadt Office	Spanish Czech German English
IO-database for Denmark 1999	2-0 LCA consultants	English

La qualità dei dati di inventario

Alcuni requisiti di qualità dei dati

- ✓ rappresentatività temporale (es. periodo delle misurazioni)
- ✓ rappresentatività geografica (es. mix energetico nazionale)
- ✓ rappresentatività tecnologica (tecnologia specifica o mix tecnologico)
- ✓ precisione: misura della variabilità dei dati (es. varianza)
- ✓ completezza: quantità di flussi considerati
- ✓ fonte dei dati e loro significatività
- ✓ incertezza dell'informazione (es. dati e assunzioni, come durata)

La qualità dei dati di inventario

Rappresentatività geografica (es. mix energetico)

- ✓ Dato primario relativo al mix energetico di quello stabilimento produttivo (es. fornitore di energia elettrica)
- ✓ Dato statistico relativo al mix energetico nazionale
- ✓ Dato statistico relativo al mix energetico europeo

La qualità dei dati di inventario (dati e metadati)

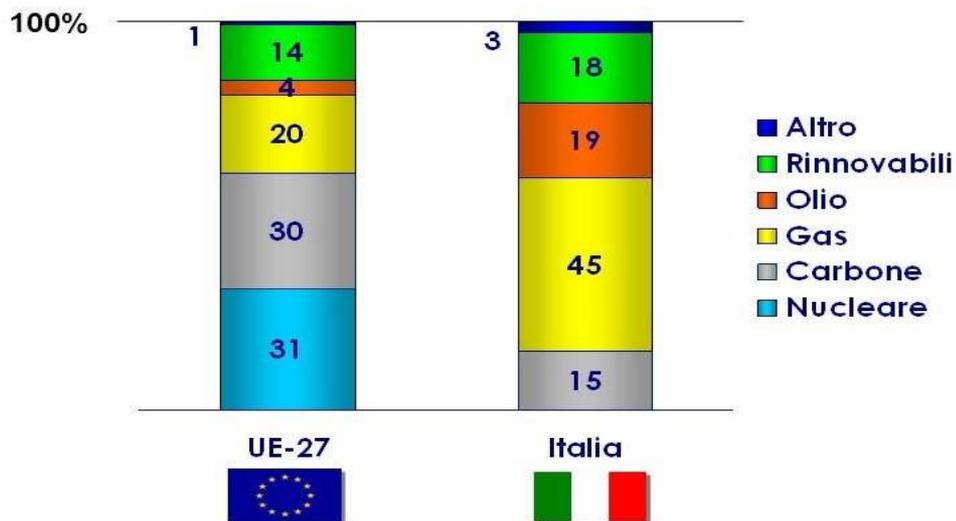
rappresentatività geografica (es. mix energetico specifico o nazionale)

Composizione del mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia elettrica venduta da A2A Energia SpA nel 2010		Composizione del mix medio nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2010	
	Anno 2010		Anno 2010
Fonti primarie utilizzate	%		%
- Fonti rinnovabili	25,4%		35,2%
- Carbone	14,4%		12,8%
- Gas naturale	49,6%		43,1%
- Prodotti petroliferi	1,9%		1,7%
- Nucleare	1,2%		1,2%
- Altre fonti	7,5%		6,0%

La qualità dei dati di inventario (dati e metadati)

rappresentatività geografica (es. mix energetico nazionale o europeo)

Mix di fonti per la produzione di energia elettrica: confronto UE-27 ed Italia



Fonte: Commissione Europea, EU policy data, 2007

Life Cycle Inventory (LCI)

Analisi energetica

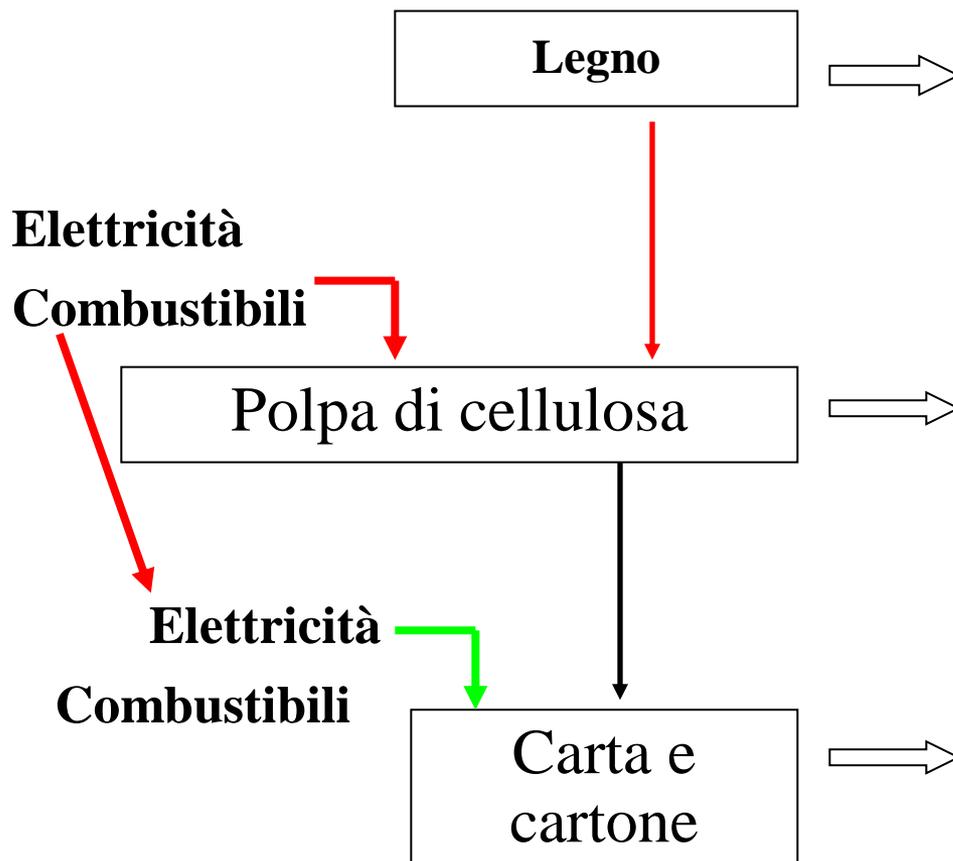
Il consumo complessivo di energia di un sistema è definito “Global Energy Requirement (GER)” ed è il risultato della somma di:

- **Energia diretta:** rappresenta la quota di energia consumata per il funzionamento del processo principale.
- **Energia indiretta:** rappresenta l’energia richiesta per produrre e trasportare i prodotti utilizzati nel processo principale.
- **Energia di feedstock:** è l’energia contenuta nei materiali potenzialmente combustibili, che nel processo sono utilizzati come tali e non come combustibili.

L’energia di feedstock può essere recuperata quando il prodotto giunge a fine vita, ad esempio, mediante un processo di termovalorizzazione.

Life Cycle Inventory (LCI)

Analisi energetica



ENERGIA DI FEEDSTOCK:

Il legno è utilizzato come materia prima, ha un potere calorifico di 20 MJ/kg

ENERGIA INDIRETTA:

Energia consumata durante la produzione dei materiali di input (trasformazione della materia prima)

ENERGIA DIRETTA:

Energia consumata direttamente durante la produzione di carta e cartone

Life Cycle Inventory (LCI)

Analisi energetica: l'energia primaria

I combustibili fossili sono detti “combustibili primari” e assieme alle risorse energetiche rinnovabili (eolica, solare e idroelettrica), costituiscono le cosiddette “fonti energetiche primarie”.

Le forme di energia derivate da un combustibile primario sono indicate con il termine “combustibili derivati”.

Energia primaria

Energia contenuta in una risorsa naturale (ad esempio, carbone, greggio, energia solare, uranio) che non ha subito nessuna conversione o trasformazione da parte dell'uomo.

Generalmente tutte le fonti energetiche, quando sono messe a disposizione dell'utenza, hanno subito dei processi di estrazione, trattamento, raffinazione e trasporto. Per cui per tutte le fonti energetiche si parla di contenuto primario di energia o energia primaria.

Life Cycle Inventory (LCI)

Processi multi-output: Allocazione

Pochi processi industriali producono un singolo flusso in uscita o sono fondati su una linearità fra materie prime in ingresso ed entità in uscita.

La maggioranza dei processi industriali ha più di un prodotto (processi multi-output) oppure ricicla i prodotti intermedi o di scarto come materie prime seconde di un altro processo produttivo (dopo averli sottoposti ad eventuali trattamenti).

Uno dei problemi connessi alla LCA riguarda la ripartizione di consumi e impatti relativi a prodotti differenti generati in un unico processo di produzione. Tale procedura è denominata **allocazione**.

Allocatione: Ripartizione dei flussi in entrata e in uscita di un processo o di un servizio tra il prodotto/servizio oggetto di analisi e uno più co-prodotti.

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

In caso di processo multi-output:

Step 1: Quando possibile, si dovrebbe evitare l'allocazione mediante:

- 1) Suddividere l'unità di processo in due o più sottoprocessi e raccogliere i dati in ingresso e in uscita relativi a tali sottoprocessi

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

Esempio: *Co-produzione di farina, pula, semola e crusca.*



Il grano è macinato per ottenere **farina** e un co-prodotto è la **crusca**, che è principalmente utilizzata come mangime per animali. Il processo di macinazione è necessario solamente per la produzione di farina. Quindi il processo dovrebbe essere incluso unicamente per la produzione di farina. I processi precedenti sono necessari per tutti i prodotti e pertanto per tali processi è necessario effettuare l'allocazione.

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

In caso di processo multi-output:

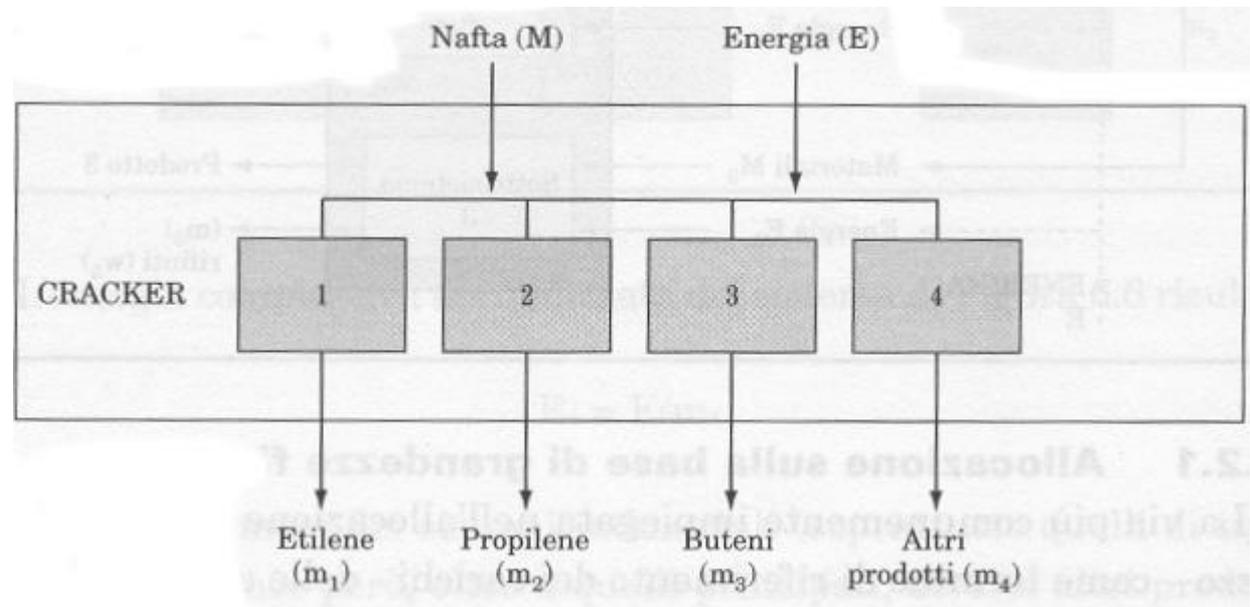
Step 2: Ove l'allocazione non può essere evitata, i flussi in ingresso e in uscita dal sistema dovrebbero essere ripartiti tra i prodotti in modo tale da riflettere le relazioni fisiche, cioè, essi devono riflettere il modo in cui i flussi in ingresso e in uscita sono modificati, con trasformazioni quantitative, nei prodotti o nelle funzioni fornite dal sistema.

La somma dei flussi allocati in ingresso e in uscita di un'unità di processo deve essere uguale ai flussi in ingresso e in uscita non allocati dell'unità di processo.

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

Processo di Cracking della Nafta



Allocazione di massa per l'etilene:

$$I_{\text{ETILENE}} = I * m_1 / (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)$$

Allocazione basata sull'entalpia per l'etilene:

$$I_{\text{ETILENE}} = I * m_1 \Delta H_1 / (m_1 \Delta H_1 + m_2 \Delta H_2 + m_3 \Delta H_3 + m_4 \Delta H_4)$$

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

In caso di processo multi-output:

Step 3: Ove le relazioni fisiche non possono essere stabilite o utilizzate come base per l'allocazione, i flussi in ingresso dovrebbero essere allocati tra i prodotti e le funzioni in modo che riflettano le altre relazioni esistenti fra loro. Per esempio, il valore economico dei prodotti.

Life Cycle Inventory (LCI)

Allocazione

Esempio: consideriamo un processo che produce due prodotti A e B, consumando 800 kg di acqua

Informazioni:

Peso di A = 750 kg; Prezzo di A= 1.000 €/kg

Peso di B = 250 kg; Prezzo di B= 3.000 €/kg

Allocazione di massa:

Acqua consumata per il prodotto A:

$$(W_A) = (750 \cdot 800) / (750 + 250) = 600 \text{ kg}$$

Acqua consumata per il prodotto B

$$(W_B) = (250 \cdot 800) / (750 + 250) = 200 \text{ kg}$$

Allocazione economica:

Acqua consumata per il prodotto A:

$$(W_A) = (1.000 \cdot 750 \cdot 800) / (1000 \cdot 750 + 3000 \cdot 250) = 400 \text{ kg}$$

Acqua consumata per il prodotto B

$$(W_B) = (3.000 \cdot 250 \cdot 800) / (1000 \cdot 750 + 3000 \cdot 250) = 400 \text{ kg}$$

Life Cycle Inventory (LCI)

Riuso:

il rifiuto è utilizzato dopo un eventuale trattamento per la stessa o per altre funzioni.

Riciclo:

il rifiuto subisce un trattamento che permette di estrarre e riutilizzare le sostanze utili.

Recupero energetico:

i rifiuti sono inceneriti allo scopo di recuperare calore.

Il trattamento, la movimentazione ed il trasporto dei prodotti a fine vita comportano un aumento dei consumi energetici e di materiali e delle emissioni, ma permettono anche una diminuzione del consumo globale di energia e dell'impatto ambientale dovuto:

- alla riduzione del consumo di materiali vergini in ingresso,
- al fatto che non sono stati inviati in discarica.

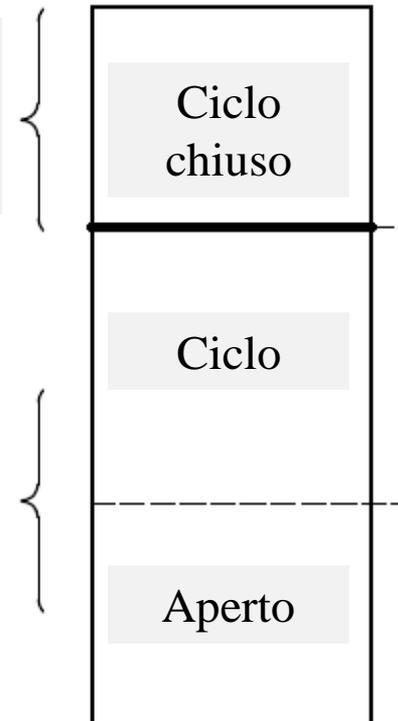
In una LCA è importante valutare e confrontare:

- Il consumo di energia e di materie prime e gli impatti ambientali causati durante il trattamento dei rifiuti.
- Il consumo di energia e di materie prime e gli impatti ambientali connessi all'uso di materiali vergini e all'uso delle discariche per lo smaltimento dei rifiuti.

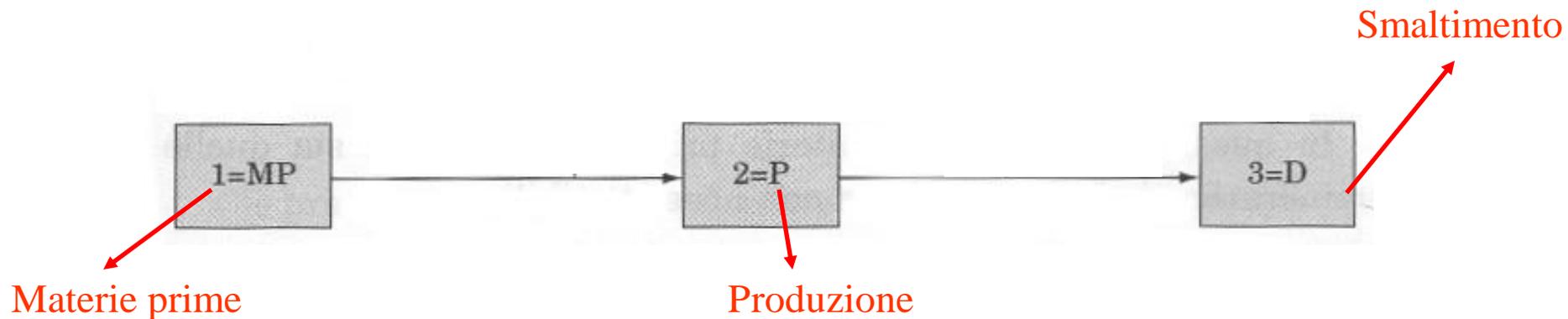
Sistemi a ciclo chiuso e sistemi a ciclo aperto

Il materiale destinato al riciclo rientra in circolo nel medesimo processo che lo ha generato

Il materiale scartato dalle linee di produzione, o quello giunto alla fine della propria vita utile, è utilizzato in un processo diverso da quello originario

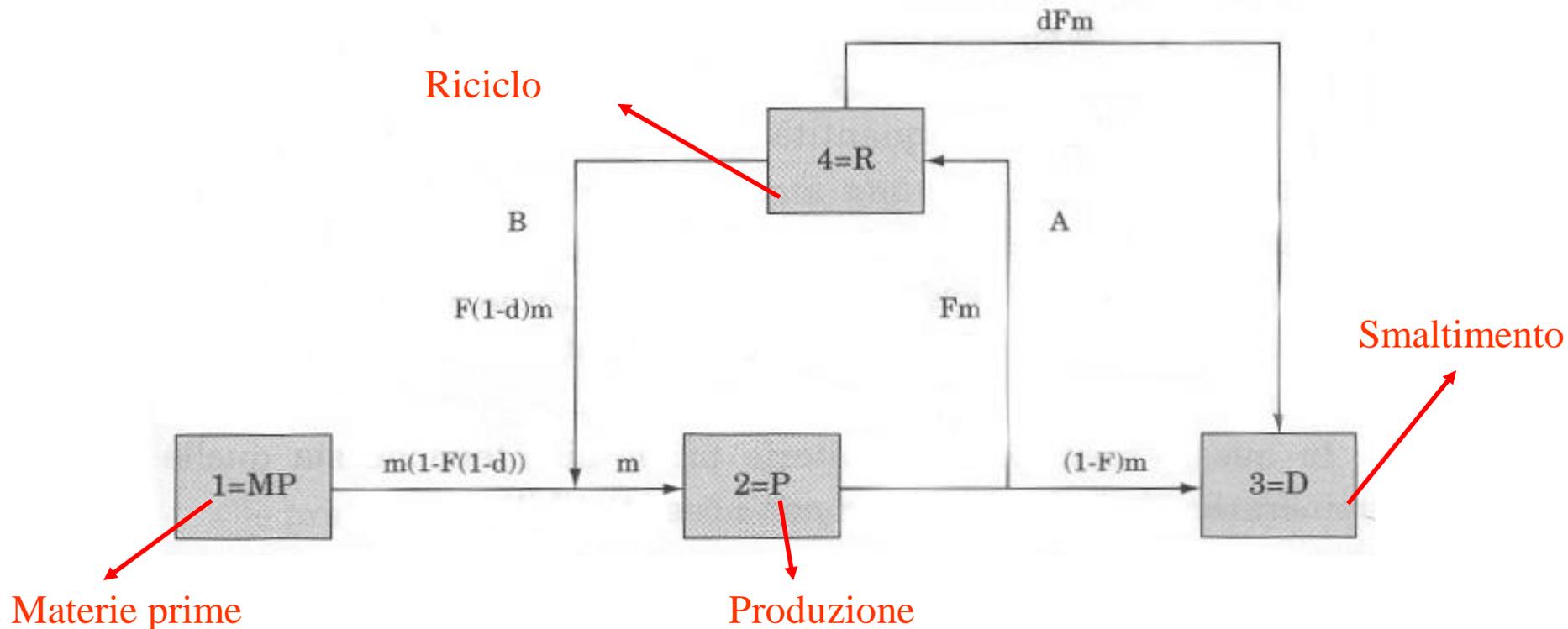


Sistema a ciclo chiuso: il rifiuto è utilizzato nello stesso processo produttivo, sostituendo i materiali vergini in ingresso.

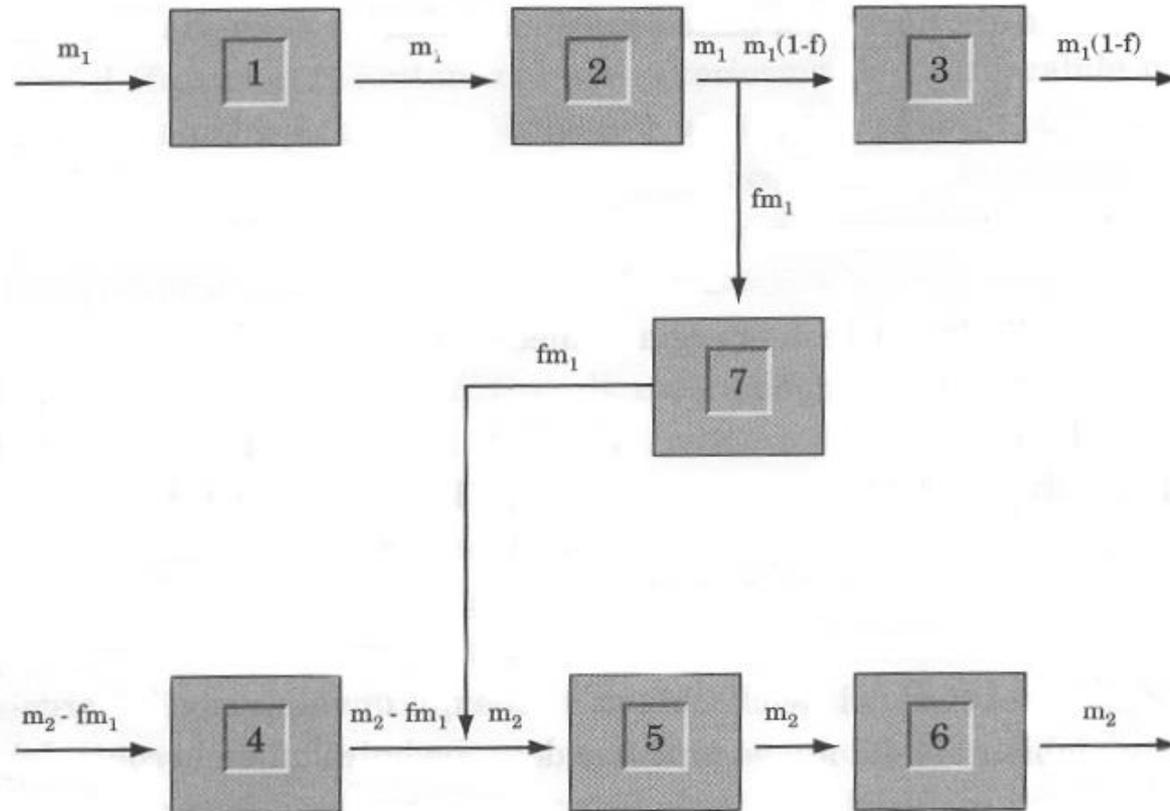


Sistema a ciclo chiuso: il rifiuto è utilizzato nello stesso processo produttivo, sostituendo i materiali vergini in ingresso.

m = quantità di materiale, F = percentuale del riutilizzo, $F \cdot m$ = quantità avviata al riutilizzo, d = parte di $F \cdot m$ non recuperabile



Il sistema a ciclo aperto: il rifiuto è utilizzato in un processo diverso da quello originario, sostituendo i materiali vergini in ingresso.



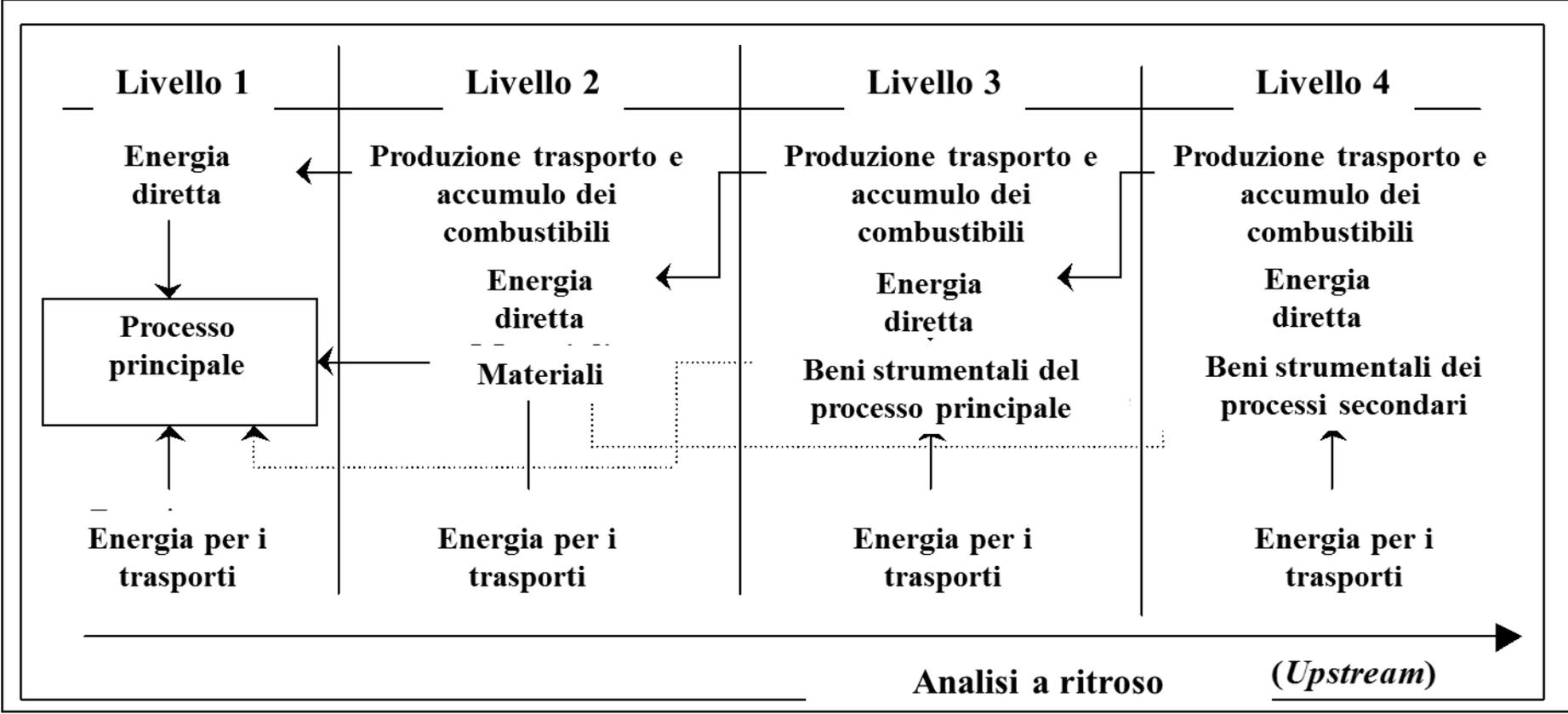
Life Cycle Inventory (LCI)

Metodi di calcolo: il metodo sequenziale

Approccio bottom-up: partendo dall'analisi dettagliata di una specifica unità di processo (main process) e successivamente correlando tali dati con altri processi.

In genere l'analisi ha inizio con la valutazione del processo produttivo fondamentale: si procede poi a ritroso, valutando i contributi che intervengono direttamente ed indirettamente nel processo produttivo.

Metodi di calcolo: il metodo sequenziale



Metodi di calcolo: il metodo sequenziale

