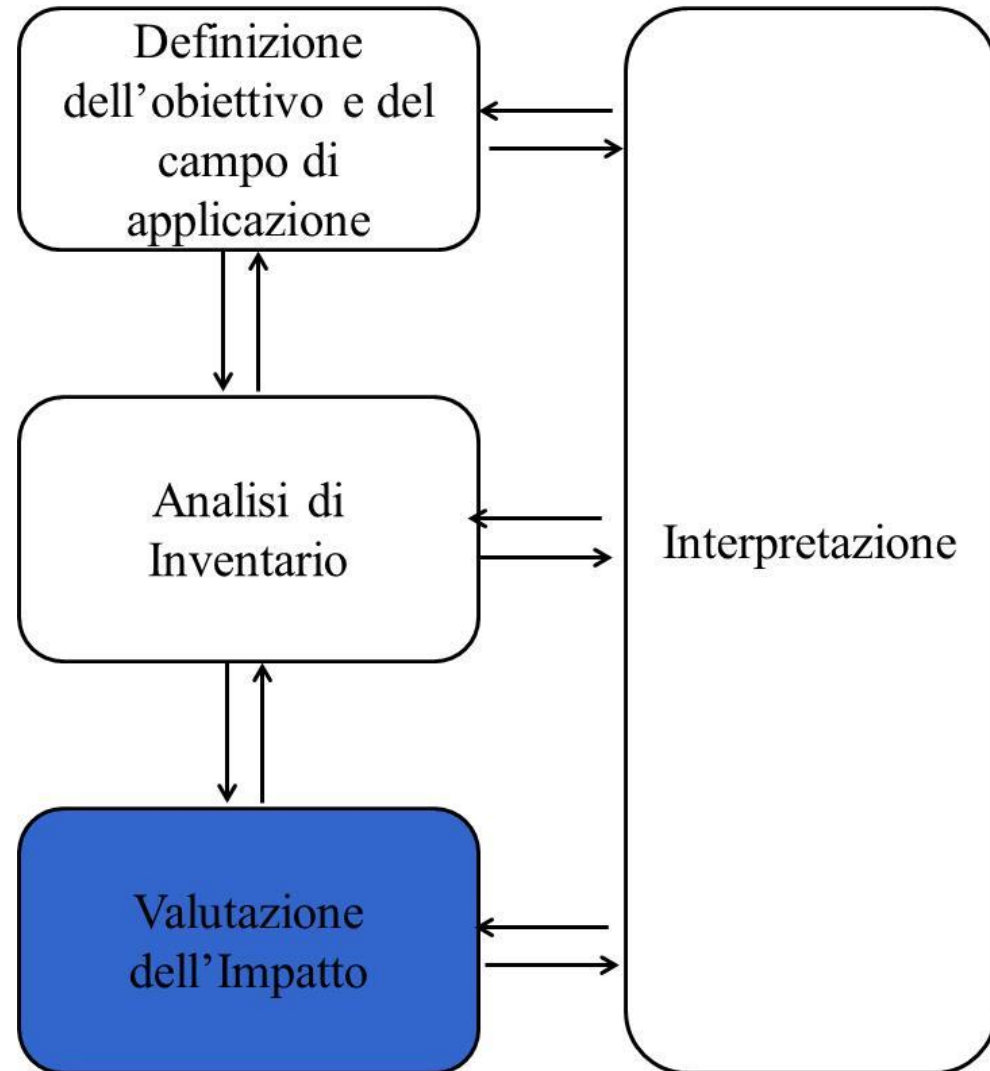


Analisi degli impatti di ciclo di vita

La terza fase della LCA ha lo scopo di comprendere la portata e la significatività ambientale dei potenziali impatti ambientali connessi a un sistema di prodotto attraverso l'intero ciclo di vita, utilizzando i risultati della LCI.



Analisi degli impatti di ciclo di vita

In generale questo procedimento comporta l'associazione dei dati d'inventario a specifiche categorie di impatto ambientale e indicatori di categoria.

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Lo scopo di questa fase è di rendere più comprensibili i risultati dell'analisi di inventario e di migliorarne la comunicabilità e la leggibilità.

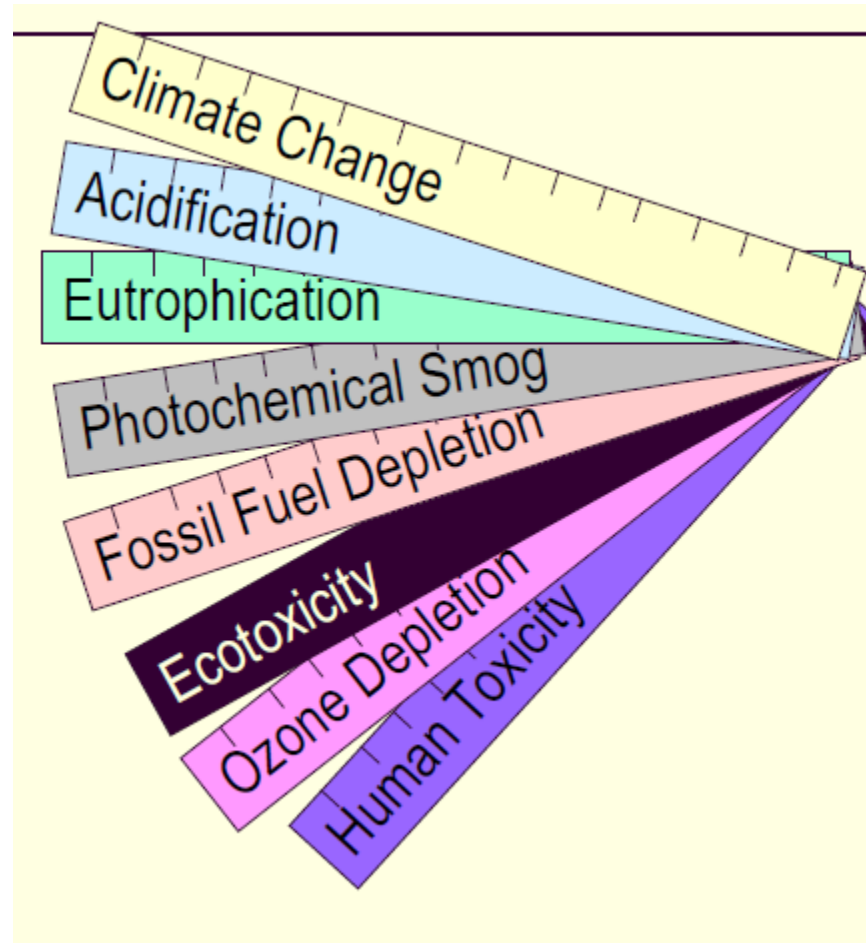
N.	Sostanza	Compartimenti	Unità	Totale	Polypropilene, grammi, at.	Gass, mkg/BER S demc	Fraction mkg/BER S	Heat, natural gas, mkg/BER S
1	Acetophenone	Aria	kg	511	0,207	153	208	0,311
2	Acetophenone	Aria	kg	28,8	0,022	20,8	4,82	0,291
3	Acetophenone	Acqua	kg	2,40	0,000112	0,11	0,302	0,182
4	Acetophenone	Aria	kg	525	0,0245	495	30,6	5,51
5	Acetic acid	Aria	kg	4,24	0,000112	1,87	1,72	0,840
6	Acetic acid	Acqua	kg	82,1	0,0231	4,57	77,4	0,347
7	Acetone	Aria	kg	520	0,0271	462	80	1,77
8	Acetyl, unspecified	Acqua	kg	11,5	0,025	0,255	0,43	0,80185
9	Acetilen	Terrano	kg	389	2,64	1,88	62,7	0,586
10	Acetone	Aria	kg	48,8	0,128	85,2	28,0	1,74
11	Acetone, radioactive, unspecified	Aria	kg	88,5	0,0233	26,5	86,3	1,41
12	Acetone, radioactive, unspecified	Acqua	kg	11,7	0,00332	3,9	7,72	0,165
13	Acetone, radioactive, unspecified	Aria	kg	1,7	0,000403	0,831	1,12	0,238
14	Acetone, unspecified	Aria	kg	85,1	0,443	1,79	96,5	0,146
15	Aluminium	Prima	kg	382	22	221	68	2,81
16	Aluminium	Aria	kg	32,8	0,0433	7,74	4,96	0,232
17	Aluminium	Acqua	kg	285	33,3	1,89	1,88	4,52
18	Aluminium	Terrano	kg	4,03	0,00022	2,78	0,81	0,809
19	Aluminium	Aria	kg	26,7	0,0267	23,2	0,27	0,27
20	Ammoniac carbonate	Aria	kg	246	0,288	47,4	289	8,28
21	Ammoniac, on	Acqua	kg	5,76	1,91	6,92	3,934	0,0229
22	Anhydrite	Prima	kg	669	522	26,3	117	3,151
23	Antimony	Aria	kg	3,98	0,00180	2,27	1,7	0,122
24	Antimony	Acqua	kg	1,34	0,165	3,259	3,281	0,00296
25	Antimony	Terrano	kg	26,3	4,328	26,3	4,088	8,288
26	Antimony-122	Acqua	kg	3,78	0,00194	1,49	2,27	0,029
27	Antimony-124	Aria	kg	6,28	0,115	3,5	3,52	0,146
28	Antimony-124	Acqua	kg	1,88	0,00072	0,822	1,21	0,028
29	Antimony-124	Aria	kg	97,5	0,141	37,8	58,7	1,51
30	Antimony-125	Acqua	kg	1,1	0,00037	0,531	1,04	0,0252
31	ASL, Acetobacter Digeus Heligenus D	Acqua	kg	29	0,0000	0,41	21,8	0,062
32	Argon-40	Aria	kg	1,88	0,00258	0,248	0,71	0,276
33	Argon-40	Aria	kg	71	0,0232	37,3	32,8	0,887
34	Arsenic	Acqua	kg	940	25,7	399	140	11,8
35	Arsenic	Terrano	kg	17,5	0,00081	17,1	0,237	0,243
36	Arsenite	Terrano	kg	791	1,48	489	304	24,4
37	Bario	Prima	kg	692	0,265	490	184	130
38	Bario	Acqua	kg	49,8	0,00026	21,1	8,78	28,8
39	Bario	Aria	kg	395,6	0,0344	41,3	38,9	0,427
40	Bario	Acqua	kg	20,7	0,0159	7,32	3,35	0,136
41	Bario	Terrano	kg	2,88	0,000411	1,88	0,271	0,383
42	Bario-140	Aria	kg	6,37	0,0015	2,44	3,82	0,065
43	Bario-140	Acqua	kg	25,6	0,0236	6,26	8,93	0,258
44	Bario-141	Prima	kg	138	0,182	102	34,3	3,84
45	Benzopirene	Terrano	kg	96,1	3,89	29,9	31,9	8,3

Il risultato dell'analisi di inventario consiste in un numero di parametri compreso tra 50 e 200, o anche superiore. Pertanto, l'analisi dei risultati risulta complessa.

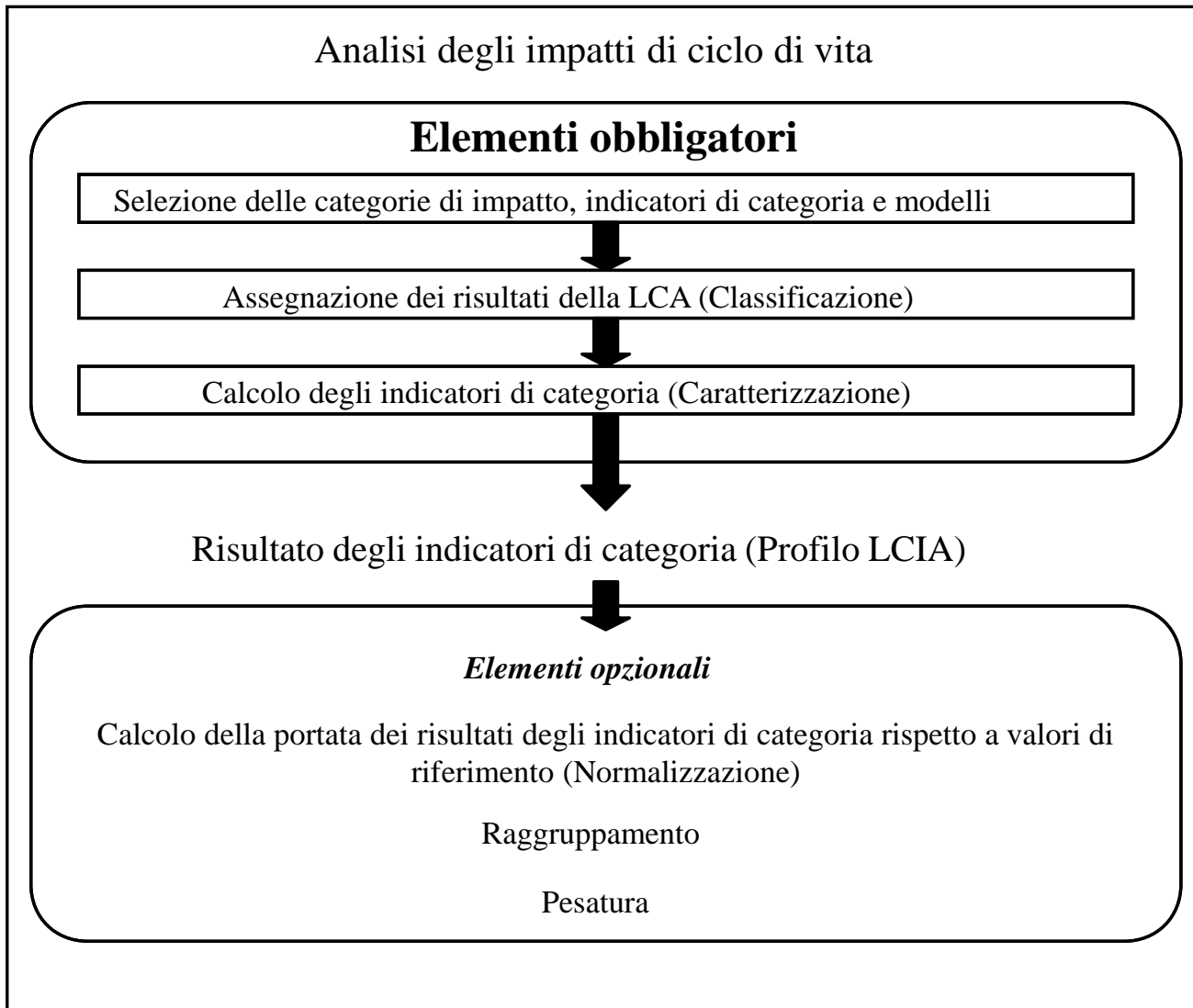
La LCIA consente di sintetizzare il numero di parametri in circa 8-10 categorie di impatto ambientale

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Alcuni indicatori di categoria di impatto



Analisi degli impatti di ciclo di vita



Nei software di LCA, i metodi di LCIA sono pronti per l'uso e includono la maggior parte degli step di questa fase. Pertanto, i calcoli non sono effettuati direttamente dall'analista LCA.

Analisi degli impatti di ciclo di vita



Analisi degli impatti di ciclo di vita

Categorie di indicatori di impatto:

Categorie di impatto Midpoint (approccio orientato al problema), traducono gli impatti in un fenomeno reale, ad esempio il cambiamento climatico, l'acidificazione, la tossicità umana, ecc.

Categorie di impatto Endpoint (approccio orientato al danno) traducono gli impatti ambientali in problematiche di interesse, ad esempio, la salute umana, l'ambiente naturale, e le risorse naturali.

Categorie di impatto midpoint:

- Depauperamento delle risorse abiotiche
- Uso del suolo
- Cambiamento climatico
- Acidificazione
- Eutrofizzazione
- Tossicità umana

Categorie di impatto endpoint:

- Danno alla salute umana
- Danno all'ecosistema
- Danno alla disponibilità di risorse

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Selezione delle categorie di impatto, degli indicatori e dei modelli di caratterizzazione

Nello studio LCA, occorre indicare chiaramente tutte le informazioni e le fonti relative alle categorie di impatto, agli indicatori di categoria e ai modelli di caratterizzazione scelti per effettuare l'analisi.

I modelli di caratterizzazione rappresentano i meccanismi ambientali attraverso la descrizione delle relazioni che intercorrono tra i risultati dell'analisi di inventario e gli indicatori di categoria.

Attraverso i modelli di caratterizzazione si ottengono i fattori di caratterizzazione. Per meccanismo ambientale si intende l'insieme dei processi ambientali connessi alla caratterizzazione degli impatti.

Analisi degli impatti di ciclo di vita

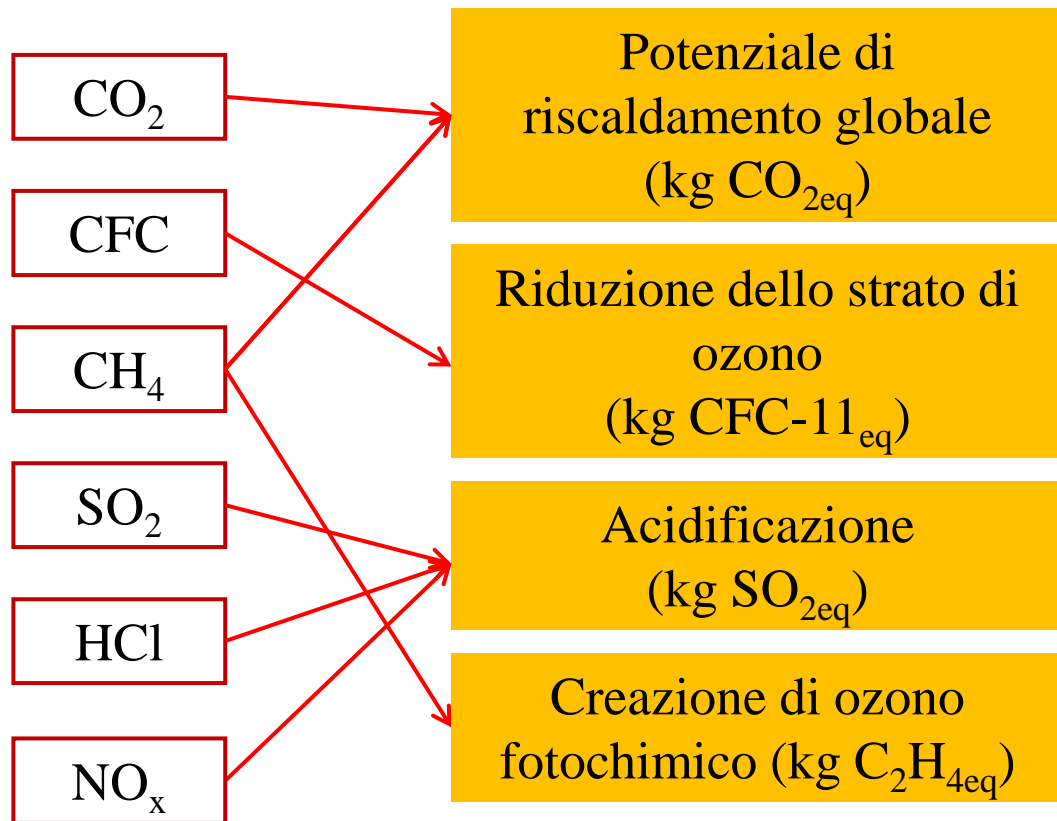
Selezione delle categorie di impatto, degli indicatori e dei modelli di caratterizzazione

Raccomandazioni per la selezione delle categorie di impatto, degli indicatori di categoria e dei modelli di caratterizzazione:

- devono essere incluse tutte le categorie di impatto su cui il sistema potrebbe potenzialmente agire;
 - il modello di caratterizzazione di ogni indicatore di categoria deve essere basato su meccanismi ambientali chiaramente identificabili e osservazioni empiriche riproducibili;
 - le categorie di impatto, gli indicatori di categoria e i modelli di caratterizzazione devono essere riconosciuti a livello internazionale.
-

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Step1: Classificazione



**Consiste
nell'associazione dei
risultati
dell'inventario alle
categorie di impatto
selezionate.**

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Step 2: Caratterizzazione

La determinazione dell'indicatore di categoria (caratterizzazione) viene effettuata convertendo i risultati dell'analisi di inventario nella stessa unità di misura e aggregando i valori convertiti all'interno della stessa categoria di impatto. La conversione viene fatta attraverso i fattori di caratterizzazione. Il risultato di questa operazione è un indicatore numerico.

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Step 2: Caratterizzazione

Categoria di impatto	Emissioni	[kg/FU]	Fattore di caratterizzazione	Impatto
Potenziale di riscaldamento globale (kg CO_{2eq})	CO ₂	110	1	110
	CH ₄	0,19	23	4,37
	CFC-HCFC	0,002	4.600	9,2
	N ₂ O	0,001	296	0,296
	Totale			123,866

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Step 2: Caratterizzazione

Esempio:

Un sistema di prodotto causa le seguenti emissioni:

-50 kg of CO₂

-2 kg of CH₄

Entrambe le sostanze sono classificate come gas a effetto serra. Pertanto, contribuiscono al potenziale di riscaldamento globale (GWP).

Per calcolare il GWP causato dalle sostanze prese in considerazione è necessario identificare il fattore di caratterizzazione di ognuna di esse (CO₂ e CH₄):

- C.F. della CO₂ = 1 kg CO_{2eq}

-C.F. del CH₄ = 23 kg CO_{2eq}

Il GWP è:

$$50 \text{ kg of CO}_2 * 1 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} + 2 \text{ kg CH}_4 * 23 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} = 96 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}$$

Analisi degli impatti di ciclo di vita

Risultati
dell'inventario

Classificazione
Caratterizzazione

CO₂

GWP (kg CO_{2eq})

$$I_{GWP-SP} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot GWP_i$$

CFC

ODP (kg CFC-11_{eq})

$$I_{ODP-SP} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot ODP_i$$

CH₄

AP (kg SO_{2eq})

$$I_{AP-SP} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot AP_i$$

SO₂

HCl

POFP (kg C₂H_{4eq})

$$I_{POFP-SP} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot POFP_i$$

NO_x