



# best

*Best practices exchange and strategic tools for GPP*  
Scambio delle migliori pratiche e strumenti strategici per il GPP

## Valutazione del Ciclo di Vita

# LCA

è l'acronimo di **Life Cycle Assessment**  
Ossia: **Valutazione del Ciclo di Vita**

È uno strumento utilizzato per **analizzare l'impatto ambientale di un prodotto**, di un'attività o di un processo lungo tutte le fasi del ciclo di vita



attraverso la quantificazione dell'utilizzo delle risorse come energia, materie prime, acqua etc.

## Perché è utile il LCA

- ✓ Aumenta la conoscenza e la qualità della gestione dei processi produttivi
- ✓ Supporta decisioni nella progettazione di prodotti
- ✓ Permette la commercializzazione di un prodotto accompagnato da un'adeguata comunicazione ambientale

Per effettuare l'analisi LCA di un prodotto, bisogna **identificare i processi coinvolti nel ciclo di vita** di ciascun componente del prodotto e del suo packaging





- ✓ Estrazione e fornitura materie prime
- ✓ Produzione
- ✓ Imballaggio
- ✓ Trasporto dal sito di produzione al punto vendita
- ✓ Utilizzo
- ✓ Smaltimento del prodotto e del packaging



Le 4 fasi in  
dettaglio:

**Definizione degli obiettivi e campo di applicazione:**

vengono definiti gli obiettivi dello studio, l'unità funzionale (misura o quantità di prodotto presa come riferimento per l'analisi dell'impatto), i confini del sistema (ampiezza del sistema considerato)

**Inventario:**

è la fase in cui vengono quantificati gli input e le relative emissioni, per ciascuna fase del ciclo di vita

**Valutazione degli impatti:**

le informazioni ottenute durante la fase di inventario vengono classificate ed aggregate nelle diverse categorie di impatto

**Interpretazione dei risultati:** le informazioni e i risultati ottenuti vengono interpretati, per poi tradursi in raccomandazioni e interventi per la riduzione dell'impatto ambientale

Studiando nel dettaglio ogni aspetto relativo a ciascun componente del prodotto, la **LCA** permette di individuare quali sono le **fasi maggiormente impattanti** e che necessitano di interventi

### Struttura del LCA secondo la ISO 14040



## Goal and scope

È la fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, l'unità funzionale, i confini del sistema studiato, il fabbisogno e l'affidabilità dei dati, le assunzioni e i limiti dello studio



## Goal and scope

### Finalità dello studio:

applicazione prevista, motivazioni dello studio e il tipo di pubblico a cui è destinato

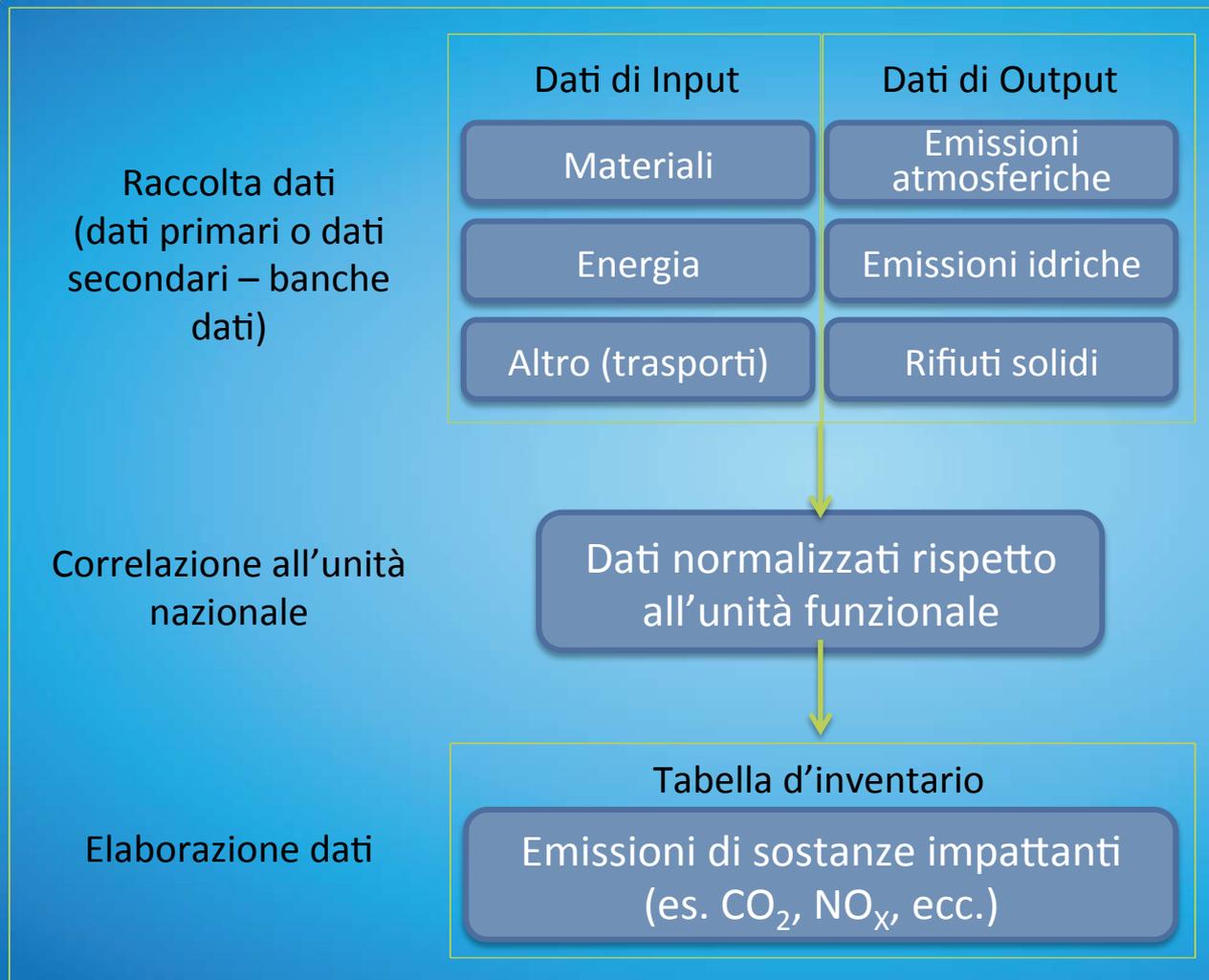
### Campo di applicazione dello studio:

- ✓ Riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita
- ✓ Confini del sistema (processi che si intendono includere nello studio e lasso di tempo considerato)
- ✓ Requisiti di qualità dei dati
- ✓ Tipo di revisione critica

### Unità funzionale:

unità di prodotto (quantità e/o funzione) a cui andranno riferiti tutti i dati e i risultati dello studio LCA

# Analisi d'inventario

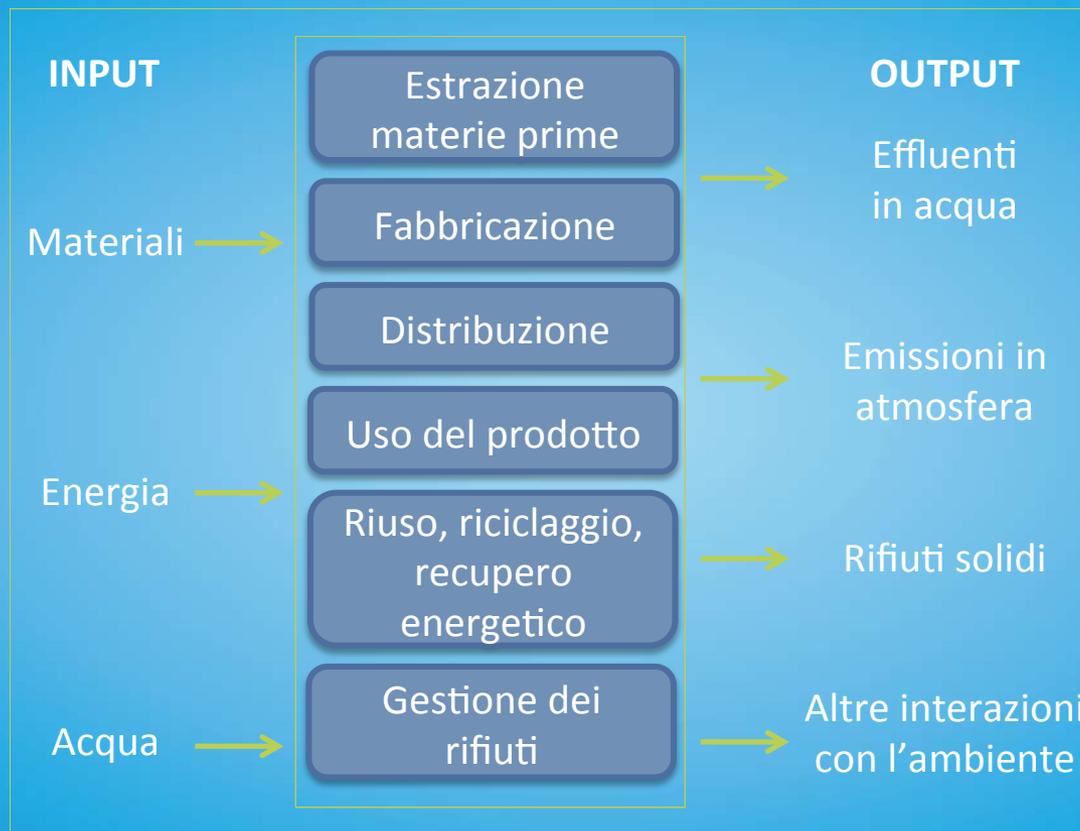


## Analisi d'inventario

La gestione ed elaborazione dati avviene mediante utilizzo di software che:

- ✓ consentono la modellizzazione del sistema analizzato
- ✓ comprendono banche dati relative a varie categorie: materiali, energia trasporti, processi, sistemi di recupero e smaltimento dei rifiuti
- ✓ contengono diverse metodologie di analisi degli impatti ambientali
- ✓ supportano la fase di elaborazione dei dati e di visualizzazione dei risultati

# Analisi d'inventario



## Valutazione degli impatti

È lo studio dell'impatto ambientale provocato dal processo o attività, ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni generate nell'ambiente a seguito del rilascio di rifiuti e dei consumi di risorse calcolati nell'inventario

In questa fase si produce il passaggio dal dato oggettivo (calcolato durante la fase di inventario) al giudizio di pericolosità ambientale



## Valutazione degli impatti

Associazione dei dati d'inventario a specifici impatti ambientali e approfondimento della comprensione di questi impatti



- ✓ **classificazione:** l'attribuire i dati d'inventario alle categorie d'impatto
- ✓ **caratterizzazione:** la modellazione dei dati d'inventario entro le categorie d'impatto
- ✓ **ponderazione:** aggregazione dei risultati

# Consumo di risorse e impatti ambientali – indicatori fondamentali

Materie prime (in kg), rinnovabili e non rinnovabili

Energia primaria non rinnovabile  $PEI_{nr}$  (in MJ)

Energia primaria rinnovabile  $PEI_{rinn}$  (in MJ)

Energia Incorporata (EI) in MJ/Kg

Effetto serra (Global Warming Potential, GWP) in Kg di CO<sub>2</sub> equivalente



Acidificazione (AP) in Kg di SO<sub>2</sub> equivalente

Eutrofizzazione (EP) in Kg di PO<sub>4</sub> equivalente (fosfati)

Smog fotochimico (POCP) in Kg di C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> equivalente (etilene)

Riduzione dello strato di ozono (Ozone Depletion Potential, ODP) in CFC<sub>11</sub> equivalente

Rifiuti, scarti, sottoprodotti, riciclabili e non riciclabili

Acqua (litri)



## Materie prime (in Kg), risorse rinnovabili o non rinnovabili



- ✓ Le risorse rinnovabili si possono riprodurre nel tempo. La quantità di risorse consumate viene rimpiazzata dalla quantità delle risorse rigenerate (es. i prodotti forestali – legno)
- ✓ La quantità della risorsa rinnovabile (stock) resta immutata nel tempo quando il tasso di consumo (o tasso di sfruttamento) è uguale al tasso di rigenerazione naturale della risorsa

Devono essere indicate tutte le materie prime e ausiliarie, rinnovabili e non rinnovabili

## Effetto serra (Global Warming Potential, GWP)

- ✓ L'indicatore effetto serra viene calcolato considerando, tra le sostanze emesse in aria, quelle che contribuiscono al potenziale riscaldamento globale del pianeta
- ✓ La quantità in massa di ciascuna sostanza, calcolata sull'intero ciclo di vita del prodotto, viene moltiplicata per un coefficiente di peso, chiamato potenziale di riscaldamento globale. Sommando poi i contributi delle varie sostanze si ottiene il valore aggregato dell'indicatore
- ✓ Le sostanze che contribuiscono all'effetto serra sono principalmente:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , CFC (clorofluorocarburi), gli HCFC (idroclorofluorocarburi) e gli HFC (idrofluorocarburi)
- ✓ La  $\text{CO}_2$  è la sostanza di riferimento per questo indicatore, vale a dire che il suo coefficiente di peso è uguale a 1 e i valori dell'indicatore sono espressi in kg di  $\text{CO}_2$  equivalente (kg  $\text{CO}_2$  eq)

# Effetto serra (Global Warming Potential, GWP)

Potenziale di riscaldamento globale a 100 anni

Composto	Formula	GWP <sub>100</sub> [kg CO <sub>2</sub> /kg gas]
Diossido di carbonio	CO <sub>2</sub>	1
Ossido di carbonio	CO	2
Metano	CH <sub>4</sub>	11
Ossido di azoto	N <sub>2</sub> O	320
CFC-11	CFCl <sub>3</sub>	4.000
CFC-12	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	8.500
Clorotrifluorometano (CFC-13)	CF <sub>3</sub> Cl	11.700
Tetrafluorometano (CFC-14)	CF <sub>4</sub>	9.300
HCFC-22	CHF <sub>2</sub> Cl	1.700
HCFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	3400
Halon-1301	CF <sub>3</sub> Br	5.600
Diclorometano	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	25
Cloroformio	CHCl <sub>3</sub>	15

*Fattori di standardizzazione per i principali responsabili dell'effetto serra basati sul loro diretto contributo al riscaldamento globale con un **tempo-orizzonte di 100 anni***

## Assottigliamento della fascia di ozono stratosferico

- ✓ La riduzione della fascia di ozono stratosferico si calcola come l'indicatore precedente, ma facendo riferimento a diverse sostanze (CFC, HCFC) e con un diverso coefficiente di peso, chiamato potenziale di riduzione dell'ozono (**Ozone Depletion Potential, ODP**)
- ✓ La sostanza presa come riferimento è in questo caso un cloro fluoro-carburo e precisamente il **CFC -11**

Assottigliamento della fascia di ozono stratosferico		
Composto	Formula	ODP [g CFC11/g composto]
CFC-11	$\text{CFCl}_3$	1
CFC-12	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$	0,82
CFC-113	$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$	1,07
CFC-114	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$	0,90
CFC-115	$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$	0,85
HCFC-22	$\text{CHF}_2\text{Cl}$	0,04
HCFC-123	$\text{CHCl}_2\text{CF}_3$	0,014
Halon-1301	$\text{CF}_3\text{Br}$	12,00
Halon-1211	$\text{CF}_2\text{BrCl}$	5,1
Halon-2402	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$	7,00
HC-10	$\text{CCl}_4$	1,08

*Fattori di standardizzazione dei principali responsabili dell'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico, basati sul loro contributo*

## Acidificazione

- ✓ L'indicatore di acidificazione è legato alle emissioni in aria di particolari sostanze acidificanti, quali ossidi di azoto e ossidi di zolfo
- ✓ La sostanza di riferimento è la SO<sub>2</sub> ed il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di acidificazione (Acidification Potential, AP)

Formula ACIDIFICAZIONE	AP [kg SO <sub>2</sub> /kg composto]
SO <sub>2</sub>	1
SO <sub>3</sub>	0,80
S	2,00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,65
H <sub>2</sub> S	1,88
NO <sub>2</sub>	0,70
NOx	0,70
NO	1,07
NH <sub>3</sub>	1,88
HCl	0,88
HNO <sub>3</sub>	0,51
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,98
HF	1,60
HCN	1,19

*Fattori di standardizzazione per i principali responsabili dell'acidificazione*



## Eutrofizzazione

- ✓ Questo indicatore valuta l'effetto di eutrofizzazione, vale a dire l'aumento della concentrazione delle sostanze nutritive in ambienti acquatici. Le sostanze che concorrono al fenomeno dell'eutrofizzazione sono i composti a base di fosforo e di azoto

Formula EUTROFIZZAZIONE	NEP [kg NO <sub>3</sub> -/kg composto]
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1
NO <sub>2</sub>	1,35
NO <sub>x</sub>	1,35
NO	2,07
N <sub>2</sub> O	2,82
NH <sub>3</sub>	3,64
HCN	2,29
N	4,43
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	10,45
P	32,03

- ✓ La sostanza di riferimento è il fosfato (PO<sub>4</sub>, ione fosfato) o il nitrato (NO<sub>3</sub>, ione nitrato) e il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di eutrofizzazione (Nutrification Potential, NP)

## Formazione di smog fotochimico

- ✓ Sotto il nome di **smog fotochimico** vengono raggruppate tutte le sostanze organiche volatili che portano alla formazione fotochimica (in presenza di radiazione solare) di ozono troposferico
- ✓ Il fattore di caratterizzazione è chiamato potenziale di formazione di ozono fotochimico (**Photochemical Ozone Creation Potential, POCP**) e la sostanza di riferimento è l'etilene ( $C_2H_4$ )

Composto	POCP [g $C_2H_4$ /g di composto]
metano	0,007
etano	0,100
propano	0,500
aldeidi	0,3±0,2
CO	0,040
metanolo	0,123
etanolo	0,268

*Fattori di standardizzazione per i principali responsabili dello smog fotochimico*

## Rifiuti solidi, scarti, sottoprodotti

- ✓ L'indicatore in questione raggruppa tutti i rifiuti di tipo solido che vengono generati in una qualsiasi attività nel ciclo di vita di un prodotto, come ad esempio durante la generazione di energia elettrica necessaria per una data lavorazione, oppure durante la produzione del prodotto
- ✓ Non esistono per questo indicatore dei fattori di caratterizzazione ed ogni sostanza viene sommata alle altre semplicemente tenendo conto della quantità emessa in massa (KG)
- ✓ Sono da evidenziare i rifiuti riciclabili e quelli non riciclabili e i rifiuti pericolosi



## Rifiuti solidi, scarti, sottoprodotti

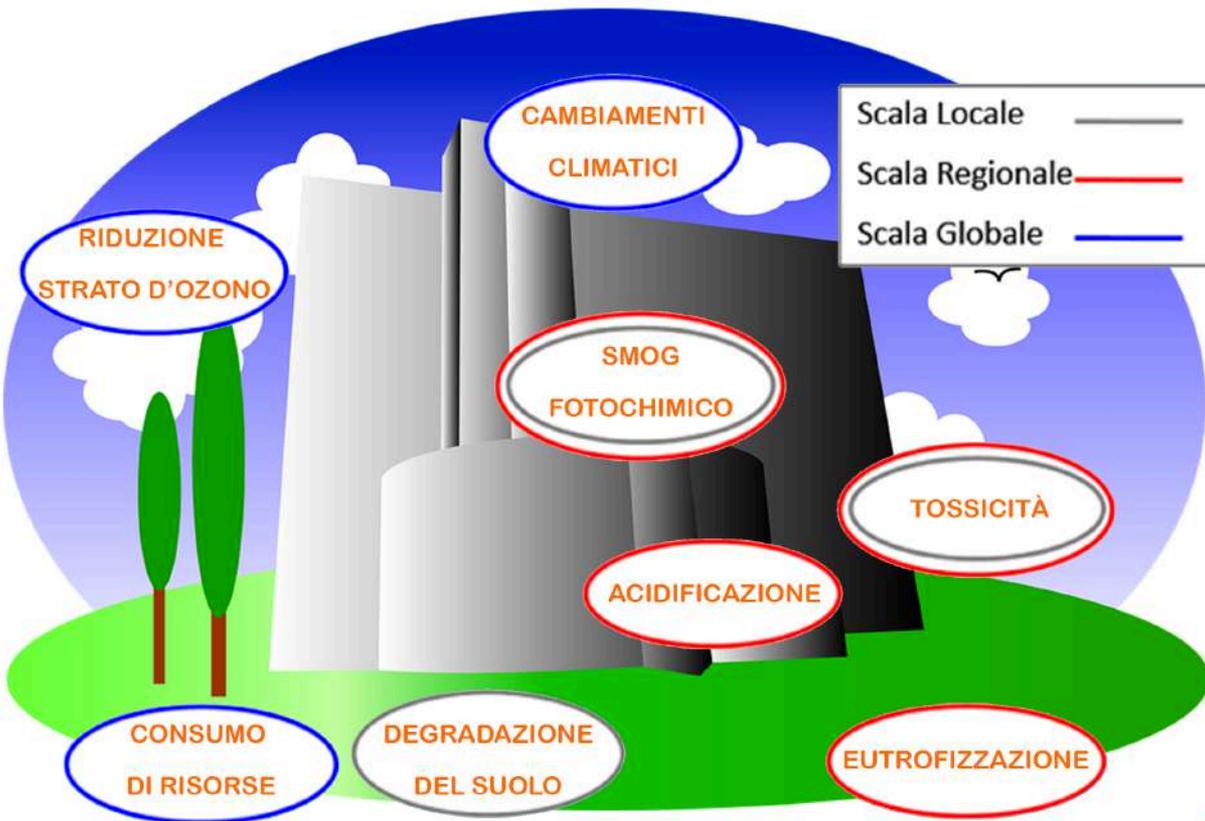
Resource use	Generic process step (manufacturing phase)			
	Extraction	Manufacturing	Transport	TOTAL
<b>Material consumption /kg/ref. unit</b>				
Non-renewable	1045,02	0,50	0,19	1045,71
Renewable	2,70	0,12	0,03	2,85
Water (refined)	3670,00	9,94	5,60	3685,54
<b>Energy consumption /MJ/ref. unit</b>				
Nuclear	161,78	27,54	1,23	190,55
<b>Fuel consumption /MJ/ref. unit</b>				
Coal	819,59	91,26	3,63	914,49
Crude oil	577,68	35,2	105,69	718,57
Natural gas	262,88	19,25	5,13	287,26
Renewable	5,91	92,58	0,06	98,55
Others	0,80	0,32	-0,01	1,11
<b>TOTAL</b>	<b>1822,73</b>	<b>173,57</b>	<b>115,67</b>	<b>2111,98</b>
<b>Waste production /kg/ref. unit</b>				
Recyclable	-	-	-	-
Others	0,18	0,03	0,033	0,18
Hazardous	1045,02	0,50	0,19	1045,72

Impact category	Unit	Generic process step (manufacturing phase)			
		Extraction	Manufacturing	Transport	TOTAL
ref. unit					
Global warming	kg CO <sub>2</sub> eq	2,34E+02	5,83E+00	9,15E+00	2,49E+02
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	0,00E+00	2,00E-08	1,00E-08	3,00E-08
Acidification	mol H <sup>+</sup> eq	6,25E-02	3,61E-03	1,48E-03	6,76E-02
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	6,40E-02	4,35E-03	1,17E-02	8,01E-02
Eutrophication	kg O <sub>2</sub>	2,95E+00	2,01E-01	5,42E-01	3,70E+00
Photochemical oxidation	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq	8,51E-02	5,65E-03	6,17E-03	9,68E-02

Dana Vocino – Fondazione Ecosistemi

# Categorie d'impatto

## Categorie d'impatto: scala d'azione



## Life Cycle Interpretation (LCI) Interpretazione e miglioramento

È la parte conclusiva di un **LCA**. Ha lo scopo di proporre i cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale dei processi o attività considerati, valutandoli in maniera iterativa con la stessa metodologia LCA in modo da non attuare azioni tali da peggiorare lo stato di fatto

- ✓ Riesame e revisione del campo di applicazione e della natura e della qualità dei dati raccolti per conseguire l'obiettivo definito
- ✓ Sviluppo e miglioramento dei sistemi, processi, prodotti
- ✓ Conclusioni e raccomandazioni indirizzate a coloro che debbono prendere le decisioni



## Interpretazione e miglioramento

### Traduzione ed interpretazione dei risultati:

Interpretare i risultati in modo che siano facilmente fruibili, anche con rappresentazioni grafiche

### Verifica del raggiungimento degli obiettivi dello studio, della qualità dei dati e dei limiti del sistema:

Verificare se la qualità dei risultati e dei dati è conforme con gli obiettivi dello studio. Un'analisi di sensitività ci può permettere di verificare l'influenza dei dati sui risultati

### Paragone delle possibili opzioni:

Si possono paragonare i risultati ottenuti, con quelli relativi alla situazione peggiore e quella migliore



## Caratteristiche e punti di forza dell'LCA

- ✓ è lo strumento tecnico principale per valutare se e quanto un prodotto è “verde” o a basso impatto ambientale
- ✓ è la base di sistemi e strumenti di certificazione quali ad esempio: etichette e dichiarazioni ambientali (Ecolabel europeo, EPD), SGA (EMAS, ISO 14001), LCC, etc.
- ✓ consente di riportare al centro la “funzione” del prodotto/servizio/sistema
- ✓ consente di identificare le opportunità per migliorare gli aspetti ambientali dei prodotti nei diversi stadi del ciclo di vita (evitando lo “spostamento” delle criticità ambientali da uno stadio all’altro del ciclo di vita)
- ✓ fornisce un indispensabile supporto nella progettazione (60-80% dell’impatto ambientale di un prodotto è infatti determinato a livello di progettazione): APPROCCIO PREVENTIVO

## Caratteristiche e punti di forza dell'LCA

- ✓ consente di individuare indicatori rilevanti di prestazione ambientale e priorità di intervento
- ✓ favorisce la commercializzazione di prodotti “verdi”
- ✓ consente di comprendere e gestire la complessità della filiera

