18 Maggio 2022

Presentazione dello studio LCA del progetto BEVIMI

BeviMI

con il contributo di

capofila

partners

provider tecnologico

Giulia Cavenago

PROGETTO BEVIMI

QUANDO: aprile 2021-giugno 2022

OBIETTIVO: progetto di sostenibilità ambientale per la promozione acqua di rete e la riduzione, riciclo rifiuti di plastica

PROMOTORE: Comitato Italiano Contratto Mondiale sull'Acqua (CICMA) in partnership con i tre atenei milanesi Bicocca, Politecnico e Statale

FINANZIAMENTO: Fondazione Cariplo

ALTRI ENTI COINVOLTI: Genuine Way, Coripet

BEVIMI - RICERCA INTERUNIVERSITARIA

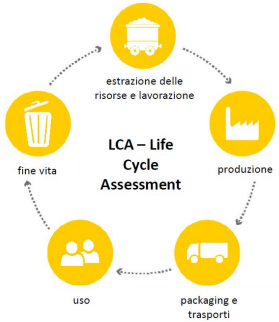
BeviMI

CITIZEN SCIENCE

questionario bevimi

APP bevimi

ANALISI LCA



LCA - Life Cycle Assessment

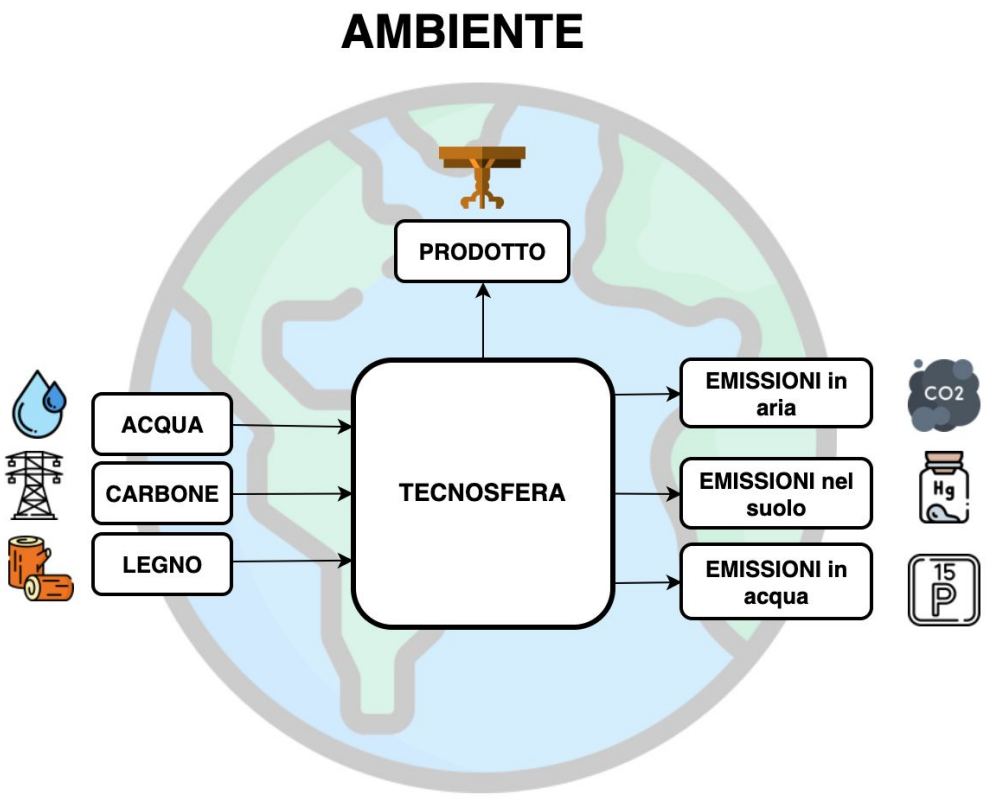
"Il Life Cycle Assessment (LCA) è uno strumento che permette di valutare gli impatti ambientali associati al ciclo di vita di un prodotto, processo o attività, attraverso l'identificazione e la quantificazione dei consumi di materia, energia ed emissioni nell'ambiente e l'identificazione e la valutazione delle opportunità per diminuire questi impatti".

Society of Environmental Toxicology and Chemistry (1993)

Perché la LCA?

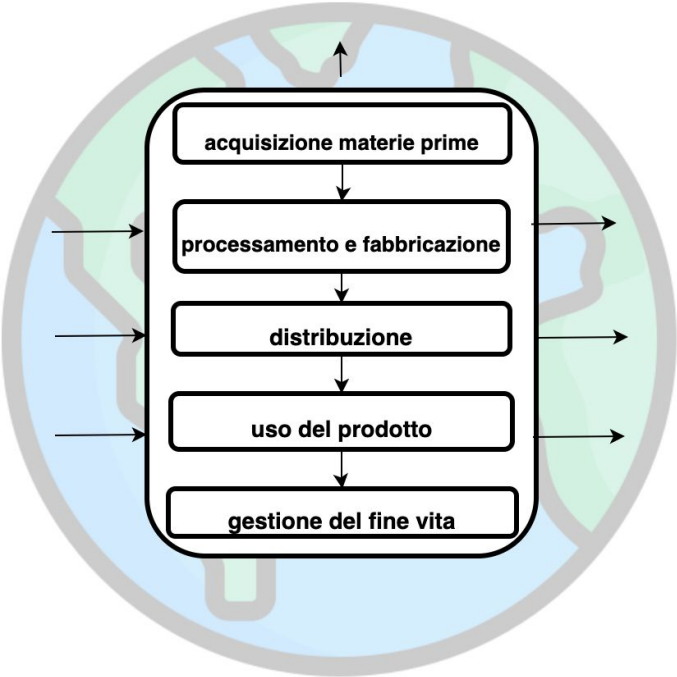
"La commissione Europea ha concluso che la LCA (***Life Cycle Assessments)*** rappresenta il miglior strumento a oggi disponibile per la valutazione dei potenziali impatti ambientali dei prodotti"

LCA - Life Cycle Assessment



LCA - Life Cycle Assessment

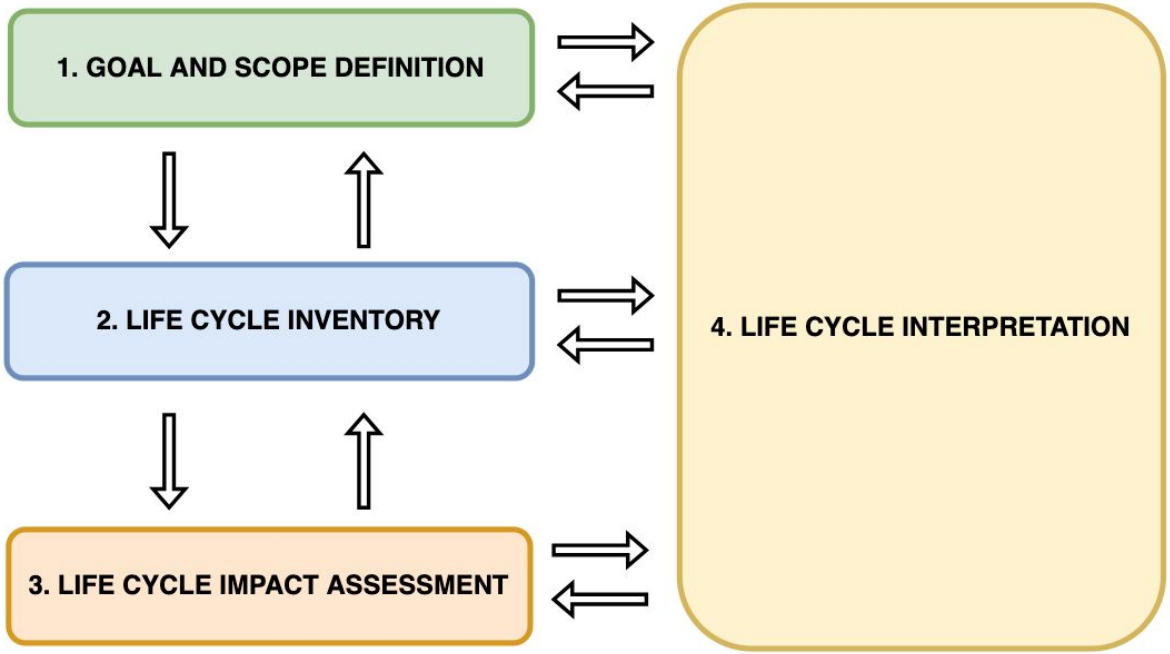
FASI DELLA FILIERA



LCA - Life Cycle Assessment

COMPARTI AMBIENTALI

LCA - Life Cycle Assessment



LCA - Life Cycle Assessment

- Evita lo spostamento dei problemi da una fase all’altra (*burden shifting)*
- Evita lo spostamento dei problemi da un comparto ambientale a un altro (*burden shifting)*
- Coglie la complessità che si nasconde dietro ad un prodotto anche semplice

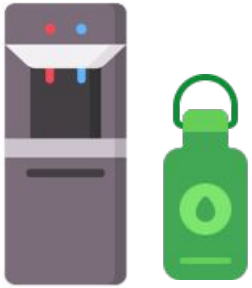
LCA - Life Cycle Assessment

1. GOAL AND SCOPE DEFINITION

SISTEMA STUDIATO E UNITÀ FUNZIONALE

- ***Fornire indicazioni alla comunità universitaria su quale comportamento possa essere <u>più sostenibile</u> in termini di consumo di acqua da bere in università***

VS



BOTTIGLIA DI PET DA 0,5 L

0,5 L DI ACQUA DI RETE

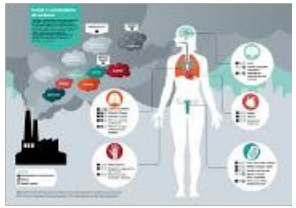
16 categorie di impatto

AMBIENTE

- Cambiamento climatico - **CC** (kg CO_2eq.)
- Assottigliamento strato di ozono - **AO** (kg CFC-11 eq.)
- Formazione fotochimica di ozono - **FO** (kg COVNM eq.)
- Acidificazione - **A** (moli H^+ eq.)
- Eutrofizzazione in acqua dolce - **ED** (kg P eq.)
- Eutrofizzazione marina - **EM** (kg N eq.)
- Eutrofizzazione terrestre - **ET** (moli N eq.)
- Ecotossicità delle acque dolci - **EC** (CTUe)

Metodo di calcolo: Environmental Footprint 3.0 (Fazio et al., 2018) raccomandato dalla Commissione Europea

SALUTE UMANA



- Radiazioni Ionizzanti - **IR** (kBq U-235 eq)
- Assunzione di materiale particolato - **AP** (incidenza di malattia)
- Tossicità umana non cancerogena - **TU_{NC}** (CTUh)
- Tossicità umana cancerogena - **TU_C** (CTUh)

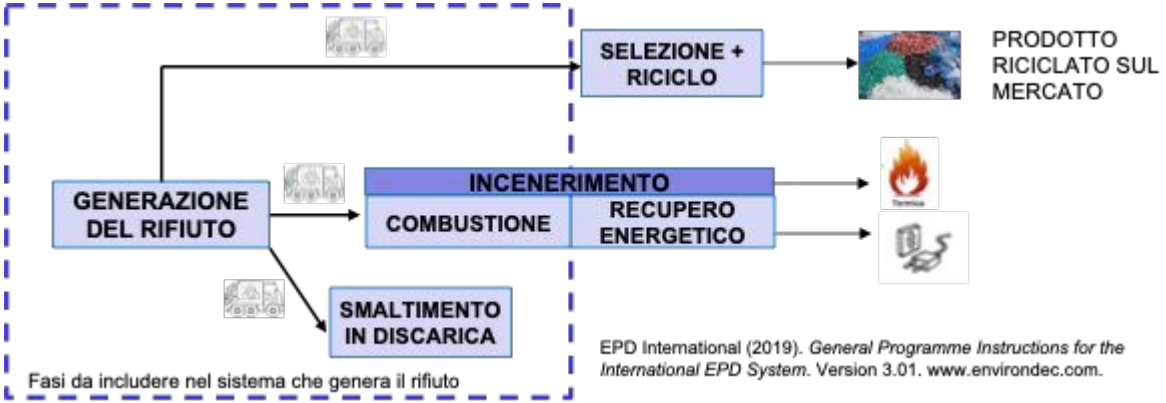
CONSUMO DI RISORSE

- Consumo di suolo - **CS** (Pt)
- Consumo di risorse idriche - **CA** (m^3 di acqua)
- Consumo di risorse, vettori energetici fossili - **CR_E** (MJ)
- Consumo di risorse, minerali e metalli - **CR_M**(kg Sb eq.)

SCELTE MODELLISTICHE

MODELLIZZAZIONE SECONDO APPROCCIO EPD International (2019). *General Programme Instructions for the International EPD System*. Version 3.01. www.environdec.com.

- Approccio modellistico basato sul concetto *"chi inquina paga"*;
- in caso di imballaggi realizzati con una certa percentuale di materiale riciclato, lo studio LCA deve includere le fasi di preparazione di tale materiale (selezione e processo di riciclo);
- modellizzazione fase di fine vita come da schema



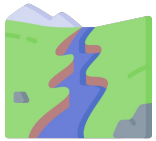
1. GOAL AND SCOPE DEFINITION

CONFINI DEL SISTEMA

1

FABBRICAZIONE BOTTIGLIA E MATERIALI PER LA DISTRIBUZIONE

CAPTAZIONE ACQUA



2

IMBOTTIGLIAMENTO E PREPARAZIONE PER LA DISTRIBUZIONE

Sanificazione
Stiro-soffiaggio
Riempimento
Chiusura
etichettatura

3

DISTRIBUZIONE

4

USO E REFRIGERAZIONE

5

CONFERIMENTO POST USO E FINE VITA

1. GOAL AND SCOPE DEFINITION

QUALITÀ DEI DATI

1

FABBRICAZIONE BOTTIGLIA E MATERIALI PER LA DISTRIBUZIONE

-Pesatura di vari campioni
-valori da certificazioni ambientali (EPD)
-distanze di approvvigionamento materie prime da produttori italiani
-banca dati ecoinvent 3.8

CAPTAZIONE ACQUA

-modellizzazione rete di milano e assunzioni su minor distanza di approvvigionamento (EPD di una marca con grande fetta di mercato)
-banca dati ecoinvent 3.8

2

IMBOTTIGLIAMENTO E PREPARAZIONE PER LA DISTRIBUZIONE

-dati di letteratura (Amienyo et Al. 2013)
-banca dati ecoinvent 3.8

3

DISTRIBUZIONE

-calcolo distanze tra Sedi 24 imbottigliatori e Milano
-banca dati ecoinvent 3.8

4

USO E REFRIGERAZIONE

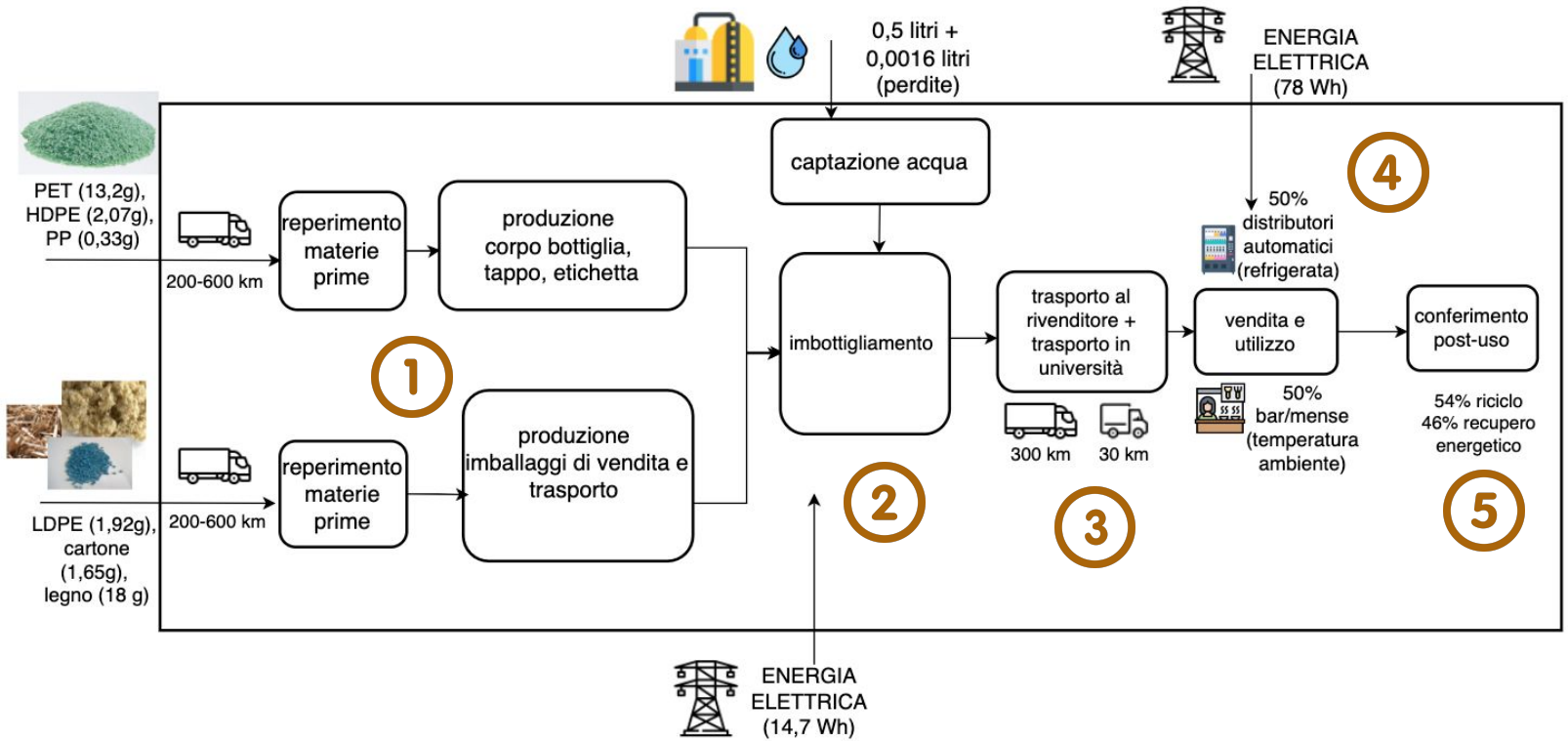
-misura diretta consumi energetici
-banca dati ecoinvent 3.8

5

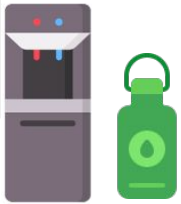
CONFERIMENTO POST USO E FINE VITA

-dati COREPLA
-banca dati ecoinvent 3.8

2. LIFE CYCLE INVENTORY



NOTA: per semplificazione sono riportati solo i dati principali

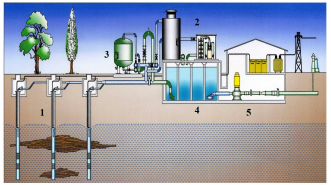


1. GOAL AND SCOPE DEFINITION

CONFINI DEL SISTEMA

1

CAPTAZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA FINO AL PUNTO DI PRELIEVO



Pompaggio
Purificazione
Disinfezione
Distribuzione

2

COSTRUZIONE, INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DELLA CASA DELL'ACQUA

3

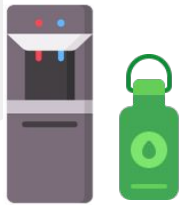
COSTRUZIONE DELLA BORRACCIA

4

UTILIZZO CASA DELL'ACQUA

5

LAVAGGIO BORRACCIA



1. GOAL AND SCOPE DEFINITION

QUALITÀ DEI DATI

1

CAPTAZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA FINO AL PUNTO DI PRELIEVO

-Tesi Nessi, 2009 (gruppo AWARE - Polimi)
-Bilancio Sociale MM, 2020
-banca dati ecoinvent 3.8

2

COSTRUZIONE, INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DELLA CASA DELL'ACQUA

-dati primari forniti da DKR spa, costruttore 3 case acqua nei tre atenei:

- BICOCCA - via padre beccaro/v.le dell'innovazione
- POLIMI - via pascal 6
- STATALE - via santa sofia

-banca dati ecoinvent 3.8

3

COSTRUZIONE DELLA BORRACCIA

-dati primari forniti da Baretz SPA (fornitore borracce Statale)
-ecoinvent 3.8

4

UTILIZZO CASA DELL'ACQUA

-dati primari forniti da MM
-ecoinvent 3.8

5

LAVAGGIO BORRACCIA

-dati di letteratura (Ziemba et al. 2018; Golsteijn et al. 2015)
-dati questionario BeviMI
-ecoinvent 3.8

DATI da QUESTIONARIO BEVIMI

Lavaggio borraccia:

METODO DI LAVAGGIO:

secondo i dati delle *risposte al questionario BeviMI* si ottiene che:

- il 3% non lava mai la borraccia;
- il 48% la sciacqua soltanto (si considerano 1,5 litri di acqua);
- il 37% la lava a mano con acqua calda e sapone (si considerano 1,5 litri di acqua fredda, 1,5 litri di acqua calda e 1g di sapone);
- il 12% la lava in lavastoviglie (si considerano 0,54 litri di acqua, 0,76 grammi di sapone e 0,05 kWh di elettricità).

Consideriamo quindi uno scenario di impatto di lavaggio medio ripartendo le tipologie di lavaggio secondo le percentuali indicate.

Nello studio completo sono stati considerati anche i 4 casi separati (scenari NL, L1, L2, L3).

DATI da QUESTIONARIO BEVIMI

Lavaggio borraccia:

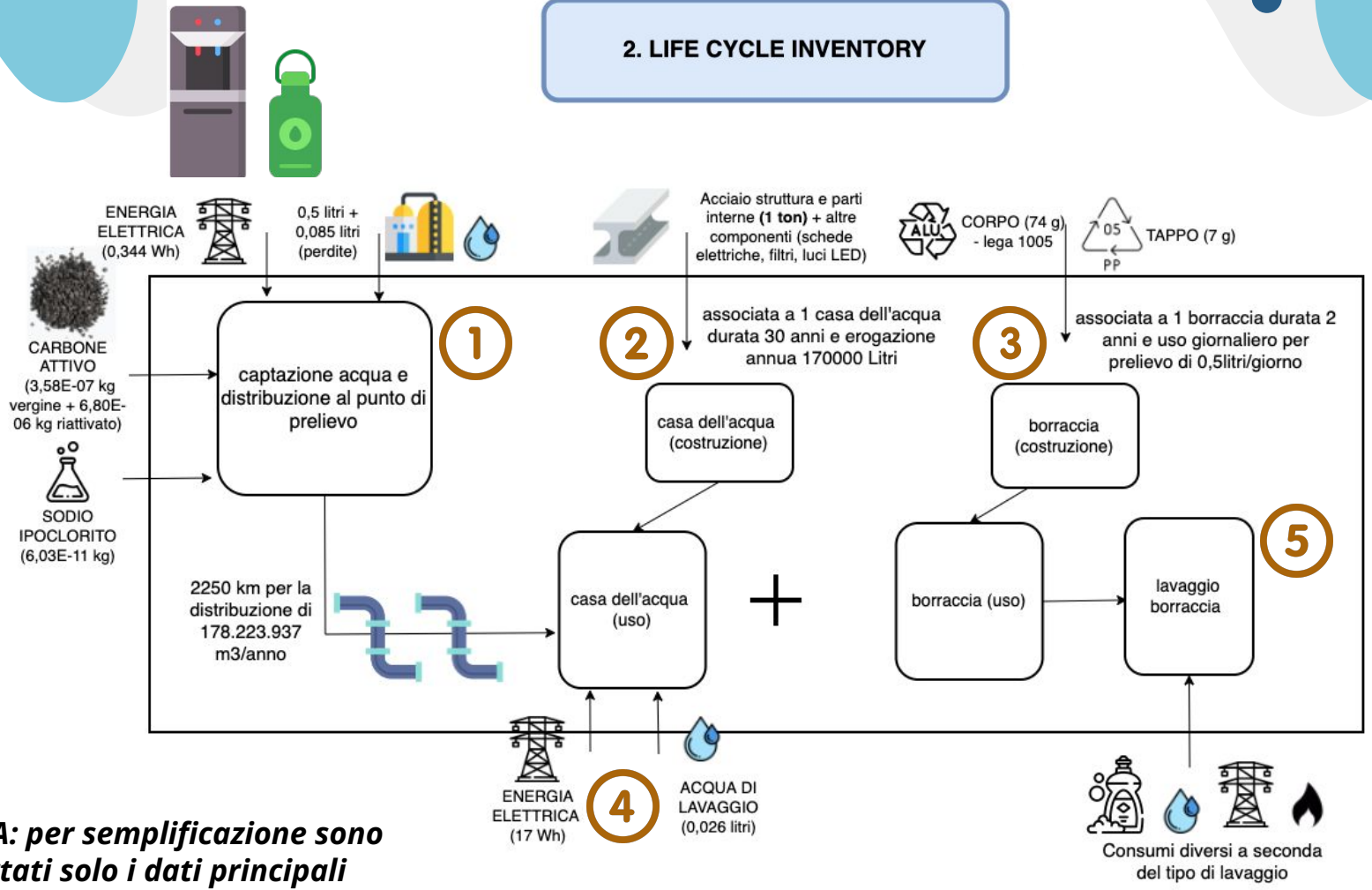
FREQUENZA DI LAVAGGIO:

secondo i dati delle *risposte al questionario BeviMI* si evidenzia che:

- il 26% la lava tutti i giorni;
- il 32% ogni 2 giorni d'uso;
- il 31% una volta a settimana;
- il 10% due volte al mese.

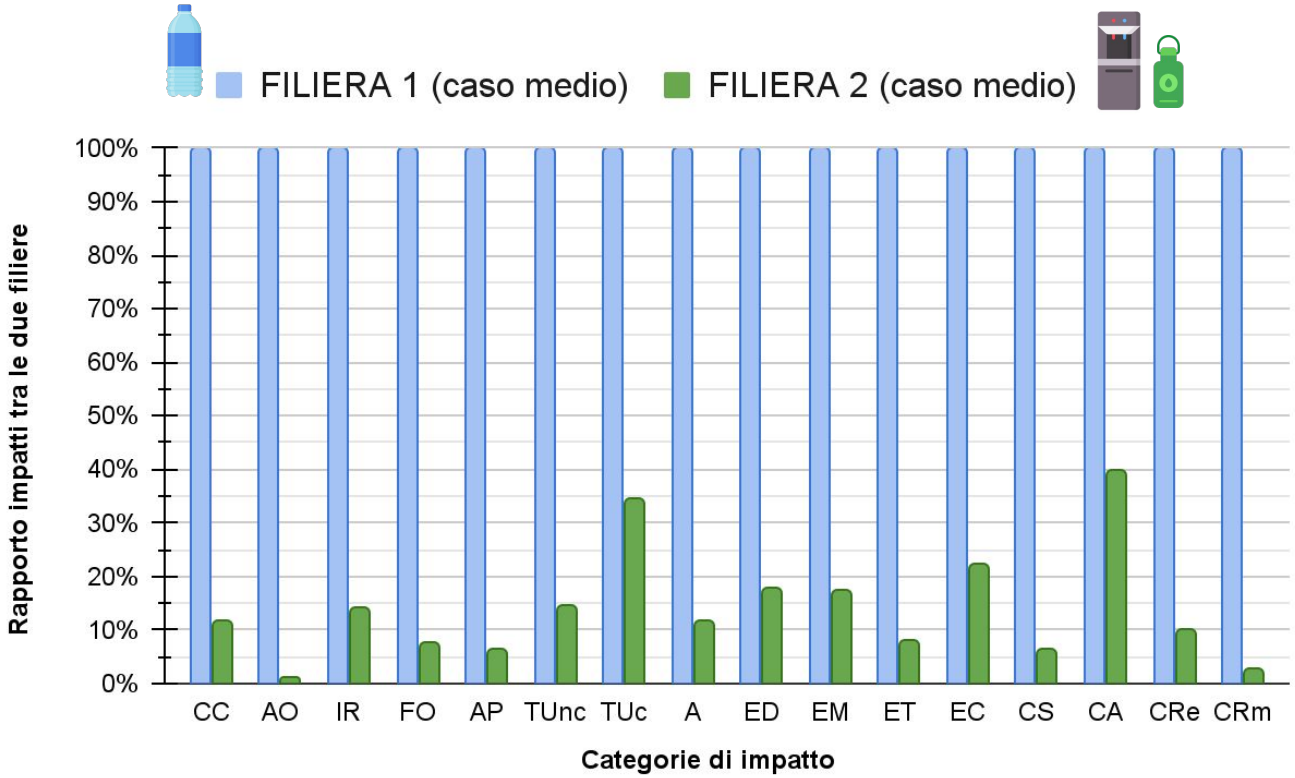
Consideriamo quindi un impatto medio con frequenza che tenga conto delle frequenze di lavaggio indicate dal 97% degli utenti che lavano la borraccia: ***frequenza media = 0,47.***

2. LIFE CYCLE INVENTORY



NOTA: per semplificazione sono riportati solo i dati principali

3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



La filiera 2 risulta meno impattante della filiera 1 per tutte le categorie di impatto

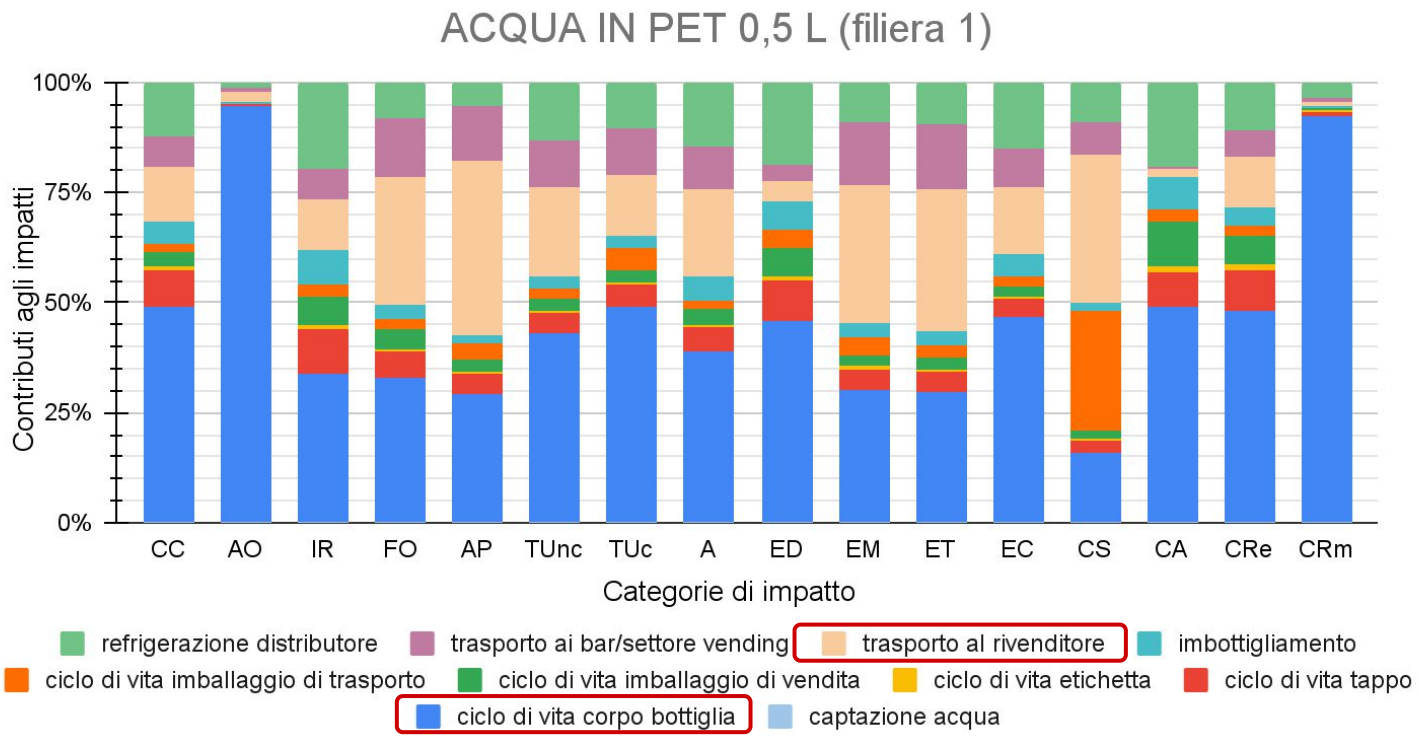
4. LIFE CYCLE INTERPRETATION

Si può quindi affermare che in una situazione media (identificata dalle assunzioni fatte per le due filiere) la scelta di bere 0,5 litri di acqua di rete erogata e raccolta tramite borraccia è ambientalmente più vantaggiosa della scelta di acquistare acqua in bottiglie di PET da 0,5 litri per tutte le 16 categorie di impatto analizzate.

Tuttavia, per entrambe le filiere sono state condotte delle **analisi di sensibilità** su alcuni parametri per fornire un intervallo di valori all'interno dei quali sono compresi gli impatti della filiera analizzate.

ANALISI DI SENSIBILITÀ → verifica come variano i risultati al variare di alcuni dati/parametri in ingresso / assunzioni / ipotesi modellistiche

3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



Ciclo di vita del corpo bottiglia (29%-95% salvo per CS)

Trasporto al rivenditore (300 km) : impatti fino al 39%

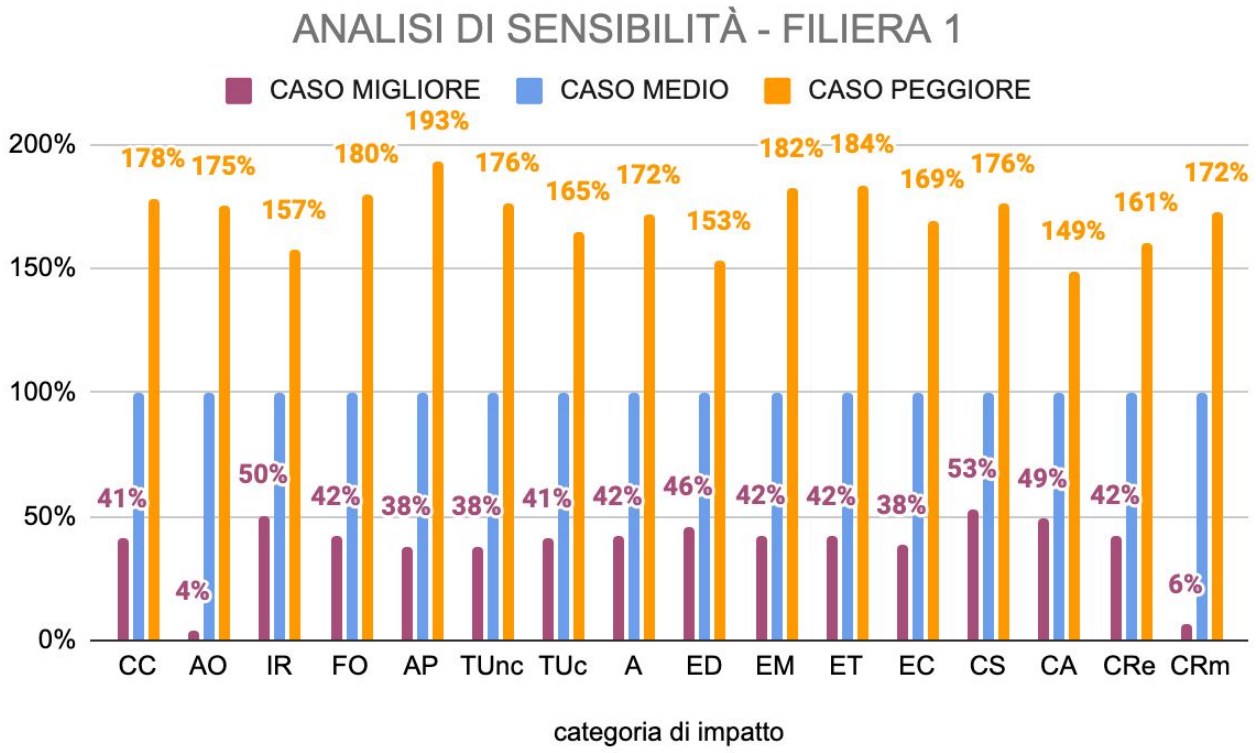
Refrigerazione (1-20)

Captazione dell'acqua: impatto inferiore allo 0,5% in tutte le categorie di impatto.

4. LIFE CYCLE INTERPRETATION

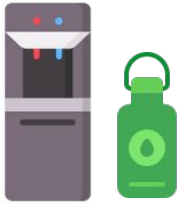
PARAMETRO	DESCRIZIONE	CASO BASE	CASO MIGLIORE	CASO PEGGIORE
P1	percentuale di granuli di PET riciclato nel corpo bottiglia	20%	100%	0%
P2	peso del corpo bottiglia	12,9 g	7,5 g	18,1 g
P3	distanza di trasporto del prodotto finito dalla sede dell'imbottigliatore al rivenditore	310 km	89 km	859 km
P4	fine vita della bottiglia	54% invio a riciclo, 46% inceneritore	100% invio a riciclo	100% inceneritore
P5	eventuale refrigerazione della bottiglia prima dell'acquisto da parte dell'utente finale	50% acquistata a T ambiente e 50% acquistata presso i distributori automatici (consumi elettrici)	100% acquistata a T ambiente	100% acquistata presso i distributori automatici (consumi elettrici)

4. LIFE CYCLE INTERPRETATION

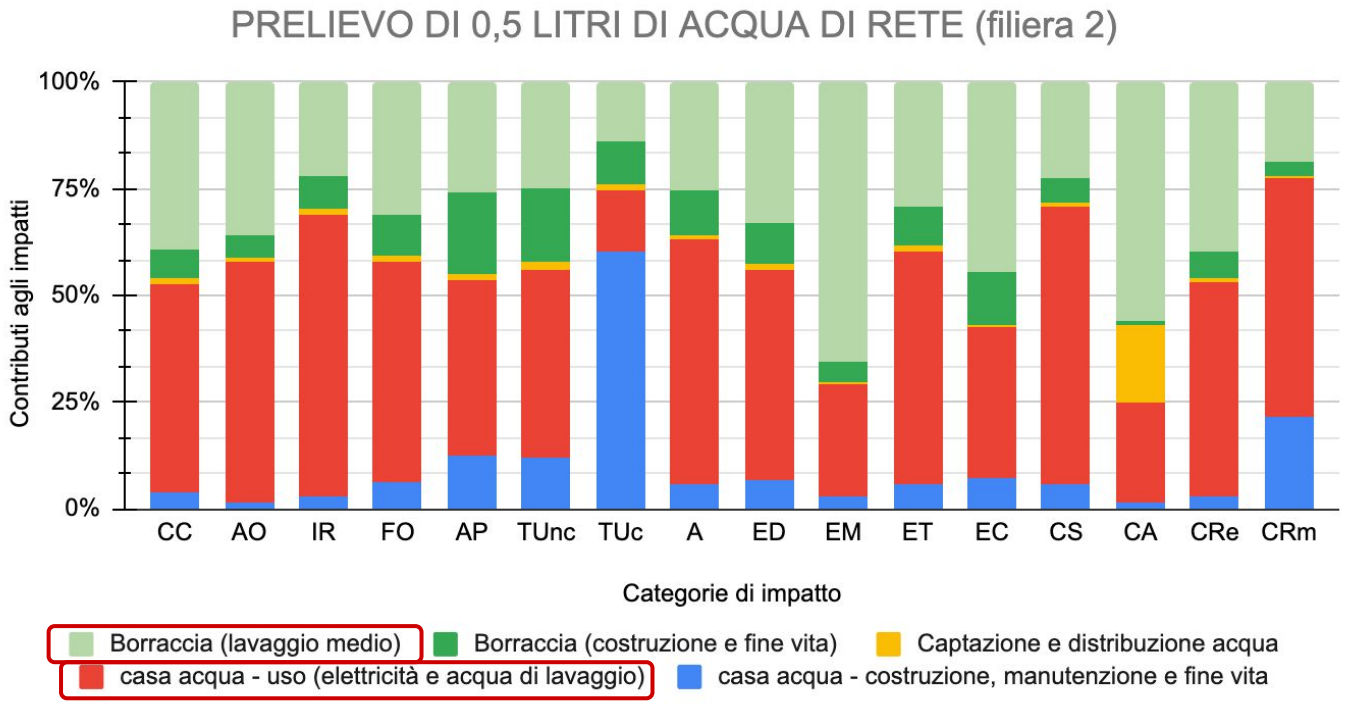


<u>CASO MIGLIORE:</u>
riduzioni contenute tra il 47% e il 96%

<u>CASO PEGGIORE:</u>
aumenti compresi tra il 49% e il 93%



3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



Elettricità per uso casa dell'acqua (23%-66% salvo per TUc)

Lavaggio borraccia - modalità media (19%-66% salvo per TUc)

Costruzione casa dell'acqua (60% per TUc, 22% per CRm)

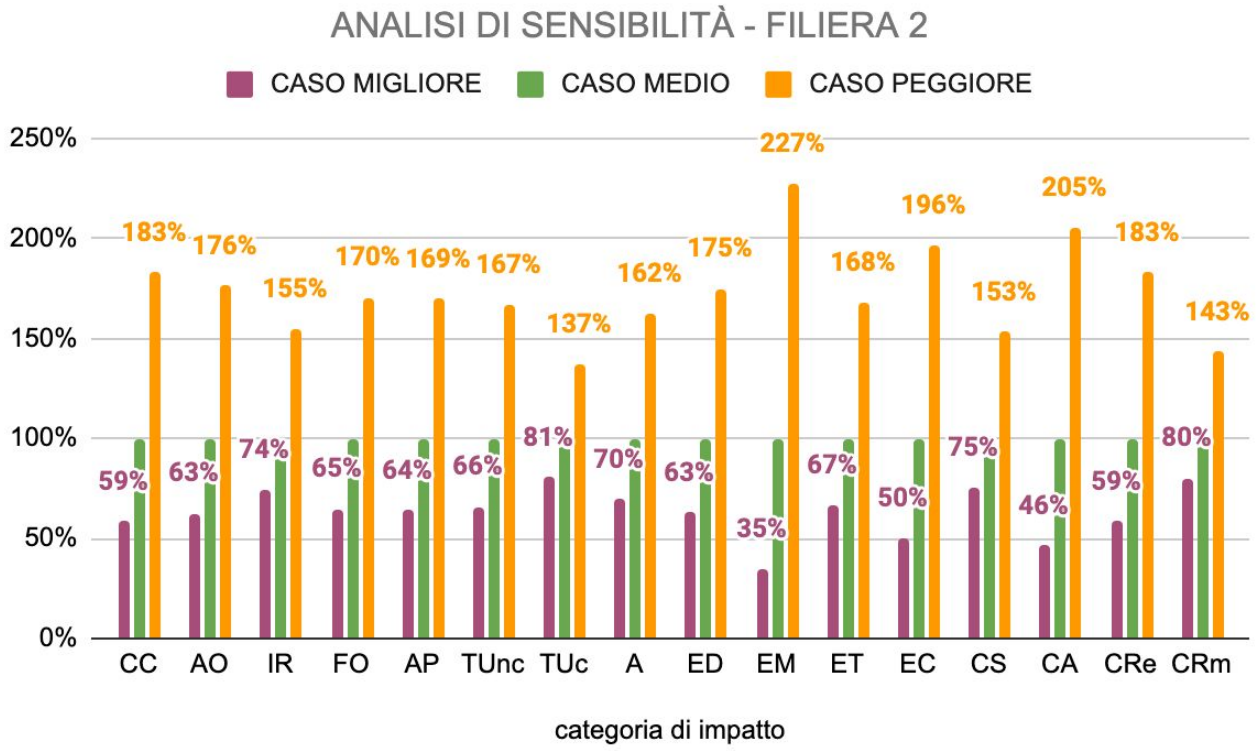
Captazione e distribuzione dell'acqua (18% per CA)

NOTA: lavaggio medio → ottenuto secondo le percentuali di lavaggio raccolte nel questionario

4. LIFE CYCLE INTERPRETATION

PARAMETRO	DESCRIZIONE	CASO BASE	CASO MIGLIORE	CASO PEGGIORE
P6	vita utile della borraccia	2 anni	5 anni	1 anno
P7	Frequenza di lavaggio della borraccia	47%	7%	100%
P8	quantità di acqua usata per il lavaggio della borraccia	NL: non applicabile L1: 1,5 litri L2: 3 litri (1,5 caldi) L3: 0,54 litri	NL: non applicabile L1: 0,5 litri L2: 2 litri (1 caldo) L3: 0,2 litri	NL: non applicabile L1: 2 litri L2: 4 litri (2 caldl) L3: 0,88 litri
P9	consumi di energia elettrica per l'uso di lavastoviglie per il lavaggio della borraccia (applicabile solo allo scenario L3 - lavaggio in lavastoviglie)	0,05 kWh	0,016 kWh	0,084 kWh

4. LIFE CYCLE INTERPRETATION

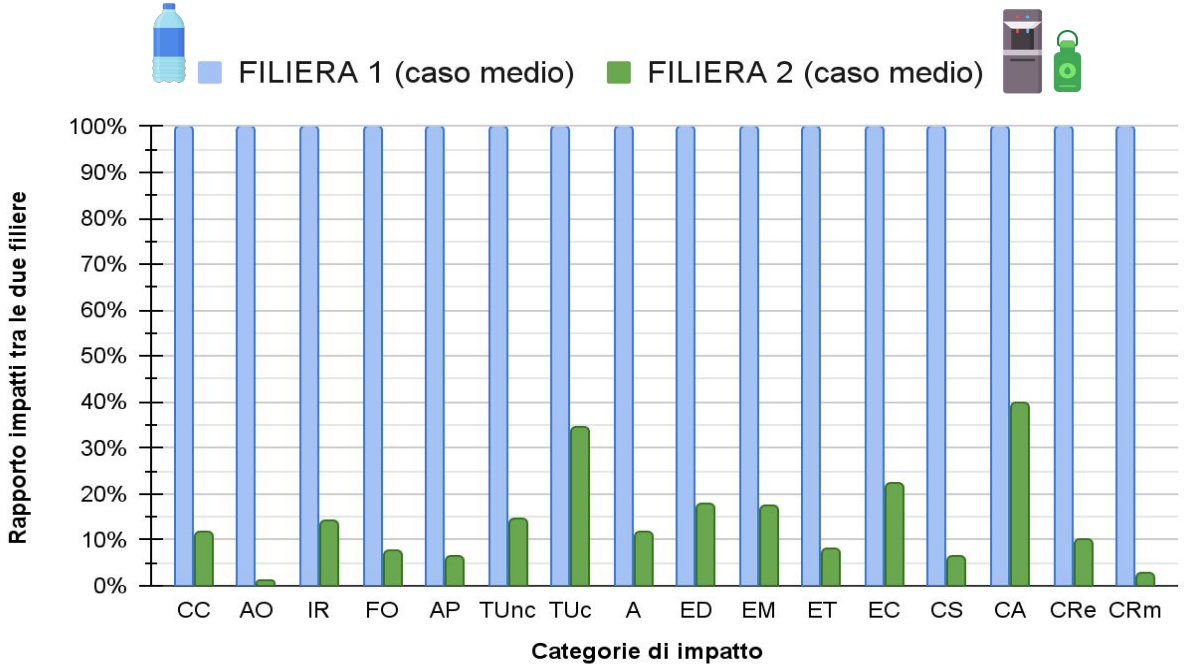


<u>CASO MIGLIORE:</u>
riduzioni contenute tra il 19% e il 65%

<u>CASO PEGGIORE:</u>
aumenti compresi tra il 37% e il 127%

NOTA: lavaggio medio → ottenuto secondo le percentuali di lavaggio raccolte nel questionario

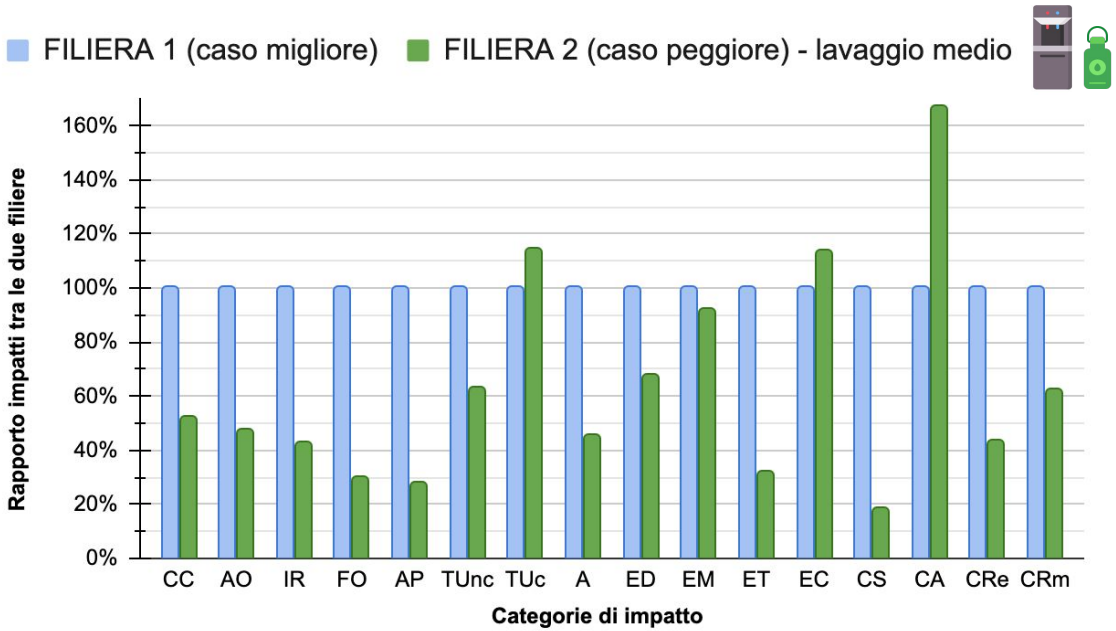
3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



La filiera 2 risulta meno impattante della filiera 1 per tutte le categorie di impatto

ANALISI DI SENSIBILITÀ → verifica come varia il confronto tra le due filiere al variare dei parametri P1-P9 definiti

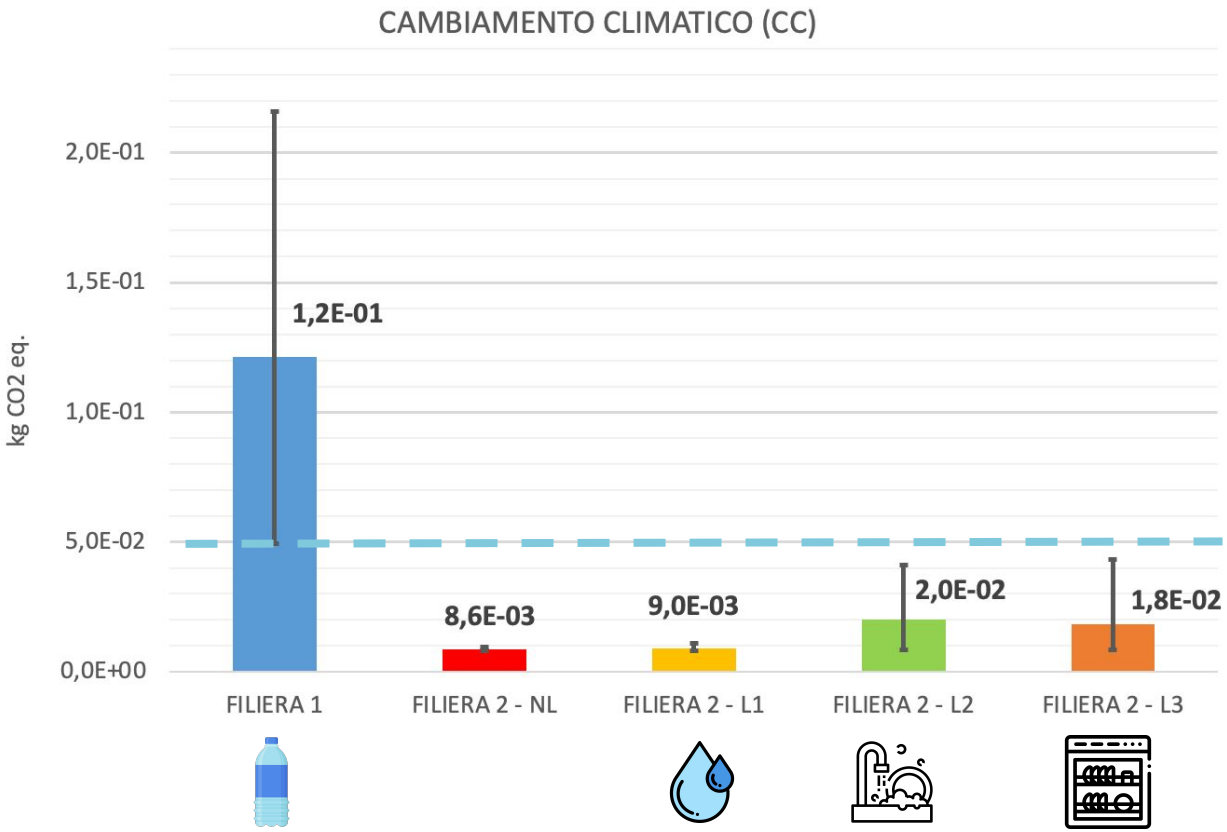
3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



In generale, guardando ai singoli scenari si possono dividere le categorie in 3 gruppi:
G1: filiera 2 sempre migliore della filiera 1 (12 categorie di impatto);
G2: filiere confrontabili (1 categoria di impatto)
G3: filiera 1 migliore (3 categorie di impatto);

ANALISI DI SENSIBILITÀ → verifica come varia il confronto tra le due filiere al variare dei parametri P1-P9 definiti

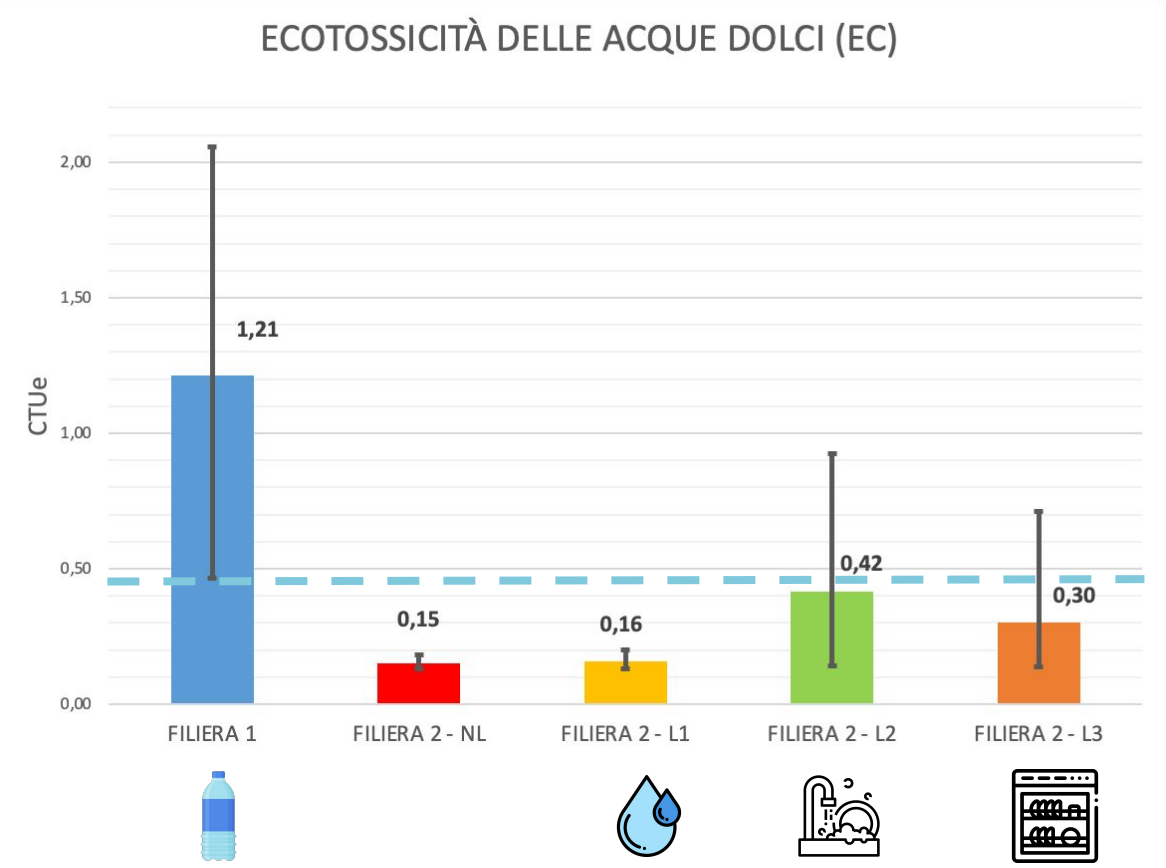
3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



Categoria CC

La filiera 2 rimane meno impattante della filiera 1 anche sotto le condizioni <u>PEGGIORI per la filiera 2</u> e <u>MIGLIORI per la filiera 1</u>

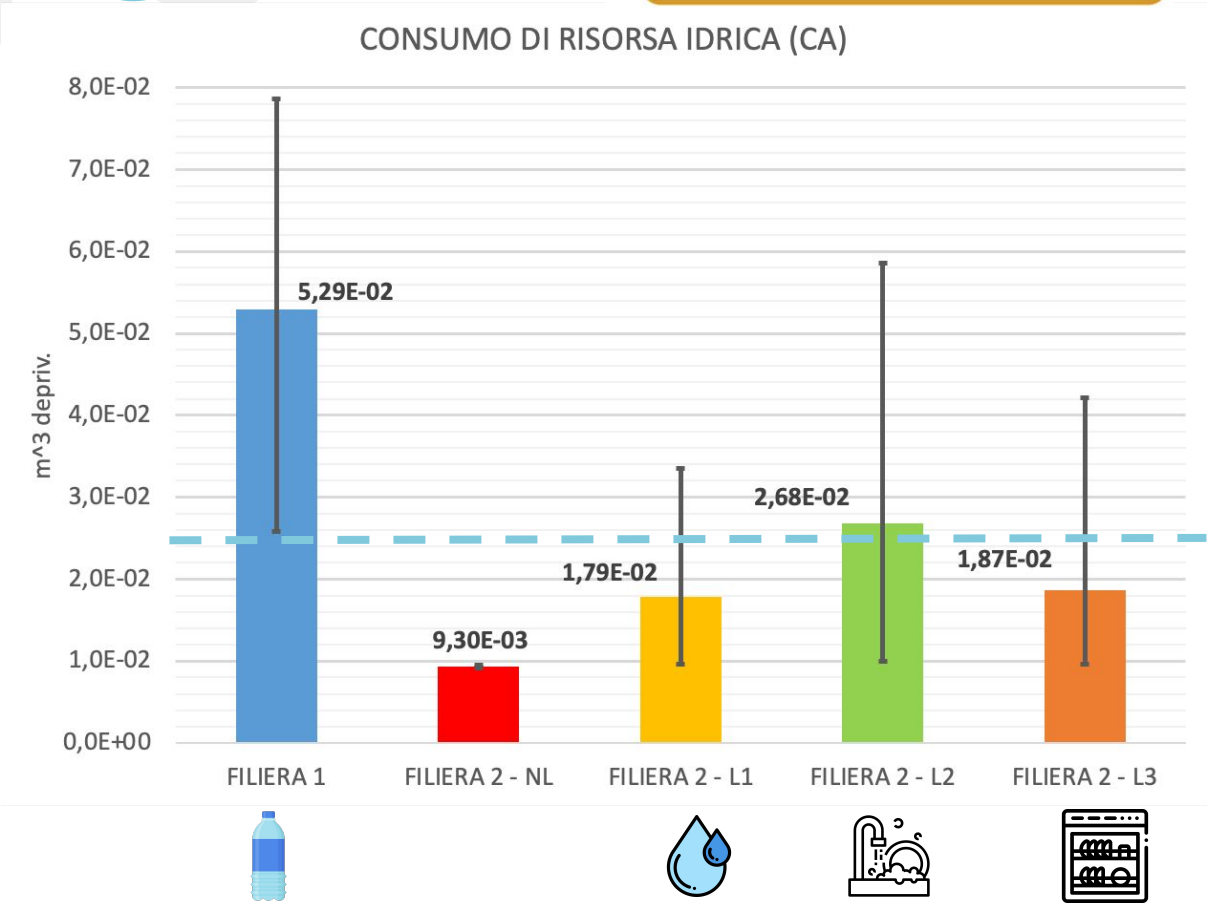
3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



Categoria EC

Sotto le condizioni <u>PEGGIORI per la filiera 2</u> e <u>MIGLIORI per la filiera 1, è la filiera 1 a diventare più ambientalmente favorevole</u> → uso acqua ed elettricità per lavaggio borraccia

3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT

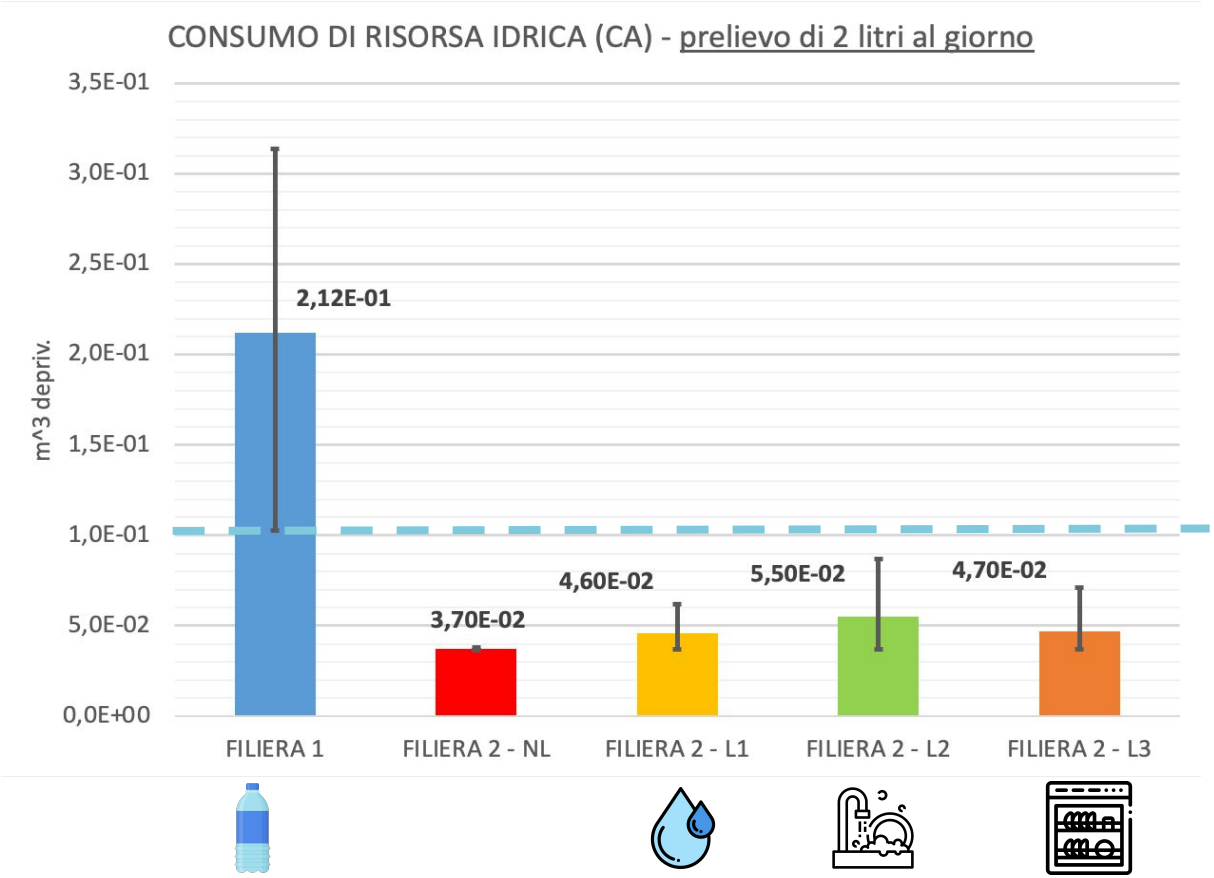


Categoria CA

Sotto le condizioni <u>PEGGIORI per la filiera 2</u> e <u>MIGLIORI per la filiera 1, è la filiera 1 a diventare più ambientalmente favorevole</u> → uso acqua di lavaggio borraccia

Ciò accade anche nelle categorie IR, TUnc, TUc, EM , ED, EM, CA, CRm

3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT



AUMENTO LITRI PRELEVATI

Categoria CA

Aumentando il numero di litri prelevati, supponendo che il lavaggio della borraccia avvenga a fine giornata, anche in condizioni peggiori per la filiera 2 e migliori per la filiera 1 il confronto torna a favore dell'acqua di rete!

Come utilizzare i risultati?

- Lo studio permette di quantificare gli impatti di ateneo sul consumo di acqua in PET e la conseguente stima della potenziale riduzione che si otterrebbe se il parco bottiglie fosse sostituito dall'uso di acqua di rete

- Lo studio fornisce linee guida alla selezione dei fornitori (breve distanza imbottigliatore-atenei, bottiglie con percentuale di granuli in PET riciclato..)

- Lo studio conferma l'importanza di effettuare una corretta raccolta differenziata della plastica presso gli atenei (principalmente nella categoria Cambiamento Climatico)

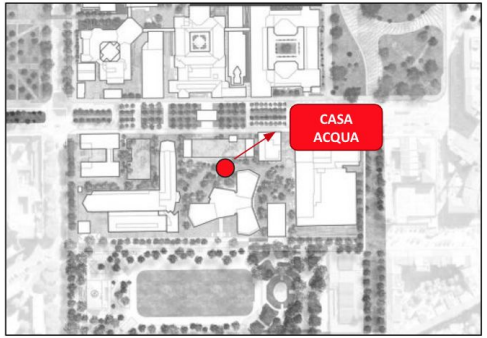
- Lo studio mostra la necessità di un efficientamento dei distributori automatici in quanto i consumi elettrici rilevati comportano impatti non trascurabili in alcune categorie di impatto

Come utilizzare i risultati?

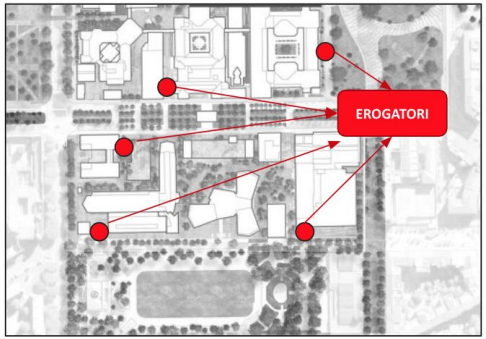
- Lo studio sottolinea l'importanza di limitare l'uso di acqua nel lavaggio della borraccia (rimanendo nell'utilizzo di **3 litri e 1 g di sapone** nel lavaggio a mano il vantaggio si mantiene)

- Lo studio propone la quantificazione degli impatti degli erogatori di ateneo per il **confronto** tra un **modello diffuso** (tanti erogatori di minori dimensioni) e un **modello concentrato** (un'unica casa dell'acqua in posizioni strategiche)

MODELLO CONCENTRATO



MODELLO DIFFUSO



Categoria di impatto	Indicatore di riferimento e unità di misura	Modello di caratterizzazione e fonte
Cambiamento climatico (CC)	Incremento della forzante radioattiva infrarossa (kg CO_2 eq.)	Modello basato sui potenziali di riscaldamento globale in 100 anni; IPCC (2013)
Assottigliamento dello strato di ozono (AO)	Incremento dell'assottigliamento dello strato di ozono stratosferico (kg CFC-11 eq.)	Modello EDIP basato sui potenziali di riduzione dello strato di ozono in un arco temporale infinito WMO (2014)
Formazione di ozono fotochimico (FO)	Aumento della concentrazione troposferica di ozono (kg COVNM eq.)	Modello LOTOS-EUROS come applicato in ReCiPe 2008 Van Zelm et al. (2008)
Eutrofizzazione in acqua dolce (ED)	Frazione di nutrienti che raggiunge le acque dolci (kg P eq.)	Modello EUTREND come applicato in ReCiPe 2008 (Struijs et al., 2009)
Eutrofizzazione marina (EM)	Frazione di nutrienti che raggiunge le acque marine (kg N eq.)	
Acidificazione (A)	Superamento accumulato del carico critico (moli H^+ eq.)	Modello di superamento accumulato Seppälä et al. (2006) Posch et al. (2008)
Eutrofizzazione terrestre (ET)	Superamento accumulato del carico critico (moli N eq.)	
Ecotossicità delle acque dolci (EC)	Unità tossica comparativa per gli ecosistemi (CTUe)	Modello USEtox (Rosenbaum et al., 2008) Escluse emissioni LT

Categoria di impatto	Indicatore di riferimento e unità di misura	Modello di caratterizzazione e fonte
Radiazioni ionizzanti, salute umana (RI)	Efficienza dell'esposizione umana all'U^{235} (kBq U^{235} eq.)	Modello relativo all'effetto sulla salute umana (Dreicer et al., 1995; Frischknecht et al, 2000)
Assunzione di materiale particolato (AP)	Effetti sulla salute umana dovuti all'esposizione al particolato $PM_{2,5}$ (incidenza di malattia)	Modello PM come raccomandato in UNEP 2016 (Fantke et al., 2016)
Tossicità umana, non cancerogena (TU_{NC})	Unità tossica comparativa per l'uomo (CTUh)	Modello USEtox® 2.1 (Rosenbaum et al., 2008)
Consumo di suolo (CS)	Indice di qualità del suolo (Pt)	LANCA (come in Bos et al., 2016)
Consumo di risorse idriche (CA)	Potenziale di privazione (m^3 acqua eq.)	Modello AWARE come applicato in UNEP (2016)
Consumo di risorse - vettori energetici (CR_E)	Impoverimento risorse abiotiche, combustibili fossili (MJ)	Modello CML 2002 (Guinée et al., 2002 e van Oers et al., 2002)
Consumo di risorse - minerali e metalli (CR_M)	Impoverimento risorse abiotiche, riserve ultime (kg Sb eq.)	

3. LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT

	RIDUZIONE/AUMENTO IMPATTI FILIERA 2 (4 SCENARI) CASO PEGGIORE RISPETTO ALLA FILIERA 1 CASO MIGLIORE			
Categoria di impatto	No lavaggio borraccia (NL)	Risciacquo borraccia con acqua fredda (L1)	lavaggio a mano con acqua calda e sapone (L2)	Lavaggio in lavastoviglie (L3)
CC	-81%	-78%	-17%	-13%
AO	-81%	-80%	-29%	-9%
IR	-76%	-74%	-57%	11%
FO	-86%	-84%	-59%	-40%
AP	-85%	-82%	-65%	-50%
TUnc	-65%	-59%	-22%	16%
TUc	-19%	-5%	34%	43%
A	-76%	-74%	-46%	3%
ED	-70%	-67%	-5%	30%
EM	-84%	-82%	93%	-2%
ET	-85%	-83%	-59%	-34%
EC	-61%	-57%	99%	53%
CS	-90%	-88%	-81%	-51%
CA	-63%	30%	**127%**	63%
CRe	-84%	-83%	-31%	-27%
CRm	-63%	-59%	-38%	55%

In generale, guardando ai singoli scenari si possono dividere le categorie in 5 gruppi:
G1: filiera 2 sempre migliore della filiera 1 (CC, FO, AP, ET, CS, CRe);
G2: filiera 2 migliore o confrontabile con almeno uno degli scenari della filiera 2 (AO, A);
G3: filiera 1 migliore di almeno uno scenario della filiera 2 con aumenti contenuti entro il 20% (IR, TUnc);
G4: filiera 1 migliore di almeno uno scenario della filiera 2 con aumenti tra il 20% e il 100% (TUc, ED, EM, EC, CRm);
G5: filiera 1 migliore di almeno uno scenario della filiera 2 con aumenti superiori al 100% (CA);