



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in INGEGNERIA MECCANICA

**Applicazione della metodologia Life Cycle Assessment ad un costume da
competizione per il nuoto.**

**Application of the Life Cycle Assessment method applied to a competition
swimsuit for swimming.**

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. **Germani Michele**

Correlatore:

Ing. Roberto Menghi

Ing. Marta Rossi

Tesi di Laurea di:

Giacomo Mosca

A.A. 2020/ 2021

“Semper invicta”.

Indice

Introduzione	5
Capitolo 1. La sostenibilità ambientale	
Definizione di sostenibilità ambientale di prodotto	6
Le fasi del ciclo di vita di prodotto	7
Capitolo 2. La metodologia e gli strumenti Life Cycle Assessment	
Introduzione	8
Le normative di riferimento	9
I principi del Life Cycle Assessment.....	10
Le fasi dell'analisi LCA.....	11
Categorie di impatto ambientale, modelli e indicatori	15
L'European Footprint 3.0.....	16
Lo strumento SimaPro.....	18
Capitolo 3. Caso studio	
Introduzione	19
Contesto aziendale	20
Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema.....	20
Modellazione e fase di inventario	21
Modellazione inventario prodotto	21
Modellazione inventario trasporto	25
Valutazione ed interpretazione dei risultati.....	27
Prodotto.....	27
Trasporto	30
Valutazione ed interpretazione risultati Ciclo di vita	35
Conclusioni	37
Riferimenti	38

Introduzione

Nel corso degli ultimi la parola sostenibilità è una delle più sentite. In un momento storico come questo dove davvero si inizia a capire quali sono gli effetti distruttivi dell'inquinamento tale parola ha assunto un ruolo di rilievo nella vita di tutti i giorni ma anche nell'ambito industriale. È importante capire cosa vuol dire sostenibilità per poter capire a pieno perché questo argomento è diventato così importante ed è anche quello che sarà fatto nel corso di questa tesi. Partendo dal concetto di sostenibilità e ciclo di vita fino a giungere allo studio diretto del ciclo di vita di un costume per Arena, azienda internazionale con sede a Tolentino (MC).

Nel primo capitolo cercheremo di capire cosa si intende per sostenibilità e quali sono le tipologie di ciclo vita di un prodotto.

Nel secondo capitolo si introduce e spiega l'elemento fondamentale della tesi: analisi LCA, acronimo di life cycle assessment che tradotto in italiano vuol dire analisi del ciclo di vita. Studio che nel settore industriale è ormai fondamentale non solo per poter valutare gli impatti sull'ambiente ma anche per poter ricevere etichette ambientali di qualità come l'Ecolabel.

Nel terzo capitolo parleremo del caso di studio svolto per conto di Arena sul costume "Powerskin carbon air 2", osserveremo tutte le fasi necessarie per svolgere un'analisi, e ne osserveremo i risultati per poi giungere alle conclusioni dello studio.

L'analisi LCA è uno strumento fondamentale per il presente e soprattutto per il futuro in quanto il poter sapere quanto impatta un prodotto ci fornisce una nuova visione su ciò che stiamo facendo.

Soltanto cambiando il presente si può preservare il futuro.

Capitolo 1: La sostenibilità ambientale

Definizione di sostenibilità ambientale

Il concetto di sostenibilità ambientale è legato per struttura a quello di tutela ambientale, ma negli ultimi anni il senso è del termine ha acquisito un senso sempre più vasto staccandosi dalla visione del passato legata principalmente ad aspetti ecologici, per assumere un significato molto più ampio che considera, oltre alla dimensione ambientale, anche quella economica e sociale.

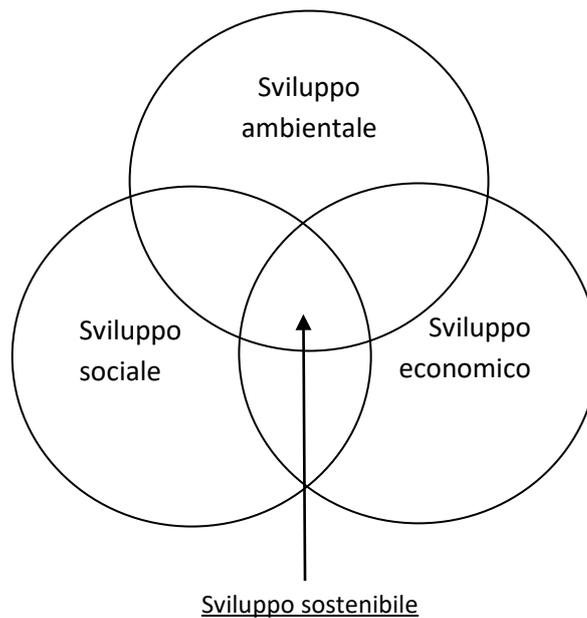


Figura 1.1: sviluppo sostenibile (elaborato personale)

Il termine “sostenibilità” è stato introdotto nel 1972 durante la prima Conferenza delle Nazioni Unite sull’ambiente del 1972 con la pubblicazione del rapporto Brundtland. Il documento definisce come sostenibile: “un modello di sviluppo in grado di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri. Una definizione nata dalla presa di coscienza che le risorse del Pianeta non sono infinite, vanno preservate con cura, senza sprechi, rispettando ecosistemi e biodiversità.” Le tre componenti fondamentali della sostenibilità si intendono come la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione (sostenibilità economica), capacità di generare condizioni di benessere umano, inteso come sicurezza sul territorio, salute e diritti civili equamente distribuiti (sostenibilità sociale) e, infine, capacità di mantenere lo stesso livello di qualità e riproducibilità delle risorse naturali (sostenibilità ambientale). La sostenibilità diviene così per l’azienda nuovo valore economico e

sociale muovendosi in termini proattivi, inoltre, in questa fase vi è una diffusa affermazione di etica ambientale nella cultura aziendale in parallelo al riconoscimento del valore di mercato per prodotti e servizi rispettosi dell'ambiente (Merli 2012). In qualsiasi tipologia di attività economica, ogni strategia o politica scelta e adottata è percepita secondo la misurazione e la confrontabilità dei risultati raggiunti. Per questo motivo, la sostenibilità senza gli indicatori (misurabili e confrontabili) non assume nessun valore. Misurare la sostenibilità delle politiche della gestione e quindi tenere sotto controllo le variabili che incidono sullo stato dei sistemi economici, sociali e ambientali è molto complesso.

Il ciclo vita di un prodotto

Come gli esseri viventi anche gli oggetti che vengono prodotti sono dotati di un ciclo di vita ed è proprio questo uno degli aspetti fondamentali del Life Cycle Assessment cioè l'analisi del ciclo vita del prodotto. Carattere fondamentale del Life Cycle Thinking.

Per ciclo vita di un prodotto si intende tutto il processo che parte dall'estrazione e lavorazione delle materie prime alla dismissione di quest'ultimo. Nel concetto di sviluppo sostenibile l'analisi del ciclo di vita del prodotto è uno dei nuclei centrali in quanto, proprio questo ci darà una stima della sostenibilità e dei possibili impatti che il nostro oggetto in esame potrebbe avere sull'ambiente e sulla salute umana. Dunque, analizzare il ciclo vita ci permette di apportare miglioramenti e identificare quali sono nel ciclo di vita del prodotto le fasi più impattanti per poi inseguito cercare di ottimizzare il tutto per poter ottenere un prodotto più ecosostenibile.



Figura 1.2: schema del ciclo di vita di un prodotto (ARPA ER, 2016)

Normalmente la metodologia LCA può essere utilizzata in due contesti. Il primo è quello del caso “from Cradle to Grave” tradotto: dalla culla alla tomba. In questo caso il ciclo di vita terminerà con lo smaltimento in discarica e quindi con la riduzione a rifiuto.

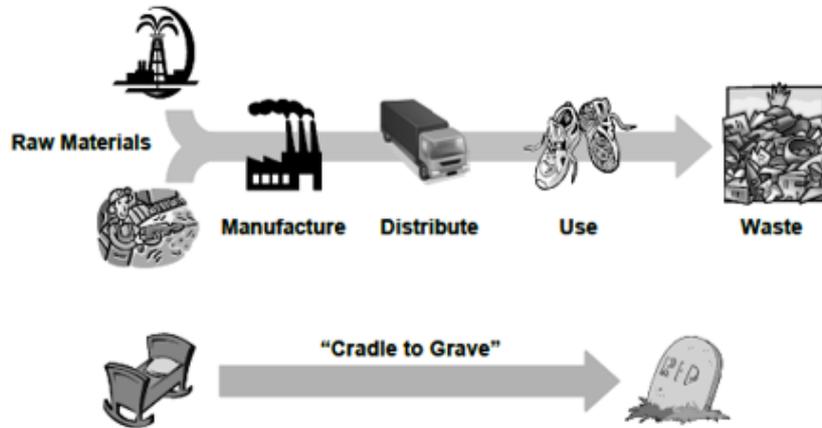
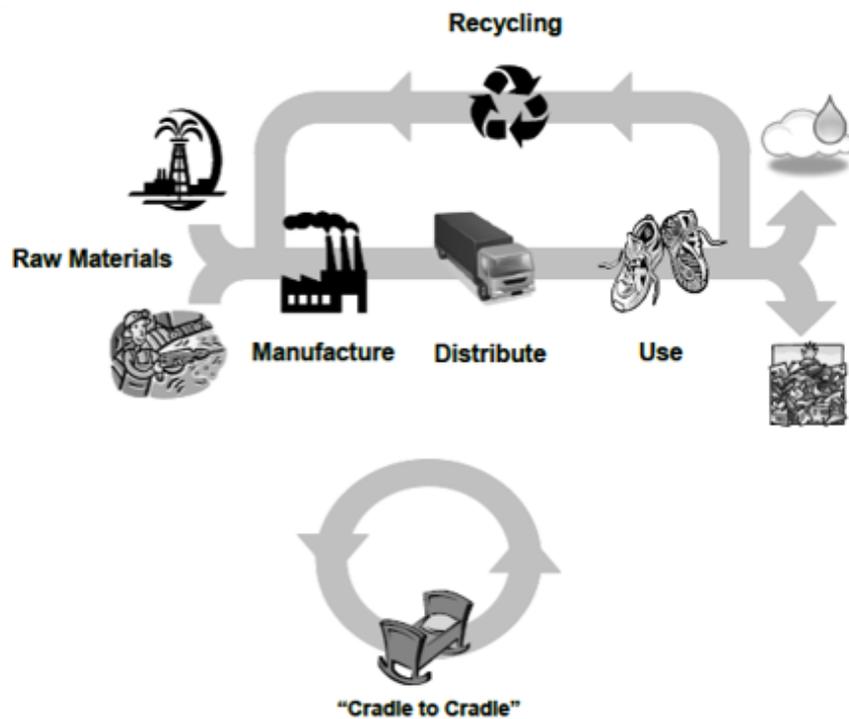


Figura 1.3: schema ciclo “cradle to Grave”

L'altro contesto a cui la metodologia può essere applicato è quella del “from Cradle to Cradle” tradotto: dalla culla alla culla. Questa possibilità è quella meno impattante in quanto invece di trasformare il prodotto in un rifiuto, noi possiamo recuperarne una percentuale da riutilizza per poter quindi ottenere risultati migliori e un prodotto più sostenibile e meno impattante.



Capitolo 2: La metodologia e gli strumenti di analisi LCA

Introduzione

Le prestazioni ambientali delle varie opzioni di prodotto sono sempre più importanti per i fabbricanti, i distributori, i consumatori informati, i responsabili politici e la società nel suo complesso. In questo contesto, è necessario tenere conto degli impatti e delle risorse utilizzate in tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, vale a dire la catena di approvvigionamento, l'uso e lo smaltimento finale. Si tratta del cosiddetto principio del ciclo di vita (LCT), basato su metodi come, per esempio, la valutazione del ciclo di vita (LCA), che contribuisce a individuare i principali impatti e punti critici o può essere utilizzata per definire strumenti e criteri orientativi. Questi ultimi costituiscono un punto di partenza per i sistemi di etichettatura e sono utilizzati, per esempio, dagli addetti allo sviluppo o all'acquisto di prodotti per distinguere tra le varie opzioni di prodotto. Tutti i prodotti hanno un impatto sull'ambiente. Può essere molto complesso stabilire la natura di tale impatto, in quale fase del ciclo di vita del prodotto si verifichi, in quale modo possa essere misurato e le possibilità di ridurlo. È tuttavia essenziale fornire una risposta su questi aspetti in quanto le pressioni sull'ambiente aumentano a causa dei nostri modelli di consumo e di produzione e del nostro stile di vita. Grazie ai vari strumenti disponibili è possibile individuare le misure indispensabili e offrire vantaggi in termini ecologici o anche economici.

le normative di riferimento

A livello europeo l'importanza strategica dell'adozione della metodologia LCA come strumento di base e scientificamente adatto all'identificazione di aspetti ambientali significativi è espressa chiaramente all'interno del Libro Verde COM 2001/68/CE e della COM 2003/302/CE sulla Politica Integrata dei Prodotti, ed è suggerita, anche all'interno dei Regolamenti Europei: EMAS (761/2001/CE) ed Ecolabel 1980/2000/CE.

Anche se a livello Europeo vi sono linee guida e normative riguardanti le analisi e la metodologia LCA, esse, comunque fanno seguito alle norme internazionali ISO.

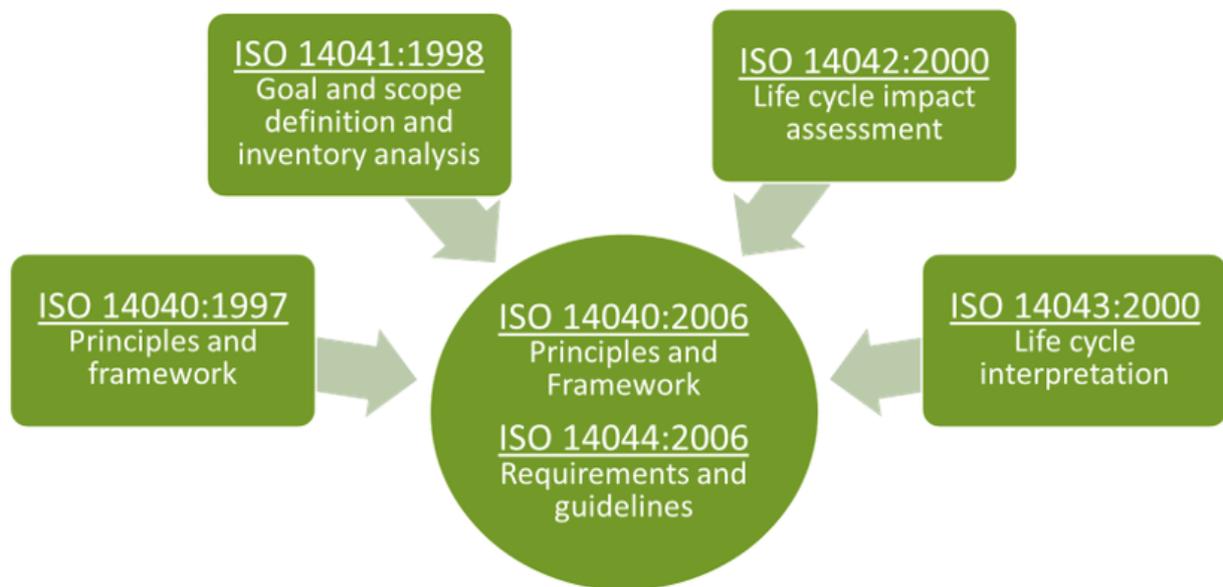


figura 2.1. Schema riassuntivo norme ISO 14040 e ISO 14044.

Le norme di riferimento ISO più importanti, utilizzate e riconosciute a livello internazionale sono due e sono:

- 1) ISO14040:2006, Gestione ambientale; Valutazione del ciclo di vita; Principi e quadro di riferimento: questa fornisce una panoramica completa e chiara della pratica, delle applicazioni e dei limiti dell'LCA.
- 2) ISO 14044:2006, Gestione ambientale; Valutazione del ciclo di vita; Requisiti e linee guida: è uno standard, il quale approfondisce la preparazione, lo sviluppo e la revisione critica dell'analisi d'inventario del ciclo di vita. Questo fornisce inoltre una guida sulla fase di valutazione dell'impatto della LCA e anche sull'interpretazione dei risultati di quest'ultima, nonché sulla natura e sulla qualità dei dati raccolti.

Inoltre, alle due linee guida principali si aggiungono altri documenti per approfondire alcune tematiche particolari:

- ISO 14045(2012) Gestione ambientale -Valutazione dell'eco-efficienza di un sistema di prodotto -Principi, requisiti e linee guida.
- ISO 14046(2014) Gestione ambientale - Impronta Idrica -Principi, requisiti e linee guida.
- ISO/TR 14047 (2012) Gestione ambientale -Valutazione dell'impatto del ciclo di vita - Esempi di applicazione della ISO 14044.
- ISO/TR 14049 Gestione ambientale -Valutazione del ciclo di vita -Esempi di applicazione della ISO 14041 per l'obiettivo e scopo e l'inventario dei dati

- ISO/TS 14048 Gestione ambientale -Valutazione del ciclo di vita -Formato dei documenti e dei dati.

I principi del Life Cycle Assessment.

La metodologia LCA ha una serie di principi generali fondamentali che vengono esplicitati nella norma UNI EN ISO 14040:

- La prospettiva del ciclo di vita: in quanto si considera l'intero ciclo di vita di un prodotto e non solo alcuni stadi, in quanto potrebbero fornire risultati che non rispecchiano la realtà.
- L'interesse concentrato sull'ambiente: si focalizza sugli aspetti ambientali e sugli impatti di un sistema di prodotto.
- L'approccio relativo e l'unità funzionale: in quanto si basa su un approccio relativo strutturato sulla definizione di unità funzionale.
- L'approccio iterativo: uno studio LCA è una tecnica iterativa nella quale le singole fasi utilizzano i risultati di tutte le altre fasi, favorendo così la completezza e la coerenza dello studio.
- La trasparenza: risulta necessaria data la complessità dell'LCA per poter garantire un'interpretazione corretta dei risultati.
- La completezza: poiché considera tutti gli aspetti relativi alla salute umana, ambiente e alle risorse.
- Priorità all'approccio scientifico: in quanto le decisioni si basano su considerazioni scientifiche, preferibilmente sulle scienze naturali.

Le fasi dell'analisi LCA

Le fasi da eseguire per poter realizzare in maniera efficace un'analisi LCA è spiegata nella norma ISO 14040, divide l'analisi in 4 passaggi da eseguire per poter realizzare l'analisi in maniera corretta:

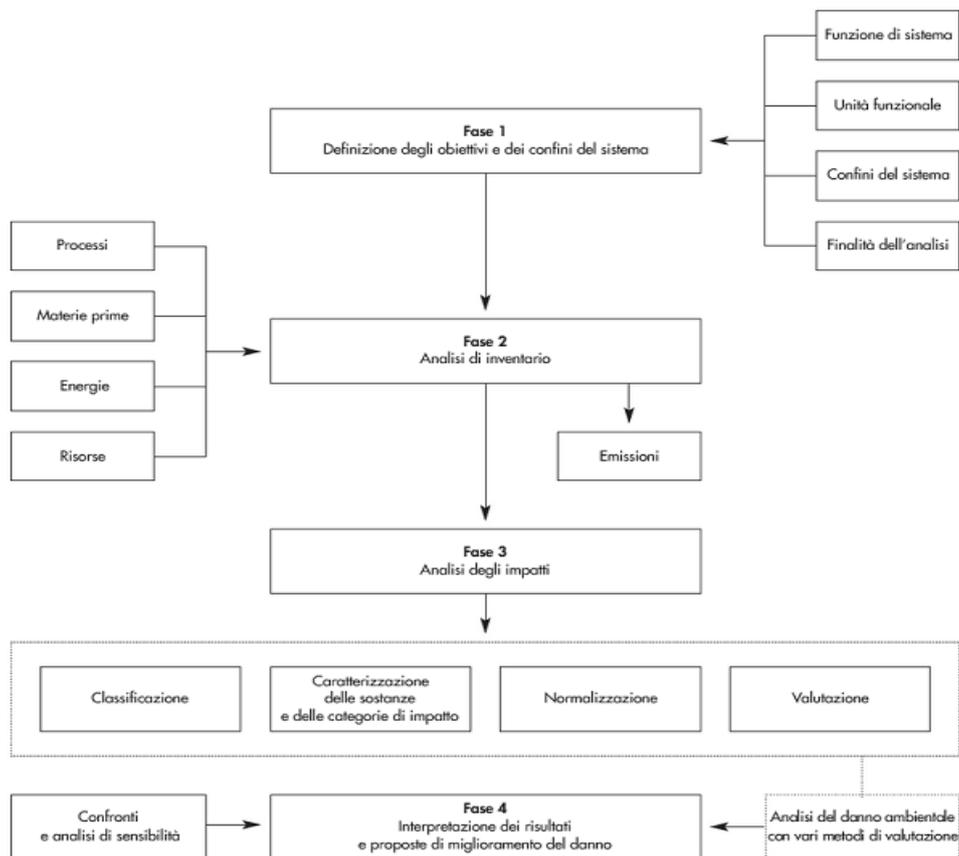


Figura 2.2. schema riassuntivo fasi LCA secondo ISO 14040.

Fonte: Neri P. (2009), *L'analisi ambientale dei prodotti agroalimentari con il Metodo del Life Cycle Assessment*, Palermo, Arpa Strumenti (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile e l'ambiente).

La prima fase è quella di definizione degli obiettivi e dei confini del sistema (Goal and Scope Definition), nella quale vengono definiti l'obiettivo dello studio, il prodotto in oggetto, la sua unità funzionale, i confini del ciclo di vita. La scelta dell'obiettivo o degli obiettivi e il campo di applicazione influenzano il sistema che si vuole studiare e la direzione e la specificità dello studio. Questa è una fase fondamentale in cui si esplicita cosa si vuole conoscere ed avere informazioni sui punti critici del sistema analizzato, inoltre nella scelta dell'obiettivo è fondamentale specificare anche a chi è diretta l'analisi, ad esempio per acquisire l'etichetta eco-label o per avere informazioni sul prodotto.

Come scritto anche sopra in questa fase si sceglie anche l'unità funzionale. Quest'ultima servirà a specificare la funzione che sarà oggetto di analisi, è dotata di un'unità di misura al quale l'analisi farà riferimento ed è espressa nella forma di un verbo che svolge una funzione.

I confini di un sistema, invece, identificano le unità di processo da includere nel sistema in cui si costruisce il modello e devono essere scelti in maniera tale che tutti i flussi in ingresso e in uscita siano flussi elementari. La scelta dei confini, il livello di aggregazione dei dati e il modello scelto

per il sistema del sistema devono essere coerenti con l'obiettivo dello studio. Tuttavia si ha facoltà di escludere dai confini del sistema specifici processi o fasi ma, in questo caso, qualsiasi esclusione deve essere esplicitamente indicata ed motivata e man mano che si raccolgono i dati e si conduce l'analisi i confini del sistema possono essere modificati (Cappellaro et al.,2011). Inoltre in questa fase vengono anche definiti le categorie di impatto ambientale, le metodologie per il calcolo degli impatti ambientali, vengono fornite informazioni sulla qualità dei dati(se provengono da misurazioni dirette o indirette, da fonti dirette o indirette) e vengono esplicitate tutte le assunzioni fatte e le semplificazioni necessarie.

La seconda fase, l'analisi di inventario (Life Cycle Inventory), consiste nella redazione dell'inventario. Rappresenta la parte più complessa e delicata dell'analisi perché è la fase in cui vengono raccolti tutti i dati riguardanti i flussi di energia e di materia del sistema preso in esame. Questa fase, che normalmente richiede il maggior tempo e le maggiori risorse, è svolta in stretta collaborazione con i soggetti che richiedono l'analisi (normalmente aziende), con i quali si collabora al fine di ricavare tutte le informazioni sul prodotto/processo/servizio e tutti i dati necessari per lo svolgimento dell'analisi LCA. Lo scopo dell'inventario è quello di fornire dati oggettivi che solo successivamente potranno essere elaborati e commentati dunque riguarda la raccolta dei dati e dei procedimenti di calcolo per poter quantificare gli input e gli output rilevanti per un sistema prodotto.

Un inventario deve essere affidabile ed oggettivo ed è proprio per questo motivo che le modalità per realizzarlo sono regolate dalla norma ISO 14044 fornendo delle linee guida da seguire per poter svolgere un'analisi d'inventario oggettiva.

Procedura semplificata dell'analisi d'inventario:

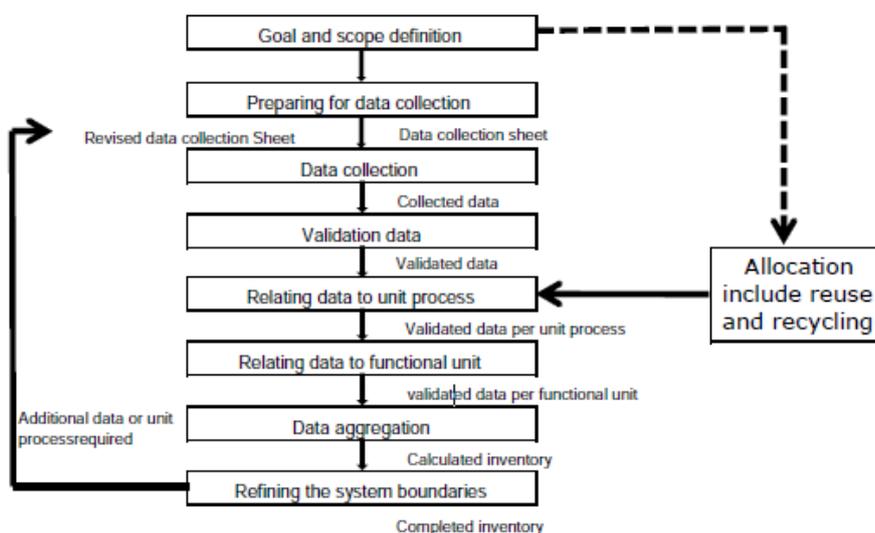


Figura 2.3. realizzazione fase d'inventario secondo UNI EN ISO 14044,2006.

Ad oggi, il problema della qualità dei dati rappresenta ancora una criticità della metodologia del ciclo di vita, poiché esistono sia troppi dati confidenziali, sia differenze consistenti se si paragonano banche dati su uguali processi produttivi. Per assicurare una buona attendibilità e trasparenza dei dati utilizzati, infatti, occorre definire e valutare la qualità dei dati suddetti.

La terza fase è quella di valutazione degli impatti (Life Cycle Impact Assessment). Questa è una delle fasi più critiche in quanto ci consente di definire le grandezze e gli impatti ambientali potenziali di un sistema o prodotto. La fase di LCIA viene solitamente realizzata con l'aiuto di uno strumento software commerciale o non (es. GaBi, SimaPro, ecc ...), i quali utilizzano sistemi di caratterizzazione e normalizzazione dei risultati conformi alla normativa. Nel corso dello svolgimento di questa fase si procede all'elaborazione dei dati relativi ai rilasci nell'ambiente e ai vari consumi di risorse. Nello specifico, si tratta di uno studio dell'impatto ambientale provocato da un processo produttivo o da un'attività, eseguito mediante l'ausilio di alcuni indicatori aggregati di uso internazionale che consentono di quantificare gli impatti e di confrontare le eventuali alternative di processo o di prodotto. L'analisi dei vari impatti è distinta in quattro fasi: classificazione, caratterizzazione, normalizzazione e valutazione delle informazioni, di queste quattro fasi solo le prime sono considerate obbligatorie mentre le altre sono facoltative.

1. **Classificazione:** consiste in una fase qualitativa, nel corso della quale i dati dell'inventario vengono suddivisi in gruppi di temi o categorie di impatti ambientali, a loro volta distinti in tre grandi aree di protezione generale (esaurimento delle risorse, salute umana, conservazione dell'ambiente). Si procede con la scelta degli effetti ambientali (o categorie d'impatto), oggetto di analisi, che richiedono il necessario rispetto di tre principi: completezza, indipendenza e praticità. Normalmente per formare le varie categorie d'impatto si utilizzano le seguenti categorie di danno: effetti sulla popolazione e sull'ecosistema; salute, effetti sulla salute e sicurezza dell'uomo; ecologia; risorse, esaurimento di fonti energetiche e materiali. Questa fase si riferisce pertanto all'assegnazione dei risultati della fase di LCI agli effetti ambientali prescelti.
2. **Caratterizzazione:** si svolge una quantificazione ed aggregazione degli impatti ambientali nella tabella d'inventario all'interno delle categorie d'impatto ambientale, al fine di individuare il danno relativo a una sostanza emessa o in base alla risorsa utilizzata.

3. Normalizzazione: si tratta di una divisione dei valori ottenuti nella precedente fase per un danno appartenente alla stessa categoria, al fine di consentire un confronto tra le categorie aventi diverse unità di misura.
4. Valutazione: tale fase viene generalmente eseguita seguendo diverse prospettive culturali con lo scopo di attribuire un valore in termini d'importanza a ciascun impatto.

Tutte le informazioni che estrapoleremo da questa fase serviranno per poter effettuare le valutazioni di tipo ambientale, infatti questa fase ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modifiche ambientali al seguito di tutti i processi in riferimento al prodotto. Per impatto e modifiche ambientali, nel contesto della LCA, si intende il risultato fisico immediato di un'operazione che consiste nell'emissione di certe sostanze. Un carattere da specificare è l'associazione di un impatto a una o più effetti ambientali, infatti considerando ad esempio la CO₂ che viene emessa durante una combustione o durante il trasporto su strada provocherà un impatto come l'effetto serra. Però non è possibile correlare in maniera certa un impatto specifico agli effetti che provoca, per questo motivo dobbiamo considerare gli impatti come un qualcosa che prelude ad un effetto. Ciò significa che si può ottenere il valore numerico degli impatti ma possiamo solo stimare i possibili effetti che essi avranno seguendo ipotesi e convenzioni stabilite. La quarta ed ultima fase è quella di interpretazione dei risultati e il miglioramento. Questa fase ha lo scopo di fornire una interpretazione dei risultati mostrando le criticità ambientali ed evidenziando i potenziali miglioramenti sia tecnologici che gestionali del ciclo di vita del prodotto. Secondo la ISO 14044 la Life Cycle Interpretation cioè l'interpretazione del ciclo vita è composta da tre fasi:

1. L'identificazione delle problematiche che hanno come fondamenta i risultati ottenuti dall'analisi d'inventario e dalla valutazione d'impatto.
2. Valutazioni che prendano in considerazione una verifica di completezza dell'informazione. La sensibilità dei dati, la coerenza delle ipotesi e dei metodi utilizzati.
3. Conclusioni, raccomandazioni e limitazioni.

Grazie a questa fase è possibile individuare i passaggi nel sistema che possono richiedere un miglioramento. Da questo passaggio si può elaborare il Rapporto Finale dove è possibile esplicitare le conclusioni raggiunte e quali miglioramenti si possono proporre.

Categorie di impatto ambientale, modelli e indicatori

Come accennato anche nel capitolo precedente una delle scelte fondamentali e più importanti è la scelta del modello per il calcolo dell'impatto ambientale. Infatti, nel modello scelto saranno

presenti diverse categorie di impatto e indicatori che ci permetteranno di quantificare gli impatti dei processi e dei materiali utilizzati.

Le categorie di impatto seguono alcuni paradigmi che permettono di osservare gli effetti generali:

- Ecologia: riguarda gli effetti sulla popolazione e sugli ecosistemi.
- Salute: comprende gli effetti sulla sicurezza e sulla salute dell'uomo.
- Risorse: riguarda lo sfruttamento ed esaurimento di risorse energetiche e materiali.
- Riflessi sociali: rappresenta l'impatto sulle attività umane che interagiscono con il sistema in analisi e con il degrado dell'habitat.

Da questi paradigmi vengono poi formalizzati gli effetti che caratterizzano le varie categorie d'impatto che possono variare in base al modello scelto. In un modello generale le categorie d'impatto sono sette e sono le seguenti:

- Effetto serra: effetto dovuto alla presenza di alcuni gas che trattengono le radiazioni infrarosse come, ad esempio, la CO₂ e causano un aumento della temperatura nella bassa atmosfera.
- Assottigliamento della fascia di ozono: consiste in un assottigliamento della fascia di ozono, la quale filtra i raggi ultravioletti pericolosi, ciò può provocare problemi riguardanti la salute umana.
- Acidificazione: effetto causato dall'assorbimento da parte dei ecosistemi acquatici di anidride carbonica di origine antropica dall'atmosfera.
- Eutrofizzazione: è un processo degenerativo riguardante le acque indotto da eccessivi apporti di sostanze ad effetto fertilizzante.
- Formazione di smog fotochimico: è un particolare inquinamento dell'aria che si produce in giornate caratterizzate da condizioni meteo di stabilità con presenza di forte insolazione.
- Ecotossicità: categoria riguardante gli impatti sulle specie e sugli ecosistemi, è causata da emissioni dirette di sostanze tossiche e quelle sostanze liberate nel corso della degenerazione di prodotti.
- Consumo di risorse: riguarda il consumo di risorse non rinnovabili.

Le categorie di impatto e anche vengono utilizzati all'interno dei modelli di impatto ambientale. L'obiettivo dei modelli di impatto ambientale è quello di quantificare ed evidenziare l'entità delle modificazioni ambientali che verranno generate dai rilasci nell'ambiente e dal consumo di risorse, quindi trasforma ogni flusso contenuto negli inventari in un contributo agli impatti stessi. Esistono diversi metodi, ognuno con possibili altre sottocategorie d'impatto oltre a quelle stilate

sopra. Esempi di modelli sono l'EcoIndicator 99 o l'EDP 2007, quest'ultimo utilizzato principalmente per le creazioni di dichiarazioni ambientali di prodotto.

Il modello ambientale che verrà preso in considerazione anche nel caso di studio che seguirà nel prossimo capitolo è l'European Footprint 3.0, abbreviato in EF 3.0.

European Footprint 3.0

L'European footprint 3.0 è un modello di impatto ambientale sviluppato dalla comunità europea. Nasce nel 2013 dopo che l'Unione Europea ha stilato il programma del "Piano d'azione per il consumo e la produzione sostenibili" nel 2008. Dopo la prima fase pilota dal 2013 al 2018 con l'EF 2.0 è stata avviata la fase di transizione con la presentazione dell'EF3.0, più aggiornato e con nuovi indici per valutare in maniera migliore gli impatti ambientali. Come riportato anche sul sito dell'EU, l'obiettivo dell'EF 3.0 è quello di valutare l'impatto dei prodotti e aiutare gli sviluppatori in uno sviluppo più sostenibile in vista del futuro.

Le categorie di impatto all'interno del EF 3.0 sono 16:

- Cambiamenti climatici (climate change). Indicatore di impatto: Forzante radiativo come potenziale di riscaldamento globale (GWP100).
- Riduzione dell'ozonosfera. Indicatore di impatto: Il potenziale di riduzione dell'ozono (ODP) calcola gli effetti distruttivi sullo strato di ozono stratosferico su un orizzonte temporale di cento anni.
- Tossicità per l'uomo, cancerogeno. Indicatore di impatto: : Unità tossiche comparative per l'uomo (CTUh).
- Tossicità per l'uomo, non-cancerogeno. Indicatore di impatto: Unità tossiche comparative per l'uomo (CTUh).
- Materiali particolati. Indicatore di impatto: incidenza di malattie dovute a kg di PM2,5 emessi.
- Radiazioni ionizzate, salute umana. Indicatore di impatto: Potenziale di radiazioni ionizzanti: Quantificazione dell'impatto delle radiazioni ionizzanti sulla popolazione, rispetto all'uranio 235.
- Formazione di smog fotochimico. Indicatore di impatto: Potenziale di creazione di ozono fotochimico (POCP): Espressione del contributo potenziale alla formazione di ozono fotochimico.

- Acidificazione. Indicatore di impatto: Eccedenze di accumuli (AE) che caratterizza la variazione del superamento del carico critico nell'area sensibile degli ecosistemi terrestri e delle principali acque dolci, a cui si depositano sostanze acidificanti.
- Eutrofizzazione, terrestre. Indicatore di impatto: eccedenza di accumulo (AE) che caratterizza la variazione del superamento del carico critico della zona sensibile, alla quale si depositano le sostanze eutrofizzanti.
- Eutrofizzazione, acque dolci. Indicatore di impatto: Fosforo equivalente: Espressione del grado in cui i nutrienti emessi raggiungono il compartimento finale delle acque dolci (fosforo considerato fattore limitante nelle acque dolci).
- Eutrofizzazione, mari. Indicatore di impatto: Equivalenti di azoto: Espressione del grado in cui i nutrienti emessi raggiungono il compartimento marino (azoto considerato fattore limitante nell'acqua marina).
- Uso del terreno. Indicatore di impatto: Indice di qualità del suolo.
- Eco tossicità, acque dolci. Indicatore di impatto: Unità tossica comparativa per gli ecosistemi (Ctue).
- Uso di acqua. Indicatore di impatto: potenziale di deprivazione degli utilizzatori (consumo di acqua ponderato per la privazione).
- Uso di risorse, risorse fossili. Indicatore di impatto: Abiotic resource depletion fossil fuels (ADP-fossil); based on lower heating value.
- Uso di risorse, minerali. Indicatore di impatto: esaurimento delle risorse abiotiche (riserva finale ADP).

Ognuna di questi indicatori hanno pesi diversi tramite coefficienti stabiliti dalle organizzazioni europee che tengono quindi conto degli elementi più dannosi o pericolosi in modo tale da avere una visione la più ampia e corretta possibile.

Lo strumento SimaPro

Per poter svolgere un'analisi LCA vi sarà bisogno di un software per poter quantificare gli impatti, o meglio per poter svolgere nella sua totalità e in maniera efficace la parte relativa alla valutazione dell'impatto e la fase di valutazione dell'inventario. Per poter svolgere questa parte in generale si usano software appositi e nello specifico quello utilizzato in questo studio è "SimaPro".

SimaPro ci permette di eseguire un'analisi completa seguendo le norme ISO 14040-14044. Ci permette dopo la fase di inventario di introdurre tutti gli step del ciclo vita, dalla scelta dei materiali fino allo scenario di fine vita e tramite dei modelli di calcolo ci permette di poter quantificare e analizzare gli impatti ambientali del prodotto e anche di comparare quale tra i più possibili cicli di vita è il meno impattante. Oltre alla possibilità di svolgere studi di Life Cycle Assessment (LCA), SimaPro ci permette anche di svolgere calcoli per l'ottenimento della dichiarazione ambientale di prodotto (EPD), supportare attività di eco-design e di calcolare il carbon footprint e il water footprint a livello di prodotto e aziende. L'utilizzo di tale software inoltre ci permette di confrontare molto facilmente diverse soluzioni per il calcolo degli impatti in base a quello che noi vogliamo valutare, nel nostro caso utilizziamo L'EF 3.0 però nel caso in cui avessimo voluto fare un'analisi diversa e fare un confronto avremmo potuto facilmente comparare questo metodo ad un altro come l'EDP 2007, ciò rende questo software non solo fondamentale ma anche altamente versatile e che ci permette di valutare in maniera approfondita molti dettagli oltre a tutti i flussi legati a un processo o a un prodotto.

Capitolo 3 Caso di studio per Arena S.p.A.

Introduzione

La parte che stiamo per vedere di seguito rappresenta tutto il percorso fatto nel caso di studio per Arena S.p.A. L'analisi svolta è un'analisi LCA completa nel quale si valuta tutto il ciclo vita del prodotto, dalle materie prime necessarie fino allo smaltimento, tutto ciò eseguito rispettando le norme di riferimento ISO 14040-14044. La prima parte è stata quella riguardante la scelta dell'obiettivo, la parte riguardante la fase d'inventario è stata più rapida grazie ai dati forniti da Arena e per la terza e quarta parte è stato utilizzato SimaPro per poter valutare tutto in maniera efficace.

Contesto aziendale Arena S.p.A.

Arena è un marchio di abbigliamento per il nuoto sportivo, l'azienda è stata creata nel 1973 dalla Adidas Francia e la sua sede è a Tolentino, in provincia di Macerata nelle Marche. L'azienda nel corso della sua esistenza è stata ceduta diverse volte fino all'acquisto del gruppo Descente LTD che si occupa della vendita dei prodotti Arena in Asia. L'azienda ad oggi ha più di 33.000 lavoratori con 43 stabilimenti in 15 paesi. Arena inoltre si impegna attivamente sulle tematiche della sostenibilità ambientale e sociale CSR.

Dal 2017 arena è membro del Center for Child Rights and Corporate Social Responsibility, CCR CSR è specializzato in progetti rivolti ai diritti dei minori, con particolare attenzione a sostenere i bambini con genitori lavoratori-migranti inoltre Arena si impegna a non percorrere la via del “greenwashing” cioè quella pratica con la quale tramite pubblicità, post o colori specifici si cerca di far passare un prodotto inquinante e non sostenibile come qualcosa che rispetta l’ambiente e che non è dannoso.

Sotto quest’ottica il lavoro svolto è perfettamente in linea alle idee della società di etica ambientale e del lavoro.

Obiettivo dell’analisi

Come mostrato nella figura 2.2 il processo di un’analisi LCA è regolamentato dalla norma ISO 14040 ed è composto da 4 step fondamentali più altri sottopassaggi. Come primo step è stato definito l’obiettivo dell’analisi, dei confini del sistema, dell’unità funzionale è di tutti quegli elementi necessari a caratterizzare il primo step dell’analisi.

Nel nostro caso l’obiettivo è chiaro fin dall’inizio ed è: valutare l’impatto ambientale di un costume «Powerskin carbon air 2» per Arena.

Definito l’obiettivo, si definisce l’unità funzionale, cioè la funzione che sarà oggetto di analisi. L’unità funzionale è dotata di una unità di misura ed è il parametro di riferimento a cui tutta l’analisi sarà riferita. L’unità funzionale è espressa nella forma di un verbo che svolge una funzione.

L’unità funzionale scelta per il nostro caso di studio sarà: la qualità della performance e della protezione del nuotatore durante l’attività sportiva.

La scelta del confine del sistema è dipendente direttamente dal ciclo vita che noi scegliamo di analizzare. Nel nostro scenario noi abbiamo scelto di svolgere un’analisi “from cradle to grave” cioè dalla culla alla tomba, ciò significa che nella scelta dei nostri confini il termine ultimo sarà la discarica e quindi non vi sarà un riutilizzo delle materie prime usate per la produzione del costume.

Oltre a definire l’obiettivo dell’analisi, i confini del sistema e l’unità funzionale in questa fase vanno definiti anche le categorie di impatto ambientale che intendiamo utilizzare, la metodologia o le metodologie per il calcolo degli impatti ambientali, devono essere forniti dati sulla qualità dei dati e vengono esplicitate tutte le assunzioni fatte e le semplificazioni necessarie.

Le categorie di impatto scelte sono tutte le categorie di impatto ambientale contenute nel metodo di calcolo EF 3.0, ma con particolare attenzione a quelle principali come l’eco tossicità, cambiamenti climatici e uso del territorio e dell’acqua. Come scritto appena sopra il metodo che

utilizzeremo per calcolare gli impatti sarà L'EF 3.0 perché è la metodologia ufficiale della comunità europea per valutare l'impatto di prodotti e con l'aggiornamento 3.0 sono stati introdotti valutazioni accurate e normate per le valutazioni degli indumenti, quindi è uno strumento ideale per questo costume da competizione.

Nel corso dell'analisi sono state fatte diverse assunzioni, alcune anche molto importanti:

- La scelta di dell'analisi "cradle to cradle". È stata scelta questa analisi perché i costumi di Arena vengono spediti in tutto il Mondo, ciò rende impossibile poter svolgere idealmente un'analisi del quale noi sappiamo il fine vita. Quindi abbiamo scelto di utilizzare come fine vita la discarica perché è probabilmente la situazione di fine vita più frequente.
- La scelta di impostare la fase d'uso a 200 cicli. Questa scelta è stata fatta perché è un numero di cicli standard. La scelta del numero di cicli influenza fortemente la valutazione dell'impatto della fase d'uso.

L'unica semplificazione effettuata è stata quella di omettere durante la fase d'inventario nella sezione dei trasporti, la spedizione al cliente finale in quanto non potevamo avere informazioni riguardanti tale spedizione.

Tutti i dati sono gentilmente stati forniti da Arena S.p.A. dunque sono dati attendibili e di buona qualità.

Modellazione e fase d'inventario.

In un'analisi LCA la fase d'inventario è sempre una delle più lunghe e complicate. In questa fase vengono presi in considerazione i flussi in ingresso e uscita. Nel caso specifico del caso di studio la modellazione è stata gestita in due fasi, prima la modellazione del prodotto e poi subito quella del trasporto. Tutti i dati ci sono stati dati dalla ditta Arena quindi sono molto attendibili.

Modellazione inventario prodotto

Come si può osservare per la parte relativa al prodotto, possiamo notare che questa sezione è stata divisa in tre parti:

- Manufacturing: riguarda tutta la parte sulla realizzazione del prodotto, quindi tutti quei processi necessari alla realizzazione per modello “Powerskin carbon air 2”. Per ogni fase vi è una serie di sottocategorie necessarie per poter osservare tutti passaggi necessari.
- Use fase: la fase d’uso costituisce la categoria più importante, infatti, riguarda il numero di utilizzi che il costume potrà sopportare. Qui osserviamo anche la prima assunzione: l’impostazione della fase d’uso a 200 cicli. Questa scelta è molto importante perché la fase d’uso è spesso la fase più impattante nel ciclo vita di un prodotto di abbigliamento, infatti a differenza di quanto si possa pensare osservando le quantità di acqua e sapone consumate, queste nel dataset utilizzato contengono anche tutti i sottoprocessi necessari alla loro produzione ed utilizzo, quindi rendendo di fatti il numero di cicli teorico una scelta molto importante in quanto potrebbe fortemente influenzare i risultati della fase di calcolo.
- End of Life: Questa è la sezione che riguarda il fine vita del prodotto, come da assunzione descritta poco sopra, è stato scelto di mandare tutto in discarica (landfill) come disposizione finale.

Inseriti tutti i dati nel documento excel possiamo riportarli in seguito all’interno di SimaPro. Questa operazione è molto importante perché in questo modo possiamo osservare i flussi del prodotto ed osservare come questi variano. Inoltre, ci serviranno anche per calcolare tramite il metodo EF 3.0 gli impatti.

Category	Subcategory_1	Subcategory_2	Subcategory_3	Dataset	Qt	UM	Process	Qt	UM
Manufacturing	Material	Main fabric (textile)	Elastic Yarn Manufacturing	Nylon 6-6 (RER) market for nylon 6-6 Cut-off, U	####	kg	Weaving, synthetic fibre (GLO) weaving of synthetic fibre	0,11011	kg
							Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	12,66	kgkm
							Dyeing, yarn (GLO) market for dyeing, yarn (GLO)	0,1101	kg
							Finishing, textile, (GLO) finishing, textile, (M)	0,1101	kg
							Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	7,71	kgkm
		escluso dalla modellazione: no dati	-	-					
		Elastic component	Polyester fabric	Textile, non-woven polyester (GLO) market for textile, non-woven	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	0,49	kgkm
			Silicone rubber (legs hole)	Silicone product (RER) market for silicone product Cut-off, U	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	1,32	kgkm
			Silicone rubber (waistband)	Silicone product (RER) market for silicone product Cut-off, U	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	0,34	kgkm
			Thermoplastic Polyurethane (TPU) plastic	Fibre, polyester (GLO) market for fibre, polyester Cut-off, U	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	3,63	kgkm
	Textile label		Polyurethane (PU) plastic	Polyurethane, flexible foam (RER) market for polyurethane foam	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	0,22	kgkm
	Reinforcement tapes (Fabric)	Nylon fabric	Textile, non-woven NYLON (GLO) market for textile, non-woven	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	0,08	kgkm	
	Packaging	Paper packaging	?	-	-	-	-	-	
		Non woven bag	Textile, non-woven polypropylene (GLO) market for textile, non-woven	####	kg	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	0,29	kgkm	
		Paper	Core board (GLO) market for core board Cut-off, U	####	kg	-	-	-	
	Production waste	Plastic	Packaging film, low density polyethylene (GLO) market for packaging film	####	kg	-	-	-	
		Mixed materials	escluso dalla modellazione: no dati	-	-	-	-	-	
		Hazardous waste	escluso dalla modellazione: no dati	-	-	-	-	-	
	Bonding Process	Water	-	-	-	Tap water (RER) market group for tap water Cut-off, U	####	kg	-
		Electricity	-	-	-	Electricity, medium voltage (SK) market for electricity, medium voltage	1,91437	kWh	
		Lubricating oil	-	-	-	Lubricating oil (RER) market for lubricating oil Cut-off, U	####	kg	-
	Handling	Transports (to Manufacturing)	-	-	-	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, eur	231,05	kgkm	
	Use phase	Soap	-	(n° utilizzi ↓)	-	Soap (GLO) market for soap Cut-off, U	2	kg	-
Water cleaning		-	200	-	Tap water (GLO) market group for tap water Cut-off, U	600	kg	-	
EoL	EoL_100%_landfill	Landfill	-	-	100%	-	-	Inert waste, for final disposal (RoW) treatment of inert waste,	

Fig. 3.1. fase d’inventario per il prodotto.

In questa tabella possiamo osservare l'inventario per la fase di manufacturing, use phase e end of life. Adesso possiamo riportare tutti i dati, i processi e i materiali e sottoprocessi nel software SimaPro, per poter osservare i flussi sui materiali per ogni categoria. Più la freccia che lega i riquadri è grande è più quel flusso è tecnicamente impattante e con una quantità maggiore.

È interessante osservare l'utilità di SimaPro per questa fase, in quanto esso tiene conto anche di tutti i sotto processi per ottenere un determinato componente che costituisce l'inventario, per questo se noi ad esempio osserviamo il grafico ad albero dei flussi nella fase d'uso, nella pagina seguente, possiamo osservare che quando noi inseriamo il sapone come componente principale, questo in realtà è composto da più sottocomponenti come l'olio di palma in questo caso che hanno anch'esse un impatto specifico, per questo quando noi andiamo a valutare l'impatto di una sottocategoria specifica in realtà valutiamo anche tutte le sottocategorie necessarie alla realizzazione di quell'elemento specifico e questo è molto importante al fine di poter valutare gli impatti in maniera organica altrimenti si potrebbero effettuare valutazioni totalmente sbagliate o erronee.

La parte successiva al file Excel è l'inserimento all'interno di Sima pro nel quale sono state create le sottocategorie per il manufacturing, per la fase d'uso e per la fase d'uso, da queste noi possiamo vedere il network dei flussi di materiali corrispondenti ad ognuna delle categorie principale con un relativo punteggio unico che ci dà già una prima possibile visione degli elementi più impattanti. Ovviamente nel network dei flussi noi non vedremo ogni possibile processo in quanto in quel caso, alcuni grafici potrebbero diventare troppo grandi per poter essere visualizzati in maniera corretta ed inoltre si potrebbe perdere l'obiettivo principale che è quello di osservare nel network gli elementi principali che creano più impatto rispetto ad alcuni elementi che potrebbero essere anche trascurabili. Il risultato finale di questa modellazione è visibile nei tre network di seguito.

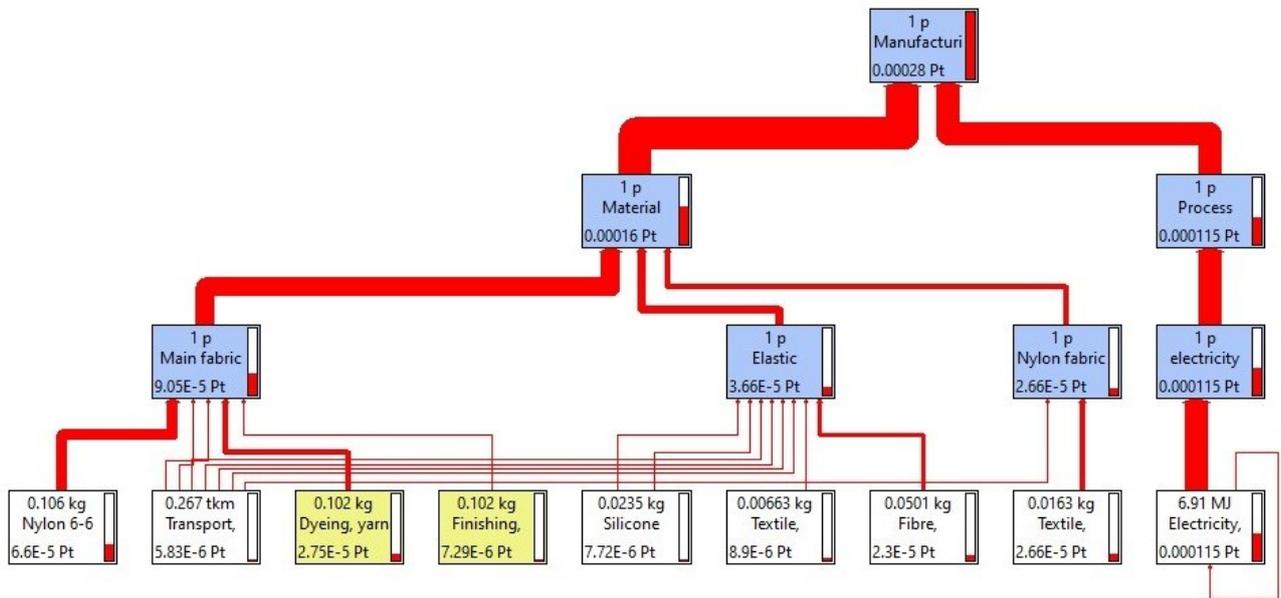


Fig. 3.2. network dei flussi di materiali relativi alla sezione manufacturing.

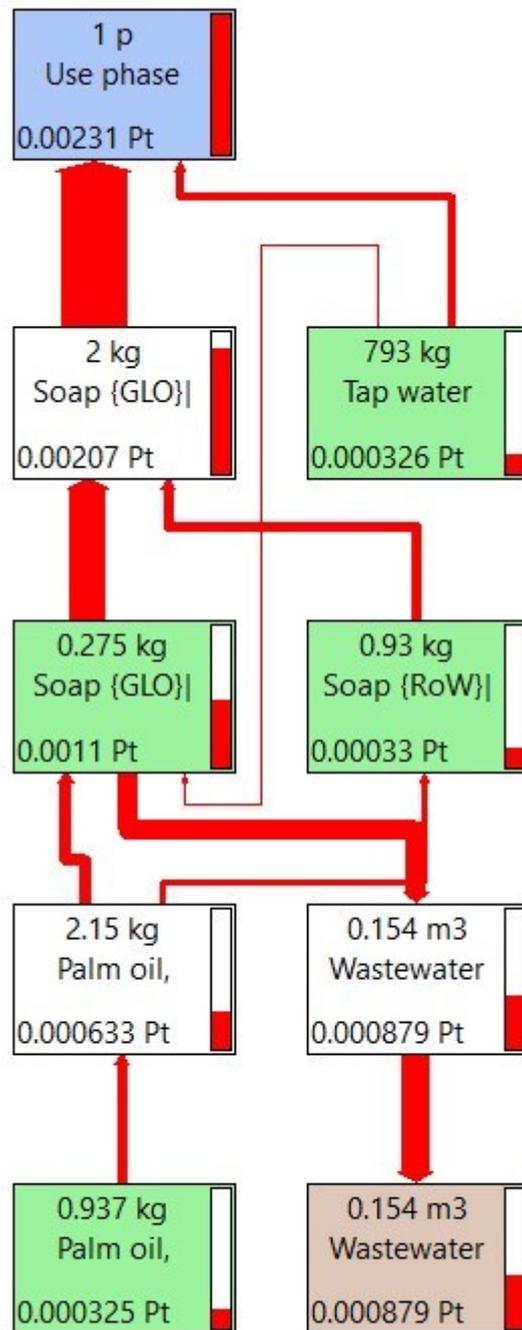


Fig. 3.3. network relativo al flusso di materiali per la fase d'uso.

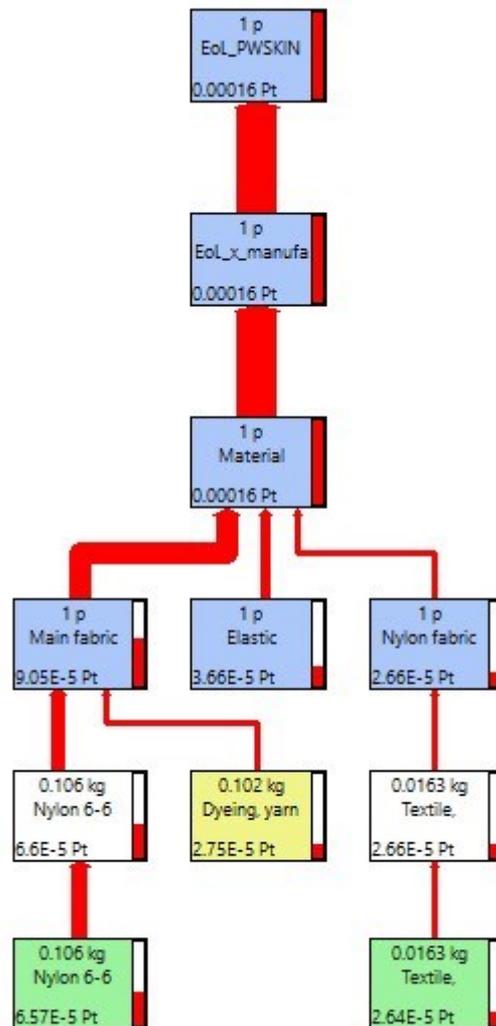


Fig. 3.4. network relativo al flusso di materiali per la sezione fine vita.

Modellazione inventario trasporto

La modellazione della sezione relativa ai trasporti è stata più lunga in quanto ovviamente nella fase di inventario riunire tutti i dati relativi a tutte le destinazioni è stato più complesso. Per questo costume la spedizione non viene eseguita via aereo ma solo via mare e via strada. È stato scelto di utilizzare per il trasporto su strada un camion euro 3 nella sezione 16-32 metri, mentre per la sezione via mare è stata scelta la nave container per spedizioni. Inoltre, vi è da osservare che spesso questi due metodi di trasporto vengono uniti facendo uno step intermedio, ad esempio, dalla sede di Tolentino al porto di Ancona, che è un trasporto via strada, per poi essere caricati su una nave container che ha portato i costumi in Inghilterra, quindi un trasporto via mare.

Dunque, per questa necessita è stata creata una specifica opzione dei trasporti via strada a servizio del trasporto via mare.

La gestione dei trasporti è divisa in tre parti fondamentali:

- Inbound: si intende la spedizione del prodotto dalla sede di produzione ai magazzini Arena che sono dislocati in tre città: Tolentino, Lione e Henderson.
- Outbound: si intende la spedizione del prodotto dai magazzini arena ai distributori/negozi.
- Direct: si intende la spedizione diretta del prodotto dal sito di produzione ai distributori/negozi, quindi non c'è un passaggio intermedio che è quello della spedizione ai magazzini Arena.

Dopo aver riportato in degli appositi file excel tutte le destinazioni con le relative distanze e quantità possiamo inserire tutti i dati all'interno di SimaPro e poter così immediatamente osservare i flussi di materiali relativi alla sezione dei trasporti. Come possiamo osservare il punteggio maggiore è dato dalla sezione direct, quindi da tutti i costumi che vengono spediti direttamente ai distributori/negozi.

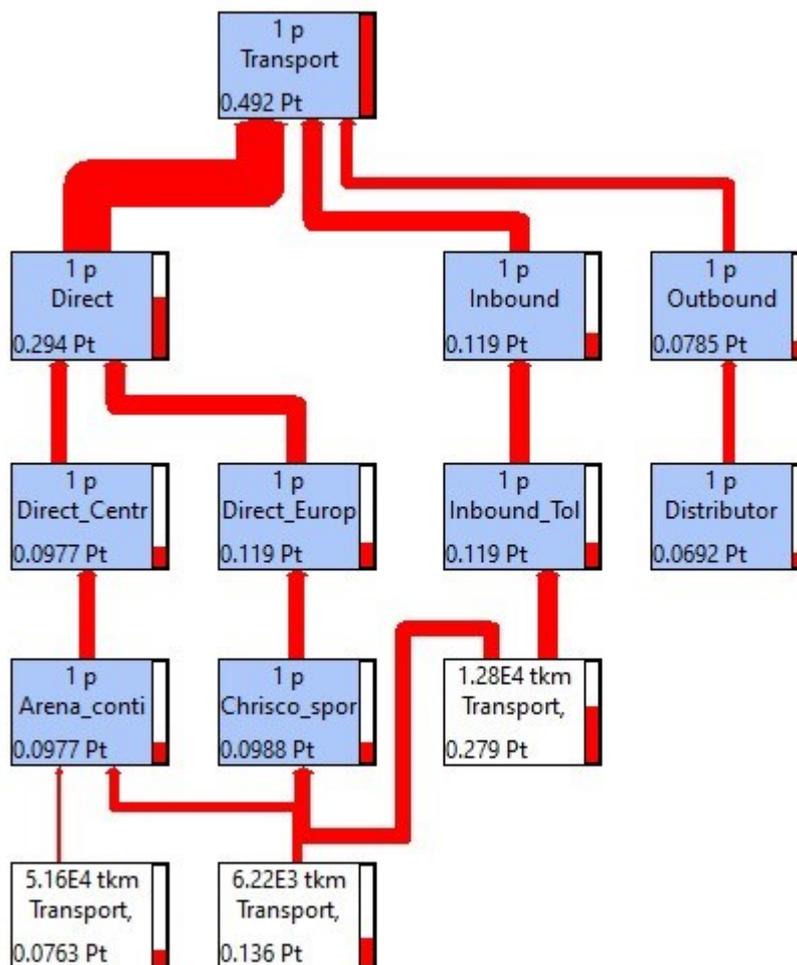


Fig 3.5. Network dei flussi di materiali relativo alla sezione trasporti.

Valutazione ed interpretazione risultati.

Questa è la terza e penultima fase, quella di calcolo e analisi degli impatti con conseguente valutazione nella quarta ed ultima fase.

In questa sezione sono stati calcolati gli impatti della sezione legata alla produzione, fase d'uso e fine vita. I calcoli sono stati effettuati per mezzo dell'EF 3.0.

Tutti i valori calcolati si riferiscono a valori unitari in quanto i dati inseriti per questa fase nella fase d'inventario si riferiscono a dei valori legati al singolo costume. Per questo nella fase in cui confronteremo questi dati a quelli del trasporto utilizzeremo i dati dei trasporti totali per valore unitario.

Prodotto.

In questo primo grafico osserviamo la comparazione degli impatti nella fase di produzione (manufacturing), gli impatti vengono generati maggiormente dalla parte relativi ai processi e dei materiali. In quanto molti materiali sono materiali impattanti e la produzione di energia elettrica è anch'essa impattante.

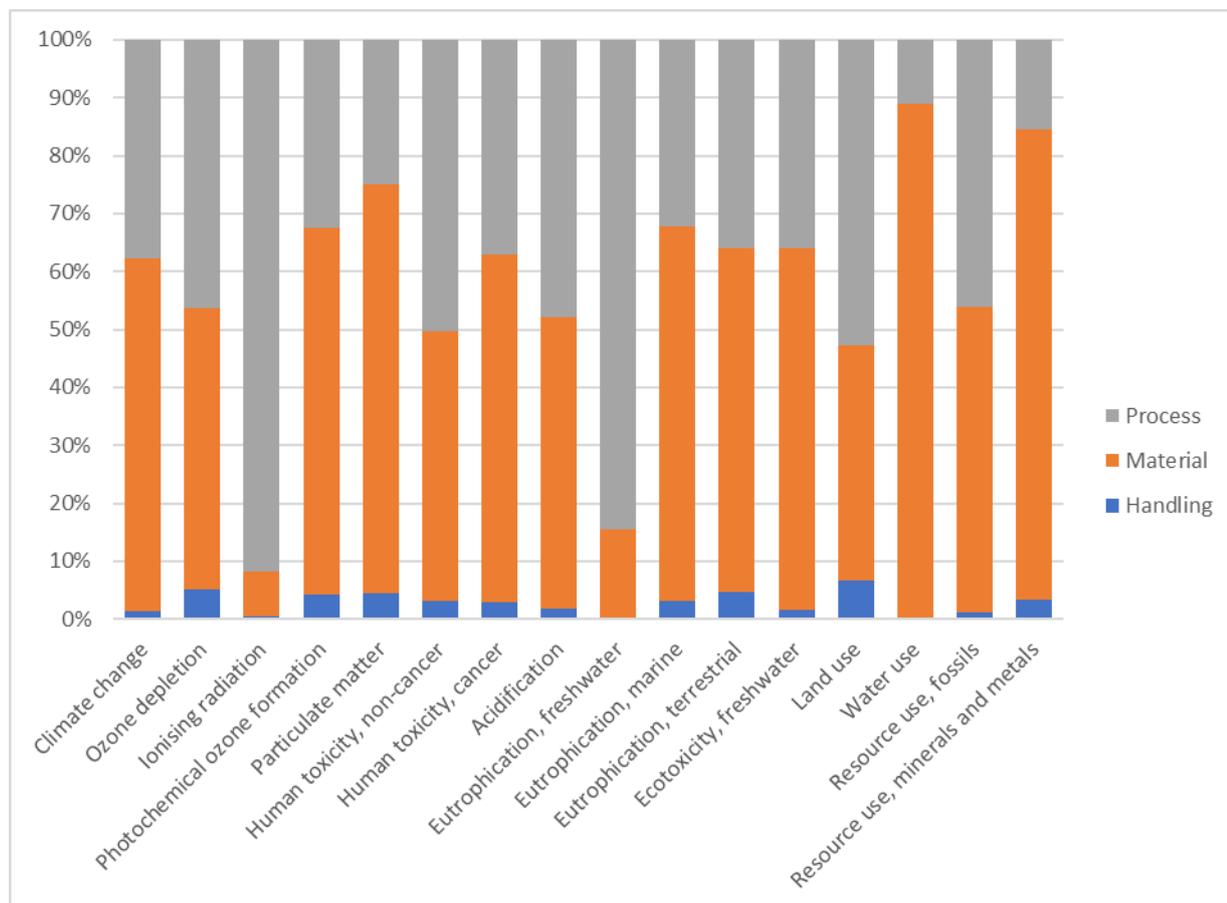


Fig. 3.6. confronto impatti unitari processo, materiali e maneggio del materiale.

Per analizzare in maniera più dettagliata quali sono i materiali più impattanti per ogni sezione è stato scelto di analizzare ogni sottocategoria in maniera più specifica. Nel grafico seguente possiamo controllare nella sezione dei materiali per la produzione il più impattante, per più del 50% quasi è legato al main fabric. In questa sezione troviamo le lavorazioni principali per la lavorazione, colorazione e preparazione del nylon. Le sezioni legate al packaging, e gli scarti di produzione sono quasi irrilevanti rispetto all'unione del main fabric e della sezione elastic.

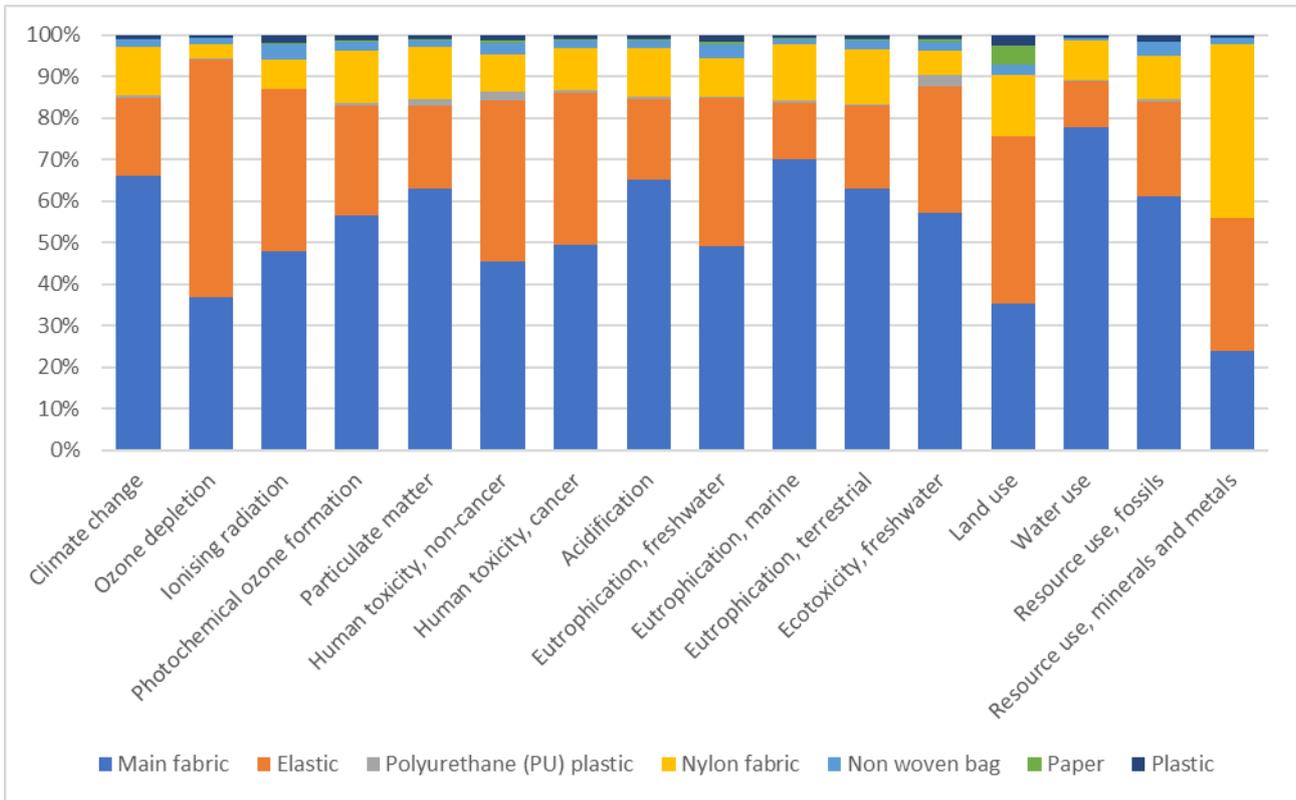


Fig. 3.7. impatti ambientali di tutta la sezione material.

Dato che le due sottocategorie più impattanti sono il Main fabric ed Elastic, è stato scelto di osservare meglio nel dettaglio queste due categorie.

Nel grafico seguente osserviamo il grafico degli impatti specifici del Main fabric. È immediatamente osservabile come quasi la totalità degli impatti siano da attribuire a due elementi specifici: il materiale Nylon 6-6, che è un materiale impattante nella produzione però molto riciclabile e recuperabile e l'altro elemento molto impattante è la colorazione del nylon, che possiamo vedere con il nome Dyeing. Il processo di colorazione è sempre un processo molto impattante e soprattutto in questo grafico, è il più impattante nello specifico per l'ecotossicità dell'acqua, della riduzione dello strato di Ozono e per la formazione di radiazioni ionizzate.

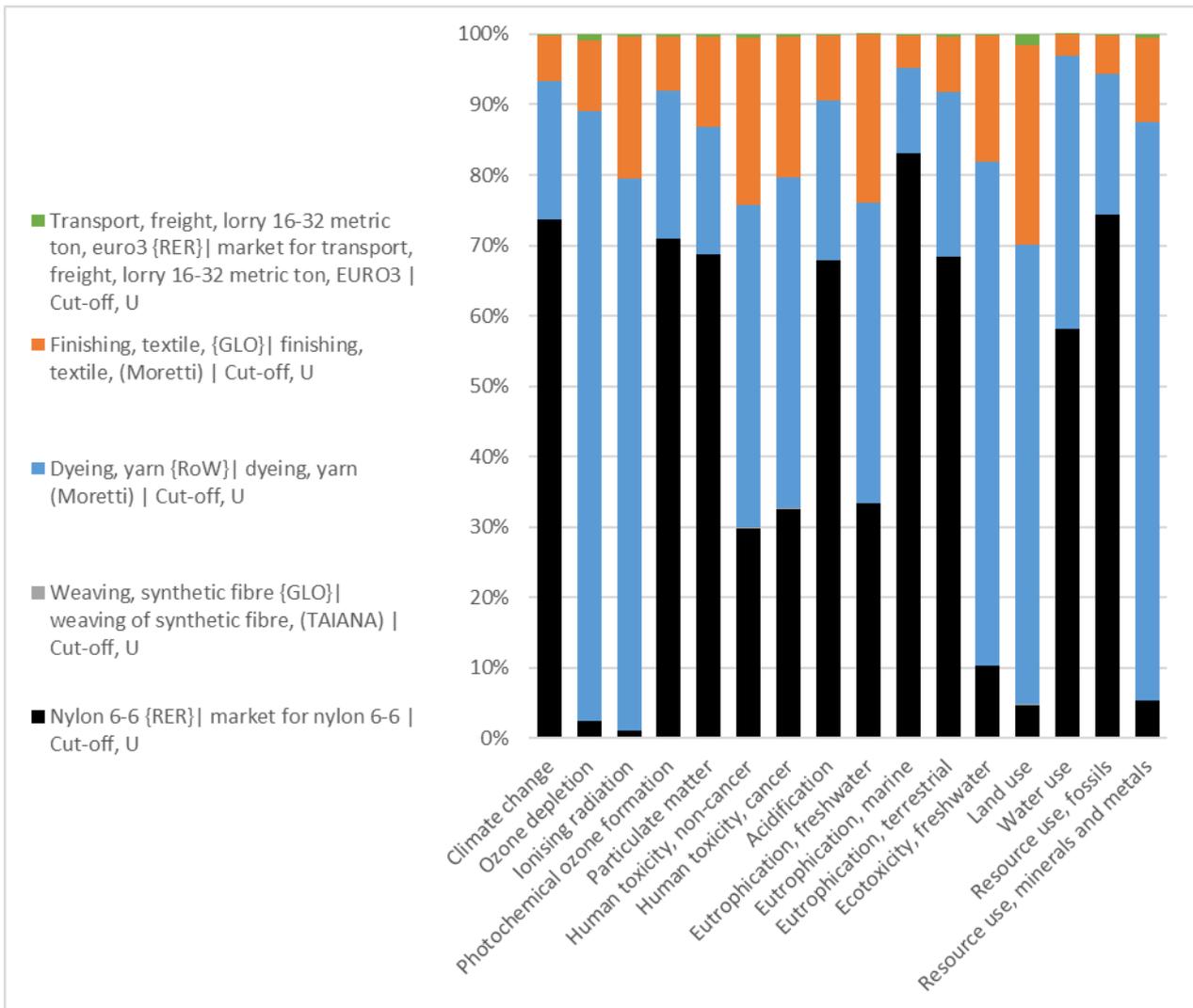


Fig. 3.8. grafico degli impatti della sezione main fabric.

L'altra sezione molto impattante della sezione materials è quella legata alla sezione elastici. In questa sezione si può osservare come nessun materiale sia più preponderante rispetto agli altri osservando gli impatti ambientali. Come nel caso di prima il più "pesante" dei materiali in questo caso è sempre il nylon. Una nota importante sul silicone è che in questo grafico vengono riportati come se fossero due materiali diversi, in realtà sono lo stesso tipo di silicone ma nel costume vengono applicati a due parti diverse. Uno va applicato sui fori per le gambe e l'altro per la banda elastica del bacino.

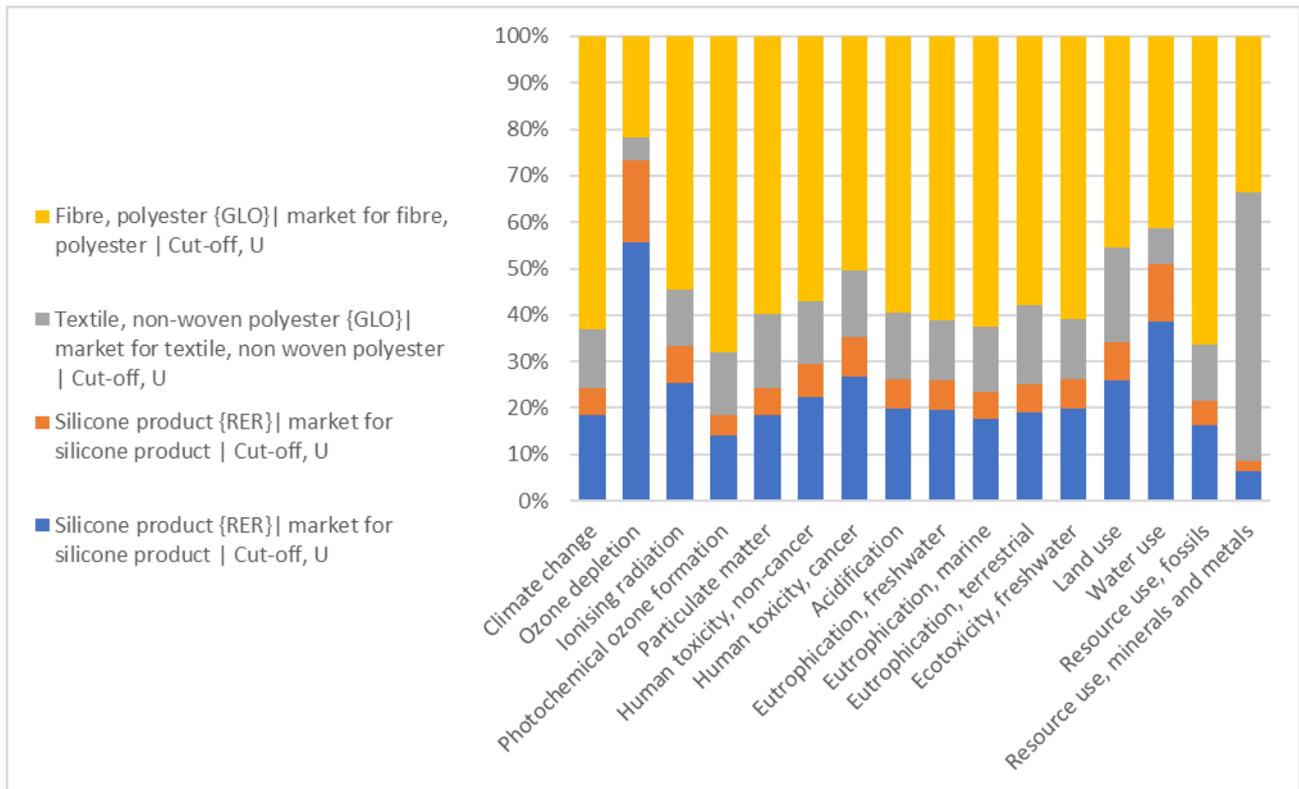


Fig. 3.9. impatti totali per la sezione elastici.

Trasporto.

Come scritto nel capitolo precedente il nostro metodo di calcolo sarà L'European Footprint 3.0 (EF 3.0), questo è composto da 16 categorie d'impatto principale più altre sottocategorie che servono per osservare più nello specifico alcuni impatti delicati come la tossicità per l'uomo da prodotti organici o inorganici.

I calcoli sono stati eseguiti, tabellati e poi riportati in grafici percentuali dove noi non vediamo un valore numerico ma la percentuale di impatto di uno dei metodi di spedizione, nel nostro caso il direct, l'outbound e l'inbound. Inoltre, i calcoli sono stati eseguiti per valori totali e unitari per poter confrontare l'impatto totale all'impatto del singolo costume spedito.

Il primo grafico ci permette di osservare l'impatto totale delle tre metodologie di trasporto. La meno impattante è la sezione inbound, che influisce uniformemente per circa il 20%, la categoria più impattante è il direct anche perché sul totale è quella categoria che spedisce più costumi nel mondo.

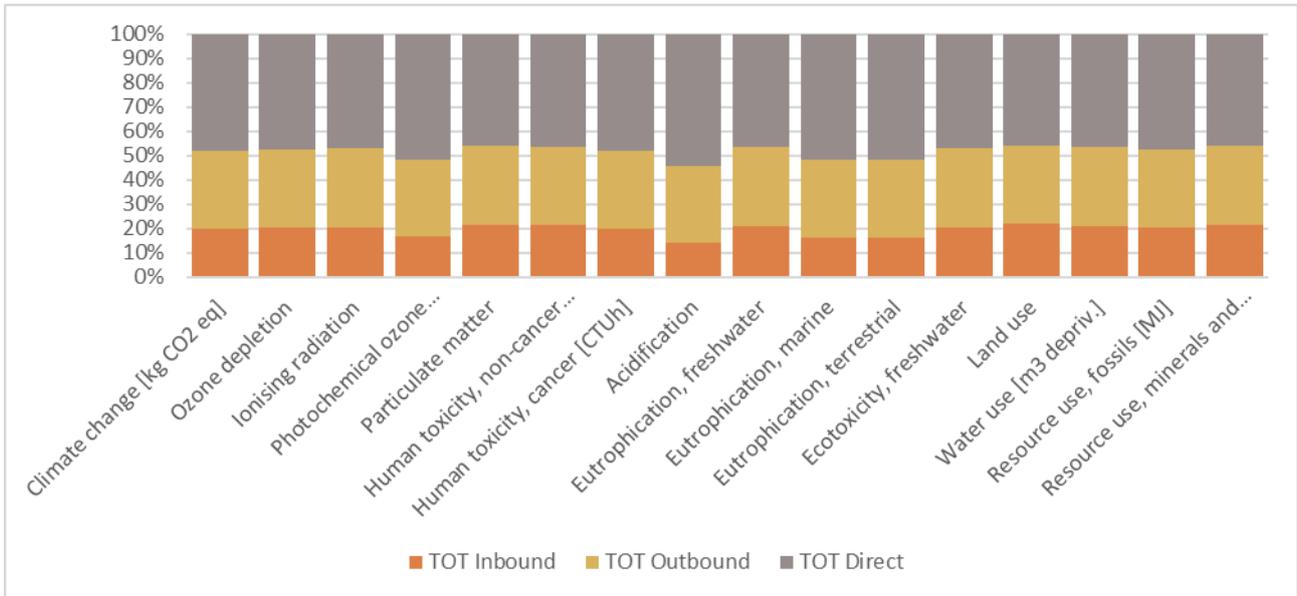


Fig 3.10. Impatti totali sezione inbound, outbound e direct.

In questo grafico, per avere uno zoom sulla sezione cambiamenti climatici, è stato scelto di prendere in considerazione solo quella sezione. Come possiamo osservare, in questa sezione il direct è 2,5 volte più impattante rispetto all'inbound e circa 1,5 volte più grande rispetto all'outbound rendendolo così il metodo di spedizione più impattante sul cambiamento climatico tra i trasporti totali.

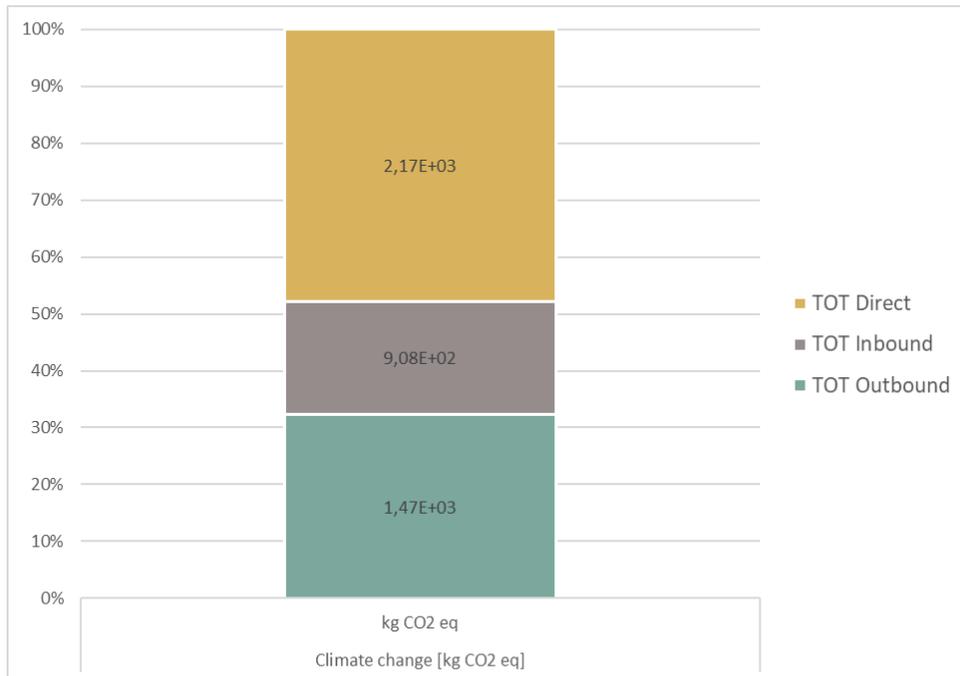


Fig. 3.11. Cambiamenti climatici prodotti da direct, inbound e outbound.

In oltre per avere una visione generale è interessante inoltre, osservare quale destinazione impatta di più sui cambiamenti climatici nelle spedizioni direct. Nel grafico seguente possiamo osservare come l'Europa per il 42% sulla categoria cambiamenti climatici seguita dal America Centrale al 32%.

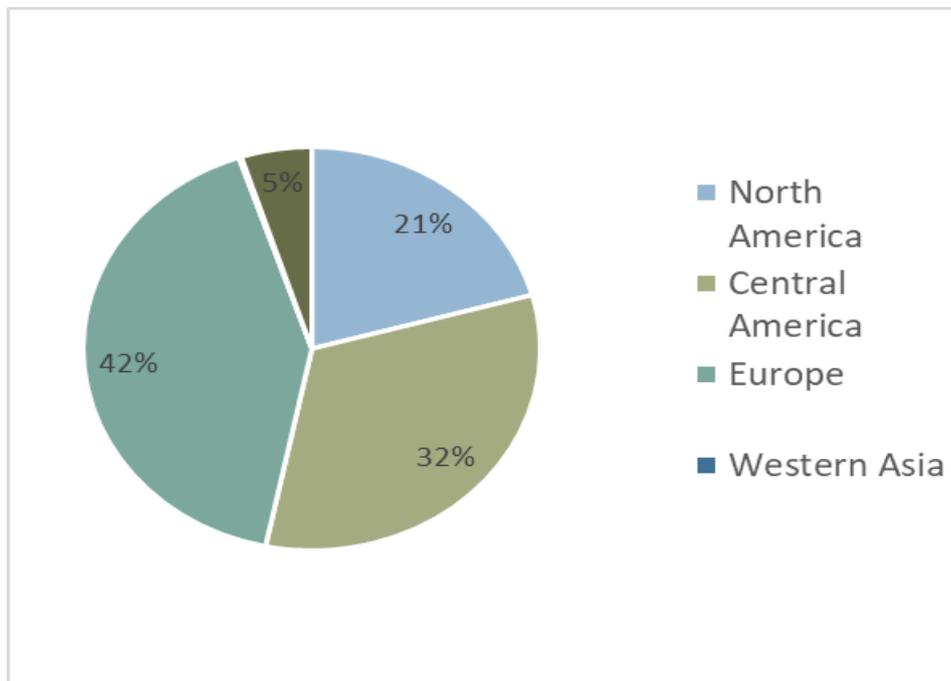


Fig 3.12. distribuzione impatti cambiamenti climatici nella sezione direct.

Come abbiamo fatto in precedenza per il direct ripetiamo lo stesso processo per l' outbound. In questo caso i tre magazzini di riferimento sono Henderson, Lione e Tolentino. Henderson impatta in questo caso sui cambiamenti climatici per il 68% una quantità molto elevata se confrontata al 38% di Tolentino, questo è causato anche rispetto al metodo di trasporto in quanto per spedire la merce a Henderson vi è l'utilizzo di un massiccio trasporto via mare. Una nota importante è per Lione, che anche se riportato allo 0% ha un quantitativo di merci smistato ma risulta irrilevante se confrontato ad Henderson e Tolentino.

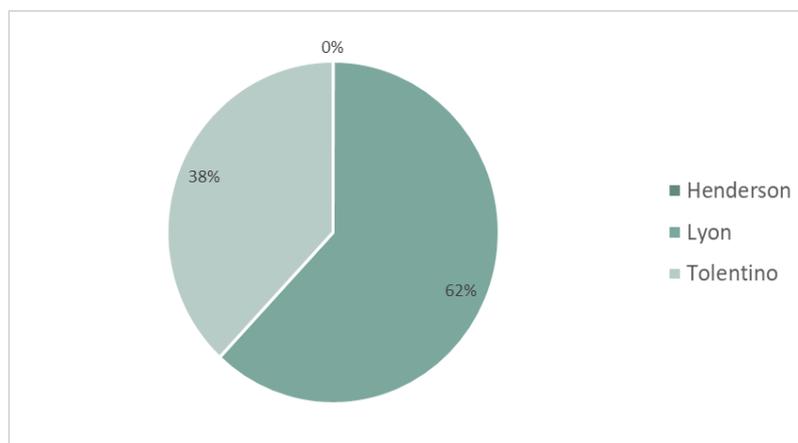


Fig 3.13. distribuzione impatti ambientali per la sezione outbound.

Nel grafico seguente possiamo osservare il confronto tra gli impatti generati dal solo trasporto su strada rispetto al processo del trasporto mischiato strada+mare. Si può osservare come in questo caso la sezione di impatto per il trasporto su strada sia generalmente più impattante rispetto al trasporto strada+mare, questo è dovuto alla minor capacità di immagazzinamento dei furgoni rispetto a una nave container.

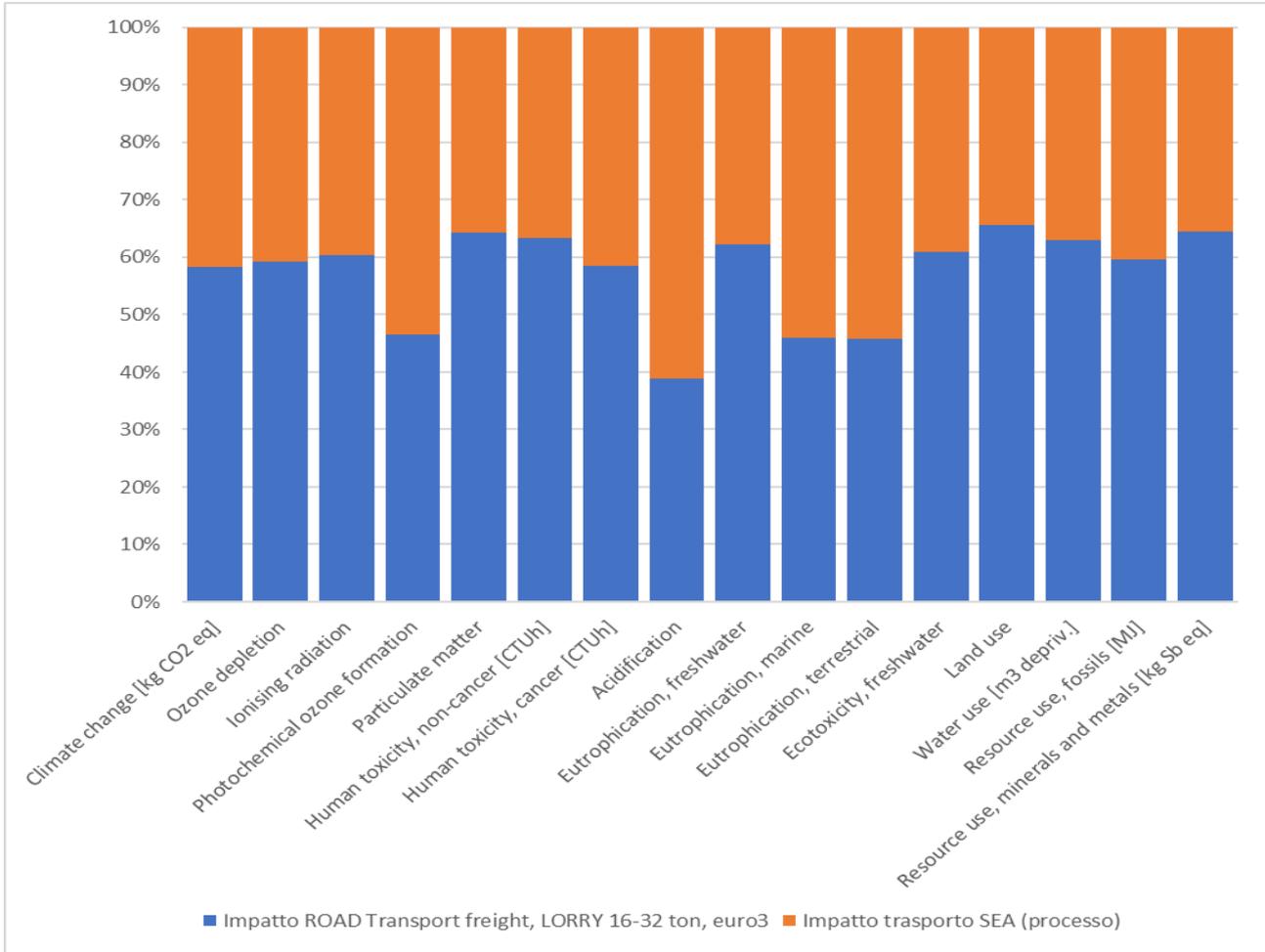


Fig 3.14. Confronto impatti stradali e stradali+marini.

Terminata l'osservazione degli impatti totali legati al trasporto possiamo osservare gli impatti unitari. Per impatto unitario si intende l'impatto di un costume singolo per una tratta di spedizione. Si ottiene il valore cercato dividendo l'impatto totale per il numero di costumi spediti ad una destinazione specifica.

Nel grafico seguente possiamo osservare gli impatti unitari per l'inbound, il direct e l'outbound. A differenza del grafico totale qui il metodo di spedizione più impattante è quello dell'inbound. Questo è legato al numero di pezzi e al metodo di smistamento dei costumi.

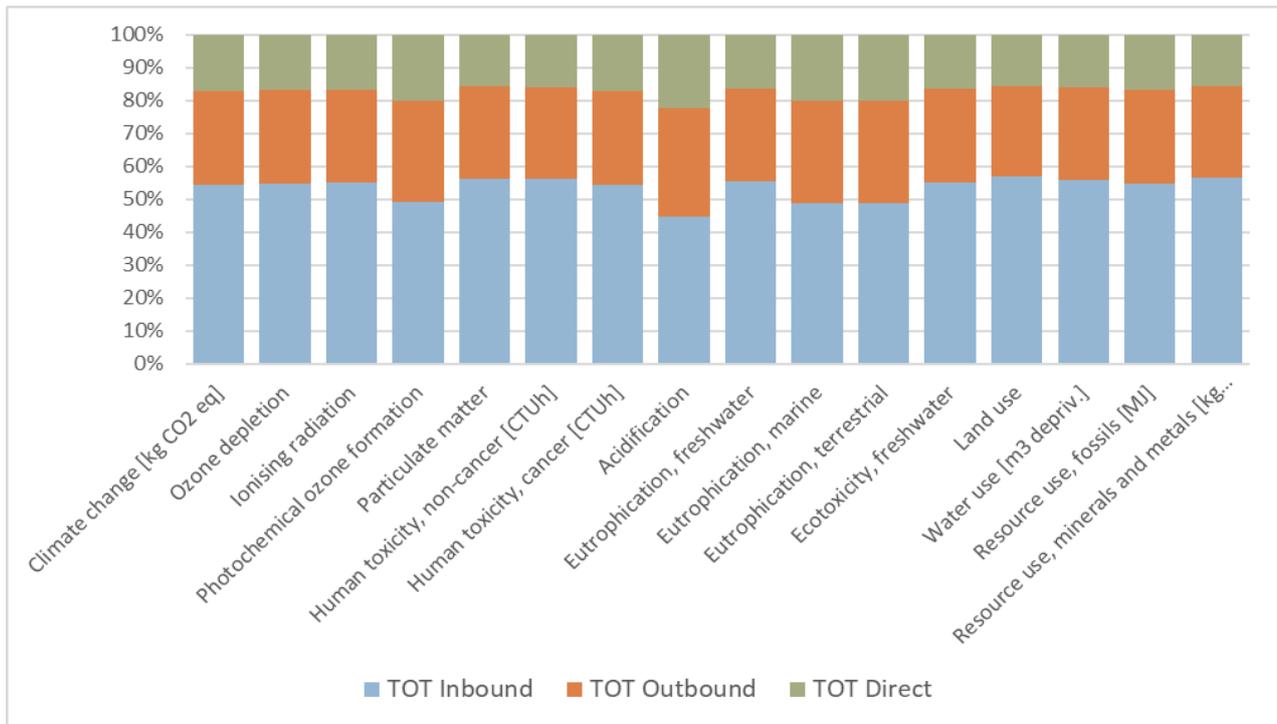


Fig 3.15. impatti unitari per sezione direct, inbound e outbound.

Nel grafico seguente osserviamo gli impatti ambientali generati dalla sezione outbound, che è anche la seconda sezione per smistamento di costumi. La prima cosa che si può notare è come la sezione Asia Orientale (eastern Asia). Questo perché vengono spediti davvero pochi costumi e devono percorrere circa 16000 km tra mare e strada.

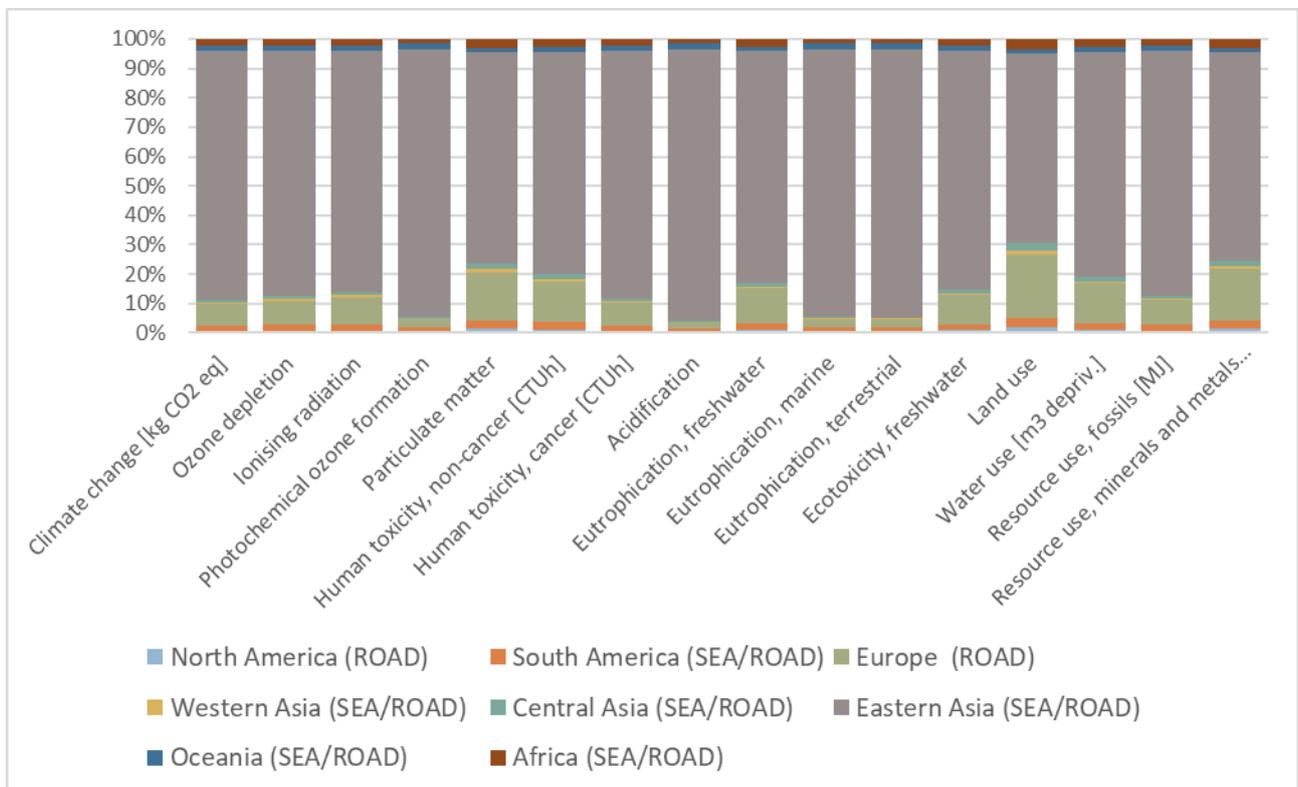


Fig. 3.16. impatti unitari sezione outbound.

In questo grafico possiamo osservare gli impatti unitari della sezione direct. In questo caso nonostante sia la sezione che gestisce il numero maggiore di spedizioni vediamo come tutti quanti gli impatti siano uniformemente distribuiti.

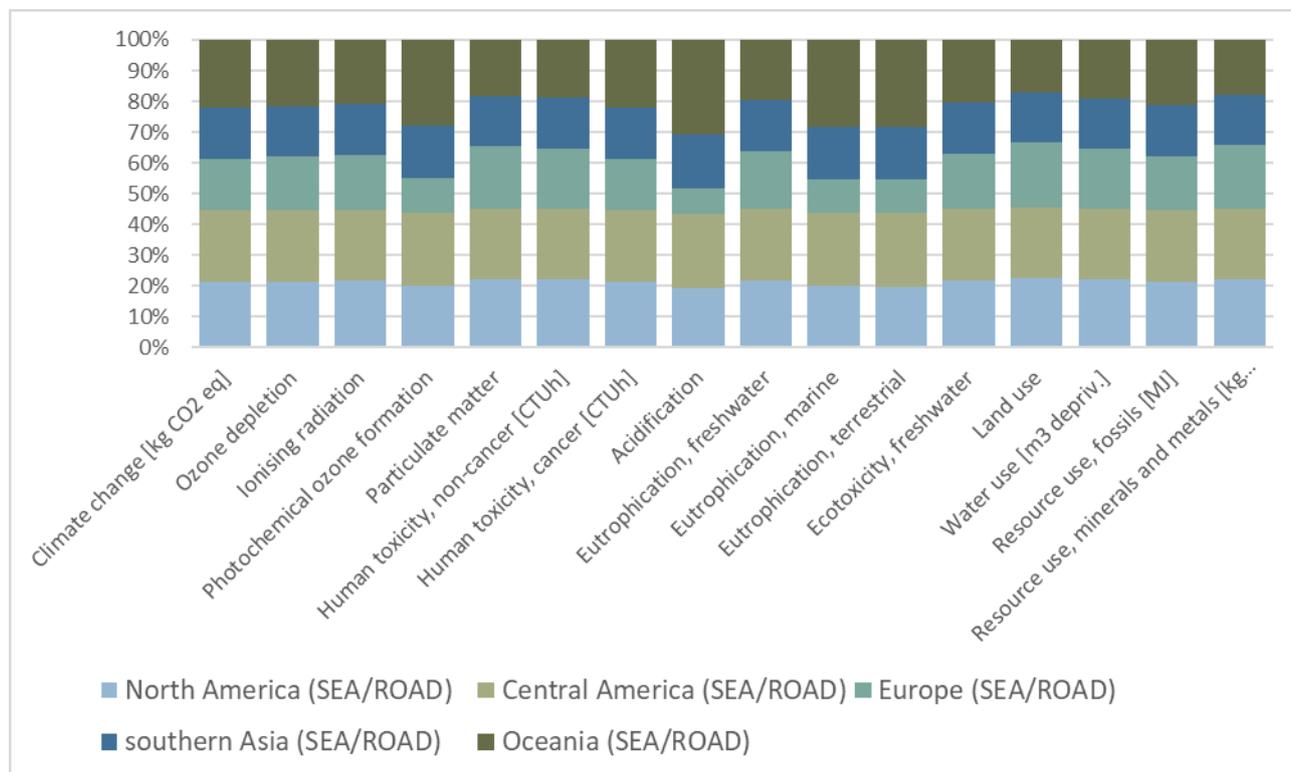


Fig. 3.17. impatti unitari sezione direct.

Valutazione ed interpretazione risultati Ciclo di vita.

Fino ad ora abbiamo osservato le sezioni separate del ciclo di produzione e di quello legato alle spedizioni. Adesso uniremo i risultati di entrambe le analisi per poter osservare gli impatti totali del ciclo di vita del costume "Power skin carbon air 2". Cosa importante da ricordare è che i valori sono unitari, quindi per ogni costume in quanto i valori si riferiscono all'impatto che ogni costume singolo ha.

Nell'immagine seguente possiamo vedere quantitativamente il valore degli impatti. Si può evincere immediatamente come la fase d'uso sia quella con il valore più elevato per ogni valore unitario del costume, mentre il totale dei trasporti unitario è molto più basso rispetto a tutti gli altri valori, questo è dato anche dal fatto che quando si effettuano delle spedizioni si spediscono grandi carichi, quindi quando si va ad osservare il valore unitario dei trasporti e lo si compara agli altri è molto più piccolo.

Categoria d'impatto	Unità	Totale Use Phase	Totale Manufacturing	Totale Eol	totale trasporti
Climate change	kg CO2 eq	11,44269405	2,600087157	1,581267185	4,35E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	7,39478E-07	1,74109E-07	8,52424E-08	9,89E-08
Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,377073263	0,751633084	0,058503526	3,35E-02
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,029460852	0,007257268	0,004613183	3,85E-03
Particulate matter	disease inc.	7,49441E-07	8,86318E-08	6,27353E-08	4,26E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,58252E-07	1,92369E-08	8,95602E-09	6,74E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	1,19465E-08	7,71789E-10	4,63495E-10	2,53E-10
Acidification	mol H+ eq	0,052700574	0,014282197	0,007197609	3,59E-03
Eutrophication, freshwater	kg P eq	0,035558722	0,001578102	0,000241151	3,11E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	0,052909975	0,003237415	0,002093808	1,29E-03
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,180385763	0,023685943	0,014104865	1,41E-02
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	576,0358118	27,80214192	17,34688301	5,19E+00
Land use	Pt	375,5643272	5,960484039	2,481278607	4,32E+00
Water use	m3 depriv.	46,03074317	2,151517295	1,912253451	1,77E-02
Resource use, fossil fuels	MJ	47,59373965	47,1454184	24,85652015	6,55E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	0,000281934	3,06717E-05	2,49166E-05	1,13E-05

Fig. 3.18. valori quantitativi degli impatti del ciclo di vita del costume.

Nel grafico seguente possiamo osservare i valori di sopra messi in un grafico percentuale. Possiamo vedere come la fase d'uso sia l'impatto più elevato in tutto il ciclo vita del costume e solo in alcuni impatti specifici la fase di produzione supera la fase d'uso, come nella formazione di radiazioni ionizzate in atmosfera. Una nota interessante è che a discapito di quello che si potrebbe pensare la fase d'uso e anche quella che consuma più risorse idriche in quanto la produzione del nylon è molto poco impattante sull'utilizzo di risorse acquifere.

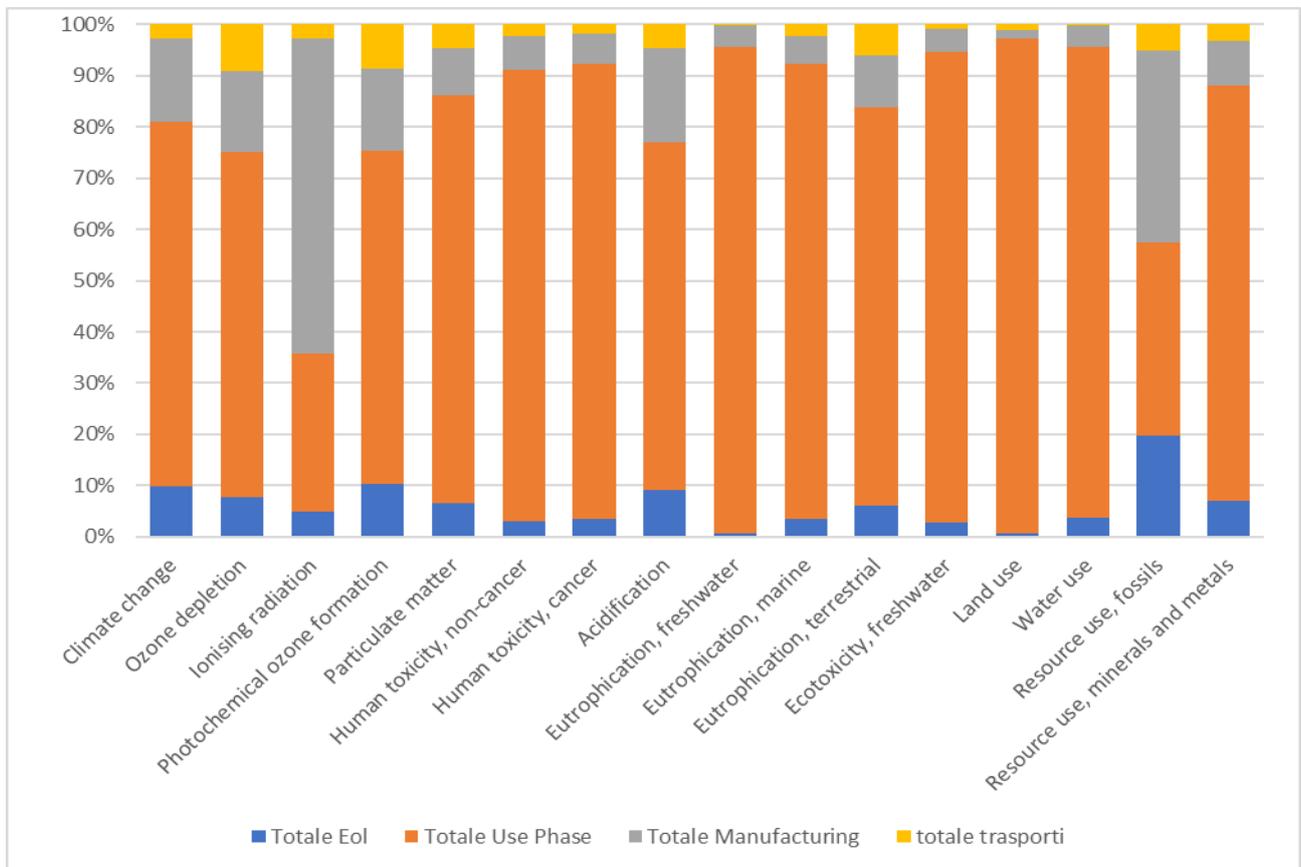


Fig. 3.19. impatti unitario del ciclo di vita del prodotto.

Inoltre, anche la produzione di sapone e il conseguente utilizzo è molto impattante su una vasta serie di risorse specialmente legate alle risorse idriche.

Conclusioni.

Quanto visto sopra è il l'analisi del ciclo vita del costume "Powerskin carbon air 2", vi sono diverse possibilità di miglioramento per cercare di ridurre quelle che sono le emissioni del prodotto.

Sicuramente una prima possibilità è quella di ottemperare alla ricerca di massimizzare il riciclo del costume in quanto il nylon è uno dei materiali più semplicemente riciclabili, questo sicuramente potrebbe fortemente aiutare a ridurre gli impatti. Per quanto concerne la fase legata ai trasporti l'unico elemento che potrebbe richiedere un miglioramento è quello legato alle spedizioni di piccoli quantitativi di costume a destinazioni molto lontane. Come è possibile osservare nel grafico 3.11. l'impatto della sola spedizione dei costumi in Asia orientale è immensamente superiore a quella di tutte le altre destinazioni. Una possibile soluzione potrebbe essere quella di creare un centro di stoccaggio personale in una zona centrale dell'asia in modo tale da creare una sede stabile da quale smistare le spedizioni in maniera più adeguata e meno impattante magari optando per un servizio stradale.

Oltre a questi elementi vi è da osservare come la fase d'uso sia la più impattante. Questa è una cosa piuttosto comune in moltissime analisi LCA. Questa è dovuta al fatto che spesso il numero di cicli è teorizzato, ciò implica che potenzialmente gli impatti potrebbero essere anche fortemente inferiori rispetto al teorico.

L'utilizzo dell'analisi del ciclo vita come abbiamo potuto osservare, è fondamentale per poter osservare tutti gli impatti di un prodotto, per poter osservare quali sono i processi più sensibili e per poter ipotizzare una possibile soluzione o ottimizzazione. Nel futuro questo tipo di analisi avranno un'importanza sempre maggiore e fondamentale e ciò sarà anche necessario per poter creare prodotti sostenibili.

Riferimenti.

1. Passaporto Ambientale, Analisi del ciclo di vita (LCA): cos'è e da quali fasi è composta, <https://www.passaportoambientale.it/approfondimenti/analisi-ciclo-di-vita-lca-cos-e-quali-fasi/>, consultato il 10/06/2021.
2. Passaporto Ambientale, Etichette Ambientali di Prodotto: in Cosa Consistono?, <https://www.passaportoambientale.it/approfondimenti/etichette-ambientali-di-prodotto/>, consultato il 10/06/2021.
3. World Commission on Environment and Development, (1983). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development.
4. Neri P. (2009). L'analisi ambientale dei prodotti agroalimentari con il Metodo del Life Cycle Assessment, Palermo, Arpa Strumenti (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile e l'ambiente).
5. Daniele Villaresi,(2020). Introduzione alla metodologia LCA e normativa di riferimento.
6. Commissione Europea, 2010. Publications of the European Platform of LCA Including the ILCD Handbook; Brussels, Belgium, (<http://lct.jrc.ec.europa.eu/publications>).
7. Commissione Europea, 2007. Biofuel Progress, Report.
8. Commissione Europea, 2011. Libro Verde, (COM 2011 681). (Libro Verde: Promuovere un quadro europeo per la responsabilità sociale delle imprese, Commissione Europea 18/7/2001).
9. Commissione europea – “Più intelligenti e più ecologici - Consumare e produrre in maniera sostenibile” - ISBN 978-92-79-15741-7.
10. Commission E 2009 International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook (draft version). European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES), Ispra, Italy.
11. Arcese G., Grippa A., Martucci O., 2012. Connection between Carbon Footprint and Green Consuming: Opportunity or threat for correct development?, Proceedings of “18th IGWT Symposium - Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective” , Roma 24-28 Settembre 2012, ISBN: 978-88-8286-269-5.
12. Documento preliminare per la strategia italiana per il consumo e produzione sostenibili, Bozza per la consultazione del 7 marzo 2008.

13. European Commission, 2003. Communication on Integrated Product Policy, Brussels, Belgium.
14. International Organization for Standardization - ISO, ISO 14044: Environmental management - life cycle assessment - requirements and guidelines, ISO copyright office, 2006.
15. International Organization for Standardization - ISO, ISO 14040: Environmental management - life cycle assessment - principles and framework, ISO copyright office, 2006.
16. JRC European Commission, 2010. ILCD handbook: general guide per life cycle assessment.
17. Rete Italiana LCA, <http://www.reteitalianalca.it/attivita/corsi-di-formazione/summer-school-2021/corso-social-life-cycle-assessment-2021>.
18. Commissione Europea, (2012), Product Environmental Footprint (PEF) Guide, Ispra, Italy.
19. <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>.
20. Arenasport, Codice etico, <https://about.arenasport.com/it/codice-etico/>.

