Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Candidato: Morena Proia

Tematica di riferimento della tesi: "**Impronta ecologica: uso di fonti rinnovabili"**

Titolo tesi: **Life Cycle Assessment delle bottiglie di latte in PET e in PLA**

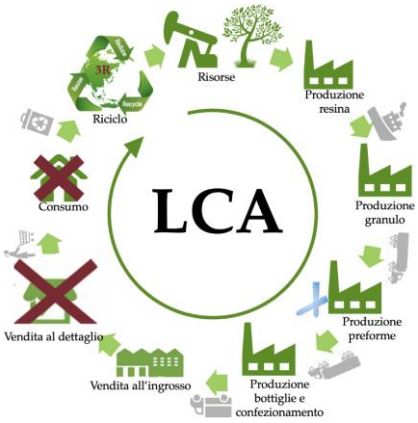
ABSTRACT: Il lavoro di tesi è stato commissionato dall'azienda "*BioWare*", start-up nel mercato delle bio-plastiche.

Le plastiche stanno diventando un problema per il nostro ecosistema per via del forte impatto che hanno sull'ambiente. Per riuscire ad ovviare all'utilizzo delle plastiche derivate da fonte fossile, si sta ponendo sempre maggiore attenzione sui temi delle bioplastiche: plastiche a base di fonti rinnovabili (biologiche) e biodegradabili.

L' **obiettivo** della tesi è il confronto degli impatti ambientali associati al ciclo di vita dei due differenti contenitori per il medesimo utilizzo:

- la bottiglia per il latte in **PET– polietilene tereftalato**, la cosiddetta plastica comune a base di risorse fossili,
- la bottiglia per il latte in **PLA – acido polilattico** a base biologica che in questo caso è derivato dalla canna da zucchero.

Lo strumento più importante per raggiungere l'obiettivo e valutare l'impatto ambientale di una bioplastica e di una plastica a base di petrolio è la valutazione del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment - LCA*). Gli obiettivi dell'LCA sono di valutare gli effetti delle interazioni tra un prodotto e l'ambiente e gli impatti ambientali direttamente o indirettamente causati dall'uso di un determinato prodotto.



È stata condotta un'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment - LCA) *from cradle – to – grave* che vede coinvolte le fasi dall'estrazione della materia prima (o dalla coltivazione nel caso della canna da zucchero), alla produzione, al fine vita. Sono state escluse dall'analisi le fasi di vendita al dettaglio (supermercato) e di utilizzo. Per il fine vita è stato considerato lo scenario del riciclaggio, perché

risulta essere il migliore in comune tra i due materiali e rientra nei principi dell'economia circolare delle 3R: riutilizzare, riciclare e ridurre su cui si basano le norme europee.

Una valutazione LCA è utile per selezionare un prodotto/processo che determina il minimo impatto per l'ambiente. Queste informazioni possono essere combinate con altri fattori, come i dati di costo (LCC – Life Cycle Costing), aumentando la consapevolezza delle prestazioni ecologiche degli oggetti considerati. Il seguente elaborato riporta solo l'analisi del ciclo di vita - LCA e non considera l'analisi dei costi -LCC e l'analisi degli impatti sul sociale – SLCA.
Particolare attenzione è stata data agli impatti ambientali causati dal processo nella sua totalità, alla salvaguardia dell'ambiente e della tutela della salute dell'uomo, al risparmio di materie prime ed energia necessarie, alla riduzione dell'immissione di rifiuti nell'ambiente.

La tesi ha seguito le norme ISO 14040 e ISO 14044 secondo le quali l'LCA si ottiene attraverso quattro fasi distinte.
Nella prima fase, l'obiettivo e lo scopo dello studio sono formulati e specificati in relazione all'applicazione prevista. L'oggetto di studio è descritto in termini dell' unità funzionale e sono ben definiti i confini del sistema.
La seconda fase "costruzione dell'inventario" prevede la raccolta e la modellizzazione dei dati del sistema di prodotti, nonché la descrizione e la verifica dei dati. Questa fase comprende tutti i dati relativi alle quantità ambientali (ad es. CO2) e tecniche per tutti i processi rilevanti nei confini dello studio che compongono il sistema del prodotto. La maggior parte dei dati relativi alle fasi del processo produttivo sono stati ricavati da letteratura e presi dalle banche dati presenti nel software di utilizzo "SimaPro 9.0.0.48".
La terza fase "Valutazione dell'impatto del ciclo di vita" mira a valutare il contributo a categorie di impatto come il riscaldamento globale e l'acidificazione.
L'ultima fase, denominata "interpretazione e miglioramento", porta alla conclusione se le ambizioni dall'obiettivo e dalla portata possano essere soddisfatte.

COSTRUZIONE DEI CAPITOLI: Il *primo capitolo* introduce l'azienda per cui è stato svolto il lavoro di tesi, le politiche ambientali dell'Unione Europea ed una breve illustrazione del PET e del PLA (caratteristiche, vantaggi e svantaggi).

Nel *secondo e terzo capitolo* vengono illustrati gli strumenti ed i metodi utilizzati:

- la metodologia LCA: fasi, limiti, vantaggi e svantaggi
- il software *SimaPro 9.0.0.48* utilizzato per l'applicazione pratica del caso studio: struttura, banche dati e metodi di valutazione.

Il *quarto capitolo* è dedicato al caso di studio, ovvero l'applicazione della LCA secondo gli standard UNI EN ISO 14040 e ISO 14044 alle bottiglie oggetto dello studio e utilizzo del software SimaPro.

Nel *quinto capitolo* vengono interpretati dei dati.

Nel *sesto capitolo* vengono riportate le conclusioni e le eventuali raccomandazioni per diminuire l'impatto ambientale lungo il ciclo di vita. Vengono inoltre spiegati nel dettaglio gli impatti per ogni singola fase. I risultati ottenuti hanno evidenziato che il vero vantaggio delle bottiglie in PLA rispetto alle bottiglie in PET deriva dall'uso di risorse rinnovabili (biologiche), ma questo vantaggio è pagato in termini ambientali a causa del maggiore impatto sulla salute umana e sulla qualità degli ecosistemi dovuta all'uso di pesticidi e all'utilizzo di terreno per la produzione di materie prime. Quest'ultima però, viene in qualche modo compensata dalla crescita di nuove piante.

I risultati dell'LCA sono influenzati sia dalle incertezze associate alla scelta dei dati di inventario per PLA e PET, o dei dati riportati nel database Ecoinvent 3.5 e sia dal metodo di analisi di chi ha condotto l'analisi. Pertanto, i risultati LCA riportati in questo lavoro possono essere utili per trarre prime considerazioni sull'affidabilità ambientale del PLA come biopolimero per la produzione di bottiglie per il latte, ma non possono essere prese come linee guida per l'uso sul mercato delle bottiglie in PLA piuttosto che delle bottiglie in PET e viceversa.