

Plastiche, Bioplastiche e Economia Circolare

Nota del socio Mario Malinconico¹

(presentata all'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, Adunanza del 15 Giugno 2018)

Keywords: circular economy, green chemistry, plastics, bioplastics

Abstract - The circular economy, an essential paradigm of sustainable development, has found a powerful ally in the bioeconomy, based on the principle of reducing dependency on non-renewable fossil fuels for all sectors of commodities. In this scenario, plastic is at the center of attention, both for the environmental implications of packaging, and for the real possibility, today, of developing the biorefinery chain on it. Research focuses on the development of chemical and chemical-physical technologies to facilitate the recovery and reuse of plastics. Another topic of great attention is the development of biodegradable and compostable plastics. The latter, without compromising the level of safety in the management of consumer goods, such as food products, today guaranteed by polyolefin-based plastics, can be managed at the end of life as organic matter and therefore can follow the supply chain compostable fraction of waste. The balance of these two options, recycling and biodegradability, can be the guarantee of a better future

Riassunto - L'economia circolare, paradigma imprescindibile dello sviluppo sostenibile, ha trovato una sponda potente nella bioeconomia, basata sul principio della riduzione della dipendenza dalle fonti fossili non rinnovabili per tutti i settori delle commodities. In questo scenario la plastica è al centro dell'attenzione, sia per le implicazioni ambientali degli imballaggi, sia per la reale possibilità, oggi, di sviluppare su di essa la filiera della bioraffineria. La ricerca concentra la sua attenzione sullo sviluppo di tecnologie chimiche e chimico-fisiche per facilitare il recupero e riutilizzo delle plastiche. Altro tema di grande attenzione è lo sviluppo di plastiche biodegradabili e compostabili. Queste ultime, senza compromettere il livello di sicurezza nella gestione dei beni di consumo, quali ad esempio i prodotti alimentari, oggi garantito dalle plastiche a base di poliolefine, possono essere gestite, a fine vita, come materia organica e quindi possono segui-

¹ Istituto Polimeri, Compositi e Biomateriali, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Campi Flegrei, 34 – 80078 Pozzuoli, Napoli, e Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche della Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli, via Mezzocannone 8, 80134 Napoli

re la filiera della frazione compostabile dei rifiuti. L'equilibrio di queste due opzioni, riciclo e biodegradabilità, può essere la garanzia di un futuro migliore.

1 - INTRODUZIONE

In seguito alla recessione globale del 2009, sono state esaminate soluzioni per un modello economico più stabile in modo da abbracciare problemi interconnessi come l'esaurimento delle riserve fossili e allo stesso tempo affrontare l'inquinamento che esse causano. Reagendo alle principali recessioni nella prima parte del 20 ° secolo, il modello economico globale è stato progettato per fare molto affidamento sull' "obsolescenza programmata" per far crescere l'economia e sostenere il mercato del lavoro. Comunque tale approccio viene raggiunto solo a spese delle risorse e quindi non può essere continuato indefinitamente. Così come incoraggiando una durata più breve dei prodotti, in una certa misura anche un'economia lineare convenzionale premia inefficienza di prodotto, consumo eccessivo e quindi spreco. Con l'aumento dei consumi creato dalla crescita della popolazione mondiale e una maggiore affluenza ai consumi delle nazioni in via di sviluppo, i problemi di una economia lineare stanno diventando più acuti. Il 2 dicembre 2015 la Commissione europea ha pubblicato una proposta "ambiziosa" per una economia circolare. A distanza di 3 anni sembrerebbe un momento opportuno per interpretare l'annuncio, considerare le opinioni espresse finora sull'argomento e valutare cosa ci si aspetta dai chimici che lavorano nella ricerca e sviluppo e quali sono le responsabilità dei produttori di sostanze chimiche in un'economia circolare.

2 – L'ECONOMIA CIRCOLARE:DAI PRODOTTI AI SERVIZI

Un'economia circolare aumenta il valore di una risorsa materiale massimizzando la sua conversione in prodotti (alto valore), eliminando così gli sprechi (basso valore). Inoltre, la durata dei prodotti è aumentata attraverso la loro progettazione responsabile. Quando un prodotto raggiunge la fine della sua funzione, il riutilizzo e il riciclo offrono l'opportunità di prolungare ulteriormente l'utilità delle sue parti costitutive. Nel frattempo il valore intrinseco del materiale incorporato nel prodotto viene esteso piuttosto che sprecato. In tal modo la domanda di risorse finite risulta ridotta e di conseguenza un'economia circolare è un mezzo per ridurre le emissioni di gas serra. Mentre la precedente legislazione europea sull'economia circolare era incentrata sulla gestione dei rifiuti, quella attuale nasce da una visione più completa di una catena del valore a ciclo chiuso (Figura 1) . Una volta che sia completato il piano della Commissione per un'economia circolare, si può prevedere che i produttori dovranno dimostrare che i loro prodotti sono stati progettati in modo tale da massimizzare il loro po-

tenziale di riutilizzo e riciclaggio. Se i chimici accetteranno la sfida delle richieste imposte ai progettisti e ai produttori da un'economia circolare, questa diventa un motore stimolante per la ricerca e l'innovazione, piuttosto che un peso.

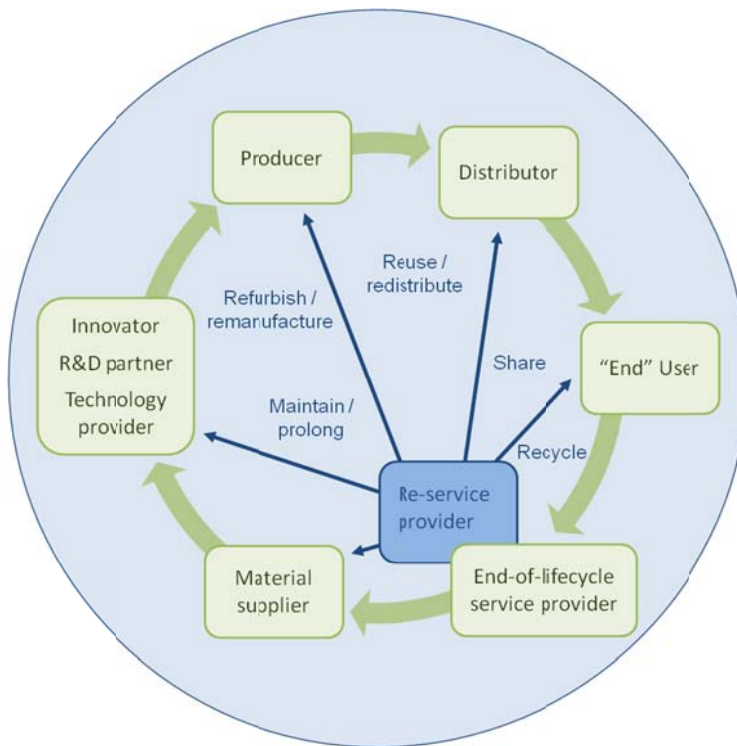


Figura 1 – Una visione integrata di economia circolare

Al fine di ridurre il consumo di materiali e la produzione di rifiuti, un'economia circolare richiederà ai consumatori e ai fornitori di aumentare la loro associazione di valore con la funzione fornita da un dato prodotto. Questo è un considerevole adattamento filosofico che richiederà tempo per essere ampiamente accettato. Un prodotto di breve durata incoraggia il consumo ripetuto, a vantaggio dei fornitori. Un'alternativa a un modello di business basato sulla vendita di un prodotto è un modello basato sulle prestazioni di servizio. Quando si è pagato per un particolare servizio piuttosto che per fornire una certa quantità di prodotto, il consumo eccessivo di risorse primarie e la produzione di prodotti sostitutivi diventano un ostacolo per i produttori.

In un modello di business basato sui servizi, vi è un chiaro incentivo economico per ridurre l'uso di materiale e aumentare efficienza e longevità del

prodotto. L'eliminazione degli sprechi attraverso un design innovativo del prodotto per migliorare le opportunità di riutilizzo o riciclaggio si adattano perfettamente a questa filosofia. È quindi prevedibile che entrambi i fornitori e i consumatori cercheranno nuovi materiali e formulazioni, con la comunità scientifica spinta ad avviare progetti pertinenti e a sviluppare i materiali più appropriati. Non sono solo i prodotti finali sul mercato che vengono ripensati utilizzando una mentalità di fornitura di servizi. Il concetto di "leasing chimico" è stato promosso dall'Organizzazione per lo sviluppo industriale delle Nazioni Unite (UNIDO). L'origine di questo approccio alla minimizzazione dei rifiuti può essere ricondotta a ben consolidate strategie di gestione chimica in cui l'utilizzo di meno sostanze chimiche è stato equiparato a riduzione di costi, rischio ed esposizione. In questo modello di business è il servizio fornito da quella sostanza chimica che viene pagata, (ad esempio il volume di acqua trattata, il numero di articoli verniciati) e non la quantità di sostanze chimiche acquistate. Se è l'efficienza che premia il produttore invece del consumo di materiale, si ottiene una riduzione dei rifiuti. UNIDO afferma che, disaccoppiando il pagamento dal consumo, il "chemical leasing" incoraggia una migliore gestione delle sostanze chimiche con conseguenze positive per l'ambiente (Tabella 1). Simili tipi di schemi sono già operativi in alcuni settori del consumo, dai computer ai vestiti, e sono particolarmente vantaggiosi per prodotti meno durevoli se opportunamente riprogettati. La responsabilità estesa del produttore può incentivare l'inclusione degli aspetti ambientali nella progettazione di prodotti, ma quale sia il modo migliore per implementarlo senza penalizzare inutilmente le imprese è ancora attivamente discusso in letteratura.

TABELLA 1. ESEMPI SPECIFICI DI PROGETTI DI *CHEMICAL LEASING*

Processo	Paese	Modalità di pagamento	Benefici
Pulitura metalli	Austria	Per numero di parti	Volume di solventi ridotto del 71 %, consumo di energia dimezzato
Trattamento delle acque reflue	Colombia	Per metro cubo di acqua	Consumo di sostanze chimiche dimezzato
Tintura di tessuti	India	Per kg di tessuti	Risparmio annuale: 2 milioni kWh di energia, 78 ton di coloranti, 75 milioni di litri di acqua
Verniciatura	Sri Lanka	Per area di edificio trattato	Uso del materiale più efficiente del 10 %. Riduzione dell'uso di acqua e di imballaggi
Lubrificazione macchine	Serbia	Per ora di operazione	Sostituzione di sostanze chimiche pericolose e risparmio di 6.5 milioni di acqua

I prodotti progettati per facilitare il loro riutilizzo e riciclaggio consentono di continuare il servizio che forniscono ripetutamente, senza inutilmente esaurire le risorse naturali. Quando il design di un prodotto rende il riciclaggio o lo smontaggio per ristrutturazione e riutilizzo tecnicamente impossibile, questo equivale ad una riduzione del servizio che può essere fornito dalla risorsa materiale contenuta in quel prodotto. Alcune combinazioni di materiali diversi può rendere la separazione lenta o altrimenti difficile, così come i mezzi con cui i componenti sono uniti (ad esempio, l'utilizzo di collanti ostacola il disassemblaggio). La raccolta e il trattamento dei prodotti alla fine della loro vita utile è altrettanto importante. Se i componenti del flusso di rifiuti non sono facilmente separati, o sono costituiti da sostanze chimiche e materiali senza un prestabilito percorso di riciclo, la preziosa risorsa contenuta in ciascun prodotto di scarto

non sarà conservata all'interno dell' economia circolare.

L'economia circolare è chiaramente la combinazione di molte iniziative. La prospettiva completa della efficienza di risorse che può provenire da una corretta strategia di prevenzione dei rifiuti è stata ipotizzata in grado di salvare ogni anno 30 milioni di tonnellate di materie prime consumate nel solo Regno Unito entro il 2020. I rifiuti sarebbero ridotti del 20%. Il risultante vantaggio economico in tutti i settori manifatturieri europei è potenzialmente di centinaia di miliardi di euro all'anno. Un'economia circolare non è certamente limitata all'Europa. Altri paesi tra cui la Cina e gli USA hanno avviato proprie iniziative. La Cina in particolare ha una politica avanzata di economia circolare implementata per la prima volta nel 2002, che si è evoluta dalle leggi di riciclaggio di base in un approccio globale basato sulla simbiosi industriale e sulla conservazione delle risorse.

3 - DESIGN CHIMICO E DEI MATERIALI PER UN FUTURO A RIFIUTI ZERO

Il ruolo della chimica nella nostra società non è solo quello di continuare a creare prodotti di plastica, additivi per formulazioni e altri prodotti chimici funzionali. I chimici e gli ingegneri chimici dovrebbero condividere la responsabilità per la progettazione di prodotti ecocompatibili con i produttori, sviluppando adeguate sostanze chimiche e processi per un'economia circolare. Oltre a progettare sostanze per soddisfare specifiche criteri di applicazione, ad es. oggetti duraturi, non tossici, ecc., devono essere tenuti in considerazione gli aspetti aggiuntivi di un "fine vita" equilibrato rispetto alle prestazioni del prodotto. I bisogni sempre più esigenti della società moderna sono protetti da una continua revisione della legislazione chimica. Sempre più questo sarà guidato dalla necessità di preservare le limitate risorse. I requisiti fino al livello delle singole sostanze chimiche per il riutilizzo a valle e la riciclabilità dei prodotti di consumo devono essere in prima linea nei futuri sviluppi scientifici. Ad esempio, l'immobilizzazione di un catalizzatore consente di riutilizzarlo. Questo approccio può mantenere l'alta attività tipica dei catalizzatori omogenei e forse offre anche una migliore selettività di reazione. Allo stesso modo, l' introduzione di legami chimici labili in tensioattivi per renderli biodegradabili rapidamente nell'ambiente (riciclaggio organico) può essere ottenuto senza compromettere le prestazioni del prodotto.

4 - IL RUOLO DELLE BIOPLASTICHE

Un'area di profondo interesse e impatto nei consumi e nella produzione

di rifiuti è quella degli imballaggi, oggi prodotti ad un ritmo di 500 milioni di tonnellate all'anno e con una capacità globale di riciclaggio, differente da paese a paese, che non supera il 20 %. In questo settore abbiamo assistito negli ultimi 20 anni allo sviluppo delle plastiche biodegradabili e compostabili, che stanno conquistando quote di mercato via via più significative.

La ricerca in questa area specifica è enorme, specialmente in quei paesi, come l'Europa e gli Stati Uniti, dove la produzione di imballaggi in plastica da fonti fossili va perdendo quote di mercato a vantaggio dei paesi in cui il costo della mano d'opera è molto inferiore. Plastiche come l'acido polilattico (PLA), i copoliesteri alifatici (PBSA, PBAT), le miscele di amido termoplastico e poliesteri (Mater Bi), i poliidrossialcanoati (PHA), sono già presenti in commercio con costi sempre più vicini a quelli delle plastiche non biodegradabili di origine petrolifera. La sostenibilità delle bioplastiche è oggetto di numerosi studi in letteratura. Le conclusioni a cui si è giunti mostrano come una corretta analisi del ciclo di vita (LCA) sia fondamentale per valutare l'impatto di questa opzione. E' sempre più evidente come, a fianco al riciclo organico (compostaggio o digestione anaerobica) debbano essere perseguiti gli obiettivi di un efficace riciclo materico che consenta di allungare il ciclo di vita funzionale dei prodotti in bioplastiche.

5 - IL RUOLO DELLE NORMATIVE AMBIENTALI

Mentre la chimica verde può essere interpretata come una filosofia guida per migliorare lo sviluppo di nuovi prodotti e processi chimici, alla fine è la legislazione (e talvolta la pressione dei clienti) a forzare il cambiamento. Questo principio è alla base del regolamento europeo REACH (sigla che sta per Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals) che sta portando all'identificazione e alla restrizione di sostanze tossiche o pericolose per l'ambiente. Da oggi in poi le misure per promuovere un'economia circolare richiederanno allo stesso modo ai produttori chimici europei e agli importatori di cambiare le loro abitudini riguardo a come vedono il design dei prodotti. Questo deve trasformarsi in un entusiasmo tra una generazione di scienziati responsabili che sono in grado di fornire le competenze necessarie. In caso contrario, le restrittive regolamentazioni e gli elevati costi associati (ad es. ulteriori test chimici) potrebbero facilmente trasformarsi in una barriera costosa, riducendo le opportunità di attuare qualsiasi riforma nella progettazione chimica, nella produzione e nella selezione dei composti. La risposta necessaria alla crescente necessità di sostituire le sostanze chimiche pericolose è lo sviluppo di molecole nuove ma attentamente considerate.

Una riduzione nell'uso di sostanze chimiche pericolose è vantaggiosa in un'economia circolare. Ad esempio, plastiche senza additivi tossici possono es-

sere riciclate in sicurezza. Un esempio è il bando dell'uso di ftalati nella produzione del PVC, sostituito da adipati di origine sintetica o naturale, o l'uso dei perfluoroalchilici (PFAS) nella produzione dei rivestimenti in teflon e derivati. Gli sforzi per ridurre i rifiuti chimici tossici devono essere praticati nei principali centri di produzione del mondo, che non sono necessariamente situati dove esistono legislazioni restrittive. Per far prosperare l'economia circolare, i principi dell'eco-design e dell'uso sostenibile dei materiali devono essere applicati in modo proattivo e non trascurati a favore di trattamenti "end-of-pipe" o pratiche di gestione di scarti di basso valore. Limitarsi ad operare nell'ambito dei controlli regolamentati imposti sulle sostanze chimiche pericolose ridurrà inevitabilmente l'innovazione, mentre investire in alternative benigne porterà benefici a lungo termine.

6 - CONCLUSIONI

È facile comprendere che se i prodotti vengono riutilizzati e riciclati diminuisce la domanda di risorse non rinnovabili al nostro pianeta. Per ottenere un efficace ricircolo della materia in un'economia circolare, è cruciale una corretta progettazione a monte degli oggetti. L'importanza del design del prodotto non può essere oscurata dalla gestione dei rifiuti, che essenzialmente ha lo scopo di trattare i rifiuti con mezzi economici. La gestione dei rifiuti è un insieme di pratiche che si applicano spesso a flussi di materiali eterogenei e mutevoli. Prodotti intrinsecamente progettati per essere rapidamente smontati, ricondizionati, riutilizzati o facilmente riparati quando necessario, possono essere restituiti per l'uso con una alta efficienza piuttosto che rischiare di essere inviati a discarica o semplicemente inceneriti per comodità. Il piano d'azione circolare dell'economia della CE recentemente presentato propone di rivedere la Direttiva UE sui rifiuti per rispecchiare meglio i requisiti di un'economia circolare. Gli Stati membri dovranno emanare i propri decreti End-of-Waste sulla base dei quali nuove opportunità emergeranno sia nuove opportunità per le imprese ma anche un nuovo modello di sviluppo sostenibile per l'Europa.