



“POSITION PAPER”

FORMULATO DALLE ASSOCIAZIONI PARTECIPANTI AL

CONVEGNO LINCEO

MATERIALI ED ECONOMIA CIRCOLARE

24-25 GENNAIO 2023

Convegno Linceo organizzato dall'Accademia Nazionale dei Lincei, in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ed incluso tra gli eventi di celebrazione del Centenario del CNR.

All'organizzazione del Convegno Linceo ed alla stesura del “position paper” hanno contribuito associazioni di ricercatori: Società Chimica Italiana (SCI), Consorzio Nazionale di Scienze e Tecnologie dei Materiali (INSTM), Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole (AIM), ed associazioni di imprese Federchimica, Assocompositi, Assogomma, Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI).

Il documento mira soprattutto ad evidenziare la disponibilità di Associazioni di ricercatori, Consorzi Nazionali e Associazioni industriali a supportare, anche in modo coordinato, politiche nazionali ed europee di sostenibilità e circolarità, per quanto riguarda gli aspetti chimici e tecnologici dei Materiali.

“Position paper”

Sottoposto alla valutazione della Commissione Ambiente e Grandi Catastrofi Naturale e della Commissione Innovazione dell'Accademia dei Lincei

La massiccia produzione e consumo di molti diversi tipi di materiali naturali e artificiali, pur offrendo numerosi vantaggi, rappresenta oggi anche uno dei maggiori problemi ambientali del mondo. Il Convegno Linceo “Materiali ed Economia Circolare” ha riunito scienziati e dirigenti di organismi del mondo accademico ed industriale ed ha evidenziato gli enormi progressi raggiunti da Chimica e Tecnologie dei Materiali. Tali progressi già consentono, e sempre più efficacemente consentiranno, di affrontare larga parte dei problemi ambientali generati dallo smaltimento degli enormi volumi di materiali utilizzati nelle attività umane.

La comunità scientifica ed il mondo industriale sono ben consci che il modello di *economia lineare* da sempre utilizzato dall'uomo, che prevede il prelievo di risorse dalla Terra, la realizzazione di manufatti, il loro utilizzo ed il loro abbandono incontrollato, non è più accettabile. E' non rinviabile un progressivo passaggio a modelli di consumo umano più sostenibili, che prevedano recupero e riciclo di materiali a fine vita, privilegiando quei processi di *economia circolare* per i quali lo scarto finale di un prodotto possa rientrare nel ciclo di produzione dello stesso prodotto.

La circolarità è già una realtà consolidata, in grado anche di produrre utili economici oltre che vantaggi all'ambiente, per alcuni materiali quali il vetro, l'alluminio, la carta, certi materiali polimerici, ad esempio il polietilene e il polietilentereftalato, come pure per bioplastiche compostabili ed i rifiuti organici. Importanti risultati sono stati ottenuti in Italia soprattutto grazie alle attività del Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) che da 25 anni rappresenta un efficace sistema per il recupero, il riciclo e la valorizzazione dei materiali di imballaggio di acciaio, alluminio, carta, legno, plastica, bioplastica e vetro e che costituisce in Italia lo strumento attraverso il quale i produttori e gli utilizzatori di imballaggi garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di riciclo e recupero previsti dalla legge.

La circolarità tuttavia riguarda al momento solo un numero limitato di materiali e tocca solo marginalmente alcuni materiali di largo consumo. C'è molto ancora da fare ma esistono competenze chimiche e di processo che gradualmente potranno rendere circolare la produzione della maggior parte dei materiali di largo consumo, soprattutto in presenza di sostegni normativi concordati con i principali attori dei processi produttivi.

In questo breve documento, sono prima evidenziate azioni considerate rilevanti per ogni settore produttivo e per ogni tipo di materiale, mentre a seguire sono indicate alcune pratiche industriali considerate utili alla sostenibilità, per ciascuna delle classi di materiali trattate nel Convegno Linceo: termoplastici, bioplastiche compostabili, gomme, termoindurenti e compositi, materiali ceramici, metalli e terre rare.

Scienziati, tecnologi e dirigenti coinvolti nel Convegno convengono che una pratica da abbandonare sia quella di rincorrere potenziali applicazioni di scarti che il sistema produttivo ha generato senza averne programmato un fine vita differente dall'abbandono.

E' questa una rivoluzione in tutti i processi di produzione che richiederà una progettazione ecologicamente ed economicamente sostenibile (*eco-design*), soprattutto prestando attenzione alla scelta di materiali ed al loro fine vita, senza rinunce significative delle prestazioni.

A prescindere dalla natura dei materiali, è fondamentale la presenza di sistemi funzionali di raccolta, che prevedano *raccolta differenziata* da parte dei cittadini che sia semplice, chiara a tutti ed il più possibile uniforme, almeno sul territorio nazionale, meglio se a livello europeo.

Organizzazioni scientifiche, tecnologiche ed industriali dovrebbero impegnarsi ad evitare furbe operazioni di "marketing" scientifico o industriale, intese a convincere il consumatore su ipotetici vantaggi all'ambiente derivati dal prodotto acquistato. Queste operazioni di belletto ambientalista (si utilizza comunemente il termine inglese di "*green washing*") sono spesso a detrimento della vera circolarità. A titolo di esempio, si possono citare imballaggi multistrato che vengono proposti nella pubblicità come "più sostenibili", ma che in realtà sono composti di più materiali, che in sé sarebbero perfetti per l'economia circolare (termoplastici, carta ed alluminio), che invece, saldati intimamente, sono resi di fatto non riciclabili.

Di seguito, per ciascuna delle classi di materiali trattate nel Convegno Linceo, sono descritte sinteticamente le migliori pratiche già in essere e specifiche azioni utili per migliorare la sostenibilità e soprattutto la circolarità

Termoplastici

Per quanto riguarda l'obiettivo della circolarità delle materie termoplastiche, che oggi rappresentano oltre il 90% di tutte le materie plastiche prodotte, bisogna agire su tutti i momenti del loro ciclo di vita. In primo luogo, sulla progettazione, che, come è stato diffusamente richiamato durante il Convegno, può, sempre più, essere decisiva per il raggiungimento della circolarità. I manufatti devono essere ideati tenendo presente, insieme a tutti gli altri requisiti, che devono essere raccolti, selezionati e avviati al riciclo quando il loro impiego è terminato. Anche i processi produttivi possono essere migliorati riducendo i cosiddetti scarti e i consumi energetici. Nello studio recente di TEH Ambrosetti sulla circolarità dell'industria italiana delle materie plastiche, vengono citati esempi di stampa 3D con ridotti scarti e riduzione dei tempi di raffreddamento con consistenti risparmi energetici. La qualità, oltre alla quantità, della Raccolta Differenziata dei materiali plastici rappresenta un ulteriore fattore di successo per tutte le attività di recupero da svolgere successivamente. Infine, lo stadio della gestione del "fine vita" è attualmente oggetto di rilevanti sforzi di ricerca da parte dell'Accademia e dell'Industria. Oltre alla ottimizzazione del Riciclo Meccanico dei rifiuti di termoplastici, che rimane l'opzione preferibile, ci troviamo nella fase cruciale dell'adozione, per i rifiuti di termoplastiche, del Riciclo Chimico come tecnologia di trattamento che garantisce il raggiungimento della circolarità. Pressoché la totalità degli Istituti di Ricerca e dei produttori di materie plastiche stanno impegnandosi nella messa a punto di processi e nella costruzione di impianti a crescente capacità, per poter trattare quei flussi di rifiuti di materiali termoplastici e non, che non vengono avviati, per svariati motivi, al Riciclo Meccanico, in un'ottica di crescente circolarità.

Termoplastici biodegradabili

Secondo il recente studio TEH Ambrosetti, la filiera dei materiali plastici biodegradabili rappresenta un ulteriore punto di forza della industria italiana delle materie plastiche. filiera il cui valore complessivo è circa il 2% del totale della filiera a fronte dello 0,3% in Francia e Germania. I manufatti in bioplastica biodegradabile e compostabile, certificati secondo la standard europeo EN13432, che ne garantisce la biodegradazione nell'ambiente degli impianti di compostaggio, rappresentano la soluzione per la gestione di determinate applicazioni, nello specifico quelle a contatto con materia organica o scarti di materia organica. Prodotti compostabili come sacchi per trasporto merci, sacchetti ortofrutta, imballaggi alimentari, capsule caffè e stoviglie possono entrare nella filiera del riciclo organico e quindi, al pari della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, possono essere trattati negli appositi impianti di compostaggio o digestione anaerobica e compostaggio. In questo modo, i rifiuti organici vengono raccolti e trattati con maggiore facilità ed efficienza, con conseguente creazione di

compost di qualità privo di microplastiche, da utilizzare come ammendante per restituire fertilità al suolo e incorporarvi carbonio. Grazie a questo approccio circolare il nostro Paese ha costruito un caso studio di notevoli dimensioni dimostrando l'efficacia e l'efficienza di un modello che, una volta diffuso a livello Europeo, potrà portare enormi benefici per l'economia e per l'ambiente

Gomme

Per quanto la produzione mondiale della gomma sia di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quella dei materiali termoplastici, la gomma è un materiale insostituibile, soprattutto per la mobilità di persone e cose. Il settore della gomma presenta la singolarità che il polimero più importante, il poli(isoprene) è di origine naturale. Inoltre, tutte le gomme di maggiore importanza potrebbero, in linea di principio, essere prodotte da fonti naturali. Ciò però non significa che le gomme, anche se da fonte naturale, siano sostenibili. Bisogna promuovere la compatibilità con la maggiore produzione di gomma naturale con la biodiversità dell'ecosistema nel quale cresce, bisogna favorire la ricerca in fonti alternative a quella tradizionale (*Hevea Brasiliensis*) e bisogna porre attenzione alla sostenibilità sociale delle coltivazioni. Inoltre, aspetti quali le fonti energetiche coinvolte nei processi produttivi, l'impatto sull'ambiente durante l'utilizzo del manufatto in gomma e il fine vita determinano la sostenibilità del manufatto. Nel caso della principale applicazione della gomma, lo pneumatico, il maggiore impatto ambientale è durante il suo utilizzo e la scelta dei materiali è finalizzata ad un maggiore risparmio energetico degli autoveicoli. Le criticità del fine vita degli pneumatici sono la dispersione del particolato nell'ambiente (negli oceani) ed il riciclo di un materiale reticolato chimicamente. Il particolato da pneumatico è la seconda fonte di microplastica dispersa nell'ambiente. Sono disponibili molte tecniche per la de-reticolazione delle mescole, ma i prodotti ottenuti sono ad un minore livello qualitativo. Purtroppo, ulteriore ricerca in questo settore può favorire la circolarità del principale manufatto in gomma. La frontiera dei manufatti in gomma è la loro degradabilità ad innesco, dunque non (necessariamente) la biodegradabilità. L'eco-design dei manufatti in gomma prevede la formazione di legami reversibili. Nel breve termine potrebbe essere ipotizzata una minore prestazione, che sarebbe risolta sviluppando un eco-design di sistema, che preveda una diversa mobilità.

Termoindurenti e compositi

I materiali compositi, oltre ad avere indubbi vantaggi in termini di durabilità ed efficienza dei prodotti nella loro fase d'uso, dispongono anche di numerose possibilità per una gestione circolare della fase di dismissione (end-of-life). La gerarchia promossa dall'Unione Europea per il trattamento del fine vita dei prodotti promuove infatti - prima di arrivare al riciclo vero e proprio - strategie di prevenzione, riparazione e riutilizzo che sono ideali per questi materiali: essi sono infatti riparabili, durevoli e mantengono a lungo le loro proprietà anche in presenza di ambienti aggressivi.

Qualora queste strategie non siano giudicate praticabili o convenienti, sul mercato sono disponibili numerose possibilità per gestire il fine vita i materiali compositi: ad oggi, le tecnologie con più elevato grado di maturità tecnologica sono il *co-processing* nei cementifici, la macinazione meccanica e la pirolisi. Il *co-processing* nei cementifici, che utilizza gli scarti in composito rinforzato con fibre di vetro per la produzione del cemento, consente un utilizzo efficiente del materiale riducendo il consumo energetico del processo e abbattendo considerevolmente le emissioni di CO₂ nella produzione del cemento, con indubbi vantaggi in termini di protezione dell'ambiente. La frammentazione con macinazione controllata è un processo efficiente dal punto di vista energetico e molto flessibile per flussi di materiale e per tipologie diverse. Si può ottenere in questo caso anche un parziale recupero delle proprietà intrinseche dei compositi: le applicazioni sono già molto numerose e vanno dai prodotti di arredo alle applicazioni industriali nelle quali il materiale riciclato può svolgere anche una funzione di rinforzo con benefici in termini di costi e impatto ambientale. La pirolisi, infine, consente di recuperare le fibre di rinforzo e in alcuni casi anche alcuni componenti chimici organici derivati dalla decomposizione termica della resina che possono trovare applicazione nella produzione di nuovi compositi.

Esistono altri processi in fase di sviluppo che, pur avendo un grado di maturità tecnologica più basso, potranno aprire nuove frontiere per il recupero ad alto valore aggiunto (*upcycling*) dei materiali compositi, come ad esempio i processi termici a letto fluido, quelli termochimici (solvolisi) o quelli elettromeccanici (frammentazione a impulsi ad alta tensione). Sotto la spinta della ricerca e dell'innovazione si stanno inoltre rendendo disponibili sul mercato nuovi materiali compositi appositamente progettati per essere più facilmente riciclati a fine vita, come ad esempio i compositi con matrici termoindurenti “*cleavage*” e/o a base di “vitrimeri” o i compositi a matrice termoplastica ottenuti per stampaggio reattivo.

Vetro e ceramici

Le industrie della ceramica e del vetro hanno ormai raggiunto un elevato grado di efficienza nella gestione dei propri residui di processo, che sono quasi interamente riciclati, e nell'inserimento degli scarti di prodotto finito nella produzione stessa. La sfida è duplice: conseguire una maggiore circolarità e rendere più robusta la catena di approvvigionamento delle materie prime. L'aumento della circolarità richiede un efficientamento del sistema: dalla raccolta e selezione dei rifiuti al loro trattamento per avviarli al riciclo nella fabbricazione di vetro e ceramica. Oggigiorno, solo il settore del vetro cavo costituisce un esempio di economia circolare, con tassi di riciclo attorno al 70% del consumo. La ceramica e gli altri comparti del vetro si scontrano, a causa del prevalente impiego in edilizia, col nodo irrisolto della valorizzazione dei rifiuti di demolizione e ristrutturazione, che da soli valgono ormai circa la metà dei rifiuti prodotti in Italia. Per una “supply chain” più resiliente e sostenibile delle industrie ceramiche e vetrarie occorre adottare anche in Italia la politica europea di valorizzazione delle risorse nazionali, sia minerarie che dal riciclo di rifiuti, in un'ottica di complessivo miglioramento nell'efficienza delle risorse.

Metalli e terre rare

Nel campo dei materiali ed elementi critici (critical raw materials, CRM), si prospettano rapidi ed importanti sviluppi sia a livello europeo (è prevista per marzo 2023 la pubblicazione del Critical Raw Materials Act della Commissione Europea) sia internazionale, volti a monitorare e mitigare la criticità crescente di vari elementi strategici per le tecnologie chiave (es. energie rinnovabili, droni,...). Molti dei CRM sono essenziali per la transizione energetica e per la transizione digitale. Secondo uno studio pubblicato nel 2022 da European House Ambrosetti in collaborazione con ERION, le materie prime critiche rientrano nella produzione industriale di circa 564 miliardi di Euro, pari al 32% del PIL. L'Italia è il secondo paese europeo dopo la Germania per impatto sul PIL di queste materie prime. L'aumento del recupero di rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE) dai quali recuperare CRM e la creazione di infrastrutture di idrometallurgia sostenibili per estrarre i metalli a maggior valore aggiunto, potrebbero diminuire nei prossimi anni la dipendenza del Paese e contribuire a trattenere parte di valore aggiunto che oggi viene esportato o perso in flussi non tracciabili. Sarebbe auspicabile che i tassi di riciclo dei CRM raggiungessero i livelli di commodities come il ferro o l'alluminio: ad oggi, i metalli a più alta criticità come le terre rare, vengono ottenuti esclusivamente da fonti primarie. La riduzione dell'utilizzo dei CRM di origine estrattiva passa per una serie di azioni strategiche che vanno dall'ottimizzazione di efficaci e sostenibili approcci di recupero (recovery) mediante innovativi leganti ed agenti liscivianti a basso impatto ambientale e che siano selettivi ed efficienti, a strategie di mitigazione della criticità quali la sostituzione o la progettazione di materiali contenenti minori quantità di CRM, come al riciclo massivo da attività di “urban mining”. Alcune iniziative sostenute dallo “European Institute of Innovation & Technology” (EIT) Raw Materials e dal PNRR stanno mobilitando delle risorse per la creazione di infrastrutture per il riciclo di CRM, ma ancora siamo lontani da avere filiere circolari e sostenibili per questi materiali.

In conclusione, si ritiene utile sottolineare che questo sintetico documento affronta solo una parte della complessa tematica della economia circolare dei prodotti di largo consumo ma soprattutto

intende evidenziare la piena disponibilità di Associazioni di ricercatori, Consorzi Nazionali e Associazioni industriali a supportare, anche in modo coordinato, politiche nazionali ed europee di sostenibilità e circolarità, per quanto riguarda gli aspetti chimici e tecnologici dei Materiali.