



ATELIER DELLA TECNOLOGIA  
SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI  
Prof. Alessandra Zanelli - Arch. Maria Giovanna Di Bitonto

## La città di plastica in divenire SSC 2022-2023

Carolina Narbona\*

\*Politecnico di Milano / Bachelor course of Interior Design

Italia

[carolina.narbona@mail.polimi.it](mailto:carolina.narbona@mail.polimi.it)

### Abstract

Questo documento contiene un'analisi relativa all'economia circolare applicata al mondo dei materiali polimerici. L'obiettivo generale della ricerca è quello di partire dal tema teorico, per poi arrivare ad approfondire il tema applicativo. Il primo capitolo nasce con l'intento di restituire un quadro generale del modello economico circolare, descrivendone l'evoluzione e i principi chiave, mentre il secondo delinea la strategia delle 5R, guida fondamentale al riciclo e al recupero di materia ed energia. Il terzo capitolo evidenzia l'importanza del design per l'ottimizzazione dei sistemi di produzione e di consumo dei prodotti, nell'ottica del raggiungimento di scenari più sostenibili, mentre il quarto prende in esame il concetto di circolarità in campo edilizio. In questo settore, così come in molti altri, la gestione delle problematiche relative allo smaltimento delle materie plastiche ostacola la transizione all'economia circolare. Pertanto le parti successive sono incentrate sul confronto tra i polimeri e i loro nuovi possibili sostituti: i biopolimeri. Dopo un'introduzione generica relativa alle caratteristiche di queste due classi di materiali, 'House of the future', una delle prime strutture costruite interamente in plastica, datata 1957, viene contrapposta ad ArboSkin, recente padiglione caratterizzato da una facciata in bioplastica. Attraverso l'accostamento di questi due casi studio vengono messi in luce i vantaggi dei biopolimeri, relativi ad un inferiore impatto ambientale. Nell'ultimo capitolo sono contenute le considerazioni conclusive frutto dall'analisi svolta.

**Parole chiave:** Economia circolare, polimeri e biopolimeri nell'edilizia, sostenibilità, 5R, ecodesign, futuro

## 1. Introduzione

Al giorno d'oggi il tema dell'inquinamento plastico è di particolare attualità, poiché lo scorretto smaltimento dei polimeri sintetici degli ultimi decenni ha aggravato le condizioni ambientali, contribuendo al surriscaldamento climatico. È quindi doveroso che l'uomo assuma la consapevolezza di dover modificare il suo approccio nei confronti dell'utilizzo delle materie plastiche, adottando i principi dell'economia circolare, un nuovo modus operandi, che aspira a ridurre le emissioni inquinanti e i consumi di risorse non rinnovabili. L'applicazione di modalità costruttive che rispettano l'ambiente e l'introduzione di nuove tipologie di materiali riciclabili sono tappe fondamentali per poter porre rimedio ad anni di crescita economica sfrenata e depauperamento di risorse. I prodotti dei prossimi decenni non dovranno più essere "usa e getta", bensì beni realizzati nel rispetto degli ecosistemi, esteticamente belli, qualitativamente buoni e di lunga durata. Il contesto attuale sembra essere favorevole allo sviluppo delle bioplastiche, anche se si tratta ancora di un mercato di nicchia principalmente ristretto al mercato del packaging e dell'agricoltura. L'elaborato si pone l'obiettivo di promuovere l'utilizzo delle bioplastiche in campo edile in sostituzione alle plastiche tradizionali, poiché più vantaggiose in un'ottica circolare.

## 2. Economia Circolare

### 2.1. Le origini

La nascita dell'economia circolare non è riconducibile ad una data o ad un autore specifico, ma deriva dalla convergenza di diverse scuole di pensiero e di concetti. Personaggi illustri come l'architetto Walter Stahel, il fisico Amory Lovins, i designer McDonough e Braungart, l'economista green Nicholas Georgescu-Roegen hanno contribuito alla creazione di questo nuovo paradigma, individuando strategie alternative per combattere lo spreco di materie prime e l'inquinamento da fonti fossili.

L'idea di un circuito circolare dei materiali venne presentata per la prima volta nel 1966 dall'economista Kenneth E. Boulding nel suo articolo "The Economics of the Coming Spaceship Earth", ma solo in tempi più recenti La Ellen MacArthur Foundation, un ente indipendente nato nel 2010, ha definito in maniera puntuale questo modello.

A partire dagli anni '70, l'economia circolare è andata progressivamente a sostituire il modello produttivo lineare, basato sull'iper-sfruttamento delle risorse naturali e orientato alla massimizzazione dei profitti tramite la riduzione dei costi di produzione. Si presenta quindi come ripensamento complessivo e radicale di un sistema che si è dimostrato inefficiente e dannoso per gli ecosistemi a lungo termine.

### 2.2. Definizione

L'economia circolare è un modello di produzione e di consumo che favorisce il recupero dei materiali tramite riutilizzo e riciclo. Si basa sul concetto di 'ciclo chiuso' e 'rigenerativo', assumendo che i sistemi economici debbano funzionare come organismi in cui le sostanze nutritive vengono elaborate, utilizzate e poi reinserite nel ciclo.

Le aziende non si concentrano più sull'aumento del volume di produzione e sulla riduzione dei costi, bensì sul ripensamento dei prodotti e dei servizi, così da evitare gli sprechi. Si estende quanto più a lungo possibile il ciclo di vita del singolo prodotto ed una volta concluso si reintroducono nel ciclo economico le sue componenti, generando ulteriore valore. I materiali biologici sono destinati a rientrare nella biosfera, mentre quelli di origine tecnica sono progettati per circolare in un flusso che prevede la minima perdita di qualità degli stessi.

L'economia circolare è un sistema pianificato che protegge l'ambiente e permette di risparmiare sui costi di produzione e di gestione, producendo degli utili. Affinché tutto ciò sia possibile, è necessario rivedere le fasi

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

della produzione e prestare attenzione all'intera filiera coinvolta nel ciclo produttivo.

L'approccio circolare non si limita al disegno industriale e manifatturiero, ma può essere applicato a diversi aspetti della civiltà umana, con l'obiettivo di promuovere un miglioramento del benessere, una maggior equità sociale, una riduzione dei rischi ambientali e della scarsità ecologica.

### 2.3. I principi

L'economia circolare si basa su alcuni principi chiave, quali: preservare e accrescere il capitale naturale, ottimizzare la resa delle risorse e incoraggiare l'efficacia del sistema, rivelando ed eliminando le esternalità negative.

La MacArthur Foundation ha inoltre elencato altri fondamenti che vanno a completare il quadro generale del modello economico. Tra questi troviamo l'utilizzo di fonti rinnovabili e la ricerca di un nuovo modo di progettare, finalizzato a dare modularità e versatilità ai prodotti in modo che possano adattarsi al cambiamento delle condizioni esterne. Ciò consente di allungarne la durata della vita.

## 3. Le 5R

In merito all'economia circolare, nel 1997 con il Decreto Ronchi è stata introdotta in Italia la strategia delle 5R, relativa al tema di una gestione sostenibile dei rifiuti. La regola si basa su 5 azioni:

- RIDURRE l'origine dei rifiuti attraverso l'adozione di opportune linee di comportamento;
- RIUTILIZZARE i prodotti, reinventandone le funzioni ed eventualmente ricollocandoli, prima di gettarli via;
- RICICLARE, immettendo nuovamente una risorsa secondaria nel ciclo di produzione, così da non doverne utilizzare una nuova;
- RACCOGLIERE i rifiuti, differenziandoli in categorie;
- RECUPERARE energia.

Una strategia tale comporta un passaggio da una gestione dei rifiuti "cradle to grave" (dalla culla alla tomba) ad una gestione "cradle to cradle" (dalla culla alla culla), riducendone la produzione e favorendo la lotta all'inquinamento atmosferico, al surriscaldamento globale e la tutela della biodiversità.

## 4. Eco-design

Il design ricopre un ruolo fondamentale per lo sviluppo di beni la cui produzione sia improntata ai principi dell'economia circolare. Con un design appropriato, o ancora meglio, con un "eco-design", la vera innovazione in senso circolare parte già dalla fase di concezione, progettazione e sviluppo di un prodotto o di un servizio. Vengono adottate a priori delle decisioni che possono incidere significativamente sulla sostenibilità del prodotto durante il suo ciclo di vita.

Nella fase in cui il prodotto è concepito e progettato devono essere condotte delle opportune valutazioni preliminari, nelle quali devono essere configurati possibili scenari di mercato, così da poterne valutare i requisiti di sostenibilità ambientale. E' fondamentale compiere analisi, applicando metodologie che tengano conto degli impatti generati lungo tutto l'intero ciclo di vita del prodotto e non solo focalizzando l'attenzione sulla sua dismissione. L'eco-design favorisce la disassemblabilità del prodotto, affinché sia possibile smontare agevolmente i suoi diversi componenti per poterli recuperare e reimpiegare nuovamente. Prevede, inoltre, l'utilizzo di elementi che non siano multimaterici, con incastri o non reversibili, in quanto non idonei ad

essere riciclati.

## 5. Edilizia Circolare

L'applicazione di tali principi trova luogo anche nel campo edile. L'edilizia circolare favorisce l'utilizzo di materie prime naturali e rinnovabili e il riutilizzo di prodotti scartati, offrendo ai detriti e alle macerie la possibilità di essere reimmessi nel ciclo produttivo. Incoraggia, inoltre, soluzioni tecnologicamente evolute per una produzione più green dell'energia e la creazione di costruzioni modulari o prefabbricate laddove possibile.

La circolarità nell'edilizia prevede l'attenzione per ogni aspetto della progettazione, dal reperimento delle risorse, alla fase di dismissione dell'edificio, non tralasciando le fasi intermedie di realizzazione, gestione e manutenzione. L'obiettivo ultimo è quello di dare vita a manufatti di qualità, meno impattanti a livello ambientale, pensati per avere una vita lunga e virtualmente continua.

## 6. Polimeri

### 6.1. Applicazioni nel campo dell'edilizia

La plastica ha gradualmente sostituito nel corso degli anni altri materiali nelle applicazioni edili. Sono state fatte molte sperimentazioni relative all'uso della plastica ed è stato dimostrato che il suo impiego garantisce una riduzione dei costi e tempi più brevi di installazione. Inoltre, utilizzarla, ad esempio, per tubazioni impiantistiche, permette di allungare la vita utile delle stesse, in quanto ha una durata medio-lunga e una resistenza elevatissima alla corrosione. Un altro vantaggio è la sua necessità di poca manutenzione. Per queste ragioni è stata ed è attualmente molto utilizzata nel campo edile e per diverse tipologie di prodotto.

### 6.2. Definizione

I polimeri sono una vasta classe di materiali caratterizzati da lunghe catene di unità molecolari ripetute chimicamente, chiamate monomeri. Quelli sintetici oggi includono plastiche, fibre, ceramiche, gomme e molti altri prodotti commerciali.

A partire dagli anni '50 la plastica si è distinta per la sua economicità, comodità, leggerezza e lunga durata. Queste sue stesse caratteristiche l'hanno resa al giorno d'oggi il rifiuto più diffuso sulla Terra, a causa di una produzione e un utilizzo con ritmi nettamente superiori a quelli del riciclo.

### 6.3. Classificazione e destinazioni d'uso

Le tipologie e le destinazioni d'uso dei polimeri sono molteplici.

Il Policarbonato (PC), un polimero termoplastico, viene impiegato per la realizzazione di materiali trasparenti, come i lucernari e più in generale per tutte le strutture che devono lasciar passare la luce, come verande, serre, infissi o divisori trasparenti. Spesso viene preferito al vetro, poiché è resistente agli urti, ha ottime proprietà meccaniche, è leggero e trasparente.

Il Polietilene (PE), ottenuto dalla polimerizzazione dell'etilene, viene impiegato per la realizzazione di contenitori, teli, membrane impermeabili e tessuti non tessuti.

Il Polietilentereftalato (PET) viene utilizzato per la realizzazione di fibre sintetiche, contenitori liquidi, tappeti e nastri magnetici. Sono state fatte anche delle applicazioni sperimentali che hanno portato alla nascita del calcestruzzo alleggerito con il PET, alla creazione di costruzioni con bottiglie riciclate e alla realizzazione di isolanti.

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

Il Polimetilmetacrilato (PMMA), anche noto come 'plexiglass', è tra le materie plastiche più anticamente diffuse, essendo stato introdotto sul mercato nel 1928. È perfettamente trasparente e questo lo rende idoneo a molte possibili applicazioni. Presenta superfici dure, è resistente alle graffiature, ma è incline alle rotture anche a bassi valori di allungamento. Grazie alla sua elevata resistenza all'azione dei raggi UV e al deterioramento causato dall'esposizione ad agenti ambientali è adatto alla realizzazione di elementi esterni. Per le sue caratteristiche nel settore delle costruzioni si propone come alternativa al policarbonato, che è più tenace e rigido, ma anche più costoso.

Il Polipropilene (PP), polimero termoplastico, è ottenuto tramite un processo di polimerizzazione del propilene. È un materiale molto versatile, utilizzato soprattutto per la realizzazione di tubature, moquette, elementi d'arredo, contenitori di varia forma e natura, film per imballaggi.

Il Polistirene o Polistirolo (PS), ottenuto attraverso la polimerizzazione dello stirene, viene generalmente proposto sul mercato come prodotto espanso. Viene impiegato per la realizzazione di pannelli volti al contenimento dei consumi energetici o alla riduzione di rumore, date le sue elevate capacità isolanti e la sua estrema leggerezza.

Il Politetrafluoroetilene (PTFE), anche noto come 'Teflon', viene utilizzato per l'isolamento elettrico e per la protezione soprattutto da agenti acidi.

Il Poliuretano (PU) viene impiegato nella realizzazione di vernici e adesivi di vario tipo. Nella sua versione espansa, acquista proprietà tali da essere adatto alla realizzazione di prodotti termoisolanti.

Il Polivinilacetato (PVA) è un polimero termoplastico, ottenuto attraverso la polimerizzazione dell'acetato di vinile, diffuso nel campo della fabbricazione di adesivi e idropitture.

Il Polivinilcloruro (PVC) è un polimero termoplastico, ottenuto attraverso la polimerizzazione del cloruro di vinile, presente sul mercato dal 1930. Nel campo dell'edilizia è il materiale più utilizzato con un consumo elevatissimo. Viene impiegato soprattutto per la fabbricazione di infissi, piastrelle, tubi flessibili e rivestimenti murali data la sua resistenza e la sua versatilità d'utilizzo.

#### 6.4. Il riciclo

Esistono diverse strategie per il riciclo della plastica, ciascuna delle quali presenta, però, delle debolezze.

Il processo di utilizzo della plastica e il riciclo meccanico causano la degradazione del polimero, cosa che limita il numero di volte in cui lo stesso può essere efficacemente riciclato poiché di volta in volta perde le sue proprietà. Inoltre, il riciclo meccanico non è in grado di separare gli additivi e le sostanze estranee presenti nei rifiuti di plastica, motivo per cui questi non possono essere trasformati in 'nuova' plastica di alta qualità. Per esempio, il Pet riciclato meccanicamente è adatto alla fabbricazione di panchine, ma non alla produzione di bottiglie o imballaggi, perché la sua qualità non è abbastanza alta.

Il riciclo chimico, invece, rompe le molecole e le fa tornare allo stato di partenza oppure le converte, rendendole utilizzabili per un'altra applicazione. Le rese non sono mai del 100%, tuttavia a livello teorico questo processo può ripetersi infinite volte. Per alcuni polimeri, come il Pet, il riciclo chimico è attuabile ma si tratta di un'operazione costosa e le tecnologie disponibili, come la metanolisi e la glicolisi, devono ancora fare il salto su scala industriale. La filiera del riciclo chimico è in uno stadio iniziale, dato che la maggior parte degli impianti nel mercato è in una fase pilota. Si prevede che lo sviluppo di queste tecnologie su scala industriale inizi nel quinquennio 2025-2030, motivo per cui è ancora presto per valutare gli impatti ambientali.

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

Nel corso degli ultimi anni è stato dimostrato quanto sia importante che il riciclo chimico agisca in modo complementare a quello meccanico, data la complessità dei polimeri. Tuttavia, indipendentemente dalla strategia adottata, i materiali plastici sono destinati a terminare il loro ciclo di vita diventando scarti. Tutto ciò che si può fare è rallentare il processo a causa del quale questo accade.

Uno dei problemi fondamentali relativo allo smaltimento della plastica è legato alla sua degradabilità molto lenta: impiega dai 100 ai 1000 anni per scomparire dall'ambiente; quindi, un oggetto in plastica gettato in maniera sbagliata si trasforma in un agente inquinante capace di resistere a lungo nel tempo, arrecando molti danni agli ecosistemi.

Un'altra alternativa consiste nel bruciare la plastica non più riciclabile negli inceneritori, ma questa operazione, pur generando una grande quantità di energia, presenta una serie di svantaggi. In primo luogo, è complicato trovare la giusta ubicazione per gli impianti di termovalorizzazione poiché nessuno vuole vivere vicino a questa tipologia di strutture. Di conseguenza, vengono generalmente costruite presso comunità a basso reddito. I suddetti impianti sono inoltre molto costosi da costruire e da tenere in funzione e sono efficaci solo se lavorano con un flusso costante di rifiuti. Potenzialmente possono emettere bassi livelli di inquinanti tossici come diossine, gas acidi e metalli pesanti, grazie a moderni e sofisticati depuratori, precipitatori elettrostatici e filtri per catturare i composti nocivi, ma solo se gli impianti di combustione sono gestiti correttamente e le emissioni controllate.

### 6.5. Innovazioni nel campo dei polimeri

L'interesse delle aziende nel corso degli ultimi anni si è spostato verso l'ottimizzazione delle caratteristiche dei polimeri "tradizionali" tramite:

- Additivazioni, compounding, copolimerizzazione, ecc...
- Analisi delle prestazioni richieste, dell'utilizzo finale e dalle tecnologie di trasformazione;
- Riduzione degli spessori al minimo;
- Miglioramento delle tecniche di riciclaggio.

Contemporaneamente si è rivolto lo sguardo ai biomonomeri, componenti dei biopolimeri, dato il crescente impegno nelle problematiche ambientali e il timore di possibili crisi legate ai prodotti petroliferi. I biopolimeri presentano grandi possibilità di sviluppo perché uniscono elevate potenzialità tecniche ed ecosostenibilità sia dal punto di vista delle materie prime sia dal punto di vista del loro recupero a fine vita.

## 7. Bioplastica

### 7.1. Definizione

Una plastica si può definire BIO quando possiede almeno una delle seguenti caratteristiche, secondo la definizione della European Bioplastics:

- è biobased, ovvero è composta, almeno in parte, da materiali che derivano da biomasse (materiali di origine organica che non hanno subito il processo di fossilizzazione);
- è biodegradabile, ovvero può essere degradata dai microorganismi.

### 7.2. Categorie

Attualmente sul mercato ne esistono di varie categorie:

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

-può derivare (parzialmente o interamente) da biomassa e non essere biodegradabile (per esempio: bio-PE, bio-PP, bio-PET);

-può derivare interamente da materie prime non rinnovabili ed essere biodegradabile (per esempio: PBAT, PCL, PBS);

-può derivare (parzialmente o interamente) da biomassa ed essere biodegradabile (per esempio: PLA, PHA, PHB, plastiche a base di amido).

Le bioplastiche attualmente sul mercato sono composte principalmente da farina o amido di mais, grano o altri cereali. Quelle certificate biodegradabili e compostabili, in accordo con la Norma Europea EN 13432, se correttamente smaltite dopo l'uso, possono essere trasformate in concime fertilizzante da impiegare in agricoltura.

La produzione di bioplastiche è più sostenibile rispetto a quella della plastica convenzionale, ottenuta da fonti fossili, poichè viene ricavata da materiali come l'amido, la cellulosa, il legno, lo zucchero e la biomassa. L'impatto ambientale delle bioplastiche è spesso oggetto di dibattuti, in quanto ci sono molti parametri diversi per definire ciò che è "green" e ciò che non lo è.

Senza dubbio la produzione di bioplastica riduce significativamente le emissioni di gas serra e il consumo di energia non rinnovabile. Secondo un calcolo effettuato dall'European Climate Change Program (ECCP) per ogni tonnellata di bioplastica prodotta si potrebbero introdurre nell'ambiente circa 4 milioni di tonnellate di anidride carbonica in meno. Può inoltre essere riassorbita dagli agenti naturali presenti sulla terra o nell'atmosfera in tempi molto più rapidi e con minori conseguenze sull'ambiente rispetto alla plastica tradizionale. In genere, si dissolve nell'ambiente in 4-5 anni, a seconda della sua composizione chimica, senza lasciare sostanze residue inquinanti.

### 7.3. Vantaggi e svantaggi

Essendo la bioplastica prodotta utilizzando risorse rinnovabili, non presenta problemi legati all'esaurimento dello stock di materia prima. Considerando il fatto che il costo delle risorse fossili esauribili sta progressivamente crescendo, il prezzo della plastica aumenterà fino al loro completo esaurimento, mentre quello della bioplastica dovrebbe diminuire nel tempo grazie alle economie di scala. Risulta per queste ragioni vantaggiosa a livello economico, anche se attualmente ha un costo di produzione più alto.

L'uso della materia organica per la produzione della bioplastica è inoltre uno stimolo per la redditività delle attività agroforestali poichè deriva in buona parte da frumento, mais oppure dalla barbabietola. Potrebbe premettere di ridurre il fenomeno dell'abbandono delle terre e la spinta all'urbanizzazione delle aree rurali.

Viene smaltita molto più velocemente alla plastica tradizionale e garantisce una riduzione gli oneri di gestione dei rifiuti, soprattutto se impiegata su larga scala dall'industria agroalimentare, poichè biodegradabile.

È adatta ad essere utilizzata come packaging alimentare o come contenitore di bevande a uso domestico, poichè igienica.

In caso di incenerimento genera meno emissioni di fumi tossici e complessivamente la sua filiera produttiva è più pulita.

Tra gli svantaggi troviamo il fatto che l'approvvigionamento delle materie organiche tramite il libero mercato internazionale potrebbe peggiorare la deforestazione globale e incidere sul prezzo dei prodotti agroalimentari. Per risolvere questo problema e ridurre al minimo le conseguenze ambientali ed economiche, sarebbe necessario applicare delle norme e delle regolamentazioni adeguate.

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

Teoricamente, questi nuovi materiali potrebbero risolvere il problema delle isole di plastica negli oceani, almeno in parte. Tuttavia, non tutte queste si degradano in un arco di tempo contenuto: è realistico affermare che alcune di esse si decompongono dopo decenni, soprattutto se non differenziate in modo adeguato. Secondo uno studio condotto in Germania dalla Federal Environment Agency, la plastica biodegradabile non offre alcun vantaggio ambientale rispetto alla plastica tradizionale perché il pubblico non è pronto a smaltirla correttamente. Una la ricerca tedesca ha affermato che la bioplastica anche se biodegradabile, spesso non finisce in adeguati sistemi di compostaggio, bensì in discariche dove viene smaltita in modo non corretto smaltita in discarica, dopo essere stata conservata in luoghi asciutti che ne inibiscono la biodegradazione.

## 8. Casi Studio

### 8.1. 'House of the future,' Richard Hamilton e Marvin Goody



Immagine 1: 'House of the future', Disneyland, California, 1957, R. Hamilton e M. Goody  
(<http://hiddenarchitecture.net/monsanto-house/>)

Nei tardi anni Cinquanta prese il sopravvento un'intensa serie di sperimentazioni, finalizzate alla costruzione di interi edifici in plastica. Tra gli esempi troviamo l'abitazione 'House of the future', costruita a Disneyland in California nel 1957, secondo il progetto degli architetti Richard Hamilton e Marvin Goody. La struttura era completamente in plastica e gli interni presentavano oggetti rivoluzionari per l'epoca, come forni a microonde e schermi televisivi. L'edificio era compatto ed era caratterizzata da meno vincoli strutturali rispetto agli edifici pubblici o commerciali di quello stesso periodo storico. Era un laboratorio ideale per la concretizzazione delle nuove sperimentazioni nel campo del design, ragione per cui questo edificio ha avuto un ruolo chiave nel promuovere l'innovazione architettonica. Nel 1967, però, si decise di abbatterlo per promuovere un'altra attrazione presente nel parco divertimenti ('Avventura attraverso lo spazio'). La demolizione fu alquanto complessa e durò due intere settimane: la leggenda narra che la palla distruttiva fosse rimbalzata sulla superficie della casa senza arrecarle danno. Vennero utilizzati martelli pneumatici e motoseghe, ma anche questi strumenti non furono sufficienti. Dopo svariati tentativi si decise di schiacciare l'abitazione, riducendola in parti più piccole, grazie a specifiche catene. Quanto accaduto dimostra non soltanto quanto fosse effettivamente solida la struttura ma anche quanto fosse stato difficile il suo smaltimento. Bisogna inoltre tenere conto del grande spreco di plastica, completamente trasformata in materiale di scarto e non riutilizzata. Nel complesso dunque l'edificio, così come quelli costruiti da quell'anno in avanti utilizzando questo materiale, ha avuto un forte impatto ambientale, legato sia ai processi di produzione dello stesso sia al suo smaltimento.

## 8.2. ArboSki

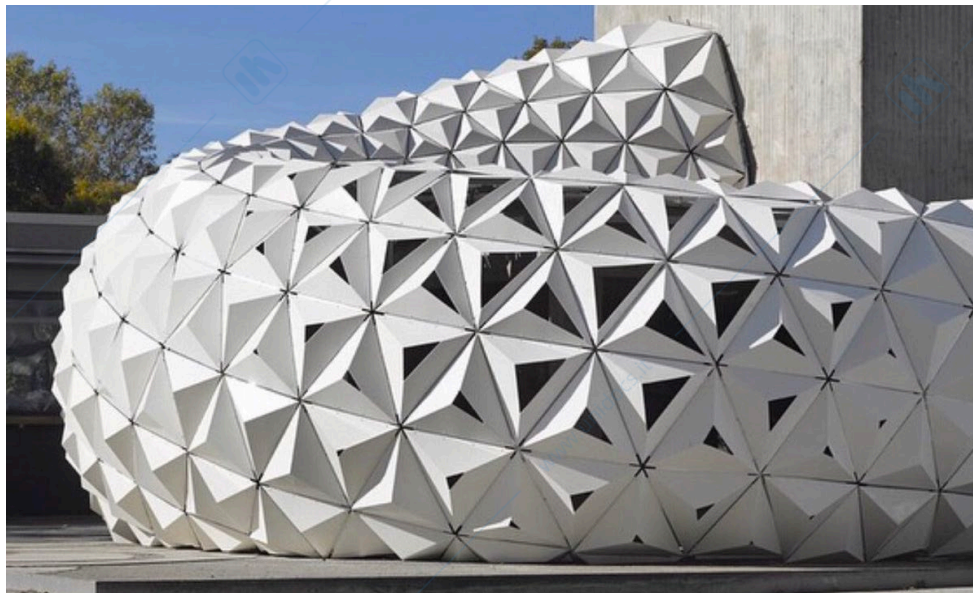


Immagine 2: 'ArboSkin', Stoccarda, Germania, 2013, Università di Stoccarda  
(<https://www.dezeen.com/2013/11/09/arboskin-spiky-pavilion-with-facademade-from-bioplastics-by-itke/>)

Nel 2013, invece, è stata realizzata una delle prime strutture in bioplastica ad opera dell'Istituto per l'edilizia e la progettazione strutturale (Itke) della facoltà di architettura e urbanistica dell'Università di Stoccarda. Si tratta della facciata provvisoria di un padiglione del campus, risultato del progetto di ricerca ArboSkin del programma Research Project Bioplastic Facade, supportato dal Fondo europeo per lo sviluppo regionale (Efre). È formata da lastre di 3,5 mm, ottenute per estrusione dalla bioplastica Arboblend della società tedesca Tecnar (ottenuta con oltre il 90% di risorse rinnovabili e additivata con ritardanti di fiamma). Il progetto è impiego delle bioplastiche in campo architettonico, in alternativa non soltanto al cemento, al legno o al metallo, ma anche alle plastiche tradizionali. Gli scarti ottenuti dal processo di termoformatura sono stati rigranulati e successivamente reintrodotti nel ciclo produttivo. L'edificio rispecchia i principi della circolarità, infatti gli elementi piramidali sono stati accoppiati meccanicamente gli uni agli altri, in modo tale da poter essere inviati al compostaggio o riciclati alla fine del proprio ciclo di vita. La struttura, dunque, non arreca danni all'ecosistema né durante il suo processo costruttivo, né durante il suo smaltimento.

## 9. Conclusioni

Studi condotti in diverse parti del mondo hanno dimostrato che i biopolimeri hanno tutte le potenzialità per poter sostituire in molteplici applicazioni a livello di performance i polimeri tradizionali e potrebbero rappresentare una nuova frontiera per il settore delle materie plastiche. Molte aziende, a livello nazionale ed internazionale, si stanno muovendo in tale direzione e stanno promuovendo un incremento nella vendita di questi materiali. In prospettiva, con un possibile aumento dei prezzi dei prodotti petroliferi e attraverso l'ottimizzazione dei processi produttivi, i biopolimeri potrebbero diventare competitivi. E' bene limitare quanto più possibile l'utilizzo dei polimeri, continuando ad investire in questa promettente categoria di materiali a cui ancora manca un adeguato livello di industrializzazione, che ne favorirebbe la diffusione.

Ad oggi il tema della sostenibilità e della tutela ambientale rappresenta un fattore che non può più essere considerato come un "aspetto secondario", un obiettivo che può o non può essere incluso all'interno di manovre o sviluppi economici.

## SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI E COMPONENTI 2022-2023

Come scritto dall'ormai famosa attivista Greta Thunberg «Change is coming, whether you like it or not». Siamo, infatti, sempre più vicini ad un tipping point in termini di cambiamento climatico e degradamento del sistema ambiente che ci circonda, pertanto è di primaria importanza radicare all'interno delle nostre abitudini un importante cambiamento, volto alla salvaguardia dell'ambiente.

L'elaborato è stato redatto con un primario obiettivo: dare consapevolezza e promuovere la tutela ambientale, a favore del raggiungimento di determinati obiettivi di sostenibilità.

### Sitografia essenziale

[https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/economia\\_circolare/ce\\_economia\\_circolare\\_depliant.pdf](https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/economia_circolare/ce_economia_circolare_depliant.pdf)

<https://www.competere.eu/>

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

<https://www.econote.it/2014/08/28/le-5-r-dei-rifiuti/>

<https://circularity.com/economia-circolare-applicata/economia-circolare-edilizia/>

<https://economiecircolare.com/economia-circolare-edilizia/>

[https://staticmy.zanichelli.it/catalogo/assets/97888808903242\\_04\\_CAP.pdf](https://staticmy.zanichelli.it/catalogo/assets/97888808903242_04_CAP.pdf)

<https://www.ippr.it/it/polimeri>

<https://www.ecoage.it/bioplastica.htm>

<https://economiecircolare.com/riciclo-chimica-plastica/>

<https://www.ideegreen.it/bioplastica-vantaggi-49978.html>

<https://www.yesterland.com/futurehouse.html>

<https://www.iconichouses.org/icons-at-risk/monsanto-house-of-the-future>

<https://www.dezeen.com/2013/11/09/arboskin-spiky-pavilion-with-facademade-from-bioplastics-by-itke/>

<https://www.synchronia.com/it/magazine/facades/arboskin-bioplastica-riciclabile-facciate-innovative>

### Bibliografia essenziale

Del Curto, B., Marano, C., & Pedferri, M. (2015). Materiali per il design. Introduzione ai materiali e alle loro proprietà 2a edizione.

Strappa, G. (2019). L'architettura come processo: il mondo plastico murario in divenire. FrancoAngeli.

Kocher, U. (2017). Educare allo sviluppo sostenibile: Pensare il futuro, agire oggi. Edizioni Centro Studi Erickson